

**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACION DEL DETERIORO EN ESTRUCTURAS
DE PAVIMENTOS BITUMINOSOS CON CAPAS DE BASE GRANULAR
PROPUESTAS EN EL MANUAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS A
TRAVÉS DEL MÉTODO EMPÍRICO - MECANICISTA**

JULIAN LEONARDO PEDREROS CASTELLANOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
MAESTRIA EN GEOTECNIA
BUCARAMANGA**

2013

**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACION DEL DETERIORO EN ESTRUCTURAS
DE PAVIMENTOS BITUMINOSOS CON CAPAS DE BASE GRANULAR
PROPUESTAS EN EL MANUAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS A
TRAVÉS DEL MÉTODO EMPÍRICO - MECANICISTA**

JULIAN LEONARDO PEDREROS CASTELLANOS

**Trabajo de Grado para optar por el título de
Magister en Geotecnia**

Director:

**Dr. PhD EDUARDO ALBERTO CASTAÑEDA PINZON
Profesor Asociado de la Universidad Industrial de Santander**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
MAESTRIA EN GEOTECNIA
BUCARAMANGA**

2013

A Dios por ser mi fuente de Fé, amor, sabiduría y fortaleza. Por su misericordia infinita

A mis padres por su apoyo, preocupación y constante ayuda para lograr mis objetivos

A mi esposa Juliana quien me impulsó a asumir este reto, por su amor y compañía incondicional

A mis hijos Alejandro y Mariana quienes son mi motor de lucha constante

A mi hermano Jair, quien es mi inspiración de continua superación y que desde el cielo siempre me está acompañando

A mis demás familiares, amigos y compañeros

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
OBJETIVOS	23
 1. CONCEPTOS GENERALES	 24
1.1 MÉTODO DE DISEÑO DEL INVIAS	24
1.1.1 Antecedentes.	24
1.1.2 Fundamentos del método.	25
1.1.3 Filosofía de diseño.	25
1.1.4 Parámetros de diseño	26
1.1.4.1 Periodo de diseño.	26
1.1.4.2 Tránsito de diseño.	27
1.1.4.3 Factores ambientales y climáticos.	27
1.1.4.4 Caracterización de la resistencia de diseño de la subrasante.	28
1.1.4.5 Materiales que componen la estructura del pavimento.	29
1.1.4.6 Catálogos de estructuras.	30
1.1.5 Necesidad de la guía de diseño.	33
1.2 MÉTODO DE DISEÑO AASHTO 2002 (MEPDG)	36
1.2.1 Fundamentos del método.	36
1.2.2 Filosofía de la guía AASHTO 2002.	41
1.2.3 Procedimiento general de diseño.	41
1.2.4 Niveles jerárquicos en la entrada de datos.	43
1.2.5 Comportamiento del pavimento.	45
1.2.6 Parámetros de diseño	47
1.2.6.1 Modelos de deterioro	47
1.2.6.1.1 Agrietamientos por fatiga.	47

1.2.6.1.2 Deformación permanente.	52
1.2.6.1.3 Agrietamiento térmico (fisuración transversal).	57
1.2.6.1.5 Modelo de suavidad (IRI).	59
1.2.6.2 Caracterización del tránsito.	61
1.2.6.2.1 Información del volumen de tránsito para el año base.	63
1.2.6.2.2 Ajustes del volumen de tránsito.	65
1.2.6.2.3 Factores de distribución de carga por eje.	66
1.2.6.2.4 Entradas generales del tránsito.	66
1.2.6.2.5 Caracterización del clima.	68
1.2.6.2.6 Información General.	70
1.2.6.2.7 Información meteorológica.	70
1.2.6.2.8 Profundidad del nivel freático.	71
1.2.6.2.9 Drenaje y propiedades de la superficie	72
1.2.6.2.10 Materiales y estructura del pavimento (datos requeridos por el EICM)	73
1.2.6.2.11 Caracterización de los materiales.	76
1.2.6.2.12 Materiales Asfálticos.	77
1.2.6.2.13 Materiales no ligados y de subrasante.	87
 2. ADAPTACIÓN DEL MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRANSITO DEL INVIAS A LA GUÍA DE DISEÑO AASTHO 2002	 95
2.1 MODULO DE ENTRADAS GENERALES	95
2.1.1 Información General.	95
2.1.2 Identificación del lugar del proyecto.	101
2.1.3 Parámetros de análisis.	103
2.2 MODULO DE TRÁNSITO	113
2.2.1 Tránsito para el año base.	113
2.2.2 Factores de ajuste del volumen de tránsito	117
2.2.3 Factores de distribución de carga por cada tipo de eje.	125
2.3 CLIMA	141

2.3.1 Recopilación, organización y análisis de la información.	143
2.3.2 Creación del archivo (*.icm).	159
2.4 ESTRUCTURA	161
2.4.1 Caracterización de las capas del pavimento	161
2.4.1.1 Propiedades del material asfáltico	162
2.4.1.1.1 Ligante asfáltico.	163
2.4.1.2 Propiedades generales de la mezcla asfáltica.	164
2.4.1.3 Capas granulares	168
2.4.1.4 Capas de subrasante.	172
2.4.2 Agrietamiento térmico.	173
 3. CARTAS DE DISEÑO – MODELOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	 176
3.1 CARTA DE DISEÑO No. 1	177
3.2 CARTA DE DISEÑO No. 2	187
3.3 CARTA DE DISEÑO No. 3	197
3.4 CARTA DE DISEÑO No. 4	207
3.5 CARTA DE DISEÑO No. 5	217
3.6 CARTA DE DISEÑO No. 6	227
3.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS	237
3.7.1 Comportamiento de los modelos de deterioro	240
3.7.1.1 Fisuración Longitudinal.	240
3.7.1.2 Fisuración por piel de cocodrilo.	242
3.7.1.3 Deformación de la carpeta asfáltica CA.	245
3.7.1.4 Deformación total de la estructura de pavimento.	247
3.7.1.5 IRI Final.	250
3.7.2 Periodos de falla.	252
CONCLUSIONES	261
BIBLIOGRAFIA	265
ANEXO INFORMACION COMPLEMENTARIA MÓDULOS ENTRADA PARA SOFTWARE MEPDG	 269

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Categorías de las vías	26
Tabla 2 Periodos de diseño estructural recomendados	27
Tabla 3 Rangos de tránsito	27
Tabla 4 Regiones climáticas según temperatura y precipitación	28
Tabla 5 Resistencia de la subrasante	29
Tabla 6 Especificaciones de los materiales	30
Tabla 7 Coeficientes estructurales a_i	31
Tabla 8 Coeficientes de drenaje m_i	32
Tabla 9 Cartas de diseño	33
Tabla 10 Parámetros de calibración para el modelo de agrietamiento térmico	59
Tabla 11 Principales categorías de materiales en pavimentos asfálticos	78
Tabla 12 Parámetros A y VTS basado en el grado de penetración asfáltica.	81
Tabla 13 Módulos de Poisson para MDC	82
Tabla 14 Módulos de Poisson para MDF	83
Tabla 15 Correlación entre el M_r y las diferentes propiedades del suelo	90
Tabla 16 Valores típicos de μ para materiales granulares no ligados y de subrasantes	91
Tabla 17 ϕ y K_o para materiales granulares no ligados, de subrasante y lecho rocoso	92
Tabla 18 Categoría de la Vías	98
Tabla 19 Periodos de diseño estructural recomendados	99
Tabla 20 Valores máximos admisibles de IRI inicial	105
Tabla 21 Valores de IRI final	106
Tabla 22 Evaluación fisuración longitudinal	107
Tabla 23 Evaluación fisuración por piel de cocodrilo	108

Tabla 24 Evaluación de fisuración térmica	109
Tabla 25 Evaluación de la deformación total permanente	110
Tabla 26 Estructuras a evaluar en la Guía de Diseño AASHTO 2002	113
Tabla 27 AADTT para los niveles de tránsito evaluados	114
Tabla 28 Factor de distribución por carril (Fca)	115
Tabla 29 Factor direccional (Fd)	115
Tabla 30 Velocidades de operación según velocidades de diseño	117
Tabla 31 Factor de ajuste mensual constante	118
Tabla 32 Composición vehicular del tránsito	119
Tabla 33 Distribución vehicular horaria para diferentes niveles de tránsito	121
Tabla 34 Tasas de crecimiento obtenidas por muestreo de la red vial nacional	122
Tabla 35 Factores Camión por cada nivel de tránsito	123
Tabla 36 Número de ejes sencillos, tándem y trídem por cada mil camiones para vías con diferentes volúmenes de tránsito	125
Tabla 37 Número de ejes simples, tándem o trídem por cada clase de vehículo	126
Tabla 38 Cálculo del número de ejes simples, tándem y trídem por cada mil camiones para el nivel de tránsito T1	126
Tabla 39 Cálculo del número de ejes simples, tándem y trídem por cada mil camiones para el nivel de tránsito T4	127
Tabla 40 Cálculo del número de ejes simples, tándem y trídem por cada mil camiones para el nivel de tránsito T6	127
Tabla 41 Cálculo del número de ejes simples, tándem y trídem por cada mil camiones para el nivel de tránsito T9	127
Tabla 42 Espectros de carga para ejes simple obtenidos mediante interpolación de los espectros aplicables a Colombia para diferentes niveles de tránsito	130
Tabla 43 Espectros de cargas para ejes tándem obtenidos mediante interpolación de los espectros aplicables a Colombia para diferentes niveles de tránsito	131

Tabla 44 Espectros de cargas para ejes trídém obtenidos mediante interpolación de los espectros aplicables a Colombia para diferentes niveles de tránsito	132
Tabla 45 Factores de distribución de carga para ejes simple y diferens niveles de tránsito	133
Tabla 46 Factores de distribución de carga para ejes tándem y diferentes niveles de tránsito	134
Tabla 47 Factores de distribución de carga para ejes trídém y diferentes niveles de tránsito	135
Tabla 48 Localización promedio de la rueda en tangente - INV	136
Tabla 49 Dimensionamiento de vehículo de carga para Colombia y países de la región	138
Tabla 50 Espaciamiento transversal y presión de inflado promedio para neumáticos dobles	140
Tabla 51 Separación de ejes según estudio del Consejo de Directores de carreteras	141
Tabla 52 Altura sobre el nivel del mar para las seis regiones climáticas	145
Tabla 53 Temperatura promedio anual para las seis regiones climáticas	146
Tabla 54 Precipitación anual para las seis regiones climáticas	150
Tabla 55 Promedios mensuales de humedad relativa para cada región climática	153
Tabla 56 Promedio mensual de velocidad del viento para cada región	154
Tabla 57 Promedios mensuales de radiación solar por tipo región	156
Tabla 58 Rangos de porcentaje de brillo solar	157
Tabla 59 Porcentaje de brillo solar mensual por tipo de región	158
Tabla 60 Gradaciones para mezclas densas en frío	162
Tabla 61 Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente	163
Tabla 62 Tipo de cemento asfáltico a utilizar en mezclas en caliente	164
Tabla 63 Porcentaje de volumen de vacíos con aire para el diseño de mezcla asfálticas en caliente	165

Tabla 64 Porcentaje de vacíos llenos de asfalto para el diseño de mezcla asfálticas en caliente	166
Tabla 65 Porcentaje de vacíos en los agregados minerales para el diseño de mezcla asfálticas en caliente	166
Tabla 66 Porcentaje de volumen efectivo de asfalto para el diseño de mezcla asfálticas en caliente	166
Tabla 67 Pesos unitarios promedio para MDC tipo 1 y 2	167
Tabla 68 Relaciones de Poisson típicas para MDC	168
Tabla 69 Relación entre CBR y Módulo Resiliente para capas de base y subbase	169
Tabla 70 Índices para capas granulares no ligadas	170
Tabla 71 Franja granulométrica para subbases granulares	171
Tabla 72 Franja granulométrica para bases granulares	171
Tabla 73 Tipo de suelos según su resistencia	173
Tabla 74 Deformación de flujo plástico y resistencia a la tensión según el tipo de ligante	174
Tabla 75 Coeficiente de contracción térmica en agregados minerales	175
Tabla 76 Volumen semanal y composición vehicular AADTS (0 – 500)	269
Tabla 77 Volumen semanal y composición vehicular AADTS (501 – 1000)	271
Tabla 78 Volumen semanal y composición vehicular AADTS (1001 – 2500)	273
Tabla 79 Volumen semanal y composición vehicular AADTS (2501 – 5000)	277
Tabla 80 Composición Vehicular según el catálogo del INV	281
Tabla 81 Variación horaria del tránsito AADTS (0 – 500)	282
Tabla 82 Variación horaria del tránsito AADTS (501 – 1000)	283
Tabla 83 Variación horaria del tránsito AADTS (1001 – 2500)	284
Tabla 84 Variación horaria del tránsito AADTS (2501 – 5000)	285
Tabla 85 Cálculo del número de ejes equivalentes para el PDE y una confiabilidad del 90% (Nivel T1)	287
Tabla 86 Cálculo del número de ejes equivalentes para el PDE y una confiabilidad del 90% (Nivel T4)	288

Tabla 87 Cálculo del número de ejes equivalentes para el PDE y una confiabilidad del 90% (Nivel T6)	289
Tabla 88 Cálculo del número de ejes equivalentes para el PDE y una confiabilidad del 90% (Nivel T9)	290
Tabla 89 Espectro de carga para Colombia - Eje sencillo	291
Tabla 90 Espectro de carga para Colombia - Eje tandem	292
Tabla 91 Espectro de carga para Colombia - Eje tridem	293
Tabla 92 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R1	295
Tabla 93 Precipitación media mensual y anual para clima R1	296
Tabla 94 Días promedio de lluvia mensual para clima R1	297
Tabla 95 Temperatura media mensual y anual para clima R1	298
Tabla 96 Brillo solar mensual promedio para clima R1	299
Tabla 97 Humedad relativa mensual promedio para clima R1	300
Tabla 98 Velocidad del viento mensual promedio para clima R1	301
Tabla 99 Radiación solar mensual promedio para clima R1	301
Tabla 100 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R2	302
Tabla 101 Precipitación media mensual y anual para clima R2	304
Tabla 102 Días promedio de lluvia mensual para clima R2.	306
Tabla 103 Temperatura media mensual y anual para clima R2	308
Tabla 104 Brillo solar mensual promedio para clima R2	310
Tabla 105 Humedad relativa promedio mensual para clima R2	312
Tabla 106 Velocidad del viento mensual promedio para clima R2	314
Tabla 107 Radiación solar mensual promedio para clima R2	314
Tabla 108 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R3	315
Tabla 109 Precipitación media mensual y anual para clima R3	318
Tabla 110 Días promedio de lluvia mensual para clima R3	321
Tabla 111 Temperatura media mensual y anual para clima R3	324
Tabla 112 Brillo solar mensual promedio para clima R3	327
Tabla 113 Humedad relativa promedio mensual para clima R3	330
Tabla 114 Velocidad del viento mensual promedio para clima R3	333

Tabla 115 Radiación solar mensual promedio para clima R3	334
Tabla 116 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R4	335
Tabla 117 Precipitación media mensual y anual para clima R4	336
Tabla 118 Días promedio de lluvia mensual para clima R4	337
Tabla 119 Temperatura media mensual y anual para clima R4	338
Tabla 120 Brillo solar mensual promedio para clima R4	339
Tabla 121 Humedad relativa promedio mensual para clima R4	340
Tabla 122 Velocidad del viento mensual promedio para clima R4	341
Tabla 123 Radiación solar mensual promedio para clima R4	341
Tabla 124 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R5	342
Tabla 125 Precipitación media mensual y anual para clima R5	345
Tabla 126 Días promedio de lluvia mensual para clima R5	347
Tabla 127 Temperatura media mensual y anual para clima R5	349
Tabla 128 Brillo solar mensual promedio para clima R5	351
Tabla 129 Humedad relativa promedio mensual para clima R5	353
Tabla 130 Velocidad del viento mensual promedio para clima R5	355
Tabla 131 Radiación solar mensual promedio para clima R5	356
Tabla 132 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R6	357
Tabla 133 Precipitación media mensual y anual para clima R6	358
Tabla 134 Días promedio de lluvia mensual para clima R6	359
Tabla 135 Temperatura media mensual y anual para clima R6	360
Tabla 136 Brillo solar mensual promedio para clima R6	361
Tabla 137 Humedad relativa promedio mensual para clima R6	362
Tabla 138 Velocidad del viento mensual promedio para clima R6	363
Tabla 139 Radiación solar mensual promedio clima R6	363
Tabla 140 Rangos de módulo resiliente para diferentes tipos de suelo	364
Tabla 141 Espesores de diseño de las estructuras analizadas	365
Tabla 142 Valores de fisuración longitudinal de las estructuras analizadas	366
Tabla 143 Valores de fisuración por piel de cocodrilo de las estructuras analizadas	367

Tabla 144 Valores de deformación de la Carpeta Asfáltica CA de las estructuras analizadas	368
Tabla 145 Valores de deformación total del pavimento de las estructuras analizadas	369
Tabla 146 Valores de IRI final de las estructuras analizadas	370
Tabla 147 Tiempo a partir del cual las estructuras superan los límites admisibles para cada modelo de deterioro	371

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Sistema elástico multicapas generalizado	38
Figura 2 Información general del proyecto.....	100
Figura 3 Identificación del sitio del proyecto	103
Figura 4 Valores máximos admisibles de IRI en función del AADT	106
Figura 5 Parámetros de Análisis	112
Figura 6 Velocidad de diseño para tramos homogéneos en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno	116
Figura 7 Composición vehicular para el nivel de tránsito T1.....	120
Figura 8 Funciones de crecimiento del Tránsito	122
Figura 9 Ancho de calzada (metros)	137
Figura 10 Detalle de separación para ejes tándem y trídem.....	141
Figura 11 Comportamiento diurno promedio de temperatura para la región climática R1	148
Figura 12 Comportamiento diurno promedio de humedad para la región climática R1	148
Figura 13 Comportamiento diurno promedio de Precipitación (Clima R1)	151
Figura 14 Comportamiento diurno promedio de velocidad del viento (Clima R1)	155
Figura 15 Comportamiento diurno promedio del brillo solar (clima R1)	158
Figura 16 Creación de archivo (*.icm) para la región climática R1	160
Figura 17 Espesores de pavimento para tipo de suelo S1.....	238
Figura 18 Espesores de pavimento para tipo de suelo S3.....	239
Figura 19 Espesores de pavimento para tipo de suelo S5.....	239
Figura 20 Fisuración longitudinal - Suelo Tipo S1.....	241
Figura 21 Fisuración longitudinal - Suelo Tipo S3.....	241
Figura 22 Fisuración longitudinal - Suelo Tipo S5.....	242

Figura 23 Fisuración por piel de cocodrilo - Suelo Tipo S1.....	243
Figura 24 Fisuración por piel de cocodrilo - Suelo Tipo S3.....	244
Figura 25 Fisuración por piel de cocodrilo - Suelo Tipo S5.....	244
Figura 26 Deformación de la CA - Suelo Tipo S1	246
Figura 27 Deformación de la CA - Suelo Tipo S3	246
Figura 28 Deformación de la CA - Suelo Tipo S5	247
Figura 29 Deformación Total - Suelo Tipo S1	248
Figura 30 Deformación Total - Suelo Tipo S3.....	249
Figura 31 Deformación Total - Suelo Tipo S5.....	249
Figura 32 IRI final - Suelo Tipo S1.....	251
Figura 33 IRI final - Suelo Tipo S3.....	251
Figura 34 IRI final - Suelo Tipo S5.....	252
Figura 35 Periodos de falla – Tipo de suelo S1	253
Figura 36 Periodo de falla en meses – Tipo de suelo S3.....	254
Figura 37 Periodo de falla en meses – Tipo de suelo S5.....	254
Figura 38 Evaluación estructural de las alternativas analizadas.....	256
Figura 39 Evaluación funcional de las alternativas analizadas	257
Figura 40 Distribución horaria del tránsito AADTS (0 - 500)	282
Figura 41 Distribución horaria del tránsito AADTS (501 - 1000)	283
Figura 42 Distribución horaria del tránsito AADTS (1001 - 2500)	284
Figura 43 Distribución horaria del tránsito AADTS (2501 - 5000)	286

RESUMEN

TITULO: EVALUACIÓN Y CARACTERIZACION DEL DETERIORO EN ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS BITUMINOSOS CON CAPAS DE BASE GRANULAR PROPUESTAS EN EL MANUAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS A TRAVÉS DEL MÉTODO EMPÍRICO - MECANICISTA*

AUTOR: JULIAN LEONARDO PEDREROS CASTELLANOS**

PALABRAS CLAVES: AASHTO 2002, MEPDG, INVIAS, empírico, mecanicista, pavimento, tránsito, clima, modelos de deterioro, criterios de desempeño

A partir del catálogo de estructuras implementado por el Instituto Nacional de Vías, se procede a establecer la viabilidad de los pavimentos seleccionados determinando para éstos los modelos de deterioro que caracterizan su comportamiento estructural y funcional. Este proceso se lleva a cabo mediante la utilización del software de la Guía AASHTO 2002 considerando las variables que afectan directamente su estabilidad como lo son el clima, el tránsito, la resistencia de la subrasante y las propiedades de los materiales constituyentes.

Para este propósito se adapta las variables de entrada que utiliza el catálogo (las cuales en su contexto describen las condiciones promedio existentes en Colombia) al esquema general solicitado por la Guía de Diseño. Esta adaptación requiere de información complementaria obtenida de bibliografía aplicable a nuestro medio descrita detalladamente en el presente documento, la cual da lugar a los módulos de entrada de datos requeridos en el MEPDG.

Del proceso de análisis se obtiene el valor para cada modelo de deterioro al final de su periodo de diseño y adicionalmente se determina la carga y el tiempo de servicio para el cual se alcanza los estados límites admisibles especificados, los cuales a su vez, determinan la viabilidad de las estructuras evaluadas según su comportamiento funcional y estructural.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Maestra en Geotecnia
Director: Ing. MSc. PhD Eduardo Castañeda Pinzón

ABSTRACT

TITLE: EVALUATION AND CHARACTERIZATION OF DETERIORATING BITUMINOUS PAVEMENT STRUCTURES WITH GRANULAR BASE LAYERS PROPOSALS IN THE NATIONAL ROADS INSTITUTE MANUAL THROUGH THE MECHANISTIC - EMPIRICAL METHOD*

AUTOR: JULIAN LEONARDO PEDREROS CASTELLANOS**

KEY WORDS: AASHTO 2002, MEPDG, INVIAS, empirical, mechanistic, pavement, traffic, weather, deterioration models, the performance criteria.

From the catalog of structures implemented by the National Roads Institute, we proceed to establish the viability of selected pavements in order to determine deterioration models that characterize structural and functional behavior. This process is performed by using the AASHTO 2002 Guide software considering the variables that directly affect its stability such as weather, traffic, the subgrade strength and properties of the constituent materials.

For this purpose adapts the input variables using the catalog (which in context describes the average conditions existing in Colombia) to the general scheme requested by the Design Guide. This adaptation requires information obtained from literature applicable to our environment described in detail herein, which leads to the input modules required in the MEPDG.

From the analysis we obtain the value for each model of impairment at the end of their design life and further determines the load and service time for which reaches allowable limits specified, which in turn determine the viability of the structures evaluated by their functional and structural behavior. From the analysis we obtain the value for each model of impairment at the end of their design life and further determines the load and service time for which reaches allowable limits specified, which in turn determine the viability of the structures evaluated by their functional and structural behavior.

* Monograph of grade

** Faculty of Physical – Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Magister en Geotechnical The Director: Ing. MSc. PhD Eduardo Castañeda Pinzón

INTRODUCCIÓN

El INVIAS en el año de 1998 lleva a cabo la realización del MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN VIAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO, buscando con éste unificar los criterios de diseño y evaluación de las condiciones que caracterizan un proyecto en particular. Este manual a pesar de ser aplicable a las condiciones existentes en nuestro país sigue generando desconfianza en el medio profesional prefiriéndose hoy en día la utilización de métodos tradicionales.

El presente documento permite determinar a la luz de las nuevas formulaciones teóricas de la ingeniería de pavimentos, si dicha desconfianza se encuentra fundamentada, o por el contrario, fortalecer la propuesta realizada por el Instituto Nacional del Vías soportando el comportamiento de las estructuras evaluadas mediante la caracterización de su deterioro a lo largo de su periodo de diseño mediante la aplicación de la metodología AASHTO 2002.

La Guía de Diseño AASHTO 2002 es un producto de varios años de investigación desarrollado por la *Joint Task Force* de la AASHTO, la *National Cooperative Highway Research Program*, y un equipo de investigación formado por varios expertos reconocidos internacionalmente en el campo del diseño de pavimentos, en el marco de la *National Cooperative Highway Research Program* proyecto 1-37A. Se basa en un procedimiento empírico – mecanicista, que integra en el diseño el comportamiento de los materiales, el clima y las cargas del tránsito, durante el transcurso del tiempo. El método aplica modelos empíricos de deterioro que permiten evaluar el tipo y la extensión de los daños durante cualquier instante de la vida del pavimento.

El ámbito de aplicación de la Guía de Diseño 2002 es amplio y complejo. Incluye procedimientos para el análisis y diseño de pavimentos flexibles y rígidos, rehabilitaciones, diseño de subdrenaje, tratamientos y mejoras de la fundación, recomendaciones para el diseño de pavimentos en vías de bajo volumen de tránsito y adicionalmente, análisis de costos para el ciclo de vida de la estructura. Todo lo anterior se integra en un programa de software llamado MEPDG.

El presente trabajo involucra únicamente el análisis de las estructuras presentadas en el catálogo del INV adaptando para este propósito los parámetros de diseño contemplados en el mismo (cargas de tránsito, clima, estructura y resistencia de la subrasante) a las variables de entrada requeridas en la Guía de Diseño. Para garantizar una compatibilidad de información que permita un análisis confiable de las estructuras evaluadas, adicional a la información que proporciona el catálogo, se requiere determinar y/o adaptar:

- Los límites admisibles para los modelos de deterioro.
- Los espectros de carga establecidos para Colombia, registros horarios de tránsito, geometría y distribución vehicular.
- Valores horarios, mensuales y anuales de los parámetros climáticos exigidos por el modelo EICM involucrado en la Guía de Diseño.
- Caracterización de los materiales constituyentes de la estructura de pavimento acorde a la normativa existente en Colombia al respecto.

Se maneja el mismo esquema tratado por el MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN VIAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO, evaluando las estructuras de pavimento para seis regiones climáticas, cuatro tipologías de tránsito y cinco condiciones de resistencia para el suelo de fundación o subrasante, con lo cual se busca representar y describir fielmente el comportamiento del pavimento con la variación de los diferentes parámetros.

Durante el proceso de análisis se presenta los valores obtenidos para los tipos de deterioro considerados, comparando si alguno de éstos excede los límites admisibles establecidos, caso en el cual se determina la carga y periodo de servicio para el cual la alternativa evaluada falla. En caso de ser idónea, se presenta el valor de los modelos de deterioro cuando se alcanza el transito acumulado de camiones pesados para el periodo de diseño.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el modelo de deterioro que teóricamente presentan las estructuras de pavimentos bituminosos con capas de base granular establecidas en el manual del Instituto Nacional de Vías, mediante la utilización del método empírico - mecanicista de diseño de pavimentos AASHTO 2002.

ESPECÍFICOS

- Determinar las cargas y los periodos de servicio a partir de los cuales los pavimentos analizados superan los límites admisibles para los criterios de desempeño establecidos.
- Establecer para el periodo de diseño estructural, la evolución teórica de los modelos de deterioro considerados en el análisis de cada alternativa evaluada.
- Desarrollar un marco teórico a partir del cual se caracterice para Colombia las variables de entrada requeridas en el análisis y diseño de pavimentos (tránsito, clima, y materiales) adaptado al esquema establecido por la Guía ASSTHO 2002.

1. CONCEPTOS GENERALES

1.1 MÉTODO DE DISEÑO DEL INVIAS

1.1.1 Antecedentes. Tradicionalmente el diseño de pavimentos en Colombia ha estado supeditado al criterio y buen juicio de los profesionales dedicados a esta área de la ingeniería. Según su experiencia y conocimiento, determinan el método de diseño a utilizar y los parámetros de entrada requeridos por el mismo. Elementos como el periodo de diseño del pavimento, el entorno climático, la magnitud del tránsito, la capacidad de soporte de la subrasante, las especificaciones de los materiales a utilizar, entre otros factores, tienden con el tiempo a ser tomados subjetivamente por el diseñador según su concepción y criterio. Por eso, es común encontrar para proyectos de condiciones muy similares, planteamientos de estructuras fundamentalmente diferentes generando una incertidumbre que al final se traduce en confiabilidad y conveniencia económica de las opciones presentadas.

El Instituto Nacional de Vías – INVIAS a través de un grupo de profesionales expertos, desarrolla una metodología que permite definir tanto el método de diseño a utilizar como los criterios y parámetros que caracterizan un proyecto en particular. Esta metodología es presentada a través del MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN VIAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO publicada en el año de 1998.

El objetivo buscado es constituir una guía de procedimientos y ofrecer un catálogo de estructuras con diferentes alternativas de solución para casos específicos, todo sobre la base de la aplicación de un único método y la categorización de las variables que intervienen directamente en el diseño de la estructura.

1.1.2 Fundamentos del método. Los procedimientos presentados en el MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRANSITO son aplicables a carreteras, autopistas interurbanas y caminos rurales dentro de la República de Colombia.

El catálogo de estructuras fue obtenido mediante la aplicación del método AASHTO versión 1993, y la categorización de las principales variables obedeció a un detallado análisis del espectro de climas, cargas vehiculares, suelos de subrasante y materiales presentes en las diferentes regiones del país.

Dichas estructuras según las condiciones imperantes del proyecto, siempre tienen como propósito proteger la subrasante por medio de la construcción de capas con material de diferentes características cuya estructura en su conjunto busca alcanzar el nivel de servicio deseado, con rehabilitación durante el periodo de análisis al menor costo posible.

La utilización del catálogo busca uniformizar los estudios de pavimentos logrando soluciones equivalentes en la cual todas las estructuras propuestas presentan igual variación en el índice de serviciabilidad.

1.1.3 Filosofía de diseño. El propósito del diseño es producir un pavimento estructuralmente balanceado que pueda soportar con un alto nivel de confianza el tránsito especificado, para el periodo de diseño establecido, en las condiciones ambientales dadas y un aceptable nivel de servicio sin importantes fallas estructurales.

Para lo anterior el método presenta los datos básicos para el proyecto (categoría del camino, periodo de diseño, tránsito de diseño, suelo de subrasante, clima y materiales disponibles) a partir de los cuales el diseñador procede a determinar del catálogo de estructuras aquellas alternativas que a futuro, mediante la

implementación de medidas de mantenimiento, le provea una mejor opción en la inversión de costos.

El catálogo presentado en el manual ha sido controlado con diferentes métodos aplicables a la fecha de realización del mismo, soportado en la experiencia en construcción y mantenimiento de pavimentos flexibles en Colombia. Las estructuras presentan una confiabilidad del 90 % y una caída del índice de serviciabilidad de 2.2*.

1.1.4 Parámetros de diseño

1.1.4.1 Periodo de diseño. El periodo de diseño estructural (PDE) está definido como el periodo durante el cual está previsto, con alto grado de confiabilidad, que no se requerirá ningún mantenimiento estructural.

La selección del periodo de diseño varía según la categoría de la vía que a su vez depende del AADT (Tránsito promedio diario anual, por sus siglas en inglés) circundante. Estas categorías se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1 Categorías de las vías

Categorías de las vías				
TPD	> 5000	1000-10000	<1000	<10000
Categoría	I	II	III	Especial
Importancia	Muy Importante	Importante	Poco importante	Importante a poco importante

Fuente, Manual INV - 1998

Los periodos de diseño estructural establecidos por el manual de acuerdo a la categorías de vía se detallan en la Tabla 2.

* Manual Invias, 1998

Tabla 2 Periodos de diseño estructural recomendados

Categoría	Periodo de diseño (P.D.E) años	
	Rango	Recomendado
I	10 - 30	20
II	10 - 20	15
III	10 - 20	10
ESPECIALES	7 - 20	10 - 15

Fuente, Manual INV - 1998

1.1.4.2 Tránsito de diseño. A partir del análisis de la red vial nacional colombiana y las tendencias de crecimiento y desarrollo del país, se establece en el manual nueve rangos expresados en número de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas que circulan en el carril de diseño durante el periodo de diseño, Según el tránsito esperado para el proyecto en particular, el diseñador ingresa al catálogo de estructuras a través de las nueve opciones presentadas en la Tabla 3.

Tabla 3 Rangos de tránsito

Rangos de tránsito acumulado para el carril de diseño en número de ejes equivalentes de 8.2 ton.		
Designación	Límite inferior	Límite superior
T1	0.5×10^6	1.0×10^6
T2	1.0×10^6	2.0×10^6
T3	2.0×10^6	4.0×10^6
T4	4.0×10^6	6.0×10^6
T5	6.0×10^6	10×10^6
T6	10×10^6	15×10^6
T7	15×10^6	20×10^6
T8	20×10^6	30×10^6
T9	30×10^6	40×10^6

Fuente. Manual INV - 1998

1.1.4.3 Factores ambientales y climáticos. Se observa la influencia significativa del clima en la durabilidad de los materiales que conforman las capas de un pavimento. La posición geográfica de Colombia, la complejidad de su relieve, la influencia de los mares, los vientos locales y demás factores meteorológicos que

caracterizan un clima en particular, proporcionan una diversidad de ambientes que en zonas bajas alcanzan temperaturas altas y uniformes durante todo el año, mientras que en sistemas montañosos la temperatura desciende a valores bajos incluso inferiores a 0°C, pasando por áreas selváticas de altas precipitaciones, zonas desérticas y de nieves perpetuas.

En el manual esta diversidad es representada a través de seis regiones climáticas que toman como referencia rangos de temperatura y precipitación específicos, con el objeto de que esta variable se involucre en forma apropiada en el diseño de las estructuras de pavimento (Tabla 4). Para cada una de estas regiones climáticas la metodología propone una carta de diseño en la cual se establecen las estructuras que se adaptan a las condiciones ambientales del proyecto según el tránsito esperado y la capacidad de soporte del suelo de subrasante.

Tabla 4 Regiones climáticas según temperatura y precipitación

Designación	Región	Temperatura (°C)	Precipitación media anual (mm)
R1	Fría seca y fría semihúmeda	< 13	< 2000
R2	Templado seco y templado semihúmedo	13 - 20	< 2000
R3	Cálido seco y cálido semihúmedo	20 - 30	< 2000
R4	Templado húmedo	13 - 20	2000 - 4000
R5	Calido húmedo	20 - 30	2000 - 4000
R6	Calido muy húmedo	20 - 30	> 4000

Fuente, Manual INV - 1998

1.1.4.4 Caracterización de la resistencia de diseño de la subrasante. En Colombia se han identificado 25 grupos característicos de suelo, los cuales son

categorizados en el manual de acuerdo a su resistencia con fines de diseño estructural. La Tabla 5 detalla la subdivisión propuesta.

No se contempla módulos resilientes inferiores a 300 Kg/cm² pues se considera que suelos con estas características requieren de un tratamiento especial de estabilización o remplazo parcial, con el fin de lograr valores mayores de resistencia.

Si el parámetro evaluado es el CBR, se utiliza la correlación expresada en la Ecuación 1 a menos que se cuente con correlaciones particulares entre CBR y MR para suelos de la zona del proyecto.

Tabla 5 Resistencia de la subrasante

Designación	Rango Módulo Resiliente E (Kg/cm²)	Rango C.B.R %
S1	300 - 500	$3 \leq \text{CBR} < 5$
S2	500 - 700	$5 \leq \text{CBR} < 7$
S3	700 - 1000	$7 \leq \text{CBR} < 10$
S4	1000 - 1500	$10 \leq \text{CBR} < 15$
S5	> 1500	$\text{CBR} > 15$

Fuente, Manual INV - 1998

Ecuación 1

$$\text{MR (kg/cm}^2\text{)} = 100 \text{ CBR}$$

1.1.4.5 Materiales que componen la estructura del pavimento. Las especificaciones de los materiales que constituyen las estructuras del catálogo se rigen bajo la normativa del Instituto Nacional de Vías (INV) de la época. Estas propiedades se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6 Especificaciones de los materiales

Material	Designación	Especificaciones
Sub-base INV 320	SBG-1	Tmax 50 mm, Pasa # 4 = 30 a 70 %, Pasa # 200 = 4 a 20 %, IP ≤ 6, CBR > 20-30-40 %, Compactación 95 % de próctor modificado
Base granular INV330	BG-1	Tmax 37.5 mm, Pasa # 4 = 30 a 60 %, Pasa # 200 = 5 a 15 %, IP ≤ 3, CBR ≥ 80%, Compactación 100 % de próctor modificado
	BG-2	Tmax 25 mm, Pasa # 4 = 35 a 65 %, Pasa # 200 = 5 a 15 %, IP ≤ 3, CBR ≥ 80%, Compactación 100 % de próctor modificado
Mezcla densa en frío INV 440	MDF - 1	Tmax 37.5 mm, Pasa # 4 = 45 a 60 %, Pasa # 200 = 3 a 8 %,
Emulsión: CRL-1 ó CRL-1h	MDF - 2	Tmax 25 mm, Pasa # 4 = 47 a 62 %, Pasa # 200 = 3 a 8 %,
	MDF - 3	Tmax 19 mm, Pasa # 4 = 50 a 65 %, Pasa # 200 = 3 a 8 %,
Mezcla densa en frío INV 450	MDC - 1	Tmax 25 mm, Pasa # 4 = 43 a 54 %, Pasa # 200 = 4 a 8 %,
Cemento asfáltico; 60-70 ó 80-100	MDC - 2	Tmax 19 mm, Pasa # 4 = 51 a 68 %, Pasa # 200 = 4 a 8 %,
	MDC - 3	Tmax 9.5 mm, Pasa # 4 = 65 a 87 %, Pasa # 200 = 5 a 10 %,

Fuente, Manual INV – 1998

1.1.4.6 Catálogos de estructuras. Teniendo en cuenta que el método básico de diseño empleado para la elaboración de las cartas de diseño corresponde al método AASHTO 1993 (Ecuación 2), el cual define el número de diseño estructural (SN) requerido para condiciones específicas de tránsito futuro, resistencia de la subrasante, nivel de confiabilidad, desviación estándar y pérdida de serviciabilidad, se realizó la determinación de espesores de las capas de cada alternativa de diseño, garantizando el cumplimiento del valor del número estructural total y las recomendaciones de espesores mínimos de capas propuestas por el método, de acuerdo con los niveles de tránsito previstos en el carril de diseño.

Ecuación 2

$$\log_{10} (W_{18}) = Z_R \cdot S_o + 9,36 \cdot \log_{10} (SN + 1) - 0,2 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log_{10} (M_R) - 8,07$$

Las consideraciones que se tuvo en cuenta para su empleo son las siguientes:

- El valor del error normal (S_o) se consideró igual a 0.44, correspondiente a la condición de diseño cuando solo se considera la variación en la predicción del comportamiento del pavimento, sin errores en la predicción del tránsito con un nivel de confianza determinado.
- El valor de la desviación estándar normal (Z_r) es el correspondiente a un nivel de confiabilidad del 90%.
- Para la pérdida de serviciabilidad se consideró un valor de $\Delta PSI = 2.2$, correspondiente a una serviciabilidad inicial de 4.2 y un índice final de 2.0.
- Para la determinación de espesores, se establecen los coeficientes estructurales (a_i) mostrados en la Tabla 7, considerando las características mecánicas de dichos materiales obtenidas en diferentes investigaciones realizadas en el país y las recomendaciones establecidas para estos parámetros por el método AASHTO.

Tabla 7 Coeficientes estructurales a_i

Material	Coeficientes estructurales	
Mezcla densa en caliente	MDC $a_i = 0.44$	$TMAP < 13\text{ }^{\circ}\text{C}$
	MDC $a_i = 0.37$	$13^{\circ}\text{C} \leq TMAP < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
	MDC $a_i = 0.30$	$20^{\circ}\text{C} \leq TMAP \leq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
Mezcla densa en frío	MDF $a_i = 0.8*0.44$	$TMAP < 13\text{ }^{\circ}\text{C}$
	MDF $a_i = 0.8*0.37$	$13^{\circ}\text{C} \leq TMAP < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
	MDF $a_i = 0.8*0.33$	$20^{\circ}\text{C} \leq TMAP \leq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
Base granular	BG-1, BG-2 $a_i = 0.14$	
Sub-base granular	SBG-1, SBG-2 $a_i = 0.12$	

Fuente, Manual INV - 1998

- Los coeficientes de drenaje (m_i) para las capa granulares se determinan en base a los niveles de precipitación, calidad de drenaje y tiempo de exposición del pavimento a humedades próximas a la saturación. Dichos coeficientes se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8 Coeficientes de drenaje m_i

Precipitación mm/año	m_i
< 2000	1.00
2000 - 4000	0.90
> 4000	0.80

Fuente, Manual INV - 1998

Con el fin de verificar las estructuras propuestas para cada combinación de variables se utiliza el método racional en el cual se realiza un análisis elástico multicapa mediante el programa DEPAV el cual permite determinar el estado de tensiones y deformaciones en los puntos de interés de la estructura.

Calculadas las deformaciones críticas de cada estructura, se procede a verificar éstas con las deformaciones admisibles obtenidas de las curvas de fatiga propuestas por SHELL para capas asfálticas y subrasante, contemplando un nivel de confiabilidad similar al adoptado dentro del método AASHTO.

De esta forma, a partir de la información correspondiente a las condiciones climáticas (R), niveles de tránsito (T), condiciones de resistencia de los suelos de subrasante (S) y características de los materiales definidos para cada una de las capas, se diseñan las secciones estructurales para las diferentes combinaciones de las variables, indicándose para las alternativas de diseño los materiales y espesores correspondientes que garanticen una equivalencia estructural. La selección del diseño obedece a condiciones particulares de disponibilidad de materiales en la zona y al respectivo análisis económico de las alternativas. De

esta forma el manual establece seis (6) cartas de diseño, las cuales a su vez contempla la combinación de variables que se resume en la Tabla 9.

Tabla 9 Cartas de diseño

No. Carta	Región climática (R)	Resistencia de subrasante (S)	Rango de tránsito (T)	Materiales
1	R1	de S1 a S5	de T1 a T9	Variables - Tabla 1-6
2	R2	de S1 a S5	de T1 a T9	Variables - Tabla 1-6
3	R3	de S1 a S5	de T1 a T9	Variables - Tabla 1-6
4	R4	de S1 a S5	de T1 a T9	Variables - Tabla 1-6
5	R5	de S1 a S5	de T1 a T9	Variables - Tabla 1-6
6	R6	de S1 a S5	de T1 a T9	Variables - Tabla 1-6

Fuente, Manual INV - 1998

1.1.5 Necesidad de la guía de diseño†. El método de diseño de pavimentos flexibles del Instituto Nacional de Vías al estar soportado en la metodología AASHTO 93 lo hace susceptible a las principales desventajas de los métodos empíricos.

Las distintas ediciones de la Guía AASHTO han servido de referencia y soporte desde hace varias décadas para el diseño de estructuras de pavimento, sin embargo, serias limitaciones han surgido en la medida que se descubre la dependencia en el diseño de factores adicionales a los considerados en las primeras versiones. Dentro de estas limitaciones cabe mencionar:

- **Deficiencias en las cargas de tránsito:** Los niveles en el volumen de tránsito pesado han aumentado considerablemente (de 10 a 20 veces) en comparación con los diseños realizados en la década de los años 60's. Pavimentos diseñados para intervalos de 5 a 15 millones de camiones, hoy

† NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM - NCHRP. Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, Part 1. Chapter 1. Introduction. Champaign, Illinois, 2004.

deben estar en la capacidad de soportar rangos de 50 a 200 millones de camiones, durante una vida de diseño incluso más prolongada (30-40 años).

- **Deficiencias en los efectos climáticos:** Debido a que la *AASHO Road Test* se llevó a cabo en un lugar geográfico específico, es imposible hacer frente a los efectos de diferentes condiciones climáticas en el comportamiento del pavimento. En muchos casos, las fallas o deterioros de la superficie son causados por cambios abruptos de los parámetros climáticos que caracterizan el lugar del proyecto. La consideración directa de los efectos climáticos en el sitio del proyecto conduce a mejorar el comportamiento del pavimento y su confiabilidad.
- **Deficiencias de la subrasante:** Un tipo de suelo de fundación o subrasante se utilizó para todas las secciones de prueba en la *AASHO Road Test*, sin embargo este parámetro es dependiente de la localización del proyecto y su caracterización define la estructura y comportamiento a futuro de la misma.
- **Deficiencias de los materiales de superficie:** La *AASHO Road Test* sólo utilizó un tipo de mezcla de asfalto en caliente y de mezcla de concreto de cemento portland (PCC) para las pruebas realizadas. Hoy en día existe gran variedad de mezclas que se adoptan según el tipo de proyecto y las especificaciones que se requieren cumplir.
- **Deficiencias en la configuración de los camiones:** La caracterización de los vehículos (configuración de los ejes, presiones de inflado, suspensión, etc.,) corresponde a versiones de finales de los 50's. Hoy en día dichas configuraciones son obsoletas (por ejemplo, la presión de los neumáticos pasa de 80 psi a 120 psi) resultando diseños de pavimentos deficientes para adoptar las cargas reales actuales.

- **Deficiencias de construcción y drenaje:** El diseño de pavimentos, los materiales utilizados y el proceso constructivo adoptado son copiados de la *AASHTO Road Test*. En la misma no se incluyeron subdrenajes para los tramos de prueba, pero hoy en día se ve el efecto positivo de éstos en las vías.

- **Deficiencias en los periodos de diseño:** Los efectos a largo plazo por efecto del cambio climático y el envejecimiento de los materiales no fueron atendidas en la prueba de la Guía inicial. Dicho test se llevó a cabo en un periodo aproximado de 2 años, mientras que la vida de diseño de muchos de los pavimentos actuales son de 20 a 50 años. La consideración directa de los efectos cíclicos sobre la respuesta de los materiales y el envejecimiento, conduce a una mayor confiabilidad de la vida de diseño.

- **Deficiencias en el desempeño:** Las primeras versiones AASHTO relacionan la serviciabilidad del pavimento con el espesor de sus capas constituyentes (tanto estructuras flexibles como rígidas). Sin embargo, la investigación y las observaciones han demostrado que los pavimentos necesitan rehabilitación por razones que no están relacionados directamente con su espesor (por ejemplo, agrietamientos, hundimientos, etc.). Estos modos de fallo no se consideran directamente en las versiones anteriores de la Guía AASHTO, llevando en muchos casos a fallos prematuros.

- **Deficiencias de confiabilidad:** La Guía AASHTO 1986 incluye un procedimiento para considerar la confiabilidad de diseño la cual no ha sido plenamente validada. Este procedimiento dio lugar a un multiplicador de cargas de tránsito de diseño para lograr un nivel de confiabilidad deseado. Sin embargo esto puede conducir a un incremento a veces excesivo de los espesores de diseño injustificadamente.

En las versiones iniciales el parámetro que define el comportamiento del pavimento es la serviciabilidad, y aún hoy en día se parte de esta variable para su diseño. Sin embargo la nueva metodología propone como factor de control el perfil longitudinal del pavimento. El control de este parámetro (afectado por varios factores de deterioro) determina el costo rentable por rehabilitación del pavimento. De esta forma, para mejorar la confiabilidad y satisfacer las necesidades de gestión de activos, el procedimiento de diseño de pavimentos debe estar relacionado con los criterios de desempeño del pavimento. Es por esto que la Guía de Diseño parte de estos criterios tanto en pavimentos flexibles como rígidos, y del Índice de Regularidad Internacional (IRI), como medida de la uniformidad del pavimento o de calidad de marcha.

Adicionalmente los avances computacionales han permitido que hoy en día sea posible aplicar el enfoque mecanicista facilitando la aplicación de los métodos diferenciales que permiten dar solución al problema de diseño, situación que a pesar de ser visualizada desde el desarrollo de la Guía AASHTO 1986 donde se reconoce como futuro en el diseño de pavimentos los principios empíricos-mecanicistas, se veía limitado por la barrera computacional.

1.2 MÉTODO DE DISEÑO AASHTO 2002 (MEPDG)

1.2.1 Fundamentos del método. El método empírico mecanicista se basa en la aplicación de la mecánica estructural que permite determinar la respuesta de los elementos estructurales que compone el pavimento, tales como esfuerzos, deformaciones y dislocamientos, debido a las cargas aplicadas por las ruedas utilizando los fundamentos y el modelamiento que permite la teoría elástica.

Los valores de respuesta son utilizados para predecir el daño basado en ensayos de laboratorio y datos del comportamiento en campo. La metodología empírico

mecanicista AASHTO 2002, por lo tanto, ya no utiliza una ecuación de regresión para el diseño sino recomienda la aplicación de la teoría elástica, modelando el medio mediante múltiples capas horizontales, homogéneas con comportamiento elástico en el caso de la subrasante y bases granulares y comportamiento visco-elástico en el caso de los materiales asfálticos.[‡]

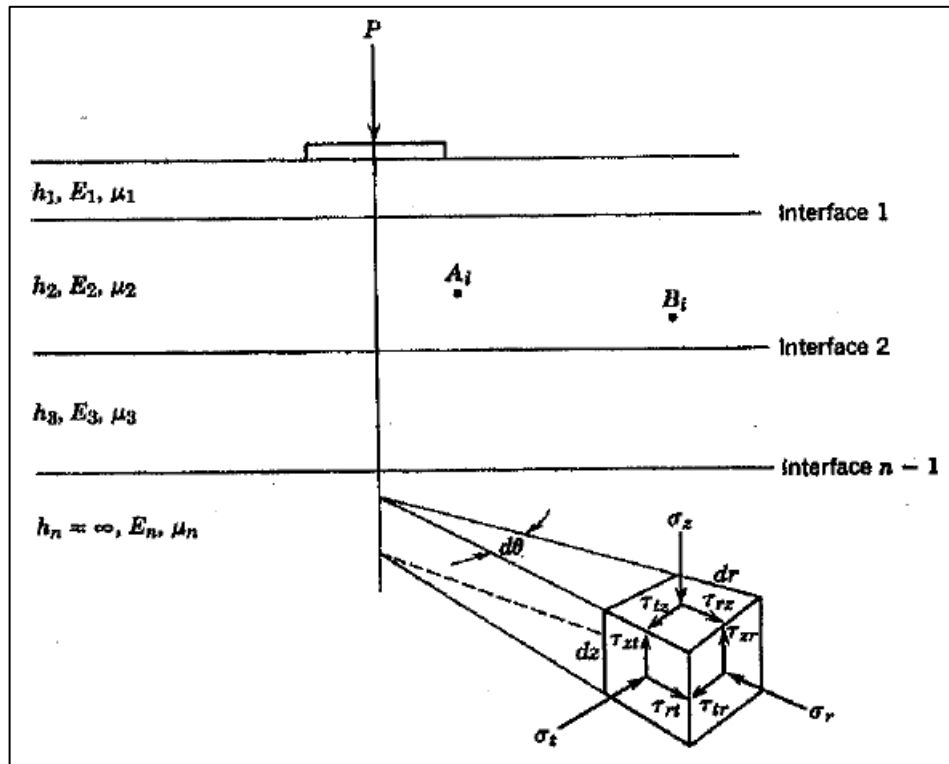
La Figura 1 ilustra el concepto general de un sistema elástico de múltiples capas definido por autores como Yoder y Witczak quienes consideran que para que un diseño de pavimentos sea completamente racional (mecanístico) debe considerarse tres elementos: el uso de la teoría para predecir la falla o un parámetro de daño asumido, la evaluación de las propiedades de los materiales según la teoría seleccionada y la determinación de la relación entre la magnitud del parámetro en evaluación y el nivel de comportamiento deseado. La solución analítica para un estado de tensión o deformación dentro de un pavimento bajo la teoría elástica multicapa requiere de varias suposiciones, algunas de éstas son:

- Las propiedades del material de cada capa son homogéneas, es decir, las propiedades en el punto A_i son los mismos que en el punto B_i .
- Cada capa tiene un espesor finito, excepto la capa inferior, y son infinitas en las direcciones laterales.
- Cada capa es isotrópica, es decir, la propiedad en un punto específico, tal como A_i es la misma en cada dirección u orientación.
- Se desarrolla fricción completa en la interfaz de las capas.
- No existen fuerzas de cizallamiento superficiales.

[‡] UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA. Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos. Capítulo 8. Diseño Empírico - Mecanístico de Pavimentos Asfálticos. Lima, 2006.

- Las soluciones al problema de esfuerzo para cada capa se caracterizan por dos propiedades del material, el coeficiente de Poisson (μ) y el módulo de elasticidad (E).

Figura 1 Sistema elástico multicapas generalizado



Fuente, Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures – 2004

El equilibrio estático requiere de nueve tensiones. Estas tensiones en un sistema de coordenadas polares, actúan en dirección vertical (z), radial (r), y tangenciales planos (t). Estas tensiones se componen de tres tensiones normales (σ_z , σ_r , σ_θ) que actúan perpendicularmente a las caras del elemento y seis tensiones de cortadura (τ_{rt} , τ_{tr} , τ_{rz} , τ_{zr} , τ_{tz} , τ_{zt}) que actúan paralelas a las caras. En cada punto en el sistema, existe una cierta orientación del elemento de tal manera que los esfuerzos cortantes que actúa sobre cada cara son cero. Las tensiones normales bajo esta condición se definen como tensiones principales y se denotan por σ_z

(esfuerzo mayor), σ_r (intermedio), y σ_t (menor). La suma de los esfuerzos principales en un punto se define como el esfuerzo bulk, θ .

Teniendo en cuenta el estado de tensión triaxial para cualquier elemento, sus deformaciones (para las direcciones vertical, radial y tangencial, respectivamente) se pueden determinar a partir de las siguientes expresiones:

Ecuación 3

$$\varepsilon_z = (1/E)[\sigma_z - \mu(\sigma_r + \sigma_t)]$$

$$\varepsilon_r = (1/E)[\sigma_r - \mu(\sigma_t + \sigma_z)]$$

$$\varepsilon_t = (1/E)[\sigma_t - \mu(\sigma_r + \sigma_z)]$$

A partir de estas ecuaciones, la teoría utilizada distingue tres propiedades de respuesta en el comportamiento de los materiales. La primera, la relación esfuerzo – deformación (lineal o no lineal), la dependencia en el tiempo de la deformación bajo un nivel de esfuerzo constante (viscoso o no viscoso), y el grado en que el material puede recuperarse después de la eliminación del esfuerzo (plástico o elástico).[§]

La aplicación del análisis de deformaciones en el diseño de pavimentos flexibles tiene el objetivo de controlar las deformaciones en la estructura de pavimentos, incluyendo el terreno de fundación. La magnitud de las deformaciones debido a las cargas móviles está asociada a la duración del pavimento.

El análisis de deformaciones constituye en la actualidad una herramienta de análisis que permite determinar:

[§] NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM - NCHRP. Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, Part 1. Chapter 1. Introduction. Champaign, Illinois, 2004.

- El tipo de superficie de rodadura y/o carpeta asfáltica a través del módulo dinámico. Considera la variación de este parámetro por cambios horarios y estacionales, la velocidad del tránsito, características de la vía, etc.
- El tipo de base y sub-base granular y el espesor requerido para cumplir las especificaciones requeridas.
- La estratigrafía del terreno de fundación, de las capas compactadas, así como la presencia del basamento rocoso.
- La distribución de los esfuerzos verticales de compresión en el terreno de fundación.
- La distribución de los esfuerzos horizontales y esfuerzos de tracción en las capas superficiales de pavimento. Esto permite evitar que la superficie de rodadura o carpeta asfáltica sea sometida a esfuerzos de tracción que genere el agrietamiento prematuro.

Los programas utilizan la técnica numérica de las diferencias finitas o elementos finitos para la solución de las ecuaciones diferenciales del problema elástico y el modelamiento elástico de los materiales. Los esfuerzos, deformaciones y desplazamientos resultantes de la aplicación de las cargas de diseño, permite determinar el periodo de vida de la estructura mediante el uso de los denominados modelos de daño.

La parte empírica de la Guía se enfoca a la caracterización de los materiales, el tránsito, el clima u otras entradas requeridas para el proceso de diseño. Igualmente del empirismo se deriva la correlación entre desempeño del pavimento en campo y los daños acumulados.

Los modelos de daño son ecuaciones empírico-experimentales que relacionan el número de pasadas admisibles del pavimento en función de los esfuerzos y deformaciones calculadas. El procedimiento de diseño es iterativo hasta conseguir optimizar el valor de los esfuerzos y deformaciones a fin de evitar los diferentes tipos de falla que se pueden esperar en la estructura de pavimento.

1.2.2 Filosofía de la guía AASHTO 2002.** La filosofía de diseño sobre la cual se soporta la Guía AASHTO 2002 incluye los siguientes principios:

- Aplicar tecnologías plenamente validadas.
- Proporcionar a los diseñadores una amplia variedad de opciones de diseño y materiales.
- Ofrecer una base de diseño equitativa desde el punto de vista de selección del tipo de pavimento.
- Direccionar los diseños tanto a pavimentos nuevos como a rehabilitados.
- Proporcionar una Guía y software aplicativo, de fácil entendimiento y utilización.
- Permitir al diseñador el ingreso de las variables de entrada de acuerdo a tres niveles jerárquicos de información adaptados según el grado de importancia del proyecto.

1.2.3 Procedimiento general de diseño. La Guía de Diseño comprende tres grandes fases que se describen a continuación.

** NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM - NCHRP. Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, Part 1. Chapter 1. Introduction. Champaign, Illinois, 2004.

- **Fase No. 1:** Comprende el ingreso de las variables de entrada que definirá las características particulares del proyecto. Para este propósito existen cuatro módulos mediante los cuales se ingresa la información general de proyecto, las características del tránsito, los parámetros climáticos requeridos por el modelo EICM integrado a la Guía AASHTO y la configuración de la estructura de pavimento mediante la definición de los espesores y características de los materiales constituyentes.
- **Fase No. 2:** La segunda fase consiste en el análisis estructural y de desempeño del pavimento. El método de análisis es un proceso iterativo que comienza con la selección de un diseño inicial de prueba. Los diseños iniciales pueden ser creados por el diseñador a partir de un diseño ya existente, o de un catálogo general. La sección de prueba se somete a las variables ingresadas durante la primera fase del proceso de diseño, y a través de los modelos de deterioro se analiza el comportamiento en el tiempo de la estructura generándose una acumulación de daños y la variación de la suavidad o perfil longitudinal de la vía. Si el diseño no cumple los criterios de desempeño establecidos, se procede con las modificaciones requeridas para dar inicio nuevamente al proceso de análisis.
- **Fase No. 3:** La tercera y última fase del proceso, incluye las actividades necesarias para evaluar las alternativas estructuralmente viables. Además de un análisis ingenieril, se presenta un análisis de costos del ciclo de vida de las alternativas.

Aunque la guía describe y proporciona un método específico que puede ser utilizado para la determinación de la alternativa de diseño o recomendaciones para la rehabilitación de la estructura de pavimento, hay una serie de consideraciones que deben ser determinadas finalmente por el usuario. Algunas de ellas son la

disposición del drenaje, la fricción y textura de la superficie del pavimento, ciertas consideraciones ambientales, y las prácticas locales que afectan al diseño.

Es necesario que el usuario adapte la experiencia local para el uso de la guía, teniendo presente que no es posible adaptar todas las condiciones establecidas en el software correspondientes a lugares específicos de los Estados Unidos, a las características de un proyecto en particular.

En términos generales la Guía pretende proporcionar los procedimientos para evaluar los materiales y las condiciones ambientales, sin embargo, si estos procedimientos van en contra de la experiencia local probada y documentada, esta última debe prevalecer.

1.2.4 Niveles jerárquicos en la entrada de datos^{††}. Una de las características de la Guía de Diseño AASHTO 2002 es el ingreso jerárquico de la información de entrada, aspecto no considerado en las versiones iniciales. Este enfoque le da al diseñador una gran flexibilidad en la obtención de los parámetros de entrada dependiendo de la complejidad del proyecto y de los recursos disponibles. En su forma más simple y práctica, el enfoque jerárquico está basado en la filosofía de que el nivel de esfuerzo de ingeniería ejercido en el proceso de diseño de pavimentos debe ser consistente con la importancia relativa, magnitud y costo del proyecto. Las ventajas de un manejo jerárquico de la información incluyen:

- Provee al ingeniero de gran flexibilidad en la selección de enfoques de ingeniería consistentes con el tamaño, costo, e importancia general del proyecto.
- Permite a cada agencia desarrollar una metodología inicial de diseño, consistente con sus capacidades técnicas internas.

^{††} INSTITUTO PARA EL DESARROLLO DE LOS PAVIMENTOS EN EL PERU - IDPP. LA Nueva Guía para el Diseño Empírico – Mecánico de Pavimentos, Parte 2. Capítulo 2. Materiales. Lima, 2005.

- Proporciona un método muy conveniente para incrementar las destrezas tecnológicas de una agencia a lo largo del tiempo.
- Asegura el desarrollo de un diseño más seguro y eficiente desde el punto de vista del costo, consistente con los recursos financieros y técnicos de la agencia.

Los niveles jerárquicos de entrada son aplicables al tránsito, propiedades de los materiales y condiciones ambientales. Las consideraciones que se manejan por cada nivel son las siguientes:

- **Nivel 1:** Proveen al más alto nivel de precisión y en consecuencia el menor nivel de incertidumbre o error. Los datos de entrada en el nivel 1 normalmente se utilizan para el diseño de pavimentos muy transitados o donde hay seguridad extrema en las consecuencias económicas de una falla prematura. Para su obtención, la información requerida en este nivel debe obtenerse de pruebas de laboratorio o de campo, tales como pruebas de módulo dinámico en mezclas asfálticas en caliente, datos de espectros de carga por tipo de eje y vehículo para el sitio en específico, o ensayos de deflexión no destructivos. Su obtención requiere de mayores recursos y tiempo en comparación con otros niveles.
- **Nivel 2:** Proporcionan un nivel intermedio de exactitud y es más cercano a los procedimientos utilizados por las anteriores versiones de la Guía AASHTO. Este nivel puede ser utilizado cuando los recursos o equipos de pruebas no están disponibles para los ensayos exigidos en el nivel 1. La información requerida para este nivel generalmente la selecciona el usuario a partir de bases de datos provenientes de determinadas agencias, de un programa limitado de ensayos, o estimada a través de correlaciones. Algunos ejemplos para este nivel de información son la estimación del módulo dinámico del

concreto asfáltico a partir de las propiedades del ligante, los agregados y propiedades de la mezcla, la estimación del módulo elástico del concreto de cemento Portland a partir de ensayos de resistencia a la compresión, o la determinación del volumen de tránsito y su clasificación a partir de espectros de carga por eje proporcionados por agencias.

- **Nivel 3:** Proveen el menor nivel de precisión. Su utilización se centra a proyectos donde las consecuencias son mínimas por fallas prematuras. La información seleccionada por el usuario corresponde a valores típicos o promedios regionales. El Nivel 3 requiere que el diseñador estime los valores de los datos de entrada más apropiados basado en la experiencia, con poco o ningún ensayo. Un ejemplo corresponde al valor que por defecto se le asigna al módulo resiliente de materiales sin consolidar tomando como referencia la clasificación de suelos de la AASHTO.

Para un proyecto dado, la Guía permite el ingreso de información a diferentes niveles de precisión, utilizando para todos los casos el mismo algoritmo de análisis de predicción de deterioros y variación del IRI.

1.2.5 Comportamiento del pavimento^{††}. El funcionamiento de un pavimento se soporta en tres consideraciones básicas

- **Comportamiento estructural:** Hace referencia a la condición física del pavimento la cual se ve generalmente afectada por la aparición de diferentes tipos de fallas (agrietamientos, hundimientos) u otras condiciones que afectan negativamente su capacidad para soportar cargas. Varios de estos tipos de deterioro se predicen directamente a través de conceptos mecanicistas y están directamente considerados en el proceso de diseño.

^{††} NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM - NCHRP. Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, Part 1. Chapter 1. Introduction. Champaign, Illinois, 2004.

- **Desempeño funcional:** Se refiere al grado de comodidad que ofrece el pavimento al usuario que lo está utilizando. El Confort o calidad en la marcha, es la característica dominante que describe el desempeño funcional de un pavimento. Para cuantificarlo, en 1957 durante la AASHO Road Test se desarrolla el concepto de “serviciabilidad”, término a partir del cual surge el *Pavement Serviceability Index* (PSI) o índice de servicio del pavimento. El PSI se obtiene a partir de mediciones de rugosidad e irregularidades de la superficie de pavimento en un momento específico de su vida útil, determinando con su cálculo el estado de servicio actual de la vía de acuerdo a ciertos criterios de calificación.

En la Guía AASHTO 2002, el indicador elegido para definir el desempeño funcional de un pavimento es el IRI. El IRI es una escala de regularidad superficial propuesta por el Banco Mundial como estadística estándar de la rugosidad que determina la influencia del perfil longitudinal de la vía, en la calidad de la rodadura. El IRI representa la suma de los desplazamientos verticales experimentados por un usuario que conduce un prototipo de vehículo a una velocidad de 80 km/hr, dividida por la distancia recorrida. Se expresa en unidades de pendiente m/km o in/milla.

El enfoque práctico de la Guía, es emplear un valor inicial del IRI (el cual depende de las especificaciones de construcción) y predecir los cambios en el tiempo del este parámetro como una función de los diferentes tipos de deterioro, de las condiciones del lugar y del mantenimiento que se realice.

- **Seguridad:** Información pertinente a seguridad se detalla en publicaciones que al respecto presenta la NCHRP, FHWA, y AASHTO. La principal característica que se resalta en este aspecto es la resistencia por fricción que debe existir en la interface pavimento/neumático, para lo cual, la AASHTO ha publicado un documento titulado *Guidelines for Skid Resistant Pavement*

Design (Directrices para el Diseño de Pavimentos Resistentes antideslizantes) en 1976.

La guía de diseño trata fundamentalmente las dos primeras consideraciones descritas.

1.2.6 Parámetros de diseño

1.2.6.1 Modelos de deterioro^{§§}. El diseño y análisis de una estructura de pavimento se basa en la acumulación de daños en función del tiempo y del tránsito. Los principales estados de deterioro considerados en la Guía de Diseño para los pavimentos flexibles son los siguientes:

- Agrietamiento por fatiga de abajo hacia arriba (piel de cocodrilo)
- Agrietamiento por fatiga de arriba hacia abajo (longitudinal)
- Fatiga en capas químicamente estabilizadas (pavimentos semirígidos)
- Deformación permanente (roderas)
- Agrietamiento térmico

1.2.6.1.1 Agrietamientos por fatiga. La acción de las repeticiones de cargas de tránsito induce tensiones de tracción y de cizallamiento que eventualmente conducen a una pérdida de la integridad de la capa asfáltica. La propagación de las grietas en el espesor del concreto asfáltico permite que el agua se filtre a las capas inferiores debilitando la estructura del pavimento y reduciendo su

^{§§} NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM - NCHRP. Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, Part 3. Chapter 3. Design Analysis. Champaign, Illinois, 2004.

desempeño. Esto resulta a futuro en una pérdida significativa en la suavidad causando una disminución en la calidad de la marcha.

En las últimas décadas ha sido común suponer que el agrietamiento por fatiga normalmente inicia en la parte inferior de la capa de asfalto y se propaga a la superficie (agrietamiento de abajo hacia arriba) lo cual se asocia a la acción por flexión de la capa de pavimento que resulta en el desarrollo de tensiones en la parte inferior de la misma. Sin embargo, numerosos estudios alrededor del mundo demuestran claramente que la fisuración por fatiga también se puede iniciar desde la parte superior y se propaga hacia abajo (agrietamiento de arriba hacia abajo). Es probable que su aparición se deba a tracciones críticas y/o esfuerzos de cizallamiento desarrollados en la superficie y causados por presiones de contacto extremadamente grandes en la interfaz neumático – pavimento asociado a su vez al envejecimiento del pavimento. La Guía de Diseño considera ambos tipos de agrietamiento a través de calibración de datos.

La mayoría de relaciones disponibles en la literatura que relacionan el número de repeticiones de carga con la fatiga del material tienen una estructura básica común y son función de la rigidez de la mezcla y el esfuerzo de tracción.

La relación matemática de uso común utilizado para la caracterización de la fatiga es de la siguiente forma:

Ecuación 4

$$N_f = Ck_1 \left(\frac{1}{\varepsilon_t} \right)^{k_2} \left(\frac{1}{E} \right)^{k_3}$$

$$= \beta_{f1} k_1 (\varepsilon_t)^{-\beta_{f2} k_2} (E)^{-\beta_{f3} k_3}$$

Donde:

N_f : Número de repeticiones de carga que producen el agrietamiento por fatiga

ε_t : Deformación por tracción en la posición crítica

E : Rigidez del material

K_1, K_2, K_3 : Coeficientes de regresión por laboratorio

$\beta_{f1}, \beta_{f2}, \beta_{f3}$: Parámetros de calibración

C : Factor de ajuste de laboratorio a campo

El Instituto del Asfalto establece para la predicción del número de repeticiones de carga que producen la fisuración el criterio de tensión constante el cual se expresa como se muestra a continuación:

Ecuación 5

$$N_f = 0.00432C \left(\frac{1}{\varepsilon_t} \right)^{3.291} \left(\frac{1}{E} \right)^{0.854}$$
$$C = 10^M$$
$$M = 4.84 \left(\frac{V_b}{V_a + V_b} - 0.69 \right)$$

Donde:

V_b : Contenido efectivo de asfalto (%).

V_a : Volumen de vacíos (%)

El modelo calibrado utilizado en la Guía de Diseño se determinó mediante la optimización numérica y otros medios de comparación que dieron lugar a los siguientes factores de calibración

$$\beta_{f1} = k'_1 \cdot \beta'_{f1}$$

$$\beta'_{f1} = 1$$

$$\beta_{f2} = 1.2$$

$$\beta_{f3} = 1.5$$

El modelo resultante de la calibración realizada es la siguiente:

Ecuación 6

$$N_f = 0.00432 * k'_1 * C \left(\frac{1}{\varepsilon_t} \right)^{3.9492} \left(\frac{1}{E} \right)^{1.281}$$

En esta ecuación, el parámetro “ k'_1 ” se introduce para proporcionar una corrección por efectos de espesor de capa en el concreto asfáltico.

- **Agrietamiento de abajo hacia arriba o (% del área total del carril)**

Para este tipo de fisura “ k'_1 ” se expresa de la siguiente forma:

Ecuación 7

$$k'_1 = \frac{1}{0.000398 + \frac{0.003602}{1 + e^{(11.02 - 3.49 * h_{ac})}}}$$

Donde h_{ac} corresponde al espesor total de la capa asfáltica, (in).

La función de transferencia final para calcular el agrietamiento por fatiga a partir del daño se expresa como:

Ecuación 8

$$FC_{bottom} = \left(\frac{6000}{1 + e^{(C_1 * C'_1 + C_2 * C'_2 * \log_{10}(D * 100))}} \right) * \left(\frac{1}{60} \right)$$

Donde:

FC_{bottom} : Agrietamiento de abajo hacia arriba, (% del área de carril)

D : Daño por fatiga de abajo hacia arriba

C_1 : 1.0

$C'_1 = -2 \cdot C'_2$

C_2 : 1.0

$C'_2 = -2.40874 - 39.748 \cdot (1 + h_{ac})^{-2.856}$

▪ Agrietamiento de arriba hacia abajo (pies/milla)

Para este tipo de fisura " k'_1 " se expresa de la siguiente forma:

Ecuación 9

$$k'_1 = \frac{1}{0.01 + \frac{12.00}{1 + e^{(15.676 - 2.8186 * h_{ac})}}}$$

Donde h_{ac} corresponde al espesor total de la capa asfáltica, (in).

La función de transferencia final para calcular el agrietamiento por fatiga a partir del daño se expresa como:

Ecuación 10

$$FC_{top} = \left(\frac{1000}{1 + e^{(7.0 - 3.5 * \log_{10}(D * 100))}} \right) * (10.56)$$

Donde:

FC_{Top} : Agrietamiento de arriba hacia abajo, (pies/milla)

D : Daño por fatiga de arriba hacia abajo

1.2.6.1.2 Deformación permanente. Se asocia con la formación de surcos en la trayectoria de la rueda, que se desarrollan gradualmente a medida que el número de repeticiones de carga se acumula. Normalmente aparece como depresiones longitudinales en la trayectoria de la rueda acompañada por pequeños abultamientos a los lados. Su magnitud es altamente dependiente de la estructura del pavimento (espesor y calidad de las capas), la magnitud y distribución del tránsito así como de los factores ambientales en el lugar del proyecto.

Durante muchos años ha sido una práctica común asociar la deformación permanente a un exceso de esfuerzos verticales en la parte superior de la subrasante por lo cual el diseño mecanicista se orientaba a garantizar una estructura idónea encima de la subrasante de tal forma que la deformación quedará reducida a niveles tolerables mediante la limitación del esfuerzo vertical sobre la capa de asiento. Sin embargo con el tiempo y el incremento de las capacidades técnicas y el conocimiento, se hizo muy evidente que la deformación permanente total es producto de roderas acumuladas que ocurren en todos los niveles de la estructura de pavimento.

Para la Guía de Diseño la evaluación de la deformación permanente debe realizarse para todas las capas susceptibles de roderas (tanto la capa asfáltica como las capas granulares) dentro del periodo de análisis del pavimento. La profundidad de los surcos para cada capa individual se calcula como una función del tiempo y de las repeticiones de carga. Corresponde a un enfoque de daño progresivo, en el cual la deformación se calcula en la mitad de cada capa que conforma la estructura, y dependiendo del tipo de material, se aplica el modelo correspondiente calculando la deformación plástica acumulada. La deformación permanente total corresponde a la suma de la deformación permanente para cada capa individual y se expresa matemáticamente como:

Ecuación 11

$$RD = \sum_{i=1}^{n_{sublayers}} \varepsilon_p^i h^i$$

Donde:

RD : Deformación permanente del pavimento

$n_{sublayers}$: Número de capas

ε_p^i : Deformación plástica permanente para la capa i

h^i : Espesor de la capa i

▪ **Deformación permanente en mezclas asfálticas**

La Guía de Diseño utiliza un modelo calibrado de laboratorio basado en un análisis estadístico de deformación permanente bajo repeticiones de carga. Este modelo es complementado con el uso factores de calibración en campo. La ecuación final utilizada en la Guía es de la forma.

Ecuación 12

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_r} = \beta_{r1} a_1 T^{a_2 \beta_{r2}} N^{a_3 \beta_{r3}}$$

Donde:

ε_p : Deformación plástica acumulada para N repeticiones de carga (in/in).

ε_r : Deformación resiliente del material asfáltico como una función de las propiedades de la mezcla, de la temperatura y de la variación de la carga en el tiempo (in/in).

N : Número de repeticiones de carga.

T : Temperatura (°F).

a_i : Coeficientes de regresión no lineal.

β_{f1} : Factor de calibración igual a 0.509

β_{f2} : Factor de calibración igual a 0.9

β_{f3} : Factor de calibración igual a 1.2

El modelo final resultante para la predicción de roderas en la mezcla asfáltica es:

Ecuación 13

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_r} = k_1 * 10^{-3.4488} T^{1.5606} N^{0.479244}$$

Se introduce un parámetro de profundidad " k_1 " el cual proporciona un modelo de mayor exactitud en la predicción de la deformación.

Ecuación 14

$$k_1 = (C_1 + C_2 * depth) * 0.328196^{depth}$$
$$C_1 = -0.1039 * h_{ac}^2 + 2.4868 * h_{ac} - 17.342$$
$$C_2 = 0.0172 * h_{ac}^2 - 1.7331 * h_{ac} + 27.428$$

Donde:

k_1 : Parámetro de corrección de la presión de confinamiento a diferentes profundidades, como una función del espesor total de capa (h_{ac} , in), y de la profundidad del punto de cálculo ($depth$, in).

- **Deformación permanente en materiales granulares y subrasante**

El modelo de predicción de deformación permanente para materiales no consolidados se basó en la propuesta inicial de Tseng y Lytton, sin embargo dicha propuesta requirió de varias modificaciones durante el desarrollo de los estudios de calibración en campo.

El modelo final calibrado para las capas granulares es de la siguiente forma:

Ecuación 15

$$\delta_a(N) = \beta_{GB} \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r} \right) e^{-\left(\frac{\rho}{N}\right)^\beta} \varepsilon_v h$$

Donde:

δ_a : Deformación permanente de capa (in).

N : Número de repeticiones de carga.

$\varepsilon_0, \beta, \rho$: Propiedades del material.

ε_r : Deformación resiliente impuesta en el laboratorio para la obtención de los parámetros anteriormente mencionados (in/in).

ε_v : Deformación resiliente vertical promedio de la capa obtenida a partir del modelo de respuesta primaria (in/in).

h : Espesor de la capa (in).

β_{GB} : Factor de calibración equivalente a 1.673 para las capas granulares

El modelo final calibrado para la subrasante se expresa a continuación:

Ecuación 16

$$\delta_a(N) = \beta_{SG} \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r} \right) e^{-\left(\frac{\rho}{N}\right)^\beta} \varepsilon_v h$$

Dónde:

β_{SG} : Factor de calibración equivalente a 1.35 para los suelos de subrasante.

La deformación permanente total en la estructura de pavimento es igual a la suma de la deformación permanente de cada capa individual. Se expresa por la Ecuación 17:

Ecuación 17

$$RD_{Total} = RD_{AC} + RD_{GB} + RD_{SG}$$

Donde

RD_{Total} = Deformación total de la estructura

RD_{AC} = Deformación de la carpeta asfáltica

RD_{GB} = Deformación de las capas granulares

RD_{SG} = Deformación de la subrasante

1.2.6.1.3 Agrietamiento térmico (fisuración transversal). Su causa se debe a excesivas tensiones de tracción como consecuencia de sucesivos ciclos de enfriamiento en el pavimento. La cantidad de grietas transversales previstas en la estructura se predice a partir de su profundidad mediante la siguiente expresión:

Ecuación 18

$$C_f = \beta_1 * N\left(\frac{\log C / h_{ac}}{\sigma}\right)$$

Dónde:

C_f = Cantidad observada de fisuración térmica.

β_1 = Coeficiente de regresión determinado a través de calibraciones en campo.

$N(z)$ = Distribución normal estándar evaluada en (z).

σ = Desviación estándar del logaritmo de la profundidad de fisuras en el pavimento.

C = Profundidad de las fisuras.

h_{AC} = Espesor de la capa asfáltica.

La propagación de las grietas inducidas por un ciclo de enfriamiento térmico dado se predice utilizando la ley de propagación de grietas de Paris (Ecuación 19):

Ecuación 19

$$\Delta C = A \Delta K^n$$

Dónde:

ΔC : Cambio en la profundidad de la grieta debido a un ciclo de enfriamiento.

ΔK : Cambio en el factor de intensidad de tensiones debido a un ciclo de enfriamiento.

A, n : Parámetros de fractura de la mezcla asfáltica.

Para la evaluación de los parámetros A y n se tiene las siguientes expresiones:

Ecuación 20

$$n = 0.8 \left(1 + \frac{1}{m} \right)$$

Donde m se deriva de la función potencial de la curva maestra de desempeño.

Ecuación 21

$$A = 10^{\left(\beta * (4.389 - 2.52 * \log(E * \sigma_m^n)) \right)}$$

Donde:

E : Rigidez de la mezcla.

σ_m : Resistencia a la tracción de la mezcla intacta.

β : Parámetro de calibración

El valor de los parámetros recomendados para los tres niveles jerárquicos en base a los estudios realizados se resumen en la Tabla 10.

Tabla 10 Parámetros de calibración para el modelo de agrietamiento térmico

Nivel jerárquico	β_1	σ	E	β
1	400	0.769	10,000	5.0
2	400	0.769	10,000	1.5
3	400	0.769	10,000	3.0

Fuente, Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures – 2004

1.2.6.1.5 Modelo de suavidad (IRI). Varios estudios han logrado modelar exitosamente la suavidad a partir de los diferentes tipos de deterioro. Se ha encontrado que la suavidad del pavimento flexible puede verse afectada de manera significativa por la deformación, la varianza en la profundidad del surco y los agrietamientos por fatiga.

Los modelos de predicción de IRI para el diseño de pavimentos flexibles nuevos son una función del tipo de base, tal como se describe a continuación:

Ecuación 22

$$IRI = IRI_0 + 0.0463 \left[SF \left(e^{\frac{age}{20}} - 1 \right) \right] + 0.00119(TC_L)_T + 0.1834(COV_{RD}) + 0.00384(FC)_T + 0.00736(BC)_T + 0.00115(LC_{SNWP})_{MH}$$

Donde

IRI = IRI para cualquier instante de tiempo, m/Km.

IRI_0 = IRI inicial, m/Km.

SF = Factor de sitio que depende del clima y la granulometría, Ecuación 23.

$e^{age/20} - 1$ = Periodo de tiempo (el tiempo está dado en años).

COV_{RD} = Coeficiente de variación de la profundidad de surco (se asume igual a 20%).

$(TC_L)_T$ = Longitud total de fisuras transversales (niveles de severidad bajo, medio y alto), m/Km.

$(FC)_T$ = Fisuración por fatiga en la huella de las ruedas, % del área total del carril.

$(BC)_T$ = Área de fisuras en bloque, % del área total del carril.

$(LC_{SNWP})_{MH}$ = Longitud de fisuras longitudinales de severidad moderada y alta por fuera de la trayectoria de la ruedas, m/Km.

Ecuación 23

$$SF = \left(\frac{(R_{SD})(P_{.075} + 1)(PI)}{2 * 10^4} \right) + \left(\frac{\ln(FI + 1)(P_{02} + 1)[\ln(R_m + 1)]}{10} \right)$$

Donde:

R_{SD} = Desviación estándar de la precipitación mensual, mm

$P_{0.75}$ = Porcentaje que pasa el tamiz 0.075 mm

PI = Índice de plasticidad del suelo en porcentaje

FI = Índice promedio anual de congelación, °C – día.

P_{02} = Porcentaje que pasa el tamiz 0.02 mm

R_m = Precipitación media anual, mm

De esta forma la predicción del IRI para estructuras de pavimento sobre bases y subbases granulares para un nivel deseado de confiabilidad se obtiene como sigue:

Ecuación 24

$$IRI_P = IRI + STD_{IRI} \cdot Z_P$$
$$IRI_P \leq 100 \%$$

Donde

IRI_P : IRI previsto para un nivel de confiabilidad P, m/km.

IRI : Predicción del IRI sobre una base de entradas promedio (correspondiente al 50% de confiabilidad), m/km.

STD_{IRI} : Desviación estándar del IRI previsto para un nivel promedio de IRI.

Z_p : Desviación normal estándar.

1.2.6.2 Caracterización del tránsito*.** Corresponde al primer módulo de entrada de datos que solicita la Guía de Diseño para el análisis y diseño de estructuras de pavimento. A partir de éste, se estima las cargas y su frecuencia de aplicación a través de su periodo de diseño. Los datos requeridos son los mismos independientemente del tipo de pavimento (flexible o rígido) o el tipo de diseño (nuevo o rehabilitado).

Las agencias típicamente registran tres tipos de datos.

- Información de pesaje en movimiento (WIM), que se representa como el número de ejes que se observan dentro de un rango de cargas determinado.
- La clasificación automática de los vehículos (AVC) que generalmente son datos que reportan el número de vehículos de un tipo determinado contados durante un periodo de tiempo.

*** NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM - NCHRP. Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, Part 2. Chapter 4. Traffic. Champaign, Illinois, 2004.

- Y los recuentos vehiculares, en donde se obtiene el volumen de tránsito para un lapso de tiempo determinado.

La guía requiere de esta información adaptada al lugar del proyecto para la ejecución de sus análisis.

El cálculo del número de ejes equivalentes de carga utilizado para la caracterización del tránsito en las versiones anteriores de la AASHTO no es necesario para el análisis de la presente Guía. La salida que registra el software de la Guía de Diseño es sobre una base mensual del número acumulado de camiones pesados en el carril de diseño como un indicador global de la magnitud de las cargas de tránsito de camiones.

Teniendo presente que muchas agencias alrededor del mundo no cuentan con los recursos necesarios para recopilar información detallada del tránsito según los requerimiento ya especificados, la Guía AASHTO 2002 adopta un enfoque jerárquico en el ingreso de entradas de tránsito para el diseño de pavimentos nuevos y rehabilitados, en el cual se establecen tres niveles de entrada sobre la base de la cantidad de información disponible. Dependiendo de ésta, el diseñador puede estimar para el futuro las características del tránsito que circula para la estructura que se está diseñando.

La información correspondiente al **Nivel 1** requiere de la recopilación histórica de datos de tránsito medidos en el área de afectación del proyecto, los cuales deben incluir el recuento y la clasificación del número de camiones que viajan por la calzada (determinando su proporción por dirección y carril) además de la medición de las cargas por eje para cada clase de camión, con el objeto de determinar el tránsito de camiones para el primer año después de la construcción (año base). Corresponde al nivel de mayor precisión, ya que utiliza los pesos reales por eje y

la distribución del volumen de tránsito de camiones medidos a lo largo o cerca del sitio del proyecto.

Para un **Nivel 2** se requiere determinar la variación del volumen y las cargas vehiculares en el área de influencia del proyecto. Se definen comportamientos periódicos y tendencias estacionales que buscan caracterizar la conducta de esta variable lo más cercanamente posible a la realidad.

En el **Nivel 3** se tiene poca información en cuanto a volúmenes y cargas. Generalmente sólo se tiene un valor del tránsito promedio diario anual (AADT) con su porcentaje respectivo de camiones, además de medidas generales de pesos transportados. Distribuciones vehiculares y de cargas promedio a nivel regional o estatal son utilizadas para el análisis a este nivel.

Diseños realizados a partir de información correspondiente a los niveles 1 o 2 proporcionan mayor confiabilidad, por lo cual su utilización se orienta a carreteras con altos volúmenes de tránsito e importantes para el transporte de público y carga. Independientemente del nivel de entrada de datos, el software determina el número total de aplicaciones por cada tipo de eje y el incremento de cargas durante el período de diseño, información a partir de la cual se determina las respuestas del pavimento, el cálculo de daños y la predicción de deterioros tanto en pavimento flexibles como rígidos, ya sean nuevos o rehabilitados.

Para este módulo, los datos de entrada requeridos para el diseño son:

1.2.6.2.1 Información del volumen de tránsito para el año base. Hace referencia a la información requerida para la determinación del tránsito para el año en el que el segmento de vía en fase de diseño, se abre a éste. La información solicitada es:

- **Tránsito promedio diario anual de camiones (clases 4 a 13) en ambas direcciones (AADTT):** Corresponde al volumen total de tránsito de camiones que pasa por un punto o segmento de vía, en ambas direcciones durante un periodo de 24 horas. Se obtiene generalmente de información obtenida a partir de pesajes (WIM), clasificaciones vehiculares (AVC), o recuentos de vehículos. El AADTT es simplemente el número total de tránsito de camiones contabilizados en un período de tiempo dado, dividido por el número de días de ese período de tiempo.

- **Número de carriles en la dirección de diseño:** El número de carriles en la dirección de diseño se determina a partir de las especificaciones de diseño y representa el número total de carriles en una dirección.

- **Porcentaje de camiones en la dirección de diseño:** También denominado factor de distribución direccional, se utiliza para cuantificar la diferencia en volumen del tránsito de camiones en las dos direcciones. Por lo general se supone un 50%.

- **Porcentaje de camiones en el carril de diseño:** También denominado factor de distribución por carril, representa la distribución del tránsito de camiones entre los carriles en una dirección. Para vías de un solo carril en cada dirección, el factor es de 1.0 dado que el tránsito en un solo sentido circula por un solo carril.

- **Velocidad de operación del vehículo:** Corresponde a la velocidad de funcionamiento o velocidad promedio de viaje de los camiones en general, la cual depende de muchos factores incluyendo el tipo de carretera, el terreno, el porcentaje de camiones en el flujo de tránsito, entre otros factores.

1.2.6.2.2 Ajustes del volumen de tránsito. Para la caracterización del volumen de tránsito, se requiere de los siguientes factores de ajuste:

- **Factores de ajuste mensual:** Representa la proporción anual de tránsito de camiones de una clase determinada que circula para un mes en específico. En otras palabras, el factor de distribución mensual para cualquier mes es igual al tránsito mensual para un tipo de camión dividido por el total de camiones de esa misma clase que circula en todo el año. Dependen de factores tales como el uso de la tierra, localización de industrias en la zona, ubicación de la vía (urbana o rural), etc. Sin embargo, para la Guía de Diseño la distribución mensual de tránsito se supone que es constante durante el período de diseño.
- **Distribución por clase de vehículo:** El software de la Guía de Diseño ofrece al usuario una selección de 13 clases de camiones para definir la distribución del tránsito sobre esta clasificación. Esta distribución incluye 10 clases de camiones según lo definido por la FHWA (tipos 4-13) y 3 clases adicionales se incluyen en el software en caso de ser necesario. Su ingreso puede realizarse para niveles 1 y 3 de información. En el primer caso la información proviene de mediciones específicas en el sitio del proyecto, mientras que para el nivel 3 proviene de valores que por defecto trae el programa según la categoría de la vía. Por lo general, la mayoría de los datos utilizados para calcular la distribución vehicular por clase proviene de recuentos vehiculares de corta duración de entidades encargadas de la gestión del tránsito, peajes u otras agencias que recopilan información de volúmenes de tránsito. La distribución normalizada por clase de vehículo representa el porcentaje de cada tipo de camión (clases 4 a 13) dentro del AADTT para el año base. La suma en porcentaje de todas las clases de camión del AADTT debe ser igual a 100.
- **Factor de distribución horaria de camiones:** Representan la fracción (en porcentaje) de camiones que viajan en una hora determinada en relación con

un periodo de 24 horas. Se calcula a partir del promedio anual de camiones dentro de una hora determinada dividido por el AADTT total. Los factores de distribución horaria son constantes en el tiempo y entre los tipos de camiones. La suma de estos factores para un periodo de 24 horas, debe ser 100.

- **Factores de crecimiento del tránsito:** Hace referencia a la tasa de crecimiento del tránsito con relación al año base. Dicha tasa puede afectar a todo el AADTT, o ser considerada independientemente por clase de vehículo. El software de la Guía de Diseño permite a los usuarios el uso de tres funciones de crecimiento de tránsito para calcular su incremento o disminución a través del tiempo. Sobre la base de una función elegida, la fecha de apertura al tránsito y el periodo de diseño del pavimento, el AADTT se predice para toda la vida útil del pavimento.

1.2.6.2.3 Factores de distribución de carga por eje. Corresponde al porcentaje de ejes (simple, tándem o trídem) por tipo de vehículo y por intervalos de carga que circula en el tramo de diseño, respecto al total de aplicaciones de ese mismo tipo de eje para el rango total de cargas para cada mes del año (enero a diciembre). La suma de los factores de carga será igual a 100 para cada tipo de eje dentro de cada clase de vehículo. El software supone los factores de carga para cada tipo de eje y categoría de camión, constantes en el tiempo.

Su ingreso puede realizarse para niveles 1 y 3. En el primer caso, la información corresponde a datos específicos del sitio. Para el nivel 3 se utiliza las distribuciones normalizadas que trae la Guía por defecto, basadas en estudios de clasificación del tránsito según la categoría de la vía.

1.2.6.2.4 Entradas generales del tránsito. Esta opción permite al usuario introducir la información que define la configuración de los ejes de carga para el cálculo de las respuestas del pavimento o los volúmenes de tránsito.

- **Localización promedio de la rueda:** Corresponde a la Distancia desde el borde exterior de la rueda hasta la señalización de borde del pavimento. Por defecto, el software proporciona un valor promedio de 18 pulgadas para este parámetro. Este valor es el recomendado en caso de no existir más información.

- **Desviación estándar de la trayectoria del tránsito:** Indica la desviación estándar en la localización lateral del tránsito. Se utiliza para determinar el número de repeticiones de carga por eje sobre un punto específico, para predecir de forma probabilística los deterioros y desempeño del pavimento. La desviación que por defecto trae el software es de 10 pulgadas el cual se recomienda si información más exacta no se encuentra al respecto.

- **Ancho del carril de diseño:** Se refiere al ancho real de vía para circulación, delimitada por las marcas de señalización a cada lado del carril de diseño. El valor estándar predeterminado para el ancho de carril es de 12 pies.

- **Ejes por vehículo:** Permite al usuario especificar el número promedio de ejes para cada clase de camión (clases 4 – 13) para cada tipo de eje (simple, tándem, trídem y cuádruples).

- **Configuración de los ejes:** Proporciona la configuración geométrica de los ejes, lo que permite al software identificar el punto de aplicación de las cargas y las respuestas del pavimento por la interacción de las ruedas sobre un eje determinado. Estos elementos se pueden obtener directamente a partir de bases de datos de fabricantes o medidos directamente en el campo. Algunos de los valores típicos de los parámetros solicitados por el software son los siguientes:

Ancho de eje promedio: Distancia entre los bordes exteriores de un eje. Para los camiones típicos, la Guía supone un ancho de eje 8.5 pies.

Separación de neumáticos dobles: Distancia transversal entre centros de rueda para ejes de neumático doble. La separación típica es de 12 pulgadas.

Presión de los neumáticos: Corresponde a la presión de inflado en caliente de los neumáticos. Se supone que la presión de inflado en caliente es igual a la presión de contacto, y es 10% superior a la presión de inflado en frío. Este parámetro es aplicable tanto a neumáticos simples como dobles. La presión de inflado en caliente que por defecto se utiliza en el software de la Guía de diseño es de 120 psi.

Separación de ejes: Distancia longitudinal entre dos ejes consecutivos de un tándem, trídem, o cuádruple.

Distancia entre ejes: Es la distancia media longitudinal entre dos ejes consecutivos que caen dentro de los rangos corto, medio o largo. Este factor es aplicable a camiones de clase 8 o superiores. La Guía recomienda distancias de 12, 15 y 18 pies respectivamente para cada uno de los rangos.

1.2.6.2.5 Caracterización del clima^{†††}. Corresponde al segundo módulo de entrada de datos requeridos por la Guía de Diseño. El efecto del medio ambiente se incorpora por medio del modelo climático integral mejorado EICM (Enhanced Integrated Climatic Model) debido al efecto producido en el desempeño del pavimento por parámetros climáticos como la precipitación, temperatura, nubosidad, humedad relativa, velocidad del viento, entre otros factores. El EICM realiza análisis mecanicistas en función del calor y el flujo de humedad, simulando

^{†††} NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM - NCHRP. Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, Part 2. Chapter 3. Environmental Effects. Champaign, Illinois, 2004.

los cambios en el comportamiento y las características del pavimento inducidos por los fenómenos ya mencionados. El EICM predice para la estructura características tales como su temperatura, contenido de humedad, presión de poro y el empuje por efectos del deshielo.

La base de datos que se proporciona en la guía y cuya aplicación es casi exclusiva para los Estados Unidos, se soporta en la información suministrada por el NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) correspondiente a valores de datos tomados en un periodo aproximado de 10 años en forma horaria para un numero de 850 estaciones aproximadamente.

Un número relativamente grande de parámetros de entradas son necesarias para producir los resultados deseados del EICM para el diseño de pavimentos. La información de entrada para el modelo climático pueden ser proporcionada en cualquiera de los niveles jerárquicos (1, 2, ó 3) para proveer flexibilidad en la aplicación de la Guía de Diseño.

Los insumos requeridos por el modelo climático se incluyen bajo las siguientes categorías generales:

- Información general
- Información meteorológica
- Nivel freático
- Drenaje y propiedades de superficie
- Materiales y estructura del pavimento

Existe cierto traslapo entre los parámetros de entrada requeridos en el módulo climático y los exigidos en el módulo de materiales debido a la influencia del clima en el comportamiento del pavimento, íntimamente ligado a los materiales, a la estructura y a las características consideradas del diseño.

1.2.6.2.6 Información General. Bajo esta categoría se incluye la información temporal a partir de la cual el modelo EICM empieza su efecto sobre el sistema a evaluar. Entre los datos requeridos por Guía se tiene:

- **Construcción de las capas de base y subbase (mes y año):** Se requiere solamente para el diseño de pavimentos flexibles nuevos. Determina el inicio del modelo EICM. El cálculo de la humedad en los materiales no ligados empieza a partir de este punto en el tiempo después de ajustarse internamente a partir de los valores proporcionados por el usuario que corresponde a un estado de equilibrio. Si se toma en conjunto con el mes en que el pavimento se abre al tránsito, dicho valor se utiliza para controlar el período de análisis de la estructura.
- **Construcción del pavimento (mes y año):** Se requiere tanto en el diseño de pavimentos nuevos como rehabilitados. En sistemas flexibles, este parámetro ayuda a determinar las características de rigidez y resistencia de la capa asfáltica.
- **Apertura al tránsito (mes y año):** Este valor define las condiciones climáticas en el momento de la apertura al tránsito específicamente los gradientes de temperatura y los módulos de capa, entre ellos el de la subrasante.
- **Tipo de diseño:** Dependiendo del tipo de diseño a realizar, se determina los parámetros climáticos necesarios para el análisis.

1.2.6.2.7 Información meteorológica. Para llevar a cabo el análisis climático necesario para determinar la acumulación e incremento de daños durante la vida útil del pavimento, la Guía de Diseño requiere información sobre los siguientes cinco parámetros relacionados con el clima:

- Temperatura del aire por hora
- Precipitación por hora
- Velocidad del viento por hora
- Porcentaje de luz solar por hora (para definir la cobertura de nubes)
- Humedad relativa por hora

La temperatura del aire es requerida en el EICM para calcular a través de la ecuación de balance térmico la radiación de onda larga emitida desde el aire al pavimento, y la transferencia de calor por convección desde la superficie de éste al aire. Adicionalmente se utilizan para definir los ciclos de congelamiento y descongelamiento para el periodo de análisis de la estructura. Las precipitaciones se necesitan para el cálculo de infiltración y los procesos de envejecimiento. Además, si la precipitación que cae durante un mes cuando la temperatura media es menor que la temperatura de congelación del agua, se supone que cae como nieve. La velocidad del viento se requiere para el cálculo del coeficiente de transferencia de calor en la superficie del pavimento. El porcentaje de luz solar es necesario para los cálculos de equilibrio térmico en la superficie del pavimento.

La información relacionada con el clima se obtiene principalmente a partir de las estaciones meteorológicas situadas cerca del sitio del proyecto. El software que acompaña a la Guía de Diseño tiene una base de datos que se alimenta de aproximadamente 800 estaciones meteorológicas en todo los Estados Unidos. Varias de las estaciones meteorológicas más importantes tienen alrededor de 60 a 66 meses de datos climáticos en periodos específicos (1 hora) requeridos por el EICM. Otras estaciones meteorológicas podrían tener menos de esta cantidad de datos, sin embargo, el software requiere de un mínimo de 24 meses a partir de datos reales para fines de cálculo.

1.2.6.2.8 Profundidad del nivel freático. La profundidad del nivel freático corresponde a la mejor estimación de la profundidad media anual o profundidad

media por temporada (un valor para cada una de las cuatro estaciones del año para el caso de los países que las tienen) del agua dentro del subsuelo. Para un Nivel 1, se puede determinar a partir de perforaciones de caracterización del perfil del suelo antes del diseño. En el Nivel 3 de entrada, una estimación del valor medio anual o de los promedios estacionales puede ser proporcionada.

Es importante tener presente que este parámetro juega un papel significativo en la determinación del contenido de humedad tanto de la fundación como de la estructura de pavimento y, por lo tanto, del valor de los módulos en equilibrio.

1.2.6.2.9 Drenaje y propiedades de la superficie

- **Absorción de onda corta de la superficie:** Se requiere para las capas superficiales (de concreto asfáltico o concreto de cemento portland) y depende de su composición, color y textura. Este parámetro se correlaciona directamente con la cantidad de energía solar disponible que es absorbida por la superficie del pavimento. En términos generales, las superficies reflectantes tienden a tener capacidad de absorción de onda inferior. Por defecto (Nivel 3) se puede adoptar valores de 0.80-0.90 para pavimentos asfálticos desgastados, de 0.90-0.98 para pavimentos asfálticos nuevos y de 0.70-0.90 para pavimentos rígidos de concreto de cemento portland.
- **Infiltración:** Este parámetro define el potencial neto de infiltración del pavimento durante su vida de diseño. De acuerdo a la Guía de Diseño, la infiltración puede asumir cuatro valores: *Nula* (ningún porcentaje de la precipitación entra en el pavimento); *Baja* (10 por ciento de la precipitación entra en el pavimento); *Moderada* (50 por ciento de la precipitación entra en el pavimento), y *Extrema* (100 por ciento de la precipitación entra en el pavimento). En base a esta entrada, el EICM determina la cantidad de agua disponible en la parte superior de la primera capa sin consolidar. La cantidad

de infiltración en el pavimento en cualquier instante de tiempo debido a un evento de lluvia es una función de la condición del pavimento, el tipo de hombro y las condiciones del drenaje para interceptar la humedad.

- **Camino largo de drenaje:** Corresponde a la longitud de drenaje resultante de las pendientes transversales y longitudinales de la calzada, es decir, la distancia medida a lo largo de la resultante. Se mide desde el punto más alto de la sección transversal del pavimento hasta el punto donde se produce el drenaje. Este parámetro dentro del modelo EICM calcula el tiempo necesario para drenar una capa de base o subbase para una condición inicialmente húmeda.
- **Pendiente transversal del pavimento:** Es la pendiente perpendicular a la dirección del tránsito de la superficie del pavimento. Esta entrada se utiliza para calcular el tiempo necesario para drenar una capa de base o subbase para una condición inicialmente húmeda.

1.2.6.2.10 Materiales y estructura del pavimento (datos requeridos por el EICM)

- **Espesor de capa:** Corresponde al espesor de material (que forma parte de la estructura del pavimento) de composición y características más o menos homogéneas. El modelo EICM subdivide internamente estas capas para un cálculo más preciso de los perfiles de humedad y temperatura.
- **Propiedades de los materiales asfálticos:** Varias propiedades del concreto asfáltico se requieren para el diseño de pavimentos flexibles y sobre-carpetas en mezcla asfáltica. Estas propiedades son las que controlan el flujo de calor a través del sistema de pavimento y por lo tanto influyen en los regímenes de temperatura y humedad dentro de ella. Las propiedades involucradas son:

Capacidad de absorción de onda corta, ya descrita en párrafos anteriores.

Conductividad térmica (K), que corresponde a la cantidad de calor que fluye normalmente a través de una superficie unitaria por unidad de tiempo y por unidad de gradiente de temperatura. El contenido de humedad influye en la conductividad térmica del concreto asfáltico. Si el contenido de humedad es pequeño, las diferencias entre la conductividad sin congelar y en estado congelados son pequeñas. Sólo cuando el contenido de humedad es alto (por ejemplo, superior al 10%) la conductividad térmica varía sustancialmente. El EICM no varía la conductividad térmica de las capas de asfalto con diferentes contenidos de humedad, como lo hace con las capas no consolidadas subyacentes.

El calor o la capacidad térmica (Q), es la cantidad real de energía de calor necesario para cambiar la temperatura de una unidad de masa en un grado.

- **Propiedades de los materiales compactados sin consolidar:** Los parámetros considerados son:

Relaciones masa –volumen, donde se solicita la densidad máxima seca ($\gamma_{d_{max}}$), gravedad específica (G_s), y el contenido óptimo de humedad gravimétrico (W_{OPT}) del material en cuestión. A partir de estas tres entradas, los demás parámetros son calculados incluyendo el grado inicial de saturación (S_{opt}), el contenido óptimo volumétrico de agua (θ_{opt}), y el contenido saturado volumétrico de agua (θ_{sat}). Estos cálculos se realizan internamente en el software de la Guía de Diseño y forman parte de los resultados internos del EICM. Para un Nivel 1, se requiere de la medición cuidadosa de $\gamma_{d_{max}}$, G_s y W_{OPT} en el laboratorio de acuerdo a protocolos estándar de prueba para cada capa independiente. En el Nivel 2, el usuario introduce la gradación y propiedades tales como el tamaño efectivo de grano correspondiente al

tamaño por el cual pasa el 60 por ciento en peso del material (D_{60}), el porcentaje que pasa el tamiz N ° 200 (P_{200}), y el índice de plasticidad (IP). A partir de estos parámetros, el EICM calcula $\gamma_{d_{max}}$, S_{opt} , W_{OPT} , y G_s mediante correlaciones codificadas de forma interna. A pesar de estas correlaciones, no se producen valores de S_{opt} tan precisos como los valores derivados de ensayos. Nivel 3 de información no es aplicable a esta categoría.

Contenido de humedad gravimétrica en equilibrio, insumo requerido para el diseño rehabilitaciones.

Conductividad hidráulica saturada (K_{SAT}), la cual se requiere para determinar los perfiles de humedad en los materiales no consolidados compactados y para calcular las características de drenaje.

Conductividad térmica en seco (K) y Capacidad de calor en seco (Q), parámetros que ajusta automáticamente el EICM de acuerdo con el contenido de humedad del suelo.

Parámetros de la curva característica agua-suelo (SWCC), define la relación entre el contenido de agua y la capacidad de succión para un suelo dado.

- **Propiedades de los materiales naturales no consolidados no compactados:** Hace referencia a los parámetros de entrada para capas naturales in-situ que se encuentran por debajo de las capas compactadas. Aunque su caracterización es importante para determinar el comportamiento del pavimento, el nivel de precisión solicitado es menor con respecto a las capas supra yacentes compactadas. Por lo tanto, entradas de Nivel 1 por lo general no se requiere para los materiales in situ. Se recomienda que sólo el IP, el P_{200} , el P_4 , y D_{60} deben medirse para las capas in situ (donde P_4 es el

porcentaje que pasa el número tamiz No.4, todos los demás parámetros se han definido anteriormente). Estos valores son utilizados por el software de la Guía de Diseño para generar los datos de entrada adicionales necesarios.

1.2.6.2.11 Caracterización de los materiales^{†††}. Corresponde al último módulo de entrada de datos requeridos por la Guía de Diseño. Existe una íntima interacción entre los datos de los materiales con otros componentes del procedimiento de diseño (clima, tránsito, respuesta estructural y predicción del comportamiento). Con el objeto de proporcionar una base común para la comprensión de los requerimientos de materiales, se desarrolla las siguientes categorías:

- **Propiedades de los materiales que se requieren para calcular las respuestas del pavimento:** En esta primera categoría están las propiedades de los materiales requeridas para predecir los estados de esfuerzos, deformaciones y desplazamientos dentro de la estructura del pavimento cuando éste se encuentra sometido a una carga externa. En el enfoque seleccionado para la Guía de Diseño, estas propiedades incluyen el módulo elástico (E) y la relación de Poisson (μ) del material. Estas propiedades son datos obligatorios para cada capa del pavimento dentro del sistema.
- **Parámetros requeridos para los modelos de falla del material:** En pavimentos flexibles, la respuesta estructural crítica bajo una carga dada y cierta condición climática se ve afectada por propiedades tales como la plasticidad, la granulometría, las características del drenaje en cada capa y otros atributos que influyen directamente en la forma en que éste experimenta un mecanismo de falla determinado. Esta información adicional es específica para cada tipo de pavimento y modelo de falla en consideración.

^{†††} INSTITUTO PARA EL DESARROLLO DE LOS PAVIMENTOS EN EL PERU - IDPP. LA Nueva Guía para el Diseño Empírico – Mecánico de Pavimentos, Parte 2. Capítulo 2. Materiales. Lima, 2005.

- **Parámetros requeridos en el módulo climático:** Finalmente, en la tercera categoría entran los datos que ayudan a determinar los perfiles de humedad y temperatura a través de la sección transversal del pavimento. Incluyen índices, parámetros granulométricos (porosidad, tamaños efectivos de granos, etc.) y propiedades térmicas (capacidad de absorción, capacidad de calor, coeficiente de expansión térmica, etc.).

En sistemas de pavimentos flexibles se usan muchas combinaciones de tipos y calidades de materiales. Agencias alrededor del mundo han desarrollado sus propias clasificaciones de acuerdo a usos y especificaciones en particular. Con el objeto de unificar criterios, la Guía AASHTO 2002 desarrolla categorías definidas de materiales para ser usadas en el diseño. Para pavimentos flexibles se resalta cuatro grupos principales que se detallan en la Tabla 11. Se presenta a continuación la concepción que maneja la Guía para cada una de estas categorías.

1.2.6.2.12 Materiales Asfálticos. Uno de los grupos más complicados corresponde a los Materiales Asfálticos, debido a que sus respuestas y comportamientos están fuertemente influenciados por la temperatura, tasa de carga, método y proceso de mezcla y grado de falla del material. La utilización de los diferentes tipos de materiales se orienta hacia la construcción de superficies de rodadura, capas intermedias o de base para una estructura de pavimento determinada.

- **Módulo Dinámico de la mezcla Asfáltica**

La principal propiedad de interés para los materiales asfálticos corresponde al módulo dinámico (E^*) el cual se determina a partir de una curva maestra construida a una temperatura de referencia de 21 °C (70 °F), donde se toma en cuenta el efecto de la temperatura y la tasa de aplicación de las cargas. Dicha

curva se puede desarrollar mediante la realización de ensayos de laboratorio (niveles 1 y 2) o mediante la utilización de la ecuación del módulo dinámico (nivel 3). En ambos casos, los factores de relevo resultantes se pueden expresar en función de la viscosidad del aglomerante, lo cual permite considerar el envejecimiento del aglomerante usando el Sistema de Envejecimiento Global. Este sistema proporciona una serie de modelos para ajustar la viscosidad del aglomerante original al envejecimiento de corto plazo (operación de mezclado y colocación) y para el envejecimiento a largo plazo durante el servicio.

Tabla 11 Principales categorías de materiales en pavimentos asfálticos

Materiales asfálticos	Suelos de Sub-rasante
Mezcla Asfáltica en Caliente - Gradación Densa * Producido en planta * Reciclado In-situ	Suelos Gravosos * Suelos Garavosos (A-1, A-2)
Mezcla Asfáltica en Caliente - Gradación Abierta	Suelos Arenosos * Arenas Sueltas (A-3) * Arenas Densas (A-3)
Mezcla Asfáltica en Caliente - Mezcla Arena Asfalto	* Arenas Limosas (A-2-4, A-2-5) * Arenas Arcillosas (A-2-6, A-2-7)
Mezclas Asfálticas en Frío * Producio en planta * Reciclado In-situ	Suelos Limosos (A-4, A-5)
Pavimentos de Concreto Asfáltico Reciclado * Mezclas Recicladas en Caliente (procesado en planta central) * Mezclas Recicladas en Frío (procesado en planta central o en terreno)	Suelos Arcillosos * Arcillas de Baja Plasticidad (A-6) Secas Duras Húmedas Rígidas Húmedas/Saturadas blandas * Arcillas de Alta Plasticidad (A-7) Secas Duras Húmedas Rígidas Húmedas/Saturadas blandas
Base/Sub-base Granulares	Basamento Rocoso
Base/Sub-base Granulares	Sólido, Masivo y Continuo Altamente Fracturado, Intemperizado
Sub-base-Arenosa	
Asfalto reciclado en frío (usado como agregado) * RAP (incluye fresados) * Pulverizado In situ	
Pavimento Asfáltico reciclado en Frío (mas Base/Sub-base Granulares)	

Fuente, La Nueva Guía para el Diseño Empírico Mecanístico de Pavimentos – 2005

La ecuación del módulo dinámico para un Nivel 3 de información se estima a través de la siguiente expresión,

Ecuación 25

$$\log (E^*) = \delta + \frac{\alpha}{1 + e^{\beta + \gamma (\log tr)}}$$

Donde:

E^* = Módulo dinámico

tr = Tiempo de carga a la temperatura de referencia

δ, α = Parámetros de ajuste; para un grupo de datos dado, δ representa el mínimo valor de E^* , y $\delta + \alpha$ representa el máximo valor de E^* . Dependen de la gradación del agregado, del contenido de aglomerante asfáltico y del contenido de vacíos.

β, γ = Parámetros que describen la forma de la función sigmoideal. Dependen de las características del aglomerante asfáltico y de la magnitud de δ y α .

La función sigmoideal describe la dependencia del módulo respecto del tiempo a la temperatura de referencia. Los factores de relevo describen la dependencia del módulo respecto de la temperatura. La Ecuación 26 proporciona la forma general de los factores de relevo.

Ecuación 26

$$t_r = \frac{t}{a(T)}$$

$$\log (t_r) = \log (t) - \log [a(T)]$$

Donde:

t_r = Tiempo de carga a la temperatura de referencia

t = Tiempo de carga a la temperatura de interés

$a(T)$ = Factor de ajuste en función de la temperatura

T = Temperatura de interés

A partir de esta última expresión se calcula el tiempo de carga a la temperatura de referencia, para cualquier tiempo de carga a cualquier temperatura. Luego se puede calcular el módulo apropiado a partir de la Ecuación 25, usando el tiempo de carga a la temperatura de referencia.

La viscosidad del aglomerante asfáltico para una temperatura de interés, es un parámetro de entrada crítico para la ecuación del módulo dinámico y para la determinación de los factores de relevo. Para condiciones de no envejecimiento, se determina a partir de las relaciones de temperatura - viscosidad definidas en la Ecuación 27.

Ecuación 27

$$\log \log \eta = A + VTS \log T_R$$

Donde:

η = Viscosidad, cP

T_R = Temperatura, (°R)

A = Intercepción de la regresión

VTS = Pendiente de la regresión de la susceptibilidad de la viscosidad a la temperatura.

Para determinar la viscosidad del ligante asfáltico a cualquier temperatura y edad, se debe conocer previamente el valor de los parámetros A y VTS para la relación temperatura – viscosidad. Estos parámetros para un nivel 3 de información se estiman a partir del grado de comportamiento del ligante asfáltico (PG), del grado de viscosidad o de su grado de penetración.

La caracterización de los ligantes en Colombia se hace comúnmente a partir de su grado de penetración, de esta forma y a partir de las Especificaciones y Normas del INV, se establece para los grados convencionales, el valor de los parámetros requeridos para el cálculo de la viscosidad según los valores mostrados en Tabla 12.

Tabla 12 Parámetros A y VTS basado en el grado de penetración asfáltica.

Grado	A	VTS
40-50	10.5254	-3.5047
60-70	10.6508	-3.5537
85-100	11.8232	-3.6210
120-150	11.0897	-3.7252
200-300	11.8107	-4.0068

El Sistema de Envejecimiento Global proporciona una serie de modelos para ajustar la viscosidad del aglomerante original al envejecimiento de corto plazo que ocurre durante las operaciones de mezclado y de colocación y para el envejecimiento de largo plazo durante el servicio. Usando el modelo de viscosidad envejecida en la Ecuación 25 (en el término $\log tr$) se llega a factores de relevo que toman en cuenta los efectos de la temperatura y el envejecimiento. Usando esos factores de relevo y la curva maestra de la mezcla original, se determina el módulo dinámico a cualquier profundidad, edad, temperatura y tasa de carga.

En resumen, las curvas maestras del módulo dinámico en la forma de una función sigmoideal, se pueden desarrollar mediante el uso de la ecuación del módulo

dinámico (Nivel 3). Para este caso, los factores de relevo resultantes se pueden expresar en función de la viscosidad del aglomerante. Esto permite la consideración del envejecimiento del aglomerante usando el Sistema de Envejecimiento Global.

- **Relación de Poisson para materiales bituminosos**

Parámetro dependiente de la temperatura que varía en un rango aproximado de 0.15 a 0.50 para materiales bituminosos en pavimentos. Idealmente debería ser estimado a partir de ensayos de laboratorio (Nivel 1), sin embargo no se cuenta con un procedimiento que garantice durante el proceso de diseño la implementación de los módulos no lineales para efectos del modelo de dilatación en la respuesta del pavimento. Por eso se puede considerar satisfactoriamente en el análisis el uso de correlaciones o valores típicos asumidos.

Para mezclas densas en caliente (MDC) y Niveles 2 y 3 en la jerarquía de datos de entrada, la Guía de diseño propone los siguientes rangos y valores de μ ,

Tabla 13 Módulos de Poisson para MDC

Mezclas densas en caliente (MDC)		
Temperatura °F	Nivel 2c μ rango	Nivel 3 μ típico
< 0	< 0.15	0.15
0 - 40	0.15 - 0.20	0.2
40 - 70	0.20 - 0.30	0.25
70 - 100	0.30 - 0.40	0.35
100 - 130	0.40 - 0.48	0.45
> 130	0.45 - 0.48	0.48

Para mezclas asfálticas en frío (MDF), se presenta los siguientes valores.

Tabla 14 Módulos de Poisson para MDF

Mezclas densas en frío (MDF)		
Temperatura °F	Nivel 2c μ rango	Nivel 3 μ típico
< 40	0.20 - 0.35	0.35
40 - 100	0.30 - 0.45	0.40
> 100	0.40 - 0.48	0.45

Para la predicción del agrietamiento térmico, se requiere conocer propiedades adicionales que sumadas a los efectos climáticos determinan el desarrollo y progresión de este tipo de deterioro. Estas propiedades son:

- **Resistencia a la tensión**

Es un indicativo de la resistencia a la tensión del material cuando es sometido a una prueba de tracción indirecta a una temperatura de 14 °F. Para niveles 1 y 2 de información se requiere datos reales de ensayos de laboratorio. Para un nivel 3 la resistencia a la tensión se basa en la ecuación de regresión desarrollada por la NCHRP 1-37A. La expresión es la siguiente:

Ecuación 28

$$TS \text{ (psi)} = 7416.712 - 114.016 * V_a - 0.304 V_a^2 - 122.592 * VFA + 0.704 * VFA^2 + 405.71 * \log_{10} (Pen \ 77) - 2039.296 * \log_{10} (A)$$

Donde:

T_s = Resistencia a la tracción indirecta a 14 °F

V_a = Vacíos llenos de aire en la mezcla asfáltica al momento de ser construida, %.

VFA = Vacíos llenos de asfalto, al momento de la construcción, %.

$Pen \ 77$ = Penetración del ligante a 77°F, mm/10.

A = Intercepto de la regresión viscosidad- temperatura.

- **Deformación bajo flujo plástico**

Es un indicativo de la deformación del material cuando éste es sometido a una prueba de tracción indirecta bajo niveles de esfuerzo que mantienen al material en el rango viscoelástico a temperaturas de -4, 14 y 32 °F. Para niveles 1 y 2 de información se requiere datos reales de ensayos de laboratorio. Para un nivel 3 la deformación por flujo plástico está basada en la ecuación de regresión desarrollada por la NCHRP 1-37A. La expresión es la siguiente:

Ecuación 29

$$D(t) = D_1 * t^m$$

$$\text{Log}(D_1) = -8.524 + 0.01306 * \text{Temp} + 0.7957 * \log_{10}(V_a) + 2.0103 \log_{10}(VFA) - 1.923 * \log_{10}(A)$$

$$m = 1.1628 - 0.00185 * \text{Temp} - 0.04596 * V_a - 0.01126 * VFA + 0.00247 * \text{Pen}_{77} + 0.001683 * \text{Temp} * \text{Pen}_{77}^{0.4605}$$

Donde:

Temp = Temperatura a la que se mide la deformación por flujo plástico, °F.

V_a = Vacíos llenos de aire en la mezcla asfáltica al momento de ser construida, %.

VFA = Vacíos llenos de asfalto, al momento de la construcción, %.

Pen 77 = Penetración del ligante a 77°F, mm/10.

- **Coeficiente de contracción térmica**

Factor que mide la magnitud de contracción que experimenta el material con la disminución de los niveles de temperatura. No hay ensayo estándar para su determinación, sin embargo la Guía de Diseño a partir de las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica y la utilización de la Ecuación 30, estima el coeficiente de contracción térmica del concreto asfáltico.

Ecuación 30

$$L_{MIX} = \frac{VMA * B_{ac} + V_{AGG} * B_{AGG}}{3 * V_{TOTAL}}$$

Donde:

L_{MIX} = Coeficiente lineal de contracción térmica de la mezcla de concreto asfáltico, (1/°C).

B_{ac} = Coeficiente volumétrico de contracción térmica del cemento asfáltico, (1/°C).

B_{AGG} = Coeficiente volumétrico de contracción térmica del agregado, (1/°C).

VMA = Volumen de vacíos del agregado mineral, en porcentaje.

V_{AGG} = Volumen de los agregados en la mezcla, en porcentaje.

V_{TOTAL} = 100%

Los valores típicos del coeficiente lineal de contracción térmica, el coeficiente volumétrico de contracción térmica del cemento asfáltico en estado sólido y el coeficiente volumétrico de contracción térmica de los agregados medidos en diferentes estudios, son del orden de los siguientes valores:

L_{MIX} = 2.2 a 3.4 x 10⁻⁵ /°F (lineal)

B_{ac} = 3.5 a 4.3 x 10⁻⁴ /°C (cúbico)

$$B_{AGG} = 21 \text{ a } 37 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C (cúbico)}$$

- **Absorción superficial de onda corta**

Para una capa determinada depende de su composición, color y textura. Este parámetro se correlaciona directamente con la cantidad de energía solar disponible que es absorbida por la superficie del pavimento. En términos generales las superficies más reflectivas tienden a una capacidad de absorción de onda corta más baja y viceversa. Para su determinación se asumen valores por defecto (nivel 3), pues no existen estándares AASHTO certificados para la estimación de la capacidad de absorción (Nivel 1) ni correlaciones para su cálculo (Nivel 2). Para diferentes materiales de pavimentación se tiene:

Asfalto con deterioro (gris): 0.80 – 0.90

Asfalto fresco (negro) : 0.90 – 0.98

- **Conductividad térmica**

La conductividad térmica (K), es la cantidad de calor que fluye normalmente a través de una superficie de área unitaria por unidad de tiempo y por unidad de gradiente de temperatura. Para un Nivel 1 de jerarquía se recomienda la medición directa a través de los lineamientos establecidos en la ASTM E 1952. Para Nivel 2 no se tiene correlaciones disponibles, por lo cual se procede a adoptar los valores establecidos por defecto para un Nivel 3., los cuales varían en un rango de 0.44 a 0.81 BTU / (pie) (hora) (°F).

- **Capacidad calórica**

La capacidad calórica (Q), es la cantidad real de energía calorífica necesaria para cambiar la temperatura de una masa unitaria en un grado. Para un Nivel 1 de

jerarquía, se recomienda la medición directa de acuerdo a los lineamientos establecidos en la ASTM D 2766. Para nivel 2 no se tiene correlaciones disponibles, por lo cual se procede a adoptar los valores establecidos por defecto para un nivel 3., los cuales varían en un rango de 0.22 a 0.40 BTU / (lb) (°F).

1.2.6.2.13 Materiales no ligados y de subrasante. Los materiales granulares no ligados y de sub-rasante se catalogan en la Guía mediante el uso del procedimiento estándar de la AASHTO y las definiciones establecidas en clasificación unificada de suelo (SUCS). El primero clasifica a los suelos en base a la distribución del tamaño de las partículas y los límites de Atterberg. Se basa en la porción de materiales granulares no ligados y de sub-rasante menores de 3 pulgadas de diámetro, e identifica dos tipos principales:

Materiales granulares (es decir los materiales que tienen 35% o menos en peso, de partículas menores o que pasan el tamiz 200).

Materiales limo-arcillosos (es decir, materiales que tienen más de 35% en peso, de partículas menores o que pasan el tamiz 200).

Estos dos grupos se sub-dividen posteriormente en siete grupos principales (A-1 hasta A-7). Las clasificaciones de grupo y sub-grupo están basadas en la distribución granulométrica y límites de Atterberg.

El sistema SUCS descrito por la norma ASTM D2487 “Método Estándar para Clasificación de Suelos con Propósitos de Ingeniería” identifica tres grupos principales de suelos:

Suelos de grano grueso (materiales que tienen menos de 50% en peso, de partículas menores o que pasan el tamiz 200).

Suelos de grano fino (materiales que tienen 50% ó más en peso, de partículas menores o que pasan el tamiz 200).

Suelos altamente orgánicos (materiales que demuestran cierta características orgánicas).

Estos grupos se dividen posteriormente en un total de 15 sub-grupos básicos de suelos. Las divisiones principales y los grupos básicos de suelos se determinan a partir de la granulometría y límites de Atterberg.

Para la Guía de Diseño, los materiales granulares no ligados se definen usando el sistema de clasificación AASHTO y son aquellos que caen dentro de las especificaciones establecidas para los grupos de suelos A-1 a A-3. Los materiales de sub-rasante se definen usando tanto el método AASHTO como el SUCS y cubren todo el rango de clasificaciones de suelos disponibles en ambos sistemas.

Las principales características asociadas con los materiales no aglomerados, están relacionadas al hecho de que los módulos de estos materiales pueden estar fuertemente influenciados por el estado de esfuerzos y por el contenido de humedad natural. Como una regla general, los materiales de granos gruesos, tienen módulos más altos a medida que se incrementa el estado del esfuerzo de confinamiento. En contraste, los materiales arcillosos tienden a una reducción de su módulo a medida que se incrementa el componente desviador u octaédrico del esfuerzo. Así, pese a que ambas categorías de materiales no aglomerados son dependientes del esfuerzo, se comportan en direcciones opuestas cuando se incrementa el estado de esfuerzos.

También se menciona la categoría de basamento rocoso, debido a que su presencia cerca de la estructura del pavimento puede requerir que el diseñador

tome apropiadamente en cuenta el alto módulo de capa para obtener predicciones seguras del esfuerzo, deformación y desplazamiento del pavimento.

Los datos del material no ligado requeridos en el modelo de respuesta del pavimento son el módulo resiliente y la relación de Poisson.

- **Módulo Resiliente (Mr)**

Tiene un efecto significativo en la respuesta del pavimento. Se puede medir directamente de ensayos de laboratorio (Nivel 1), mediante correlaciones con otras propiedades del suelo (Nivel 2), o adaptación de valores típicos calibrados (Nivel 3).

Para efectos de análisis se procede a utilizar correlaciones generales que describen la relación entre diferentes propiedades del suelo y el Mr (Nivel 2). La Tabla 15 presenta los modelos que utiliza la guía de Diseño para estimar el MR.

Tabla 15 Correlación entre el Mr y las diferentes propiedades del suelo

Propiedad Resistencia/Índice	Modelo	Comentarios	Ensayo Estándar
CBR	$M_r = 2555 (CBR)^{0.64}$ (TRL) M_r , psi	CBR= California Bearing Ratio, %	AASHTO T193 “La Relación Soporte de California”
Valor-R	$M_r = 1155 + 555R$ (20) M_r , psi	R = Valor –R	AASHTO T190 “Valor-R de Resistencia y Presión de Expansión de Suelos Compactados”
Coeficiente de Capa AASHTO	$M_r = 30000 \left[\frac{a_i}{0.14} \right]$ (20)	a_i = coeficiente de capa AASHTO	Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimento.
IP y gradación*	$CBR = \frac{75}{1 + 0.728 (wIP)}$ (ver Apéndice CC)	$wPI = P200 * PI$ P200= porcentaje pasante la malla N° 200 PI = índice plástico, porcentaje	AASHTO T27 “Análisis de mallas de Agregados Finos y Gruesos” AASHTO T90 “Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos”.
DCP*	$CBR = \frac{292}{DCP^{1.12}}$	DCP= índice DCP mm/golpe	ASTM D6951 “Método de Ensayo Estándar para el Uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en Aplicaciones Superficiales de Pavimentos”

Para la estimación de los perfiles de humedad y temperatura dentro del sistema de pavimento a lo largo de su vida de útil, la Guía de Diseño permite ingresar un valor representativo de Mr y mediante el uso del EICM ajustarlo por efecto climático estacional, o ingresar el Mr para cada mes del año (un total de 12 meses). Se escoge la primera opción para los análisis a realizar en el presente documento.

▪ Módulo de Poisson

Es un dato requerido para el cálculo de los modelos de respuesta estructural, aunque su efecto no es muy significativo. En consecuencia este parámetro muy

rara vez se mide y a menudo se asume. El valor para materiales granulares no ligados típicamente se encuentra entre 0.2 y 0.45.

Tabla 16 Valores típicos de μ para materiales granulares no ligados y de subrasantes

Material	μ rango	μ típico
Arcilla (saturada)	0.40 - 0.50	0.45
Arcilla (no saturada)	0.10 - 0.30	0.20
Arcilla arenosa	0.20 - 0.30	0.25
Limo	0.30 - 0.35	0.33
Arena densa	0.20 - 0.40	0.30
Arena gruesa	0.15	0.15
Arena fina	0.25	0.25
Lecho rocoso	0.10 - 0.40	0.25

- **Coeficiente de presión lateral (K_o)**

Es el término utilizado para expresar la relación de la presión lateral de tierras con respecto a la presión vertical. Se puede estimar a partir de las siguientes expresiones según sea el caso:

Materiales sin cohesión:

Ecuación 31

$$K_o = \frac{\mu}{1 + \mu}$$

Materiales cohesivos:

Ecuación 32

$$K_o = 1 - \sin \phi$$

Donde:

μ = Módulo de Poisson

ϕ = ángulo de fricción interna efectivo

La Tabla 17 presentan valores típicos para los parámetros relacionados en materiales granulares no ligados y de subrasante.

Tabla 17 ϕ y K_o para materiales granulares no ligados, de subrasante y lecho rocoso

Material	Ángulo de fricción interna, ϕ	Coefficiente de presión lateral, K_o
Lecho rocoso sano	35°	0.495
Grava limpia, mezclas grava-arena y arena gruesa	29° a 31°	0.548 a 0.575
Arena limpia fina a media, arena limosa, media a gruesa, grava limosa o arcillosa	24° a 29°	0.575 a 0.645
Arena fina limpia, arena limosa o arcillosa, fina a media	19° a 24°	0.645 a 0.717
Limo fino arenoso, limo no plástico	17° a 19°	0.645 a 0.746
Arcilla residual muy rígida y dura	22° a 26°	0.617 a 0.673
Arcilla medianamente rígida y rígida y arcilla limosa	19°	0.717

Adicionalmente se requiere de otras propiedades para el análisis climático EICM. Estas propiedades incluyen los límites de Atterberg, gradación y conductividad hidráulica.

- **Límites de Atterberg**

El índice de plasticidad de un suelo (IP), es la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico del suelo e indica la magnitud del rango de contenido de humedad por encima de los cuales el suelo está en una condición plástica.

El límite plástico (LP) corresponde al contenido de humedad expresado como un porcentaje de la masa del suelo secado al horno, que limita los estados plástico y semisólido, mientras que el límite líquido (LL) se define como el contenido de agua de un suelo que establece la frontera entre los estados líquido y plástico, expresado como un porcentaje de la masa del suelo secado al horno

- **Análisis granulométrico**

El análisis granulométrico se lleva a cabo para determinar la distribución de tamaños de partículas de materiales granulares no ligados y de subrasante. La información del análisis granulométrico requerido corresponde al porcentaje de material pasante de la malla No. 4, el porcentaje de material pasante de la malla No. 200 y el diámetro de la malla en mm en la cual pasa el 60% del material (D_{60}).

- **Máximo peso unitario seco y humedad óptima**

El software de la Guía permite su ingreso a partir de valores obtenidos directamente de ensayos de laboratorio (Nivel 1), o lo calcula internamente a partir de correlaciones con información granulométrica y de límites previamente establecidas de muestras similares (Nivel 2). Este procedimiento se establece tanto para material granular no ligado como de subrasante. Adicionalmente para un Nivel 3 si se requiere, se adoptan valores basados en la experiencia local. Para el máximo peso unitario seco los valores oscilan entre 1600 y 2245 Kg/m^3 (100 y 140 pcf), mientras que el contenido óptimo de humedad varía entre el 4 y 15 %.

- **Gravedad específica de los sólidos (G_s) y conductividad hidráulica (k)**

La software de la Guía permite para materiales granulares no ligados y de subrasante el ingreso directo de estos parámetros a partir de valores obtenidos de ensayos de laboratorio o valores adoptados de la experiencia local (Niveles 1 y 3 respectivamente). Igualmente el software ofrece la opción de calcularlos internamente usando información del índice de plasticidad y gradación (Nivel 2).

- **Grado de saturación (S), en porcentaje**

Corresponde a la proporción del espacio de vacíos de una capa granular no ligada o subrasante, ocupada por agua. El software lo calcula internamente a partir de información propia del material.

2. ADAPTACIÓN DEL MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRANSITO DEL INVIAS A LA GUÍA DE DISEÑO AASTHO 2002

La caracterización de las estructuras de pavimento establecidas en el catálogo del Instituto Nacional de Vías a través de la metodología empírico-mecanicista AASTHO 2002, requiere de la adaptación de las variables utilizadas en el diseño según los requerimientos establecidos en los módulos de entrada de datos solicitados por el software de la Guía de diseño, a fin de establecer el modelo de deterioro seguido por cada alternativa a lo largo del periodo de diseño establecido.

De esta forma se procede con la homologación de la información referenciando cada uno de los valores presentados a la normativa existente, a estudios realizados al respecto o a valores promedios típicos manejados por las entidades que a nivel regional o nacional manejan la información correspondiente.

A continuación se presenta para cada uno de los módulos solicitados en la Guía de Diseño, la información que en nuestros medio y para el nivel jerárquico que se manejara específicamente en cada caso, la información base a partir de la cual se modelará y caracterizará las alternativas propuestas en el catálogo de estructuras, específicamente para aquellas que contemplan solamente materiales granulares no ligados.

2.1 MODULO DE ENTRADAS GENERALES

2.1.1 Información General. Esta pantalla permite al usuario definir las condiciones generales del proyecto y las opciones de diseño. Aspectos como el

nombre del proyecto, información sobre los plazos de ejecución, periodos de diseño y la naturaleza del mismo se describen en esta interface.

La Guía de Diseño 2002 considera dos tipos de pavimentos, flexibles y rígidos. Los pavimentos con superficie en concreto asfáltico (CA) son tratados como pavimentos flexibles mientras que aquellos en concreto de cemento portland (PCC) en su superficie se tratan como pavimentos rígidos. La elección del tipo de pavimento determina los tipos de deterioro considerados en la predicción del comportamiento del pavimento.

Adicionalmente, todos los proyectos de diseño de pavimentos se clasifican en tres categorías principales seleccionables en la pantalla:

Diseño Nuevo: Un diseño nuevo y/o reconstrucción aborda los casos en que un pavimento se construye desde la preparación de su subrasante.

Restauración: La opción de restauración se ocupa de los casos en los cuales se requiere mejorar su adecuación estructural y la calidad en la marcha del tránsito.

Rehabilitación o superposición: La rehabilitación comprende los casos cuando un pavimento existente se cubre con capas adicionales para mejorar su adecuación estructural o la calidad del manejo durante la marcha.

El presente trabajo se orienta únicamente a la evaluación de estructuras de pavimento flexible considerándose como alternativas para un nuevo diseño.

- **Nombre del proyecto**

Para fines prácticos, cada estructura que se evalúa corresponde a un proyecto cuyo nombre se define tomando como referencia el tipo de región, la resistencia del suelo y el nivel del tránsito que caracteriza a cada alternativa. La forma en que se designa es la siguiente:

$$\mathbf{R}_{(1-6)} - \mathbf{S}_{(1-5)} - \mathbf{T}_{(1-9)}$$

R₍₁₋₆₎: Región climática para la cual aplica la estructura de pavimento a evaluar. Cada región se caracteriza de acuerdo a rangos definidos de temperatura y precipitación. Son seis (6) tipos en total.

S₍₁₋₅₎: Tipo de suelo sobre el cual se asentará la estructura a evaluar. Se definen cinco (5) tipos de acuerdo a su resistencia.

T₍₁₋₉₎: Define el nivel de tránsito (resultante de la proyección del número de ejes equivalentes para el periodo de diseño) que circulará sobre el pavimento a evaluar. Son nueve (9) niveles.

A manera de ejemplo, una estructura que pertenece a la carta de diseño No. 4 del catálogo de estructuras, pertenece a la Región No. 4 (TMAP entre 13°C y 20°C y precipitación de 2000 a 4000 mm/año, Tabla 4); a su vez, si se encuentra contemplada para suelos con resistencia al corte o CBR entre 5% y 7% (Tipo de suelo S2, Tabla 5) y tránsito proyectado para el periodo de diseño de cinco millones de ejes equivalentes de 8.2 Ton. (Nivel T4, Tabla 3), dicha estructura se evalúa bajo un proyecto denominado, R₄ – S₂ – T₄.

- **Periodo de diseño**

También denominado periodo de diseño estructural (PDE) de acuerdo al Manual del INVIAS. Corresponde al periodo durante el cual está previsto con alto grado de confiabilidad, que no se requiere ningún mantenimiento estructural. Su duración va de acuerdo a la categoría de la vía, Tabla 18.

Tabla 18 Categoría de la Vías

Categoría de la Vía			
Categoría de la Vía	Tipo de vía	Importancia	TPDA
I	Autopistas Interurbanas, caminos interurbanos principales	Muy Importante	>5000
II	Colectoras interurbanas, caminos rurales e industriales principales	Importante	1000 - 10000
III	Caminos rurales con tránsito mediano, caminos estratégicos	Poco Importante	<1000
Especial	Pavimentos especiales e innovaciones	Importante a poco importante	<10000

Fuente, Manual INV - 1998

La categoría en la cual se clasifica una vía y el nivel de tránsito que circula allí, determina los periodos de diseño descritos en la Tabla 19.

- **Mes de construcción para subrasante y capas granulares**

Esta entrada sólo es necesaria para la construcción de pavimentos flexibles nuevos. Corresponde al mes y año en que las capas de apoyo están preparadas para la construcción de la capa superficial de pavimento. Este dato de entrada se toma constante para todas las estructuras que se evalúan, y corresponde al mes de Septiembre del año 2012.

Tabla 19 Periodos de diseño estructural recomendados

Periodos de diseño (PDE), en años				
Tráfico	Rango	TPDA	Categoría Vía	PDE
T1	0.5 - 1.0 x10 ⁶	< 1000	III	10
T2	1.0 - 2.0 x10 ⁶	< 1000	III	10
T3	2.0 - 4.0 x10 ⁶	< 1000	II	15
T4	4.0 - 6.0 x10 ⁶	< 1000	II	15
T5	6.0 - 10.0 x10 ⁶	1000 - 5000	II	15
T6	10.0 - 15.0 x10 ⁶	1000 - 5000	II	15
T7	15.0 - 20.0 x10 ⁶	1000 - 5000	II	15
T8	20.0 - 30.0 x10 ⁶	1000 - 5000	I	20
T9	30.0 - 40.0 x10 ⁶	1000 - 5000	I	20

Fuente, Manual INV - 1998

- **Mes de construcción del pavimento**

Este es el mes en el que la capa de superficie (Concreto asfáltico) se coloca. Los cambios en las propiedades de los materiales que componen la capa superficial debido al tiempo y las condiciones ambientales son considerados a partir del mes de construcción del pavimento. Este dato de entrada se toma constante para todas las estructuras que se evalúan, y corresponde al mes de Octubre del año 2012.

- **Mes en que se abre al tránsito**

Corresponde al mes y año en que el tránsito empieza a transitar en el pavimento que se está diseñando. El software de la Guía de Diseño evalúa el desempeño del pavimento a partir de este mes, sin embargo, los cambios en las propiedades de los materiales a partir de los meses de construcción. Este dato de entrada se toma constante para todas las estructuras que se evalúan, y corresponde al mes de Diciembre del año 2012.

- **Tipo de diseño**

Las estructuras objeto de estudio (pavimentos bituminosos con capas de base granular) propuestas en el catálogo del INVIAS, se evalúan como pavimentos nuevos de tipo flexible.

La Figura 2 detalla un ejemplo de los datos de entrada en la ventana de Información General.

Figura 2 Información general del proyecto

The screenshot shows a 'General Information' dialog box with the following fields and options:

- Project Name:** R1-S1-T1.dgp
- Description:** (Large empty text area)
- Design Life (years):** 10
- Base/Subgrade Construction Month:** September, **Year:** 2012
- Pavement Construction Month:** October, **Year:** 2012
- Traffic open month:** December, **Year:** 2012
- Type of Design:**
 - New Pavement:**
 - ☒ Flexible Pavement
 - ☐ Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP)
 - ☐ Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP)
 - Restoration:**
 - ☐ Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP)
 - Overlay:**
 - ☐ Asphalt Concrete Overlay (with a dropdown menu below it)
 - ☐ PCC Overlay (with a dropdown menu below it)
- Buttons:** OK (with a green checkmark icon) and Cancel (with a red X icon)

2.1.2 Identificación del lugar del proyecto. La pantalla de identificación del sitio permite al usuario proporcionar información que típicamente es útil para fines de identificación y documentación. La información aquí suministrada de ninguna manera afecta el análisis o proceso de diseño. Las entradas en esta pantalla son elementos que ayudan a identificar la ubicación y secciones del proyecto.

- **Localización**

Como el presente manual busca caracterizar unas estructuras aplicables a diferentes regiones del territorio nacional de acuerdo a sus características climáticas, la localización que se define para cada alternativa a evaluar corresponde a la región en la cual es aplicable (Tabla 4). Por ejemplo, una estructura que pertenezca a la carta de diseño No. 1 del catálogo, su localización corresponde a la región R1.

- **Identificación del Proyecto**

En esta entrada se describe el objeto del presente documento. Este dato es constante para todas las alternativas que se evalúan.

- **Identificación de la sección:**

Se coloca el nombre asignado al proyecto de acuerdo a la región, el tipo de suelo y el nivel de tránsito en el que se encuentra la estructura a evaluar.

- **Fecha**

Corresponde a la fecha de elaboración del diseño. Para este caso se supone una fecha tentativa la cual es constante para todas las alternativas a evaluar. Dicha fecha corresponde al 13/05/2012.

- **Formato de abscisado**

Determina las unidades de medición en que se lleva el amojonamiento del proyecto. Se escoge como unidad “millas” para todos los casos.

- **Inicio de abscisado**

Se escoge como inicio del proyecto la abscisa 0+000 como valor constante para todas las alternativas a evaluar.

- **Fin de abscisado**

Se escoge como final del proyecto la abscisa 1+000 como valor constante para todas las alternativas a evaluar.

- **Dirección del tránsito**

Se toma como valor constante para todas las alternativas a evaluar la dirección Norte.

La Figura 3 detalla un ejemplo de los datos de entrada en la ventana de Identificación del sitio del proyecto.

Figura 3 Identificación del sitio del proyecto

Site/Project Identification

Location: R1

Project ID: Caracterización de Pavimento Flexibles con E

Section ID: R1-S1-T1

Date: 13/05/2012

Station/milepost format: Miles: 0.000

Station/milepost begin: 0+000

Station/milepost end: 1+000

Traffic direction: North bound

OK Cancel

2.1.3 Parámetros de análisis. El tipo de análisis y los criterios básicos para la predicción del desempeño del pavimento se especifican en esta opción de entrada.

El procedimiento seguido por la Guía 2002 consiste en verificar para los diseños propuestos los criterios de desempeño establecidos por el usuario. Existen varios tipos de deterioro considerados para la evaluación del desempeño de los pavimentos flexibles y rígidos. Si una estructura propuesta no cumple con dichos criterios a un nivel dado de confiabilidad, el diseño se modifica y se vuelve a analizar hasta que cumpla.

Los criterios de desempeños en pavimentos flexibles se basan en el análisis del deterioro causado por el agrietamiento por fatiga de la superficie de asfalto tanto de arriba hacia abajo como de abajo hacia arriba, la fisuración térmica, el agrietamiento por fatiga en capas químicamente estabilizadas (no aplicable al

presente documento), la deformación permanente tanto en las capas de asfalto como del pavimento en su totalidad y de la suavidad de pavimento (IRI). El diseñador puede seleccionar todos o algunos de estos indicadores de desempeño y establecer criterios para evaluar un diseño y hacer modificaciones si es necesario. Los valores establecidos para cada uno de estos criterios dependen de la tolerancia de la entidad encargada para su evaluación y aceptación. Adicionalmente, estos criterios también dependen del nivel de confiabilidad de diseño (90% según lo indicado en el manual del INVIAS), que a su vez dependerá de la clase funcional de la calzada.

Los diseños que cumplen los criterios de desempeño se consideran factibles desde un punto de vista estructural y funcional, y pueden ser adicionalmente considerados para otras evaluaciones como por ejemplo, el ciclo de vida de los análisis de costos.

El parámetro inicial a partir del cual se empieza a evaluar el desempeño del pavimento para su periodo de diseño es el IRI inicial.

- **IRI inicial (in/mil)**

El IRI inicial define la suavidad de construcción del pavimento. Este parámetro es altamente dependiente de las especificaciones del proyecto y tiene un impacto significativo a largo plazo en la calidad de la marcha. Para Colombia se tiene como referencia los valores establecidos en el artículo 440-07 de las especificaciones INVIAS en donde se establece los valores de IRI para la aceptación del pavimento terminado.

Para una proyección dada de ejes equivalentes para el periodo de diseño, la superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable si a lo largo de la longitud

evaluada (100% de los tramos del lote valorado) en el carril de diseño sus valores no superan los límites establecidos en la Tabla 20.

Tabla 20 Valores máximos admisibles de IRI inicial

Valores máximos de IRI inicial admisibles			
Tráfico	Rango (e.eq. 8.2 ton.)	IRI (m/km)	IRI (in/mil)
N.A	$< 0.5 \times 10^6$	3.5	222.0
T1 - T4	$0.5 - 5.0 \times 10^6$	3.0	190.0
T4 - T9	$> 5.0 \times 10^6$	2.5	158.0

Fuente, Especificaciones y Normas INV-07- 2007

Los criterios de desempeño a evaluar para pavimentos flexibles se mencionan a continuación.

- **IRI final (in/mil)**

El IRI final es el criterio de desempeño que define la suavidad admisible del pavimento al final de la vida útil, punto en el cual no debe excederse el límite de diseño establecido. El Banco Mundial (entidad que propone el IRI como parámetro estándar de regularidad superficial), presenta una correlación entre le AADT y el rango de IRI admisible. La Figura 4 es presentada por el Banco Mundial como parte de una guía para la realización y calibración de mediciones de regularidad en carreteras. De acuerdo a esta propuesta y a los niveles de tránsito tratados, se propone como IRI final para las estructuras a evaluar los valores presentados en la Tabla 21, condición a partir de la cual los pavimentos superan el estado tolerable de manejabilidad. ^{§§§}

^{§§§} SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE. Sistema de Evaluación de Pavimentos. Publicación Técnica No. 245. Sanfandila, Qro, 2004.

Tabla 21 Valores de IRI final

Valores de IRI final			
Categoría	Tráfico	IRI (m/km)	IRI (in/mil)
II y III	T1 - T7	8.0	507.0
I	T8 - T9	5.0	317.0

Figura 4 Valores máximos admisibles de IRI en función del AADT

Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA)	Índice Internacional de Rugosidad, IRI (m/km)						
	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	> 12
0 - 4 999	<i>Muy bueno</i>		<i>Bueno</i>				
5 000 - 9 999			<i>Regular</i>		<i>Malo</i>		
10 000 - 19 999					<i>Muy malo</i>		
> 20 000							

Fuente, Sistema de Evaluación de Pavimentos- 2007

▪ **Agrietamiento Longitudinal por fatiga de arriba hacia abajo**

Corresponde a discontinuidades en la carpeta asfáltica en dirección aproximadamente paralela al tránsito. Sus causas más frecuentes son la rigidización de la mezcla asfáltica, el envejecimiento del asfalto y la fatiga de la estructura usualmente presente en las huellas.

El criterio de desempeño establecido para este tipo de deterioro, corresponde a la máxima longitud permitida de agrietamiento longitudinal (en metros o pies) por cada tramo (en km o millas) de pavimento analizado, que tenga lugar durante el periodo de diseño. En Colombia, la literatura clasifica este tipo de falla según el

ancho de la abertura de la grieta, y su determinación en campo está establecida de acuerdo a la definición descrita, sin embargo no se presenta un valor límite admisible que determine a partir de qué momento el pavimento deja de cumplir su misión funcional y estructural.

La Guía de Diseño 2002 propone un valor por defecto de 1000 ft/mil (190 m/km) para este parámetro, lo cual es acorde a las altas especificaciones y tecnologías en la construcción aplicables a los Estados Unidos, sin embargo no muy consistente para las condiciones manejadas en nuestro medio.

El Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica presenta un Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles en el que se expone una evaluación para diferentes tipos de daño según su severidad.^{****} Sus valoraciones muestran ser más acordes a las características y condiciones de nuestro país. Para agrietamientos longitudinales establece:

Tabla 22 Evaluación fisuración longitudinal

Evaluación Agrietamiento Longitudinal		
Medición	Descripción	Rango
Longitud de las grietas en tramos de 100 m, respecto a la longitud del tramo	Ligero	< 20%
	Medio	20% - 100%
	Fuerte	100%

Fuente, Catálogo de deterioros en Pavimentos - 2002

Para las alternativas a evaluar se toma como criterio de desempeño un valor del 35% correspondiente al promedio de los rangos para las condiciones Ligero y Medio. Este valor determina un agrietamiento longitudinal de 350 m/km, es decir a 1848 (ft/mil).

^{****} CONSEJO DE DIRECTORES DE CARRETERAS DE IBERIA E IBEROAMERICA. M.5.1. Catálogo de Deterioros en Pavimentos Flexibles, Volumen No. 11. 2002.

- **Agrietamiento por fatiga de abajo hacia arriba (piel de cocodrilo)**

Corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de las cargas. Las fisuras se propagan a la superficie inicialmente como una o más fisuras longitudinales paralelas. Ante la repetición de cargas de tránsito, las fisuras se propagan formando piezas angulares que desarrollan un modelo parecido a la piel de un cocodrilo. Tales piezas por lo general tienen un diámetro promedio menor a 30 cm. Ocurre generalmente en áreas que están sometidas a cargas de tránsito, sin embargo es usual encontrarla en áreas donde se ha generado deformaciones en el pavimento no por fallas estructurales sino por mecanismos como problemas de drenaje que afectan los materiales granulares, falta de compactación de las capas, reparaciones mal ejecutadas, subrasantes expansivas, entre otras.

El criterio de desempeño establecido para este tipo de deterioro se define como el área máxima afectada por piel de cocodrilo (en %) respecto al área total analizada del carril de diseño que tenga lugar durante el periodo de diseño. Los valores típicos establecidos son del orden del 25 a 50 % del área total del carril. El catálogo de deterioros propone la siguiente evaluación, Tabla 23.

Tabla 23 Evaluación fisuración por piel de cocodrilo

Evaluación Agrietamiento Piel de Cocodrilo		
Medición	Descripción	Rango
Proporción de área afectada respecto al área total, en tramos de 100 m.	Ligero	< 10%
	Medio	10% - 50%
	Fuerte	> 50%

Fuente, Catálogo de deterioros en Pavimentos - 2002

Para los análisis, se toma como criterio de desempeño un porcentaje del 40% establecido para condiciones de afectación media.

- **Fisuración térmica**

Corresponde a fisuras sensiblemente perpendiculares a la dirección del tránsito que aparecen espaciadas casi regularmente. Florecen ante bajas temperaturas o gradientes térmicos altos. Adicionalmente pueden corresponder al uso de ligantes asfálticos muy duros o envejecidos, o simplemente a la inexistencia de éste, y también a espesores insuficientes de la capa de rodadura.

El criterio de desempeño establecido para este tipo de deterioro se define como la longitud máxima de agrietamiento (en metros o pies) por cada tramo (en km o millas) de pavimento analizado, que tenga lugar durante el periodo de diseño. Los valores típicos admisibles de fisuración térmica son del orden de 1000 (ft/mil), valor que trae por defecto la Guía. El catálogo de deterioros propone la clasificación que se muestra en la Tabla 24.

Para el presente documento se toma como criterio de desempeño un valor de ocho (8) grietas por cada 100 metros, valor comprendido dentro del rango de afectación media. Este valor proporciona una afectación por fisuración térmica de 1542 (ft/mil), para un ancho del carril de diseño de 3.65 m.

Tabla 24 Evaluación de fisuración térmica

Evaluación Fisuración térmica		
Medición	Descripción	Rango
Número de grietas por tramo de 100 m.	Ligero	< 2 grietas
	Medio	2-15 grietas
	Fuerte	> 15 grietas

Fuente, Catálogo de deterioros en Pavimentos - 2002

- **Deformación total permanente del pavimento**

Corresponde a una depresión localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación de las áreas adyacentes a la zona deprimida y de fisuración. Un ahuellamiento significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento.

El ahuellamiento ocurre principalmente debido a una deformación permanente de alguna de las capas del pavimento o de la subrasante, debido a la fatiga de la estructura ante la repetición de las cargas. La deformación plástica de la mezcla asfáltica tiende a aumentar en climas cálidos, y también puede darse por una compactación inadecuada de las capas durante la construcción, por el uso de asfaltos blandos o de agregados redondeados.

El criterio de desempeño establecido para este tipo de deterioro se define en términos de la profundidad máxima del surco en la trayectoria de la rueda. Profundidades máximas de ahuellamiento de 0.3 a 0.5 pulgadas propone la Guía de Diseño, sin embargo el catálogo de deterioros propone la evaluación mostrada en la Tabla 25.

Tabla 25 Evaluación de la deformación total permanente

Evaluación Ahuellamiento		
Medición	Descripción	Rango
Profundidad máxima del surco, medida a partir de una regla colocada transversalmente cada 100 m. o más.	Ligero	< 2 cm
	Medio	2-4 cm
	Fuerte	> 4 cm

Se establece como límite admisible de ahuellamiento para las estructuras a evaluar un valor correspondiente a 1.25 pulgadas (3.175 cm) clasificado dentro de un nivel de afectación media.

- **Deformación permanente – Mezcla asfáltica únicamente**

La aparición de deformaciones en la superficie de rodamiento aparte de afectar la funcionalidad del pavimento representa un problema serio para quienes transitan por la vía, ya que la acumulación de agua dentro de estas depresiones longitudinales suele causar el deslizamiento de las ruedas de los vehículos. Es por esto que debe establecerse límites permisibles de profundidad de ahuellamiento o surco en función de las condiciones de seguridad. La Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos (FHWA) clasifica las roderas en cuatro grandes severidades:^{†††}

Hidroplaneo (0.5 a 0.7 cm)

Baja (0.7 a 1.25 cm)

Media (1.25 a 2.5 cm)

Alta (mayores a 2.5 cm)

Muchos investigadores establecen como único estándar razonable aquel que se asocia al hidroplaneo. Estudios demuestran que pavimentos con pendientes transversales del orden del 2% y profundidades de rodera de aproximadamente 1.25 cm., son condiciones que se consideran suficientes para causar el hidroplaneo de un automóvil que viaja a una velocidad de 80 Km/h o más. A medida que aumenta la profundidad del surco, resulta difícil mantener la dirección del vehículo a altas velocidades, lo que se convierte en un gran problema de seguridad para el usuario.

^{†††} SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE. Análisis de varianza del efecto de algunos factores que influyen en la deformación permanente de mezclas asfálticas. Publicación Técnica No. 272, Sanfandila, Qro, 2004.

De acuerdo a esta consideración, se establece como límite admisible de deformación para la mezcla asfáltica un valor de 0.5 pulgadas (1.27 cm) para la evaluación de las estructuras del catálogo.

La Figura 5 detalla el ingreso de los parámetros de análisis (criterios de desempeño) al software de la Guía de Diseño.

Figura 5 Parámetros de Análisis

Analysis Parameters

Project Name: R1-S1-T1.dgp

Initial IRI (in/mi): 190

Performance Criteria

☒ Rigid Pavement ☐ Flexible Pavement

	Limit	Reliability
☒ Terminal IRI (in/mile)	507	90
☒ AC Surface Down Cracking Long. Cracking (ft/mi)	1848	90
☒ AC Bottom Up Cracking Alligator Cracking (%)	40	90
☒ AC Thermal Fracture (ft/mi)	1542	90
☐ Chemically Stabilized Layer Fatigue Fracture(%)		
☒ Permanent Deformation - Total Pavement (in)	1.25	90
☒ Permanent Deformation - AC Only (in)	0.50	90

OK Cancel

2.2 MODULO DE TRÁNSITO

2.2.1 Tránsito para el año base. El catálogo propuesto por el INV a través de su manual contempla nueve niveles de tránsito determinados a partir de la proyección del número de ejes equivalente de 8.2 ton. para el periodo de diseño (Tabla 3). Con el objeto de obtener una muestra representativa de las estructuras a evaluar que permita caracterizar adecuadamente el desempeño del total de alternativas presentadas, se procede a escoger para cada tipo de región y suelo, cuatro de los nueve niveles tránsito buscando representar las condiciones menos crítica, dos condiciones intermedias y la situación más desfavorable (niveles T1, T4, T6 y T9) respectivamente, Tabla 26.

Tabla 26 Estructuras a evaluar en la Guía de Diseño AASHTO 2002

Estructuras del catálogo a evaluar en la Guía 2002			
No. Carta	Región climática (R)	Resistencia de subrasante (S)	Niveles de tráfico
1	R1	de S1 a S5	T1, T4, T6 y T9
2	R2	de S1 a S5	T1, T4, T6 y T9
3	R3	de S1 a S5	T1, T4, T6 y T9
4	R4	de S1 a S5	T1, T4, T6 y T9
5	R5	de S1 a S5	T1, T4, T6 y T9
6	R6	de S1 a S5	T1, T4, T6 y T9

Con la selección de las alternativas a evaluar, se procede a determinar las características del tránsito para el año en que el pavimento se abre a éste (año base). Se presenta a continuación la información solicitada por el software de la Guía para esta caracterización.

- **Tránsito promedio diario anual de tránsito pesado (AADTT)**

Para los niveles seleccionados, se obtuvo los AADTT presentados en la Tabla 27. Dicho valor se calculó partiendo del límite superior del rango de ejes equivalentes

proyectado para el periodo de diseño (Tabla 3), esto con el fin de evaluar la condición más crítica en cada caso. Adicionalmente fue necesario determinar una tasa de crecimiento y una composición vehicular acorde a los estudios de volúmenes de tránsito y espectros de carga realizados a nivel nacional a fin de determinar para cada nivel, el tránsito de camiones que circula para el año inicial.

Tabla 27 AADTT para los niveles de tránsito evaluados

Tráfico promedio diario anual para vehículos pesados (AADTT)					
Nivel de Tráfico	No. Ejes equivalentes de 8.2 Ton. para el periodo de diseño	PDE	TPDA	% (B+C)	AADTT
T1	1.0×10^6	10	242	45%	109
T4	6.0×10^6	15	815	45%	367
T6	15.0×10^6	15	1611	40%	644
T9	40.0×10^6	20	3069	40%	1227

- **Número de carriles en la dirección de diseño**

Un comportamiento común en las vías nacionales, es observar autopistas o circunvalares con dos o más carriles en cada sentido en áreas metropolitanas de las grandes ciudades, donde generalmente los AADT son mayores a 5000 vehículos. Sin embargo la constante para vías principales y secundarias, es la presencia de calzadas compuestas de un solo carril en cada sentido. Este es un parámetro que va ligado a muchos factores, sin embargo el volumen de tránsito que circule sobre el pavimento es el que determina la necesidad de construir uno o más carriles para un proyecto específico. Para los análisis a realizar se establece los siguientes factores de distribución para el carril de diseño (F_{ca}), de acuerdo al número de carriles y volumen de tránsito (AADT) que transite, Tabla 28.

Tabla 28 Factor de distribución por carril (Fca)

Factor de distribución por carril (Fca)			
Nivel de tráfico	TPD	Número de carriles	Fca
T1	<1000	1	1
T4	<1000	1	1
T6	1000 - 2500	1	1
T9	>2500	2	0.9

- **Porcentaje de camiones en la dirección de diseño (%)**

Aunque generalmente se supone como un 50% del AADT, este parámetro depende del ancho de la calzada. La Tabla 29 presenta los factores direccionales (Fd) a considerar para diferentes anchos de vía.

Tabla 29 Factor direccional (Fd)

Factor direccional (Fd)		
Ancho de calzada	Tránsito de diseño	Fd
< 5 m	AADT	1
5 m ≤ ancho < 6 m	3/4 AADT	0.75
≥ 6 m	1/2 AADT	0.50

Fuente, Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito - 2007

Como se detalla más adelante, el ancho de calzada adoptado de acuerdo a las condiciones imperantes en nuestro país y a la normas de diseño geométrico establecidas, corresponde a 7.30 metros, por lo cual para todos los niveles de tránsito a evaluar se toma un 50 % del AADTT para el carril de diseño.

- **Porcentaje de camiones en el carril de diseño (%)**

De acuerdo a lo presentado en la Tabla 28, para los niveles de tránsito T1, T4 y T6 se contempla un 100% del tránsito especificado en la dirección de diseño, para el carril de diseño. Para el nivel T9 se establece un 90 %.

▪ **Velocidad de operación**

La velocidad de circulación o de operación de los vehículos es la máxima por debajo de la velocidad de diseño, que se puede alcanzar en un tramo de la carretera bajo las condiciones prevalecientes de tránsito y condiciones climáticas favorables.

La velocidad de diseño para un tramo homogéneo está definida en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno. De acuerdo a estas variables, se establece un rango de velocidades de diseño según lo indicado en la Figura 6.

Figura 6 Velocidad de diseño para tramos homogéneos en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno

Categoría de la carretera	Tipo de terreno	Velocidad de diseño (Km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Primaria de Una calzadas	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Secundaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Terciaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										

Fuente, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras - 2008

A partir de la velocidad de diseño especificada se estima la velocidad de operación de acuerdo a la Tabla 30 en función del volumen de tránsito.

Se adopta como velocidad de diseño un valor de 80 Km/h considerando su aplicabilidad para los tipos de topografía y categorías de carretera (primaria y secundaria) acordes a los volúmenes de tránsito tratados en el presente trabajo. Para esta velocidad de diseño corresponde una velocidad de operación que varía en un rango de 60 a 65 Km/h para volúmenes altos y medios de tránsito respectivamente. Se toma como parámetro una velocidad de 65 Km/h (40 mph).

Tabla 30 Velocidades de operación según velocidades de diseño

Velocidad de diseño (Km/h)	Velocidad de operación promedio (km/h)		
	Volúmenes bajos	Volúmenes medios	Volúmenes altos
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	
120	105	85	

Fuente, Manual para diseño de Carreteras - 2002

2.2.2 Factores de ajuste del volumen de tránsito

- **Factor de ajuste mensual**

Para el presente documento se establece una distribución mensual del tránsito constante durante el periodo de diseño (Tabla 31), suposición que es recomendada por la Guía de Diseño para proyectos de aplicación regional o nacional (Nivel 3 de jerarquía). Cabe resaltar que el ámbito de aplicación del presente trabajo es de carácter general, y el especificar en aspectos como éste, produce una pérdida de aplicabilidad de la información suministrada.

Los factores de ajuste mensual deben obtenerse para proyectos específicos donde es posible caracterizar un comportamiento del tránsito mes a mes para un periodo determinado tiempo.

Tabla 31 Factor de ajuste mensual constante

Mes	Clase 4	Clase 5	Clase 6	Clase 7	Clase 8	Clase 9	Clase 10	Clase 11	Clase 12	Clase 13
Enero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Febrero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Marzo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Abril	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mayo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Junio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Julio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Agosto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Septiembre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Octubre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Noviembre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Diciembre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente, Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures – 2004

- **Distribución vehicular por clase de vehículo**

Se determinó una composición vehicular que garantice el cumplimiento de los espectros de carga establecidos para el país tomando como base los camiones de mayor circulación en nuestras carreteras. Dicha composición es acorde a la información suministrada en el catálogo y a los promedios de los volúmenes de tránsito proporcionados por Instituto Nacional de Vías en el año 2008 para el territorio nacional (Anexo 5.1 - 1.1 VOLUMENES DE TRANSITO PARA COLOMBIA AÑO 2008).

Tabla 32 Composición vehicular del tránsito

Composición vehicular							
Nivel de tráfico	TPDA	% A	% B+C	% por tipo (B+C)			
				C2g	C3	C3S2	C3S3
T1	< 500	55	45	88.57	9.10	0.01	2.32
T4	500-1000	55	45	89.20	6.60	1.20	3.00
T6	1000-2500	60	40	79.60	11.28	2.45	6.67
T9	> 2500	60	40	76.00	12.20	4.20	7.60

Se procede a realizar la equivalencia de la composición vehicular con las clases de vehículos presentados en el software. De esta forma de los trece tipos de camión definidos en la Guía de Diseño se establece la siguiente compatibilidad con los vehículos implementados por el INV:

Clase 5 = C2g

Clase 6 = C3

Clase 9 = C3S2

Clase 10 = C3S3

Figura 7 Composición vehicular para el nivel de tránsito T1

Traffic Volume Adjustment Factors

☒ Monthly Adjustment
 ☒ Vehicle Class Distribution
 ☐ Hourly Distribution
 ☐ Traffic Growth Factors

AADTT distribution by vehicle class

Class 4	0.0	
Class 5	88.6	
Class 6	9.10	
Class 7	0.0	
Class 8	0.0	
Class 9	0.01	
Class 10	2.32	
Class 11	0.0	
Class 12	0.0	
Class 13	0.0	
Total	100.0	

Note: AADTT distribution must total 100%.

Load Default Distribution

☒ Level 1: Site Specific Distribution
☐ Level 2: Regional Distribution
☐ Level 3: Default Distribution

Load Default Distribution

OK Cancel

▪ Distribución Horaria

Para la determinación de la distribución horaria se toma la información suministrada por la Subdirección de Apoyo Técnico del Instituto Nacional de Vías a un proyecto de grado que caracterizó dicho comportamiento en el departamento de Santander. Esta misma información es utilizada y generalizada para los diferentes tipos de región a fin de establecer para cada nivel de volumen de tránsito la conducta del parque automotor para cada hora del día. Los factores de distribución horaria son constantes en el tiempo y entre los tipos de camiones. El

cálculo de los factores de distribución mostrados en la siguiente tabla se detalla del Anexo 5.3 - 1.2 DISTRIBUCIÓN VEHICULAR HORARIA EN SANTANDER.

Tabla 33 Distribución vehicular horaria para diferentes niveles de tránsito

Distribución vehicular horaria				
Hora del día	T1	T4	T6	T9
	< 500	500-1000	1000-2500	2500-5000
Medianoche	1.04	1.45	1.55	2.42
01:00 a.m.	0.60	1.35	1.10	2.45
02:00 a.m.	1.03	1.40	1.35	2.28
03:00 a.m.	1.30	3.04	1.80	2.46
04:00 a.m.	2.77	3.79	3.15	3.22
05:00 a.m.	5.04	5.19	3.26	4.44
06:00 a.m.	5.97	6.44	4.31	5.72
07:00 a.m.	6.07	4.19	5.41	5.36
08:00 a.m.	6.00	6.98	6.76	4.82
09:00 a.m.	6.67	5.04	6.81	4.74
10:00 a.m.	6.40	6.64	6.01	5.00
11:00 a.m.	5.71	6.94	5.96	4.99
Mediodía	5.40	5.34	5.66	4.83
01:00 p.m.	6.00	4.89	6.31	4.83
02:00 p.m.	5.51	6.34	5.76	5.02
03:00 p.m.	4.37	6.09	5.61	4.91
04:00 p.m.	6.30	4.39	6.46	5.18
05:00 p.m.	4.30	4.24	6.31	5.23
06:00 p.m.	4.34	4.79	4.81	4.99
07:00 p.m.	4.70	3.49	3.51	4.47
08:00 p.m.	3.50	2.94	2.20	3.80
09:00 p.m.	3.71	2.29	2.55	3.29
10:00 p.m.	1.67	1.45	1.90	2.96
11:00 p.m.	1.60	1.30	1.45	2.59

- **Crecimiento del Tránsito**

La Guía presenta tres funciones de crecimiento de las cuales el usuario escoge la que mayor se ajuste al comportamiento en el que se incrementa el parque

automotor (Figura 8). Adicionalmente se presenta la opción de generalizar dicho crecimiento para todo el volumen de tránsito o por cada clase de vehículo.

Figura 8 Funciones de crecimiento del Tránsito

Function Description	Model
No growth	$AADTT_X = 1.0 * AADTT_{BY}$
Linear growth	$AADTT_X = GR * AGE + AADTT_{BY}$
Compound growth	$AADTT_X = ADTT_{BY} * (GR)^{AGE}$

Fuente, Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures – 2004

El catálogo de pavimentos establece para la proyección del tránsito una Función de Crecimiento Compuesto, y a manera de referencia establece unas tasas de crecimiento anual obtenidas de muestreos realizados en diferentes tramos de la red vial nacional con alto grado de homogeneidad (Tabla 34). Los rangos establecidos en este estudio se toman como soporte para el ingreso de esta información al software de la Guía.

Tabla 34 Tasas de crecimiento obtenidas por muestreo de la red vial nacional

TPDS	Tasas de crecimiento (%)		
	Niveles de tráfico	Tasa para Vehículos comerciales	Valor adoptado
<1000	T1	5.5 - 6.0	5.75
<1000	T4	5.5 - 6.0	5.75
1000-2500	T6	4.0 - 5.0	4.5
2500-5000	T9	4.0 - 5.0	4.5

Fuente, Manual INV - 1998

La información general y los factores de ajuste de volumen de tránsito descritos anteriormente permiten calcular para el periodo de diseño el número de ejes equivalentes que identifica cada nivel de tránsito. Para esto es indispensable

determinar el **Factor Camión** a partir del cual se transforma el volumen vehicular en ejes equivalentes.

Para su determinación se procede a tomar el espectro de cargas por eje establecido para Colombia por cada mil camiones en función del tránsito promedio diario semanal (Anexo 0). A partir de éste, se determina los factores de equivalencia utilizando las cargas de referencia establecidas por el INV para cada tipo de eje. Al sumar los productos de los factores de equivalencia por cada tipo de eje y el número de ejes por cada rango de carga, y dividirlos por el total de camiones (1000 en este caso), se obtiene el factor camión a partir del cual se calcula la proyección de ejes equivalentes para el periodo de diseño. La Tabla 35 presenta los **Factor Camión** obtenidos para cada nivel de tránsito tratado.

Tabla 35 Factores Camión por cada nivel de tránsito

Tipo de Eje	Config. Ruedas	Carga Estándar	No. Ejes equiv. de 80 KN			
			T1	T4	T6	T9
Simple	Simple	65 KN	127.72	129.73	211.60	224.91
Simple	Doble	80 KN	2719.48	2726.97	3613.89	3471.16
Tándem	Doble	146 KN	431.56	472.81	1283.85	1550.60
Trídem	Doble	225 KN	49.65	57.23	187.08	209.97
Total No. Ejes Equiv. 80 KN			3328.41	3386.74	5296.43	5456.64
Factor camión ($\sum$ N.e.eq. 80 KN /1000)			3.33	3.39	5.30	5.46

Fuente, Fernando Sánchez Sabogal

Una vez determinado el número de ejes equivalentes de 8.2 ton. para el periodo de diseño, se debe contemplar la confiabilidad (del 90%) a partir de la cual están calculadas las estructuras del catálogo. Dicho nivel de confianza se maneja externamente teniendo presente que en el diseño de las alternativas presentadas la ecuación AASTHO solo involucró el error por comportamiento del pavimento ($S_o=0.44$).

La diferencia entre el tránsito estimado para el diseño y el tránsito que realmente soporta la vía presenta una distribución normal con una desviación estándar en pavimentos asfálticos de $\sigma = 0.05$. Por lo tanto se establece,

Ecuación 33

$$N'_{8.2 \text{ Ton. Diseño}} = N_{8.2 \text{ Ton. Diseño}} \times 10^{\sigma Z_r}$$

Dónde:

$N'_{8.2 \text{ Ton. Diseño}}$: Número de ejes de 8.2 ton. corregido para un nivel de confianza deseado.

$N_{8.2 \text{ Ton. Diseño}}$: Número de ejes de 8.2 ton. estimados antes de considerar el nivel de confianza.

σ : Desviación estándar de la curva normal que representa la diferencia entre el tránsito estimado y el tránsito real. Para pavimentos asfálticos equivale a 0.05.

Z_r : Parámetro asociado a la distribución normal estándar. Para una confiabilidad del 90% su valor corresponde a 1.282.

Resolviendo la expresión se tiene,

Ecuación 34

$$N'_{8.2 \text{ Ton. Diseño}} = 1.159 \times N_{8.2 \text{ Ton. Diseño}}$$

Los cálculos realizados para la determinación del tránsito de diseño se ilustran en el Anexo 5.4 - 1.3 CALCULO DEL TRÁNSITO DE DISEÑO del presente documento, indicando la evolución año por año de esta variable para el periodo de vida útil del pavimento.

2.2.3 Factores de distribución de carga por cada tipo de eje. En Colombia existe un estudio que describe la distribución de cargas por eje para mil camiones en función de tránsito promedio diario (AADT) que se realizó con base en el análisis de más de 10 años (1987-2000) de registros de las estaciones de pesaje a cargo del INV. Este estudio es base para el diseño de muchos pavimentos dado que parte de una serie extensa de datos.

La información permite establecer el número de ejes simples, tándem o trídem para vías en la que circulan desde pocos vehículos, hasta más de 10000. En la Tabla 36 se detalla dicha información.

Tabla 36 Número de ejes sencillos, tándem y trídem por cada mil camiones para vías con diferentes volúmenes de tránsito

Ejes por 1000 camiones (TPDS)						
Eje	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000	5000-10000	> 10000
Sencillo	1879	1892	1796	1760	1782	1839
Tándem	114	120	228	282	253	177
Tridem	23	30	67	76	64	38

Fuente, Manual de Diseño de Pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito - 2008

Considerando los ejes que caracterizan cada clase de vehículo (Tabla 37) y las proyecciones realizadas para cada nivel de tránsito, se obtiene el volumen vehicular y la cantidad de ejes simples, tándem y trídem para el periodo de diseño (Tabla 38 a Tabla 41).

Tabla 37 Número de ejes simples, tándem o trídem por cada clase de vehículo

No. Ejes por Camión				
Clase Vehículo	MEPDG	Simples	Tandem	Trídem
C2 g	Clase 5	2		
C3	Clase 6	1	1	
C3S2	Clase 9	1	2	
C3S3	Clase 10	1	1	1

Como se observa de la Tabla 38 a la Tabla 41, el número de ejes calculado es congruente con los valores de los espectros obtenidos para Colombia a excepción del nivel de tránsito T1, donde se obtiene una cantidad de 7 ejes simples más respecto al espectro que se presenta para este nivel de tránsito (por cada 1000 camiones), lo cual significa que los diseños a evaluar se someterán a una carga mínimamente superior.

Tabla 38 Cálculo del número de ejes simples, tándem y trídem por cada mil camiones para el nivel de tránsito T1

Ejes simples, tándem y trídem - Tráfico T1 (TPDS < 500)					
Clase Vehículo	MEPDG	No. Vehículos para PDE	No. Ejes Simples	No. Ejes Tandem	No. Ejes Trídem
C2 g	Clase 5	532,206.92	1,064,413.84	0.00	0.00
C3	Clase 6	54,680.85	54,680.85	54,680.85	0.00
C3S2	Clase 9	60.09	60.09	120.18	0.00
C3S3	Clase 10	13,940.61	13,940.61	13,940.61	13,940.61
Ejes Totales			1,133,095.39	68,741.64	13,940.61
Ejes x cada 1000 camiones			1886.00	114.00	23.00

Tabla 39 Cálculo del número de ejes simples, tándem y trídem por cada mil camiones para el nivel de tránsito T4

Ejes simples, tándem y trídem - Tráfico T4 (TPDS 501-1000)					
Clase Vehículo	MEPDG	No. Vehículos para PDE	No. Ejes Simples	No. Ejes Tandem	No. Ejes Trídem
C2 g	Clase 5	3,160,569.32	6,321,138.64	0.00	0.00
C3	Clase 6	233,853.78	233,853.78	233,853.78	0.00
C3S2	Clase 9	42,518.87	42,518.87	85,037.74	0.00
C3S3	Clase 10	106,297.17	106,297.17	106,297.17	106,297.17
Ejes Totales			6,703,808.47	425,188.70	106,297.17
Ejes x cada 1000 camiones			1892.00	120.00	30.00

Tabla 40 Cálculo del número de ejes simples, tándem y trídem por cada mil camiones para el nivel de tránsito T6

Ejes simples, tándem y trídem - Tráfico T6 (TPDS 1001-2500)					
Clase Vehículo	MEPDG	No. Vehículos para PDE	No. Ejes Simples	No. Ejes Tandem	No. Ejes Trídem
C2 g	Clase 5	4,508,701.21	9,017,402.41	0.00	0.00
C3	Clase 6	638,921.48	638,921.48	638,921.48	0.00
C3S2	Clase 9	138,772.84	138,772.84	277,545.68	0.00
C3S3	Clase 10	377,613.17	377,613.17	377,613.17	377,613.17
Ejes Totales			10,172,709.89	1,294,080.32	377,613.17
Ejes x cada 1000 camiones			1796.00	228.00	67.00

Tabla 41 Cálculo del número de ejes simples, tándem y trídem por cada mil camiones para el nivel de tránsito T9

Ejes simples, tándem y trídem - Tráfico T9 (TPDS 2501-5000)					
Clase Vehículo	MEPDG	No. Vehículos para PDE	No. Ejes Simples	No. Ejes Tandem	No. Ejes Trídem
C2 g	Clase 5	12,380,439.99	24,760,879.97	0.00	0.00
C3	Clase 6	1,987,386.42	1,987,386.42	1,987,386.42	0.00
C3S2	Clase 9	684,182.21	684,182.21	1,368,364.42	0.00
C3S3	Clase 10	1,238,044.00	1,238,044.00	1,238,044.00	1,238,044.00
Ejes Totales			28,670,492.60	4,593,794.84	1,238,044.00
Ejes x cada 1000 camiones			1760.00	282.00	76.00

Se procede con la determinación de la distribución de cargas para cada tipo de eje. El mismo estudio del que se ha hecho referencia presenta el espectro establecido para la red vial nacional (Anexo 5.5 - 1.4 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS POR EJE PARA COLOMBIA EN FUNCIÓN DEL AADTS POR CADA MIL CAMIONES), y considerando que éste es acorde con las proyecciones realizadas, se establecen los mismos espectros para cada uno de los niveles de tránsito considerados, a excepción del Nivel T1 donde se realiza un ajuste proporcional de la cantidad de ejes para cada nivel de carga de tal forma que se obtenga los mismos ejes calculados.

La Guía de Diseño 2002 solicita el ingreso de los factores de carga discriminados por clase de vehículo, rangos de carga específica y mes del año. Los estudios realizados a nivel nacional no caracterizan a tal punto de precisión la información requerida, sin embargo se presenta el siguiente procedimiento para su determinación:

- A partir de los espectros establecidos para Colombia se procede con un ajuste de los rangos de carga mediante interpolación de los datos sin afectación del espectro.
- Una vez obtenido el número de ejes para los rangos de carga solicitados en el software, se calcula la proporción de ésta cantidad respecto al número total de ejes del mismo tipo.
- Esta proporción corresponde al factor de distribución de carga requerido por el software, el cual se generaliza para todas las clases de vehículos tratados, dado que el alcance de los espectros que caracterizan el tránsito de Colombia no permite establecer qué tanta cantidad de ejes de un mismo tipo (simple, tándem o trídem) con una carga específica (3000 psi, 4000 psi, 5000 psi, etc.), corresponde a un determinado tipo de vehículo. Solamente se proporciona la

cantidad de ejes para diferentes cargas sin considerar el camión al que pertenece.

- Por último, la Guía de Diseño supone los factores de carga para cada tipo de eje y categoría de camión, constantes en el tiempo, por lo cual los espectros obtenidos se suponen iguales para todos los meses del año.

De la Tabla 42 a la Tabla 44 se describe los espectros de carga que se utilizan para el análisis de las estructuras de pavimento de acuerdo a las consideraciones descritas anteriormente.

De la Tabla 45 a la Tabla 47 se puntualiza los factores de distribución de carga aplicables para cada uno de los tipos de ejes de acuerdo a los diferentes niveles de tránsito. Estos factores se generalizan para las diferentes clases de vehículos y permanecen constantes en el tiempo.

Tabla 42 Espectros de carga para ejes simple obtenidos mediante interpolación de los espectros aplicables a Colombia para diferentes niveles de tránsito

Eje Simple		No. Ejes x 1000 camiones TPDS				Eje Simple		No. Ejes x 1000 camiones TPDS			
		TI	T4	T6	T9			TI	T4	T6	T9
KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000	KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000
13.34	3000	0	0	0	0	97.86	22000	80	80	62	59
17.79	4000	26	25	6	6	102.31	23000	3	3	0	0
22.24	5000	17	17	33	31	106.76	24000	89	89	58	55
26.69	6000	145	143	0	0	111.21	25000	27	27	18	17
31.14	7000	226	224	244	233	115.65	26000	69	68	36	35
35.59	8000	76	76	90	87	120.1	27000	53	53	69	66
40.03	9000	330	327	116	113	124.55	28000	37	37	0	0
44.48	10000	0	0	263	255	129	29000	66	66	101	96
48.93	11000	223	225	0	0	133.45	30000	8	8	9	9
53.38	12000	4	4	227	237	137.89	31000	42	42	46	44
57.83	13000	94	93	30	31	142.34	32000	0	0	47	45
62.28	14000	26	26	61	63	146.79	33000	18	18	3	3
66.72	15000	42	42	71	75	151.24	34000	1	1	43	41
71.17	16000	31	30	2	2	155.69	35000	0	0	0	0
75.62	17000	26	31	67	65	160.14	36000	0	0	11	11
80.07	18000	43	53	0	0	164.58	37000	0	0	6	6
84.52	19000	14	14	39	37	169.03	38000	0	0	0	0
88.96	20000	70	70	24	24	173.48	39000	0	0	0	0
93.41	21000	0	0	14	14	177.93	40000	0	0	0	0
								1886	1892	1796	1760

Tabla 43 Espectros de cargas para ejes tándem obtenidos mediante interpolación de los espectros aplicables a Colombia para diferentes niveles de tránsito

Eje Tándem		No. Ejes x 1000 camiones TPDS				Eje Tándem		No. Ejes x 1000 camiones TPDS			
		TI	T4	T6	T9			TI	T4	T6	T9
KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000	KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000
26.69	6000	0	0	0	0	204.62	46000	0	0	0	0
35.59	8000	0	0	0	0	213.51	48000	21	22	23	29
44.48	10000	0	0	0	0	222.41	50000	6	7	7	9
53.38	12000	1	1	0	0	231.31	52000	11	12	19	23
62.28	14000	1	1	3	4	240.2	54000	9	9	36	44
71.17	16000	1	1	1	1	249.1	56000	2	3	0	0
80.07	18000	7	7	5	6	258	58000	4	4	34	40
88.96	20000	0	0	12	15	266.89	60000	0	0	3	4
97.86	22000	6	6	0	0	275.79	62000	1	2	6	7
106.76	24000	0	0	10	12	284.69	64000	0	0	6	7
115.65	26000	5	5	1	2	293.58	66000	1	1	0	0
124.55	28000	1	1	6	7	302.48	68000	0	0	4	5
133.45	30000	4	4	6	9	311.38	70000	0	0	0	0
142.34	32000	3	3	0	1	320.27	72000	0	0	1	1
151.24	34000	3	3	13	15	329.17	74000	0	0	1	1
160.14	36000	4	4	0	0	338.06	76000	0	0	0	0
169.03	38000	2	2	8	10	346.96	78000	0	0	0	0
177.93	40000	7	7	5	7	355.86	80000	0	0	0	0
186.83	42000	0	0	3	4	364.75	82000	0	0	0	0
195.72	44000	14	15	15	19	373.65	84000	0	0	0	0
								114	120	228	282

Tabla 44 Espectros de cargas para ejes trídem obtenidos mediante interpolación de los espectros aplicables a Colombia para diferentes niveles de tránsito

Eje Trídem		No. Ejes x 1000 camiones TPDS				Eje Trídem		No. Ejes x 1000 camiones TPDS			
		TI	T4	T6	T9			TI	T4	T6	T9
KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000	KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000
53.38	12000	0	1	0	0	306.93	69000	0	0	6	6
66.72	15000	0	0	1	2	320.27	72000	1	1	4	5
80.07	18000	1	1	1	2	333.62	75000	1	1	1	1
93.41	21000	0	1	1	1	346.96	78000	1	1	3	3
106.76	24000	0	0	1	1	360.31	81000	0	0	1	2
120.10	27000	0	0	0	0	373.65	84000	1	1	1	1
133.45	30000	0	0	1	1	387.00	87000	0	0	2	2
146.79	33000	0	0	1	1	400.34	90000	0	0	1	1
160.14	36000	1	1	0	0	413.68	93000	0	0	1	1
173.48	39000	1	1	2	2	427.03	96000	0	0	0	0
186.83	42000	0	0	1	1	440.37	99000	0	0	0	0
200.17	45000	1	1	1	1	453.72	102000	0	0	0	0
213.51	48000	1	2	3	3	467.06	105000	0	0	0	0
226.86	51000	1	2	1	1	480.41	108000	0	0	0	0
240.20	54000	3	3	4	4	493.75	111000	0	0	0	0
253.55	57000	5	6	7	8	507.10	114000	0	0	0	0
266.89	60000	1	3	4	5	520.44	117000	0	0	0	0
280.24	63000	2	2	15	17	533.79	120000	0	0	0	0
293.58	66000	2	2	3	4	547.13	123000	0	0	0	0
								23	30	67	76

Tabla 45 Factores de distribución de carga para ejes simple y diferentes niveles de tránsito

Eje Simple		Factores de distribución de carga				Eje Simple		Factores de distribución de carga			
		TPDS						TPDS			
		TI	T4	T6	T9			TI	T4	T6	T9
KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000	KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000
13.34	3000	0.000	0.000	0.000	0.000	97.86	22000	4.242	4.228	3.452	3.352
17.79	4000	1.379	1.321	0.334	0.341	102.31	23000	0.159	0.159	0.000	0.000
22.24	5000	0.901	0.899	1.837	1.761	106.76	24000	4.719	4.704	3.229	3.125
26.69	6000	7.688	7.558	0.000	0.000	111.21	25000	1.432	1.427	1.002	0.966
31.14	7000	11.983	11.839	13.586	13.239	115.65	26000	3.659	3.594	2.004	1.989
35.59	8000	4.030	4.017	5.011	4.943	120.1	27000	2.810	2.801	3.842	3.750
40.03	9000	17.497	17.283	6.459	6.420	124.55	28000	1.962	1.956	0.000	0.000
44.48	10000	0.000	0.000	14.644	14.489	129	29000	3.499	3.488	5.624	5.455
48.93	11000	11.824	11.892	0.000	0.000	133.45	30000	0.424	0.423	0.501	0.511
53.38	12000	0.212	0.211	12.639	13.466	137.89	31000	2.227	2.220	2.561	2.500
57.83	13000	4.984	4.915	1.670	1.761	142.34	32000	0.000	0.000	2.617	2.557
62.28	14000	1.379	1.374	3.396	3.580	146.79	33000	0.954	0.951	0.167	0.170
66.72	15000	2.227	2.220	3.953	4.261	151.24	34000	0.053	0.053	2.394	2.330
71.17	16000	1.644	1.586	0.111	0.114	155.69	35000	0.000	0.000	0.000	0.000
75.62	17000	1.379	1.638	3.731	3.693	160.14	36000	0.000	0.000	0.612	0.625
80.07	18000	2.280	2.801	0.000	0.000	164.58	37000	0.000	0.000	0.334	0.341
84.52	19000	0.742	0.740	2.171	2.102	169.03	38000	0.000	0.000	0.000	0.000
88.96	20000	3.712	3.700	1.336	1.364	173.48	39000	0.000	0.000	0.000	0.000
93.41	21000	0.000	0.000	0.780	0.795	177.93	40000	0.000	0.000	0.000	0.000
								100.00	100.00	100.00	100.00

Tabla 46 Factores de distribución de carga para ejes tándem y diferentes niveles de tránsito

Eje Tándem		Factores de distribución de carga				Eje Tándem		Factores de distribución de carga			
		TPDS						TPDS			
		TI	T4	T6	T9			TI	T4	T6	T9
KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000	KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000
26.69	6000	0.000	0.000	0.000	0.000	204.62	46000	0.000	0.000	0.000	0.000
35.59	8000	0.000	0.000	0.000	0.000	213.51	48000	18.421	18.333	10.088	10.284
44.48	10000	0.000	0.000	0.000	0.000	222.41	50000	5.263	5.833	3.070	3.191
53.38	12000	0.877	0.833	0.000	0.000	231.31	52000	9.649	10.000	8.333	8.156
62.28	14000	0.877	0.833	1.316	1.418	240.2	54000	7.895	7.500	15.789	15.603
71.17	16000	0.877	0.833	0.439	0.355	249.1	56000	1.754	2.500	0.000	0.000
80.07	18000	6.140	5.833	2.193	2.128	258	58000	3.509	3.333	14.912	14.184
88.96	20000	0.000	0.000	5.263	5.319	266.89	60000	0.000	0.000	1.316	1.418
97.86	22000	5.263	5.000	0.000	0.000	275.79	62000	0.877	1.667	2.632	2.482
106.76	24000	0.000	0.000	4.386	4.255	284.69	64000	0.000	0.000	2.632	2.482
115.65	26000	4.386	4.167	0.439	0.709	293.58	66000	0.877	0.833	0.000	0.000
124.55	28000	0.877	0.833	2.632	2.482	302.48	68000	0.000	0.000	1.754	1.773
133.45	30000	3.509	3.333	2.632	3.191	311.38	70000	0.000	0.000	0.000	0.000
142.34	32000	2.632	2.500	0.000	0.355	320.27	72000	0.000	0.000	0.439	0.355
151.24	34000	2.632	2.500	5.702	5.319	329.17	74000	0.000	0.000	0.439	0.355
160.14	36000	3.509	3.333	0.000	0.000	338.06	76000	0.000	0.000	0.000	0.000
169.03	38000	1.754	1.667	3.509	3.546	346.96	78000	0.000	0.000	0.000	0.000
177.93	40000	6.140	5.833	2.193	2.482	355.86	80000	0.000	0.000	0.000	0.000
186.83	42000	0.000	0.000	1.316	1.418	364.75	82000	0.000	0.000	0.000	0.000
195.72	44000	12.281	12.500	6.579	6.738	373.65	84000	0.000	0.000	0.000	0.000
								100.00	100.00	100.00	100.00

Tabla 47 Factores de distribución de carga para ejes trídem y diferentes niveles de tránsito

Eje Trídem		Factores de distribución de carga TPDS				Eje Trídem		Factores de distribución de carga TPDS			
		TI	T4	T6	T9			TI	T4	T6	T9
KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000	KN	Lb	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000
53.38	12000	0.000	3.333	0.000	0.000	306.93	69000	0.000	0.000	8.955	7.895
66.72	15000	0.000	0.000	1.493	2.632	320.27	72000	4.348	3.333	5.970	6.579
80.07	18000	4.348	3.333	1.493	2.632	333.62	75000	4.348	3.333	1.493	1.316
93.41	21000	0.000	3.333	1.493	1.316	346.96	78000	4.348	3.333	4.478	3.947
106.76	24000	0.000	0.000	1.493	1.316	360.31	81000	0.000	0.000	1.493	2.632
120.10	27000	0.000	0.000	0.000	0.000	373.65	84000	4.348	3.333	1.493	1.316
133.45	30000	0.000	0.000	1.493	1.316	387.00	87000	0.000	0.000	2.985	2.632
146.79	33000	0.000	0.000	1.493	1.316	400.34	90000	0.000	0.000	1.493	1.316
160.14	36000	4.348	3.333	0.000	0.000	413.68	93000	0.000	0.000	1.493	1.316
173.48	39000	4.348	3.333	2.985	2.632	427.03	96000	0.000	0.000	0.000	0.000
186.83	42000	0.000	0.000	1.493	1.316	440.37	99000	0.000	0.000	0.000	0.000
200.17	45000	4.348	3.333	1.493	1.316	453.72	102000	0.000	0.000	0.000	0.000
213.51	48000	4.348	6.667	4.478	3.947	467.06	105000	0.000	0.000	0.000	0.000
226.86	51000	4.348	6.667	1.493	1.316	480.41	108000	0.000	0.000	0.000	0.000
240.20	54000	13.043	10.000	5.970	5.263	493.75	111000	0.000	0.000	0.000	0.000
253.55	57000	21.739	20.000	10.448	10.526	507.10	114000	0.000	0.000	0.000	0.000
266.89	60000	4.348	10.000	5.970	6.579	520.44	117000	0.000	0.000	0.000	0.000
280.24	63000	8.696	6.667	22.388	22.368	533.79	120000	0.000	0.000	0.000	0.000
293.58	66000	8.696	6.667	4.478	5.263	547.13	123000	0.000	0.000	0.000	0.000
								100.00	100.00	100.00	100.00

2.2.4 Entradas generales de tránsito

- **Localización promedio de la rueda**

Hace referencia al espacio lateral de seguridad que requiere cada vehículo para maniobrar. El manual de diseño geométrico del INV establece la dependencia de este parámetro del ancho de la calzada de acuerdo a la Tabla 48.

Tabla 48 Localización promedio de la rueda en tangente - INV

	Ancho de calzada en tangente (m)		
	6.00	6.60	7.20
Localización de la rueda en (m)	0.6	0.75	0.9

Fuente, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras - 2008

En curva, donde la maniobra de un vehículo de carga requiere de mayor espaciamiento, las distancias pueden reducirse hasta la mitad del valor indicado en la tabla. De esta forma, para un ancho de calzada de 7.20 m que corresponde al ancho mínimo establecido para las condiciones de tránsito a evaluar y considerando la situación más crítica de maniobra (en curva), se establece como valor estándar para este parámetro una distancia de 0.45 m (aprox. 18 pulg.).

- **Desviación estándar de la trayectoria del tránsito**

Se utiliza la desviación que por defecto trae el software, de 10 pulgadas la cual se recomienda si información más exacta no se encuentra al respecto.

- **Ancho del carril de diseño**

Tomando como referencia el manual de diseño geométrico del INV, el ancho de la calzada es función de la categoría de la carretera, del tipo de terreno y de la

velocidad de diseño del tramo homogéneo. En carreteras de una sola calzada el ancho mínimo debe ser de seis (6) metros con el propósito de permitir el cruce de dos vehículos de diseño que viajen en sentido contrario. La Figura 9 establece los diferentes rangos de ancho de vía para las diferentes condiciones expuestas.

Como se observa, y de forma similar que en el cálculo de la velocidad de operación, para una velocidad de diseño de 80 km/h se abarca la mayor parte de los requerimientos por categoría de vía y topografía que aplican para las condiciones de tránsito establecidas en el presente trabajo. Para esta velocidad de diseño se establece un ancho de calzada de 7.30 m lo que equivale a un ancho del carril de diseño de 3.65 m (aprox. 12 pies).

Figura 9 Ancho de calzada (metros)

Categoría de la carretera	Tipo de terreno	Velocidad de diseño (Km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano							7.3	7.3	7.3	7.3
	Ondulado							7.3	7.3	7.3	7.3
	Montañoso						7.3	7.3	7.3	7.3	
	Escarpado						7.3	7.3	7.3		
Primaria de Una calzadas	Plano							7.3	7.3	7.3	
	Ondulado						7.3	7.3	7.3	7.3	
	Montañoso					7.3	7.3	7.3	7.3		
	Escarpado					7	7	7			
Secundaria	Plano					7.3	7.3	7.3			
	Ondulado				7	7.3	7.3	7.3			
	Montañoso			6.6	7	7	7				
	Escarpado			6	6.6	7					
Terciaria	Plano			6							
	Ondulado		6	6							
	Montañoso	6	6	6							
	Escarpado	6	6								

Fuente, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras - 2008

- **Ejes por vehículo**

El número de ejes especificado para cada clase de vehículo involucrado en el proceso de análisis se detalla en la Tabla 37.

- **Configuración de los ejes**

Ancho de eje promedio: Un estudio acerca de los pesos y dimensiones para vehículos de transporte de carga peligrosa realizado por el Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica en el año 2005, establece las dimensiones límites existentes en los países del área de acuerdo a encuestas realizadas a las entidades encargadas del control al respecto. Los resultados obtenidos para Colombia y los promedios para los países del área se describen en la Tabla 49. De acuerdo a estos valores, se maneja un ancho de eje de 2.60 m (aprox. 8.5 pies).

Tabla 49 Dimensionamiento de vehículo de carga para Colombia y países de la región

Resultado de encuestas sobre dimensionamiento de vehículos					
Dimensión		Colombia	Promedio países de la región		
			Promedio	Máximo	Mínimo
Ancho		2.6	2.58	2.6	2.5
Largo	Camión simple	11.5	12.31	14	11
	Semiremolque	18	18.28	21	16.15
	Con acoplado	18.3	20.25	28.5	18
	Omnibus	14	13.56	15	12
Alto		4,10	4.14	4.65	3.8

Fuente, Pesos y Dimensiones de Vehículos y Transporte de Cargas Peligrosas - 2005

Separación de neumáticos dobles: Se requiere de un valor promedio que caracterizarse la variedad de combinaciones que presenta el mercado de neumáticos de acuerdo al tipo de vehículo y la carga a soportar. A pesar de la

existencia de una gama amplia de opciones, el valor propuesto por defecto en el software representa un valor promedio acorde a la realidad del parque automotor y de los tipos de vehículos a tratar para el análisis de las estructuras de pavimento.

La

exhibe un catálogo de neumáticos de diferentes dimensiones y características utilizables en cualquier posición (dirección, tracción y remolque) de un vehículo de carga. Los promedios obtenidos, certifican lo expresado. De esta forma se adopta para los análisis un valor de 30 cm. (aprox. 12 in).

Presión de los neumáticos: Al igual que para el parámetro anterior, se requiere caracterizar mediante un valor la variedad de presiones de inflado existentes para los diferentes vehículos de carga. En este caso se adopta el valor que trae por defecto la Guía de 120 psi, que resulta algo mayor al promedio obtenido en la tabla referenciada, sin embargo es un valor común en el medio del transporte.

Tabla 50 Espaciamento transversal y presión de inflado promedio para neumáticos dobles

Llantas para cualquier posición y de remolque						
Tamaño rin	Carga por llanta eje dual		Inflado llanta eje dual		Espacio mínimo entre duales	
pulg.	lbs	Kg	psi	kpa	in	mm
9R20	4940	2240	100	690	11.6	295
9R22.5	4300	1950	105	720	10.3	262
10R20	5840	2650	105	720	11.4	290
10R22.5	5355	2430	115	790	11.4	290
10R22.5	4940	2240	100	690	11.4	290
11R20	6780	3075	120	830	13.2	336
11R22.5	5840	2650	105	720	12.5	318
11R22.5	6005	2725	120	830	12.5	318
11R24.5	6005	2725	105	720	12.5	318
11R24.5	6610	3000	120	830	12.5	318
12R22.5	6780	3075	120	830	13.5	343
225/70R19.5	3750	1700	110	760	10.0	254
245/70R19.5	4410	2000	110	760	11.0	280
245/75R22.5	4410	2000	110	760	11.0	280
255/70R22.5	5070	2300	120	830	11.3	287
265/75R22.5	4805	2180	100	690	11.6	295
265/70R19.5	5070	2300	120	830	11.6	295
275/70R22.5	6395	2900	125	860	11.9	302
285/75R24.5	5675	2575	100	690	12.5	318
285/75R24.5	5675	2575	110	760	12.5	318
295/75R22.5	5675	2575	100	690	12.9	328
295/75R22.5	5675	2575	110	760	12.9	328
315/80R22.5	7610	3450	120	830	13.8	351
315/80R22.5	8270	3750	130	900	13.8	351
Prom.			111.67	Prom.	12.07	

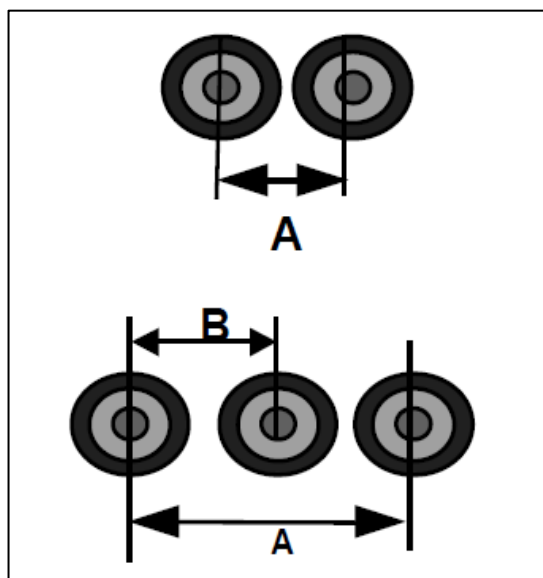
Separación de ejes: Nuevamente se hace referencia al estudio presentado por el Consejo de Directores de Carreteras, en el cual se establecen los valores límites de este parámetro para Colombia y países de la región. Se especifica una separación de 1.30 m (aprox. 51.2 pulg.) correspondiente al valor promedio de los valores límites establecidos. Como se observa en la Tabla 51, es aplicable tanto a ejes tándem como trídem.

Tabla 51 Separación de ejes según estudio del Consejo de Directores de carreteras

Resultado de encuestas sobre dimensionamiento de vehículos					
Límites de separación		Colombia	Promedio países de la región		
			Promedio	Máximo	Mínimo
Eje tándem doble	Sep. Máxima	1.60	2.17	2.45	1.6
	Sep. Mínima	1.00	1.13	1.20	1.0
Eje trídem	Sep. Ext. Máxima	3.20	4.00	4.80	3.2
	Sep. Ext. Mínima	2.00	2.36	3.20	2.0
	Sep. Int. Máxima	1.60	2.07	2.80	1.4
	Sep. Int. Mínima	1.00	1.14	1.30	1.0

Fuente, Pesos y Dimensiones de Vehículos y Transporte de Cargas Peligrosas - 2005

Figura 10 Detalle de separación para ejes tándem y trídem



2.3 CLIMA

El clima de Colombia está determinado por factores geográficos y atmosféricos que desarrollan un amplio mosaico de climas y microclimas que van desde los más calurosos en las costas y llanuras hasta los más fríos en los picos de las

montañas de la Cordillera y la Sierra Nevada de Santa Marta. Esta diversidad es contemplada en las cartas de diseño del INV mediante la identificación de seis condiciones climáticas caracterizadas por unos rangos de temperatura y precipitación específicos (Tabla 4). Estas condiciones son la que se requieren modelar en la Guía de Diseño a fin de contemplar el efecto causado por esta variable en el comportamiento de las alternativas de pavimento propuestas para cada caso.

Para la aplicación del modelo climático establecido por la Guía de Diseño, se cuenta con información mensual de precipitación, temperatura, viento, brillo solar, radiación solar y humedad relativa, registrada y suministrada en forma tabulada o a través de mapas, por entidades gubernamentales como el IDEAM y el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. Dicha información se clasifica dentro de un nivel 3 de jerarquía, pues implica la utilización de registros y estudios de carácter regional y nacional suministrados a través de entes encargados, que en su conjunto representan un comportamiento general de esta variable a través del tiempo.

A partir de esta información, se procede a filtrar los datos correspondientes a la precipitación anual y temperatura media anual tomando como referencia los seis rangos establecidos para cada región climática. De dicha filtración se obtiene una muestra representativa de estaciones que en su conjunto determinan el valor promedio mensual de los diferentes parámetros climáticos a evaluar para cada región. Estos valores caracterizan las condiciones de clima de cada región.

Realizado el proceso de recopilación, organización y análisis de la información, se procede con la generación de un archivo (.icm) a partir del cual trabaja numéricamente el modelo climático EICM de la Guía de Diseño.

2.3.1 Recopilación, organización y análisis de la información. La información procede de registros históricos que datan del año 1971 y que son producto de la medición de diferentes parámetros climáticos a lo largo de una red de estaciones distribuidas en el territorio nacional. Estos datos se encuentran tabulados y promediados en forma mensual y adicionalmente sirven como soporte para la implementación de mapas que esquematizan de acuerdo a su magnitud la distribución mensual a nivel nacional de algunas de estas variables. Del Anexo 5.6 al Anexo 5.11 se detalla la información recopilada para cada región climática.

El módulo climático de la Guía de Diseño requiere de la siguiente información para su respectivo análisis:

- **Fecha de inicio y terminación**

Se requiere de un mínimo de dos años de información dispuesta en forma diaria y horaria según el parámetro. Esto genera un periodo de modelación climática en la cual se evidencia la variación de los diferentes fenómenos a fin de determinar comportamientos estacionales o constantes. Para los análisis, se establece un periodo comprendido entre las siguientes fechas:

Fecha de inicio: 01 de abril del año 2010

Fecha de terminación: 31 de marzo del año 2012

Estas fechas son constantes para las seis (6) condiciones climáticas que se requieren generar.

- **Longitud y Latitud**

Hace referencia a la localización en coordenadas geográficas de la estación que suministra la información. La caracterización del clima busca establecer un

comportamiento particular que puede cumplirse en muchas estaciones, ciudades o regiones a la vez, por lo cual no aporta mayor precisión al proceso de análisis establecer un punto en particular. Por esta razón, para las seis condiciones que se requiere modelar se establece una localización fija correspondiente a la capital de la república Bogotá D.C. cuyas coordenadas se establecen a continuación:

Longitud: -74.08 (oeste)

Latitud: 4.6 (norte)

Este nivel de latitud ubica a Colombia en la zona tórrida del globo, denominada así por caer sobre ella los rayos solares en forma vertical durante todo el año, lo cual provoca un clima tropical de temperaturas generalmente elevadas y constantes durante todo el año.

- **Elevación o cota (pies)**

Define la altura sobre el nivel del mar a la cual se encuentra la estación involucrada en el suministro de la información. Este factor geográfico logra contrarrestar y anular las características climáticas derivadas de la latitud. Si el territorio fuera completamente llano, se tendría durante todo el año una temperatura uniforme, en extremo caliente, pero la existencia de la cordillera de los Andes sobre el territorio colombiano ocasiona la presencia de una variedad de climas (la variación de la temperatura disminuye 1°C por cada 180 m que la cordillera asciende). Por esta causa se tiene en Colombia tierras desde las más ardientes (secas o extremadamente húmedas), hasta los glaciales (con precipitaciones en forma de nieve), pasando por los templados, de acuerdo con la altitud relativa sobre el nivel del mar. Esto da lugar a los llamados pisos térmicos

Para su implementación dentro de la Guía, se toma el valor promedio de altura sobre el nivel del mar del conjunto de estaciones que caracterizan cada región,

obteniendo una cota característica para cada clima que se requiere modelar (Tabla 52).

Tabla 52 Altura sobre el nivel del mar para las seis regiones climáticas

Designación	Región	Altura sobre el nivel del mar (m)	Altura sobre el nivel del mar (pies)
R1	Fría seca y fría semihúmeda	2924	9593
R2	Templado seco y templado semihúmedo	2138	7015
R3	Cálido seco y cálido semihúmedo	511	1677
R4	Templado húmedo	1757	5765
R5	Calido húmedo	534	1752
R6	Calido muy húmedo	275	902

- **Profundidad del nivel freático (pies)**

Factor no considerado en el diseño de las estructuras de pavimento propuestas en el catálogo del INV, razón por la cual se adopta una profundidad cuyo valor no produzca afectación en la integridad de las mismas a fin de considerar las condiciones bajo las cuales se plantearon las alternativas formuladas. Un estudio de adaptación del método MEPDG en Argentina, establece que a una profundidad de 3 metros (aprox. 10 pies) la influencia de la tabla de agua es muy leve, por lo cual se adopta este valor como parámetro horario constante para todo el periodo de modelación climática (2 años).¹⁵

- **Temperatura promedio anual**

En términos generales, es un parámetro que para un mismo lugar permanece constante a través del año como consecuencia de la ubicación tropical del territorio y de la radiación solar uniforme que recibe. En Colombia la temperatura del aire está directamente influenciada por factores que modifican su

¹⁵ UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANJUAN - EICAM. Estudio y adaptación a condiciones locales del método NCHRP 1-37A para diseño de pavimentos rígidos – Experiencias de adaptación del método MEPDG en Argentina. San Juan (Arg), 2006 – 2007.

comportamiento como la altitud, la ubicación geográfica y las continuas corrientes y masas de aire que penetran el territorio.

La mayor parte del país presenta temperaturas que exceden los 24° C en especial en las regiones Caribe, Pacífica, Amazónica y la Orinoquía, que representan casi el 80% del territorio Colombiano. En la costa atlántica, la temperatura media oscila entre los 24° C y 28° C, sin embargo pueden registrarse temperaturas de hasta 30° C en la parte baja de la Guajira y al sur oriente de los departamentos del Atlántico y Sucre. Valores de temperatura por debajo de la media nacional, se presentan en la Región Andina donde los regímenes promedio son más complejos. Esto se debe a la presencia de los llamados pisos térmicos que se presentan con la disminución de la temperatura media del aire a medida que la altitud aumenta. En esta región se observan diferentes franjas de temperaturas desde muy altas en los valles interandinos como el Magdalena y el Cauca hasta temperaturas muy bajas como las registradas en el altiplano Cundiboyacense o de Nariño. Igualmente existen temperaturas bajo cero como las del macizo volcánico de la Cordillera Central o en el Nevado del Cocuy.

Para este parámetro se toma el valor promedio anual obtenido de los promedios mensuales registrados por las estaciones que caracterizan cada región climática (Tabla 53).

Tabla 53 Temperatura promedio anual para las seis regiones climáticas

Región	Rango de Temperatura (°C)	Temperatura media anual (°C)	Temperatura media anual (°F)
R1	< 13	11.10	51.98
R2	13 - 20	16.20	61.16
R3	20 - 30	25.90	78.62
R4	13 - 20	17.90	64.22
R5	20 - 30	25.00	77.00
R6	20 - 30	25.20	77.36

Este parámetro adicionalmente requiere ser modelado en forma horaria para cada uno de los días del periodo de modelación climática. Para esta caracterización se toma como referencia un estudio presentado durante el XVI Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología en la ciudad de Armenia en el año 2004, donde se expone un análisis llevado a cabo en 17 aeropuertos de Colombia acerca del comportamiento diurno promedio a largo plazo de parámetros como la humedad, la precipitación y la temperatura, soportado en 20 años de información (1973 – 1993).

Con respecto a la temperatura, dicho estudio evidencia un comportamiento inverso con respecto a los valores de humedad relativa tanto a nivel diurno como anual. En conclusión, los análisis de ciclo diurno muestran un comportamiento unimodal de la humedad relativa. Las mayores humedades se concentran entre las cuatro y las siete de la mañana coincidiendo con la salida del sol (temperaturas más bajas). Los valores mínimos de humedad se presentan entre las 13 y 16 horas del día que concuerda con el rango diario de máxima insolación y máxima temperatura.

Partiendo de esta premisa, para cada región climática se establece un comportamiento diario unimodal de temperatura con sus valores máximos a partir del mediodía y descensos durante la noche y madrugada. El promedio de todas las temperaturas horarias determina el promedio diario el cual corresponde al mismo valor de temperatura promedio mensual determinado de los registros de las estaciones que conforman cada región (ver anexos de información climática). La Figura 11 y Figura 12 muestra como ejemplo el comportamiento típico horario de temperatura y humedad determinado para la región R1.

Figura 11 Comportamiento diurno promedio de temperatura para la región climática R1

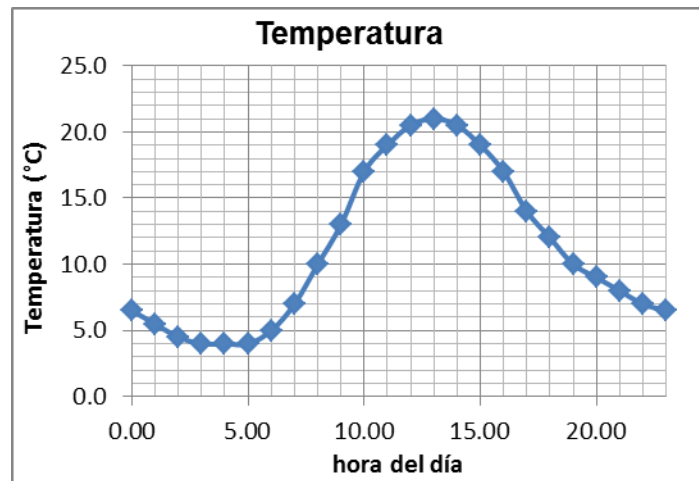
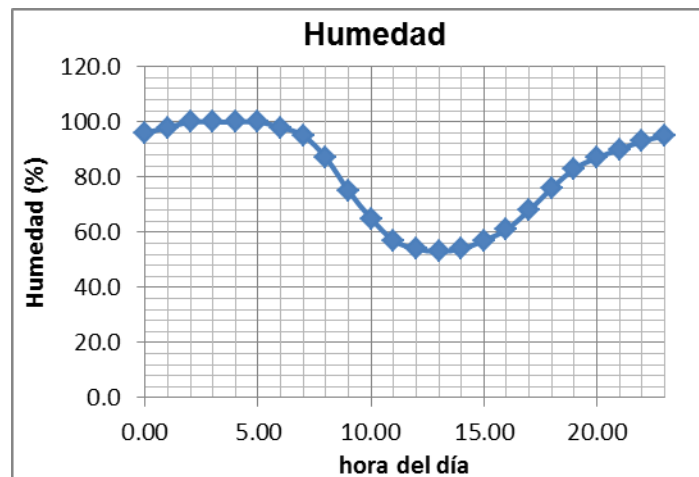


Figura 12 Comportamiento diurno promedio de humedad para la región climática R1



- **Días de congelamiento**

En países tropicales la ocurrencia de un fenómeno de congelamiento sólo es posible en zonas de muy alta montaña o de nieves perpetuas. La condición excepcional para este parámetro requiere de la no especificación de un valor, dado que no representa una condición de normal ocurrencia en nuestro medio

con lo cual se pierde el carácter de aplicación general que busca el presente trabajo.

De la misma forma que para el nivel freático, este es un factor que no es considerado en el diseño de las estructuras de pavimento propuestas en el catálogo del INV, por lo cual se obvia su aporte al modelo climático. Se adopta de esta forma un valor nulo.

- **Precipitación anual**

En Colombia el volumen anual de lluvias varía considerablemente entre las diferentes regiones. La ubicación geográfica, la presencia de las cordilleras y la influencia que tienen las corrientes continuas de aire húmedo que se originan en los océanos y en la Amazonía juegan un papel importante en la formación de la mayor parte de las lluvias.

En nuestro país se presentan dos regímenes o patrones de lluvias, uno denominado unimodal, caracterizado por un largo periodo de lluvias que es seguido por un periodo seco; este régimen se presenta principalmente en las zonas Sur, Norte y Occidental del país. El segundo régimen se denomina bimodal, se caracteriza por presentar dos periodos lluviosos intercalados por uno seco. Este régimen se manifiesta principalmente en la zona central.

En Colombia los niveles de lluvia son muy variables, con promedios que van desde los 500 mm anuales en la Guajira (muy seco), hasta los 12000 mm anuales en algunas regiones del Chocó (extremadamente lluvioso). En la región caribe las lluvias registran niveles entre 500 y 2000mm al año, siendo una de las zonas más secas en el país. Los llanos orientales y específicamente la Orinoquía presentan niveles muy variables de precipitación que pueden ir desde los 1500 mm al año hasta los 3500mm al año; mientras que en la Amazonía existen registros de

3000mm a 4000mm anuales. Por su parte la Región Andina presenta una gama muy amplia de niveles de lluvia que están influenciadas directamente por las condiciones del terreno y la altitud. Las lluvias en esta zona pueden ir desde los 1500mm anuales en los valles interandinos a los 4000 mm al año en los altiplanos y páramos andinos.

La información de precipitación requerida para los modelos de clima a implementar se determina a partir de la suma acumulada de los promedios mensuales registrados para cada región. La Tabla 54 detalla los promedios anuales de lluvia obtenidos.

Tabla 54 Precipitación anual para las seis regiones climáticas

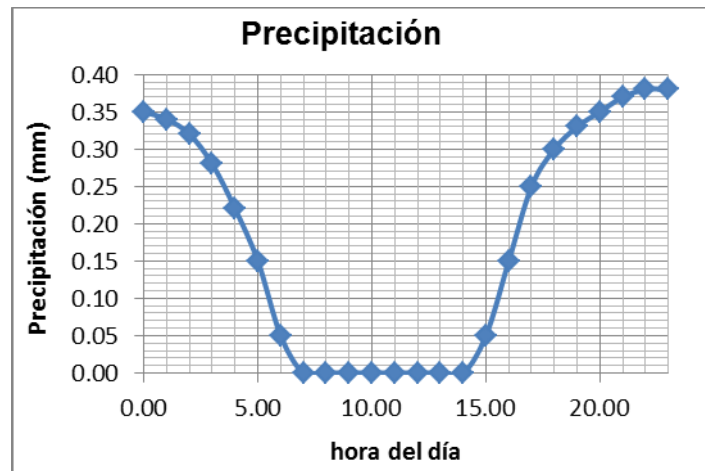
Designación	Rango precipitación media anual (mm)	Lluvia anual (mm)	Lluvia anual (in)
R1	< 2000	1004.00	39.53
R2	< 2000	1241.00	48.86
R3	< 2000	1320.00	51.97
R4	2000 - 4000	2485.00	97.83
R5	2000 - 4000	2678.00	105.43
R6	> 4000	5612.00	220.94

Al igual que la temperatura, este parámetro requiere ser modelado en forma horaria para cada uno de los días del periodo de modelación climática (2 años). Para esta caracterización se toma la misma referencia mencionada en el aparte de temperatura complementada con un estudio del Análisis de las precipitaciones horarias en Colombia llevado a cabo por el IDEAM y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en donde se establece una relación directa entre la humedad y la precipitación tanto para el ciclo anual como diurno.

Los análisis de ciclo diurno muestran una precipitación cuyo comportamiento es paralelo con la conducta de la humedad relativa. En general, la precipitación hace presencia durante los periodos de ascenso de humedad correspondiente a las

horas de la tarde, noche y madrugada de la jornada diaria, por lo cual se generaliza este comportamiento para los días de lluvia. La Figura 13 muestra como ejemplo el comportamiento típico horario de precipitación para un día de lluvia en la región climática R1.

Figura 13 Comportamiento diurno promedio de Precipitación (Clima R1)



La suma acumulada de lluvia horaria determina el total de precipitación diaria que a su vez equivale al cociente entre los promedios mensuales de cada región climática y el número promedio de días de lluvia de cada mes (ver anexos de información climática). De esta forma, para un mismo mes se presenta un modelo de precipitación igual para todos los días de lluvia.

- **Promedio mensual de humedad (%)**

En Colombia es un fenómeno bastante diverso y obedece a las características especiales que presentan cada una de sus regiones y localidades afectadas por factores tales como la altura, la temperatura, la vegetación, las masas de agua próximas o la ausencia de ellas, los vientos continentales y locales y las lluvias. En general, los datos revelan un comportamiento anual bimodal con máximos en los meses de abril, mayo, junio y septiembre, octubre y noviembre, que concuerda

con los máximos de precipitación anual. Este comportamiento de la humedad relativa se atribuye a la presencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). La influencia del ZCIT en toda la extensión del territorio nacional evidencia la presencia de bajas presiones en superficie lo que se manifiesta con cielo nublado, abundantes lluvias y condensación del vapor de agua, de aquí que su comportamiento vaya de la mano con la precipitación.

Las zonas colombianas con un mayor nivel de humedad son en su orden la costa Pacífica, la selva Amazónica, el Piedemonte Llanero, las márgenes del Orinoco y el Magdalena Medio. Por el contrario la zona con menor humedad es la Península de la Guajira.

Los promedios mensuales característicos de cada región de acuerdo a los registros mensuales promedio de sus estaciones, son los mostrados en la Tabla 55.

- **Vientos**

Hace referencia a la velocidad que alcanza esta variable meteorológica a 10 metros de altura, que es la norma internacional establecida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como estándar para la medición y seguimiento del viento.

Tabla 55 Promedios mensuales de humedad relativa para cada región climática

Promedios mensuales de humedad relativa mensual (%)						
mes	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Enero	81%	79%	76%	84%	79%	86%
Febrero	81%	79%	75%	84%	79%	85%
Marzo	82%	80%	75%	84%	79%	86%
Abril	84%	82%	77%	86%	82%	87%
Mayo	84%	82%	79%	86%	84%	88%
Junio	84%	80%	78%	85%	84%	88%
Julio	83%	78%	75%	83%	82%	88%
Agosto	82%	78%	75%	82%	81%	87%
Septiembre	82%	79%	77%	84%	82%	87%
Octubre	83%	82%	80%	86%	83%	88%
Noviembre	84%	82%	81%	87%	83%	88%
Diciembre	82%	81%	79%	86%	82%	88%

Colombia, por encontrarse geográficamente en plena zona de convergencia intertropical, está sometida a los vientos alisios que soplan del noreste en el hemisferio Norte y del sureste en el hemisferio Sur, aunque hay que aclarar que los vientos no tienen siempre exactamente estas direcciones. Los vientos alisios ejercen una fuerte influencia sobre las regiones planas del país, como en la llanura del Caribe, la Orinoquía y la Amazonía, en donde se observan circulaciones de aire bastante definidas en el transcurso del año. Por el contrario, en los valles interandinos y en las zonas montañosas, a pesar de percibirse una ligera influencia de los alisios, las condiciones del relieve y radiación solar, son quienes determinan en gran parte la dirección y velocidad del viento.

En el territorio colombiano, por el contraste mar-tierra en las costas y por el complejo relieve, se generan sistemas de circulación locales, en donde se destacan la brisa mar-tierra y los vientos valle – montaña. La brisa de mar-tierra se presenta en las proximidades de las costas. Frecuentemente al final de la mañana se establece un viento que sopla del mar hacia la tierra y al comienzo de la tarde

alcanza su máxima intensidad; después disminuye progresivamente y en la noche puede cesar o invertirse en una corriente dirigida de la tierra al mar. La brisa de valle-montaña se produce cuando las pendientes de las montañas se calientan por radiación solar y la temperatura del suelo se hace más alta que la del aire; así, se establece una corriente que sube por las montañas o colinas en días soleados. En la noche el suelo se enfría lo que ocasiona que el aire descienda de las montañas a los valles.

La valoración de esta variable para las regiones a modelar se determina a partir de mapas mensuales que ilustran el promedio de la velocidad del viento (isotacas) contruidos a partir de estaciones de referencia a lo largo y ancho del territorio nacional. Para una muestra escogida aleatoriamente del conjunto de estaciones que conforma cada tipo de clima, se obtiene los siguientes promedios mensuales de velocidad del viento (Tabla 56).

Tabla 56 Promedio mensual de velocidad del viento para cada región

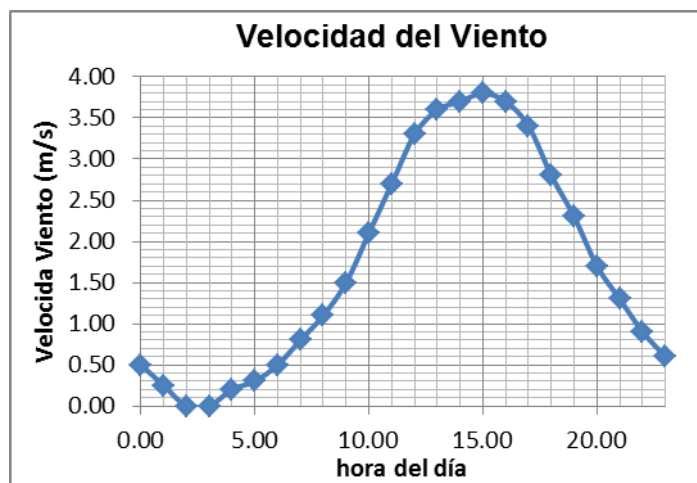
Velocidad del viento promedio mensual												
mes	R1		R2		R3		R4		R5		R6	
	m/s	mph	m/s	mph	m/s	mph	m/s	mph	m/s	mph	m/s	mph
Enero	1.72	3.85	2.11	4.72	2.74	6.13	1.98	4.43	2.29	5.12	1.86	4.16
Febrero	1.69	3.78	2.18	4.88	2.78	6.22	1.98	4.43	2.25	5.03	1.89	4.23
Marzo	1.61	3.60	1.88	4.21	2.84	6.35	1.80	4.03	2.23	4.99	1.83	4.09
Abril	1.56	3.49	1.98	4.43	2.64	5.91	1.85	4.14	2.03	4.54	1.72	3.85
Mayo	1.58	3.53	1.98	4.43	2.38	5.32	1.88	4.21	1.81	4.05	1.61	3.60
Junio	2.00	4.47	2.27	5.08	2.55	5.70	2.05	4.59	1.98	4.43	1.78	3.98
Julio	2.19	4.90	2.50	5.59	2.86	6.40	2.45	5.48	2.22	4.97	1.89	4.23
Agosto	2.11	4.72	2.39	5.35	2.80	6.26	2.18	4.88	2.25	5.03	2.06	4.61
Septiembre	1.61	3.60	2.05	4.59	2.37	5.30	1.88	4.21	1.81	4.05	1.69	3.78
Octubre	1.56	3.49	1.71	3.83	1.99	4.45	1.65	3.69	1.77	3.96	1.69	3.78
Noviembre	1.50	3.36	1.64	3.67	2.24	5.01	1.55	3.47	1.84	4.12	1.67	3.74
Diciembre	1.53	3.42	1.70	3.80	2.62	5.86	1.58	3.53	2.09	4.68	1.69	3.78

Este parámetro también requiere de una modelación horaria para lo cual se toma el comportamiento descrito en los párrafos anteriores para las brisas mar-tierra. La

Figura 14 muestra el comportamiento horario de velocidad del viento para la región climática R1.

El promedio de los datos horarios determina la velocidad promedio diaria, que a su vez equivale al promedio mensual obtenido de los registros para cada región climática (ver anexos de información climática). De esta forma, para un mismo mes se presenta un modelo de velocidad del viento igual para todos los días.

Figura 14 Comportamiento diurno promedio de velocidad del viento (Clima R1)



- **Radiación solar**

Hace referencia a la cantidad de energía proveniente de la radiación solar que incide por metro cuadrado de superficie horizontal sobre el territorio colombiano. Su valoración para el presente trabajo, es a partir de una colección de doce mapas (uno para cada mes del año) donde se ilustra una aproximación de los promedios diarios mensuales. Las medidas de intensidad se indican en los mapas mediante convenciones de colores de acuerdo a los rangos de magnitud de este parámetro en unidades de kilovatio hora. Los promedios diarios mensuales obtenidos para una muestra escogida aleatoriamente de las estaciones que conforman cada

región, son los mostrados en la Tabla 57. Este parámetro requiere ser especificado en forma diaria, por lo cual toma un valor contante para todos los días de un mismo mes que corresponde al mismo valor determinado mensualmente de los mapas de radiación.

- **Brillo solar**

Corresponde al número de horas de incidencia de los rayos solares sobre la superficie terrestre. Su determinación permite a su vez establecer el grado de nubosidad dada la relación inversa que existe entre estos dos factores climáticos. Para el cálculo del porcentaje de cielo claro requerido por la Guía de Diseño, se toma las horas de brillo solar registradas mensualmente por las estaciones que conforman cada región climática. A partir de este dato, se establece el periodo diario de irradiación solar dividiendo el total de horas mensuales entre el número de días que tiene cada mes. El valor resultante corresponde al porcentaje de brillo

Tabla 57 Promedios mensuales de radiación solar por tipo región

Promedios mensuales de radiación solar diaria (Wh/m2)						
mes	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Enero	4555.6	4517.9	4855.3	4350.0	4677.1	4333.3
Febrero	4694.4	4500.0	5144.7	4575.0	4875.0	4361.1
Marzo	4555.6	4482.1	5171.1	4425.0	4770.8	4305.6
Abril	4194.4	4178.6	4934.2	4375.0	4583.3	4111.1
Mayo	3972.2	4142.9	4802.6	4225.0	4322.9	4000.0
Junio	4000.0	4160.7	4800.0	4450.0	4395.8	4000.0
Julio	4611.1	4803.6	5513.2	4975.0	5052.1	4500.0
Agosto	4333.3	4339.3	5039.5	4500.0	4520.8	4055.6
Septiembre	4138.9	4285.7	4907.9	4550.0	4750.0	4333.3
Octubre	4027.8	4125.0	4592.1	4325.0	4500.0	4111.1
Noviembre	3833.3	4035.7	4355.3	4200.0	4020.8	3861.1
Diciembre	4305.6	4142.9	4434.2	4100.0	4079.2	3833.3

Solar con respecto al total de horas diarias durante el cual los rayos provenientes del sol tienen incidencia directa sobre el territorio colombiano (aprox. 12 horas). Dicho porcentaje corresponde al promedio diario, para todos los días del mes correspondiente. Con el objeto de categorizar los porcentajes obtenidos, se establecen unos rangos de acuerdo al número de horas calculadas según el procedimiento descrito, así:

Tabla 58 Rangos de porcentaje de brillo solar

Horas diarias de brillo solar	Porcentaje de brillo solar
0 - 2.4	20%
2.4 - 4.8	40%
4.8 - 7.2	60%
7.2 - 9.6	80%
9.6 - 12	100%

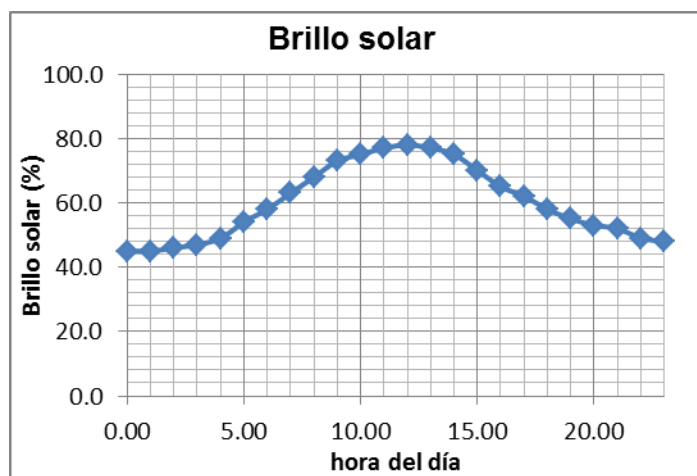
Para cada región climática se obtiene los siguientes resultados, Tabla 59:

Tabla 59 Porcentaje de brillo solar mensual por tipo de región

Brillo solar promedio									
mes	R1			R2			R3		
	hr/mes	hr/día	% B.S.	hr/mes	hr/día	% B.S.	hr/mes	hr/día	% B.S.
Enero	152.7	4.93	60.00	168.7	5.44	60.00	208.3	6.72	60.00
Febrero	124.5	4.37	40.00	136.2	4.78	40.00	176.7	6.20	60.00
Marzo	114.0	3.68	40.00	131.1	4.23	40.00	173.7	5.60	60.00
Abril	92.9	3.10	40.00	108.4	3.61	40.00	151.9	5.06	60.00
Mayo	96.8	3.12	40.00	114.0	3.68	40.00	156.7	5.05	60.00
Junio	94.6	3.15	40.00	118.7	3.96	40.00	162.8	5.43	60.00
Julio	110.2	3.55	40.00	140.1	4.52	40.00	187.5	6.05	60.00
Agosto	111.8	3.61	40.00	137.1	4.42	40.00	180.5	5.82	60.00
Septiembre	103.4	3.45	40.00	123.0	4.10	40.00	156.5	5.22	60.00
Octubre	102.5	3.31	40.00	118.6	3.83	40.00	155.2	5.01	60.00
Noviembre	112.6	3.75	40.00	125.6	4.19	40.00	164.3	5.48	60.00
Diciembre	138.4	4.46	40.00	153.9	4.96	60.00	189.1	6.10	60.00

Brillo solar promedio									
mes	R4			R5			R6		
	hr/mes	hr/día	% B.S.	hr/mes	hr/día	% B.S.	hr/mes	hr/día	% B.S.
Enero	139.8	4.51	40.00	179.5	5.79	60.00	103.7	3.35	40.00
Febrero	115.4	4.05	40.00	145.5	5.11	60.00	91.4	3.21	40.00
Marzo	111.5	3.60	40.00	134.3	4.33	40.00	90.0	2.90	40.00
Abril	97.2	3.24	40.00	118.2	3.94	40.00	85.7	2.86	40.00
Mayo	106.9	3.45	40.00	130.7	4.22	40.00	98.0	3.16	40.00
Junio	119.8	3.99	40.00	131.3	4.38	40.00	90.5	3.02	40.00
Julio	146.2	4.72	40.00	155.1	5.00	60.00	105.4	3.40	40.00
Agosto	142.3	4.59	40.00	155.9	5.03	60.00	106.3	3.43	40.00
Septiembre	119.4	3.98	40.00	143.7	4.79	40.00	95.2	3.17	40.00
Octubre	107.3	3.46	40.00	142.5	4.60	40.00	96.3	3.11	40.00
Noviembre	108.2	3.61	40.00	145.1	4.84	60.00	94.1	3.14	40.00
Diciembre	126.7	4.09	40.00	166.0	5.35	60.00	97.8	3.15	40.00

Figura 15 Comportamiento diurno promedio del brillo solar (clima R1)



El modelo horario para este parámetro se establece siguiendo un comportamiento diario unimodal similar al de la temperatura (relación directa entre ambos factores), ubicándose los valores máximos de brillo solar para el medio día y horas cercanas superiores a ésta (Figura 15).

2.3.2 Creación del archivo (*.icm). El Modelo Climático Integrado Mejorado (Enhanced Integrated Climatic Model, EICM) que trae consigo el software de la Guía, se encarga de elaborar los perfiles de humedad y de temperatura cuya variación y comportamiento influyen en el desempeño del pavimento durante su vida útil. Para ello se debe especificar las condiciones ambientales del lugar donde se desarrolla el proyecto lo cual se logra a través de un archivo de tipo climático con extensión .icm (input climate model).

El archivo .icm es generado a partir de una base de datos horaria que contiene la información necesaria para que pueda trabajar numéricamente el EICM. Este tipo de archivos debe poseer sus datos estructurados de la siguiente forma:

- Número de la estación climática, nombre o abreviación de la estación, localización (ciudad/región), elevación (ft), latitud, longitud, ubicación específica de la estación y número de meses de la base de datos.
- Fecha de inicio (año/mes/día) - Fecha de terminación (año/mes/día), que corresponde al periodo de años entre los cuales se tiene datos
- Longitud, latitud, elevación o cota (ft), profundidad del nivel freático anual (-1 si se utiliza por estaciones, en ft), profundidad del nivel freático en primavera, profundidad del nivel freático en verano, profundidad del nivel freático en otoño, profundidad del nivel freático en invierno, temperatura promedio anual (°F), días de congelamiento, precipitación anual (in) y promedio de humedad mensual (12 meses iniciando en enero, en %).

- Mes, día, año, salida y puesta del sol calculada a partir de la longitud y latitud, y radiación solar diaria (Wh/m²).
- Hora, temperatura (°F), precipitación (in), velocidad del viento (mph), porcentaje de radiación y profundidad del nivel freático en forma horaria (Ft).

Esta información debe consignarse por niveles en un archivo de texto en el mismo orden descrito anteriormente, correspondiendo cada nivel a los puntos indicados. En la Figura 16 se observa la creación de un archivo .icm para la región climática R1.

Figura 16 Creación de archivo (*.icm) para la región climática R1

```
#Station:Colombia, R1 - Elevation (ft):9593 - Latitude:4.6 - Longitude:-74.08 -
Location:Colombia - Months available data: 24
20100401-20120331
-74.08,4.6,9593,10,-1,-1,-1,-1,51.98,0,39.53,81,81,82,84,84,84,83,82,82,83,84,82
4 1 2010 5.9167 18.0833 4194.4
0 43.7 0 0.6711 35 10
1 41 0 0.4474 35 10
2 40.1 0 0 36 10
3 39.2 0 0 36 10
4 39.2 0 0.2237 37 10
5 40.1 0 0.4474 38 10
6 41.9 0 1.1185 39 10
7 44.6 0 1.7895 41 10
8 50 0 2.4606 43 10
9 55.4 0 3.3554 45 10
10 64.4 0 4.2502 46 10
11 69.8 0 5.5923 47 10
12 71.6 0 6.4871 48 10
13 71.6 0 7.1582 48 10
14 71.6 0 7.6056 47 10
15 69.8 0 7.8293 45 10
16 66.2 0 7.6056 42 10
17 60.8 0 7.3819 40 10
18 55.4 0 6.4871 38 10
19 51.8 0 5.5923 37 10
20 48.2 0 4.2502 36 10
21 45.5 0 3.3554 36 10
22 44.6 0 2.2369 35 10
23 43.7 0 1.6777 35 10
4 2 2010 5.9167 18.0833 4194.4
```

2.4 ESTRUCTURA

En este aparte se procede con la introducción de las alternativas de diseño propuestas en el catálogo del INV al software de la Guía de Diseño, caracterizando cada uno de los materiales constituyentes y los espesores especificados de acuerdo a los requerimientos de carga y clima previamente establecidos.

Adicionalmente, el presente módulo solicita información relacionada con el modelo de agrietamiento térmico, datos que deben suministrarse en la respectiva ventana una vez se complete las entradas requeridas para la mezcla asfáltica, pues de allí también se desprende información necesaria para la representación de este tipo de deterioro.

La información que soporta los datos de entrada requeridos por la Guía proviene de las especificaciones establecidas por el INV para cada uno de los tipos de material que conforma la estructura del pavimento. Se hace aclaración que dicha información corresponde a un nivel 2 y 3 de jerarquía en la entrada de datos, pues dichas normas establecen los requisitos mínimos que deben cumplir los materiales a utilizar para un pavimento en específico, características aplicables en un ámbito regional o nacional para cualquier tipo de proyecto.

2.4.1 Caracterización de las capas del pavimento

- **Absorción de onda corta para las capas superficiales**

Se adopta por defecto 0.9 que corresponde al valor promedio de los rangos establecidos para pavimentos asfálticos nuevos y pavimentos asfálticos desgastados.

2.4.1.1 Propiedades del material asfáltico

Mezcla asfáltica

Para los niveles jerárquicos ya mencionados, la Guía de Diseño utiliza la ecuación de predicción del módulo dinámico para determinar la curva maestra de la mezcla asfáltica. Para ello se requiere de la gradación del agregado, específicamente del % acumulado retenido en el tamiz No. 3/4", del % acumulado retenido en el tamiz No. 3/8", del % acumulado retenido en el tamiz No. 4" y el % que pasa el tamiz No. 200.

Las estructuras propuestas en el catálogo del INV establecen dos tipos de mezclas asfálticas (densas en frío y densas en caliente) cuya gradación está definida por las Especificaciones y Normas INV-07 en sus artículos 440 y 450 respectivamente. Los límites de granulometría establecidos según estas normas se detallan en las Tabla 60 y Tabla 61 y de ellas se deriva los datos requeridos en la metodología.

Tabla 60 Gradaciones para mezclas densas en frío

TIPO DE MEZCLA			% PASA - TAMIZ (U.S. Standard)									
			11/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 50	No. 200	Fondo
MEZCLAS DENSAS EN FRIO	MDF-1	MIN	100.0	80.0		62.0		45.0	35.0	13.0	3.0	
		MAX	100.0	95.0		77.0		60.0	60.0	23.0	8.0	
		PROM	100.0	87.5		69.5		52.5	47.5	18.0	5.5	
		% RETEN.		12.5		18.0		17.0	5.0	29.5	12.5	5.5
		% RET. ACUM.		12.5		30.5		47.5	52.5	82.0	94.5	100.0
	MDF-2	MIN		100.0	80.0		60.0	47.0	35.0	13.0	3.0	
		MAX		100.0	95.0		75.0	62.0	50.0	23.0	8.0	
		PROM		100.0	87.5		67.5	54.5	42.5	18.0	5.5	
		% RETEN.			12.5		20.0	13.0	12.0	24.5	12.5	5.5
		% RET. ACUM.			12.5		32.5	45.5	57.5	82.0	94.5	100.0
	MDF-3	MIN			100.0	80.0		50.0	35.0	13.0	3.0	
		MAX			100.0	95.0		65.0	50.0	23.0	8.0	
		PROM			100.0	87.5		57.5	42.5	18.0	5.5	
		% RETEN.				12.5		30.0	15.0	24.5	12.5	5.5
		% RET. ACUM.				12.5		42.5	57.5	82.0	94.5	100.0

Fuente, Especificaciones y Normas INV-07 - 2007)

2.4.1.1.1 Ligante asfáltico. La elaboración de la curva maestra de la mezcla asfáltica requiere adicionalmente determinar las características del aglutinante asfáltico. Los sistemas de pavimento propuestos en el catálogo establecen la utilización de emulsiones CRL-1 ó CRL-1h en el caso de mezclas densas en frío, y cemento asfáltico con grado convencional de penetración 60-70 ú 80-100 en caso de utilizar mezclas densas en caliente (situación más común en las estructuras a evaluar).

Tabla 61 Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente

TIPO DE MEZCLA			% PASA - TAMIZ (U.S. Standard)										
			11/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80	No. 200	Fondo
MEZCLAS DENSAS EN CALIENTE	MDC-1	MIN		100.0	80.0	67.0	60.0	43.0	29.0	14.0	8.0	4.0	
		MAX		100.0	95.0	85.0	77.0	59.0	45.0	25.0	17.0	8.0	
		PROM		100.0	87.5	76.0	68.5	51.0	37.0	19.5	12.5	6.0	
		% RETEN.			12.5	11.5	7.5	17.5	14.0	17.5	7.0	6.5	6.0
		% RET. ACUM.			12.5	24.0	31.5	49.0	63.0	80.5	87.5	94.0	100.0
	MDC-2	MIN			100.0	80.0	70.0	49.0	29.0	14.0	8.0	4.0	
		MAX			100.0	95.0	88.0	65.0	45.0	25.0	17.0	8.0	
		PROM			100.0	87.5	79.0	57.0	37.0	19.5	12.5	6.0	
		% RETEN.				12.5	8.5	22.0	20.0	17.5	7.0	6.5	6.0
		% RET. ACUM.				12.5	21.0	43.0	63.0	80.5	87.5	94.0	100.0
	MDC-3	MIN					100.0	65.0	43.0	16.0	9.0	5.0	
		MAX					100.0	87.0	61.0	29.0	19.0	10.0	
		PROM					100.0	76.0	52.0	22.5	14.0	7.5	
		% RETEN.						24.0	24.0	29.5	8.5	6.5	7.5
		% RET. ACUM.						24.0	48.0	77.5	86.0	92.5	100.0

Fuente, Especificaciones y Normas INV-07 - 2007

El artículo 400 de las Especificaciones y Normas INV-07 establece los criterios que debe seguirse para la utilización de uno u otro grado de penetración lo cual es función de las características climáticas de la región y las condiciones de operación de la vía (volumen de tráfico), Tabla 62.

Tabla 62 Tipo de cemento asfáltico a utilizar en mezclas en caliente

Tránsito de diseño		Clima		Tipo de capa	
No. Ejes equiv. 8.2 ton.	Nivel	Temp. media anual (°C)	Región	Rodadura e intermedia	Base
0.5 - 5.0 x 10 ⁶	T1-T4	< 15	R1	80-100	80-100
		15-24	R2-R4	60-70 ú 80-100	60-70 ú 80-100
		> 24	R3-R5-R6	60-70	60-70 ú 80-100
> 5.0 x 10 ⁶	T4-T9	< 15	R1	80-100	80-100
		15-24	R2-R4	60-70	60-70 ú 80-100
		> 24	R3-R5-R6	60-70	60-70

Fuente, Especificaciones y Normas INV-07 - 2007

Para las alternativas a evaluar, el cemento asfáltico forma parte de la capa de rodadura del pavimento, por lo cual se adopta los valores establecidos en dicha columna según las variables de tránsito y temperatura previamente establecidas.

2.4.1.2 Propiedades generales de la mezcla asfáltica. La principal propiedad de interés para los materiales asfálticos es el módulo dinámico (E^*). Este parámetro es función de la temperatura, de la tasa de aplicación de las cargas, de la edad, y características de la mezcla como la rigidez del aglomerante, gradación de agregados, contenido de ligante y volumen de vacíos.

- **Temperatura de referencia**

Para tomar en cuenta la temperatura y la tasa de aplicación de las cargas, se determina el módulo del concreto asfáltico para todos los niveles de análisis, a partir de una curva maestra construida a una temperatura de referencia de 21 °C (70°F).

- **Contenido efectivo de ligante (%)**

Representa el volumen total de asfalto menos la cantidad de asfalto perdido por absorción dentro de las partículas del agregado. Es la porción del contenido total

de asfalto que se queda como una capa en el exterior de la partícula de agregado y que gobierna el desempeño de una mezcla asfáltica.

- **Vacíos con aire (%)**

Para una mezcla asfáltica compactada consiste en los pequeños espacios de aire entre las partículas de agregado.

El artículo 450 de las Especificaciones y Normas INV-07 establece los criterios para la definición preliminar del porcentaje óptimo de asfalto en una mezcla, y en ellas se define los porcentajes óptimos de los conceptos descritos anteriormente. A partir de este artículo se desprende las siguientes tablas de las cuales se calcula el contenido de asfalto efectivo solicitado en el software.

Para los niveles de tránsito especificados, se escoge el valor promedio de los rangos establecidos para la capa de rodadura.

Tabla 63 Porcentaje de volumen de vacíos con aire para el diseño de mezcla asfálticas en caliente

Parámetro volumétrico		Niveles de tráfico					
		T1 - T4			T4 - T9		
VACÍOS CON AIRE (Va) %	TIPO	MIN	MAX	PROM	MIN	MAX	PROM
	RODADURA	3.00	5.00	4.00	4.00	6.00	5.00
	INTERMEDIA	4.00	8.00	6.00	4.00	7.00	5.50
	BASE	5.00	9.00	7.00	5.00	8.00	6.50

Fuente, Especificaciones y Normas INV-07 - 2007

Para capas de rodadura e intermedias, el artículo 450 expresa una relación volumétrica a partir de la cual se despeja el volumen efectivo de ligante asfáltico en porcentaje. Dicha relación se expresa en la Ecuación 35,

Ecuación 35

$$\% \text{ de vacíos llenos de asfalto (VFA)} = \frac{\text{Volumen efectivo de asfalto}}{\text{Vacíos en los agregados minerales (VAM)}} \times 100$$

Los valores proporcionados por la norma para los porcentajes de vacíos llenos de asfalto (VFA) y vacíos en los agregados minerales (VAM) se establecen en las Tabla 64 y Tabla 65.

Tabla 64 Porcentaje de vacíos llenos de asfalto para el diseño de mezcla asfálticas en caliente

Parámetro volumétrico		Niveles de tráfico					
		T1 - T4			T4 - T9		
VACIOS LLENOS DE ASFALTO (VFA) %	TIPO	MIN	MAX	PROM	MIN	MAX	PROM
	MDC1	65.00	78.00	71.50	65.00	75.00	70.00
	MDC2	65.00	78.00	71.50	65.00	75.00	70.00
	MDC3	65.00	78.00	71.50	65.00	75.00	70.00

Tabla 65 Porcentaje de vacíos en los agregados minerales para el diseño de mezcla asfálticas en caliente

VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VAM) %	TIPO	T1 - T4	T4 - T9
	MDC1	≥ 14.00	≥ 14.00
	MDC2	≥ 15.00	≥ 15.00
	MDC3	≥ 16.00	≥ 16.00

Fuente, Especificaciones y Normas INV-07 - 2007

El porcentaje efectivo promedio de ligante obtenido para los diferentes tipos de MDC son los siguientes, Tabla 66.

Tabla 66 Porcentaje de volumen efectivo de asfalto para el diseño de mezcla asfálticas en caliente

VOLUMEN DE ASFALTO EFECTIVO %	TIPO	T1 - T4	T4 - T9
	MDC1	10.01	9.80
	MDC2	10.73	10.50
	MDC3	11.44	11.20

- **Peso unitario total (pcf)**

También denominado densidad, es la propiedad que hace referencia a la masa por unidad de volumen de la mezcla asfáltica. Para diferentes porcentajes en el contenido de asfalto se obtienen los siguientes valores de peso unitario para MDC tipo 1 y 2.

Tabla 67 Pesos unitarios promedio para MDC tipo 1 y 2

Peso unitario (g/cm³)		
% de asfalto	MDC - 1	MDC - 2
4.0	2.15	
4.5	2.17	2.14
5.0	2.18	2.16
5.5	2.21	2.18
6.0	2.22	2.20
6.5	2.23	2.21
7.0		2.22
Promedios	2.19	2.19

Fuente, Estudio de las mejoras mecánicas de mezcla asfálticas con desechos de llanta - 2002

Se adopta para la evaluación de las estructuras a modelar un peso unitario de la mezcla asfáltica equivalente a 2.19 g/cm³ (137 lb/ft³).

- **Relación de Poisson**

La relación de Poisson para materiales bituminosos está en el rango de 0.15 a 0.50 y es función de la temperatura. Para el análisis, se puede considerar satisfactoriamente el uso de correlaciones o valores típicos asumidos (Nivel 3). Valores característicos de este parámetro para mezclas densas en caliente se muestran en la Tabla 68.

Tabla 68 Relaciones de Poisson típicas para MDC

Temperatura		Región	μ
°C	°F		
4 - 21	40 - 70	R1 - R2 - R4	0.25
21 - 38	70 - 100	R3 - R5 - R6	0.35

Fuente, La Nueva Guía para el diseño Empírico Mecanístico de Pavimentos - 2005

Según la región a la que corresponda la estructura a evaluar, se adopta los valores descritos en la anterior tabla.

- **Conductividad térmica del asfalto (K)**

Para un nivel 3 de información, se seleccionan valores típicos de diseño correspondiente a datos históricos de agencias. Para el concreto asfáltico dicho parámetro varía en un rango de 0.44 a 0.81 BTU/ (ft)(hr)(°F). Se escoge por defecto el valor proporcionado por el software, 0.67 BTU/ (ft)(hr)(°F).

- **Capacidad calórica (Q)**

Para un nivel 3 de información, se seleccionan valores típicos de diseño correspondiente a datos históricos de agencias. Para el concreto asfáltico dicho parámetro varía en un rango de 0.22 a 0.40 BTU/ (lb)(°F). Se escoge por defecto el valor proporcionado por el software, 0.23 BTU/ (lb)(°F).

2.4.1.3 Capas granulares

- **Módulo resiliente (Mr)**

Para un nivel 2 de información, se usan correlaciones generales que describen la relación entre diferentes propiedades del suelo y el Mr. Para el presente estudio se toma como parámetro de referencia el CBR, de cuyos valores mínimos

establecidos para capas granulares de base y subbase, se obtiene los módulos resilientes mediante la utilización de la Ecuación 36 establecida por la Guía de Diseño.

Ecuación 36

$$Mr(psi) = 2555(CBR)^{0.64}$$

El artículo 300 de las Especificaciones y Normas INV-07 establece las disposiciones generales para los materiales de base y subbase granular. Dentro de los requisitos de calidad solicitados, se establece los CBR mínimos según el tipo de capa y tránsito de diseño especificado. A partir de estos valores se obtienen los módulos resilientes descritos en la Tabla 69.

Tabla 69 Relación entre CBR y Módulo Resiliente para capas de base y subbase

Correlación entre CBR y Mr	Niveles de tráfico			
	T1-T4		T4-T9	
	Subbase granular	Base granular	Subbase granular	Base granular
CBR (%)	≥ 30	≥ 80	≥ 30	≥ 100
Mr (psi)	≥ 22529	≥ 42205	≥ 22529	≥ 48685

▪ Módulo de Poisson

Es un dato requerido para el cálculo de los modelos de respuesta estructural, aunque su efecto no es muy significativo. En consecuencia este parámetro muy rara vez se mide y a menudo se asume. El valor para materiales granulares no ligados típicamente se encuentra entre 0.2 y 0.45.

- **Coeficiente de presión lateral (Ko)**

Para materiales granulares no ligados, varía en un rango típico de 0.40 a 0.60. Para efectos de análisis, se toma su valor promedio, 0.50. La Ecuación 37 relaciona la presión lateral de tierras (Ko) y el módulo de Poisson (μ), permitiendo obtener el valor para este último correspondiendo a 0.33.

Ecuación 37

$$K_0 = \frac{\mu}{1 + \mu}$$

- **Índice de Plasticidad y límite líquido**

La Tabla 70 establece los valores de IP según el tipo de capa y nivel de tránsito, de acuerdo a lo establecido en el artículo 300 de las Especificaciones y Normas INV-07.

Tabla 70 Índices para capas granulares no ligadas

Parámetro	Niveles de tráfico			
	T1-T4		T4-T9	
	Subbase granular	Base granular	Subbase granular	Base granular
Límite líquido (%)	≤ 40	-	≤ 40	-
Índice de plasticidad (%)	≤ 6	0	≤ 6	0

Fuente, Especificaciones y Normas INV-07 - 2007

- **Análisis granulométrico**

La información del análisis granulométrico requerido es el porcentaje de material pasante de la malla No. 4, el porcentaje de material pasante de la malla No. 200 y

el diámetro de la malla en mm en la cual pasa el 60% del material (D_{60}). Esta información se deriva de las especificaciones INV-07, artículo 320 para subbases y artículo 330 para bases granulares. Las franjas granulométricas para estas capas de soporte se detallan en la Tabla 71 y Tabla 72 respectivamente.

Tabla 71 Franja granulométrica para subbases granulares

Granulometría Sub-Base Granular			Porcentaje que pasa %					
			SBG-1			SBG-2		
TAMIZ	Nornal	Alternativo	MIN	MAX	PROM	MIN	MAX	PROM
	50.0 mm	2"	100.00		100.00	0.00		0.00
	37.5 mm	1 1/2"	70.00	95.00	82.50	100.00		100.00
	25.0 mm	1"	60.00	90.00	75.00	75.00	95.00	85.00
	12.5 mm	1/2"	45.00	75.00	60.00	55.00	85.00	70.00
	9.5 mm	3/8"	40.00	70.00	55.00	45.00	75.00	60.00
	4.75 mm	No. 4	25.00	55.00	40.00	30.00	60.00	45.00
	2.0 mm	No. 10	15.00	40.00	27.50	20.00	45.00	32.50
	425.0 μ m	No. 40	6.00	25.00	15.50	8.00	30.00	19.00
	75.0 μ m	No. 200	2.00	15.00	8.50	2.00	15.00	8.50

Fuente, Especificaciones y Normas INV-07 - 2007

Según esta granulometría, la subbase se clasifica como un material A-2-4 de acuerdo al sistema AASHTO, o como una grava limosa mal gradada (GP-GM) según el sistema SUCS.

Tabla 72 Franja granulométrica para bases granulares

Granulometría Base Granular			Porcentaje que pasa %					
			BG-1			BG-2		
TAMIZ	Nornal	Alternativo	MIN	MAX	PROM	MIN	MAX	PROM
	37.5 mm	1 1/2"	100.00		100.00	0.00		0.00
	25.0 mm	1"	70.00	100.00	85.00	100.00		100.00
	19.0 mm	3/4"	60.00	90.00	75.00	70.00	100.00	85.00
	9.5 mm	3/8"	45.00	75.00	60.00	50.00	80.00	65.00
	4.75 mm	No. 4	30.00	60.00	45.00	35.00	65.00	50.00
	2.0 mm	No. 10	20.00	45.00	32.50	20.00	45.00	32.50
	425.0 μ m	No. 40	10.00	30.00	20.00	10.00	30.00	20.00
	75.0 μ m	No. 200	5.00	15.00	10.00	5.00	15.00	10.00

Fuente, Especificaciones y Normas INV-07 - 2007

Según esta granulometría, la base se clasifica como un material A-1-a de acuerdo al sistema AASHTO, o como una grava bien gradada (GW) según el sistema SUCS.

Parámetros como el máximo peso unitario seco, el contenido óptimo de humedad, la gravedad específica de los sólidos, la conductividad hidráulica saturada y el grado de saturación, son calculados internamente por el software a partir de correlaciones establecidas en función del índice de plasticidad y de la gradación, los que permite clasificar esta información dentro de un Nivel 2.

2.4.1.4 Capas de subrasante. Para la caracterización de la subrasante se requiere de la misma información detallada anteriormente para las capas granulares no ligadas, sin embargo la gran diversidad de suelos existentes (para Colombia se han identificado 25 grupos) hace necesario con fines de diseño estructural, agruparlos en cinco categorías de acuerdo a su valor de resistencia (Tabla 73). A partir de los valores de resistencia se identifica el tipo de suelo y con ello sus índices, granulometría característica y demás parámetros requeridos por el EICM para el análisis.

Con el objeto de modelar la condición más crítica, se escoge el menor valor de módulo resiliente para cada uno de los cinco rangos establecidos (Tabla 5), determinando a partir de éste el tipo de suelo según relación establecida en la Guía de Diseño (Anexo 5.12 - 1.11 VALORES TÍPICOS DE MÓDULO RESILIENTE PARA MATERIALES GRANULARES NO LIGADOS Y DE SUBRASANTE). La Tabla 73 presenta los suelos de subrasante que se caracterizan por presentar los rangos de resistencia establecidos en el catálogo de estructuras. Esto tipo de información se clasifica dentro de un Nivel 3.

Tabla 73 Tipo de suelos según su resistencia

Tipo de Suelo	Módulo Resiliente		Clasificación del Suelo	
	kg/cm ²	psi	AASHTO	SUCS
S1	300	4267	A-7-6	CH
S2	500	7112	A-7-6	CH
S3	700	9956	A-7-5	MH
S4	1000	14223	A-6	CL
S5	1500	21335	A-5	ML

Fuente, La Nueva Guía para el diseño Empírico Mecanístico de Pavimentos - 2005

A partir de esta clasificación, el software internamente determina las propiedades del suelo requeridas para el análisis.

Para el material de subrasante se maneja los mismos valores de módulo de Poisson ($\mu = 0.33$) y presión lateral de tierras ($K_o = 0.5$) establecidos para las capas de base y subbase.

2.4.2 Agrietamiento térmico. Para predecir el agrietamiento térmico se requiere de propiedades adicionales que junto con el clima determinan el desarrollo y progreso de este tipo de falla. Las propiedades de la mezcla que se requieren para predecir el agrietamiento térmico son:

- **Resistencia a la tensión**

Es un indicativo de la resistencia a la tensión del material cuando es sometido a una prueba de tracción indirecta a una temperatura de 14 °F.

- **Deformación bajo flujo plástico**

Es un indicativo de la deformación del material cuando éste es sometido a una prueba de tracción indirecta bajo niveles de esfuerzo que mantienen al material en el rango viscoelástico a temperaturas de -4, 14 y 32 °F.

Para un Nivel 3 de información, la Guía de Diseño establece el uso de los valores mostrados en la Tabla 74, los cuales varían según el tipo de ligante.

- **Coeficiente de contracción térmica**

El coeficiente de contracción térmica de la mezcla asfáltica es un factor importante para determinar el potencial de agrietamiento térmico en esta capa. Mide la magnitud de contracción que experimenta el material con la disminución de los niveles de temperatura. Se puede introducir este valor directamente o se puede utilizar el valor calculado internamente por el software a través de propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica (porcentaje de vacíos del agregado mineral en volumen VMA) y el coeficiente de contracción térmica de los agregados.

Tabla 74 Deformación de flujo plástico y resistencia a la tensión según el tipo de ligante

Tipo de ligante	Tiempo (sec)	Deformación Flujo Plástico (1/Gpa)			Resistencia a la Tensión a 14°F (psi)
		-4°F	11°F	32°F	
Grado de penetración 85-100	1	0.041	0.060	0.077	444
	2	0.043	0.061	0.090	
	5	0.048	0.076	0.113	
	10	0.049	0.085	0.127	
	20	0.053	0.094	0.152	
	50	0.055	0.116	0.197	
	100	0.058	0.132	0.246	
Grado de penetración 60-70	1	0.030	0.035	0.062	370
	2	0.032	0.039	0.068	
	5	0.035	0.043	0.080	
	10	0.037	0.047	0.091	
	20	0.039	0.051	0.108	
	50	0.041	0.057	0.137	
	100	0.045	0.059	0.163	

Fuente, Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures – 2004

Para el análisis se opta por esta última opción, en la cual el software calcula implícitamente el valor de VMA y establece por defecto un valor del coeficiente de contracción para los agregados ($5.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{F}$), el cual es acorde a valores establecidos en varios tipos de agregado según su origen (Tabla 75).

Tabla 75 Coeficiente de contracción térmica en agregados minerales

Tipo de agregado	Coeficiente de contracción térmica, $10^{-6}/^\circ\text{F}$
Granitos y gneis	3.2 - 5.3
Sienitas, Dioritas, Andesitas, Basaltos, Gabros, Diabasa	3.0 - 4.5
Dolomitas	3.9 - 5.5
Areniscas	5.6 - 6.7
Arenas y gravas de cuarzo	5.5 - 7.1
Cuarcita, sílico-calcáreo	6.1 - 7.0

Fuente, Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures – 2004

Los parámetros de absorción superficial de onda corta, conductividad térmica y capacidad calórica, también requeridos para el análisis de agrietamiento térmico, ya fueron definidos en numerales anteriores.

3. CARTAS DE DISEÑO – MODELOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presenta los resultados obtenidos del modelamiento realizado a las alternativas de diseño propuestas en el catálogo de estructuras del INV para medios y altos volúmenes de tránsito.

Se pretende determinar la viabilidad de las estructuras estableciendo la progresión de sus deterioros para el periodo de diseño respectivo, comprobando si se supera los límites admisibles especificados para una confiabilidad del 90%. Para este propósito se presenta en las siguientes páginas los resultados obtenidos del análisis empírico-mecanicista realizado por el software MEPDG de la Guía de Diseño 2002.

Para cada una de las alternativas se presenta las condiciones iniciales de entrada (espesor de las capas que componen la estructura, tipo de material, periodo de diseño, clima, resistencia de la subrasante y tránsito de diseño en número de ejes equivalentes de 8.2 ton.), los criterios de desempeño en donde se establecen las condiciones límite (valores admisibles) para los tipos de deterioro especificados con un grado de confiabilidad del 90 %, y finalmente el valor obtenido para éstos una vez se corre el modelo para las condiciones iniciales establecidas.

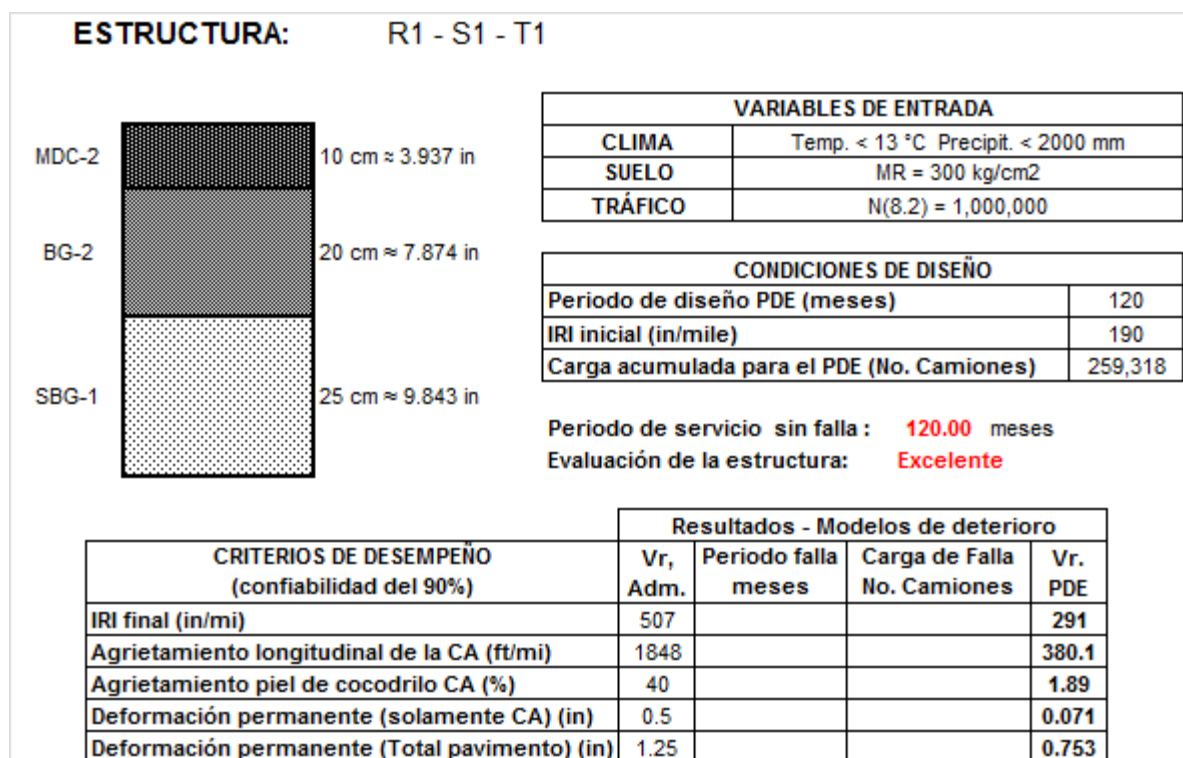
Para cada sistema evaluado se determina:

- El valor de cada modelo de deterioro al final de su periodo de diseño (Vr. PDE).
- El periodo de tiempo para el cual un modelo en específico supera el límite admisible de deterioro establecido (Periodo de falla).

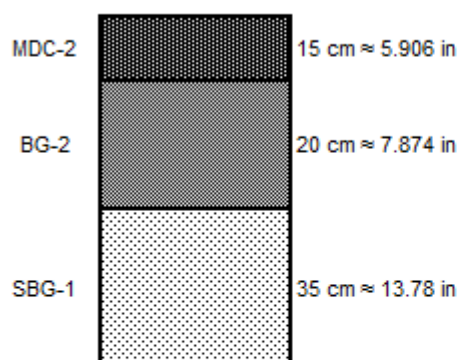
- La carga que produce la falla de la estructura según el modelo de deterioro analizado (Carga de falla).

Al final del capítulo se presenta un análisis que pretende proporcionar en forma compilada los resultados obtenidos y esquematizar visualmente las tendencias en el comportamiento de los diseños evaluados para las variables manejadas en el análisis. Se quiere ofrecer una herramienta de fácil comprensión que permita obtener una lectura apropiada de los resultados obtenidos.

3.1 CARTA DE DISEÑO No. 1



ESTRUCTURA: R1 - S1 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

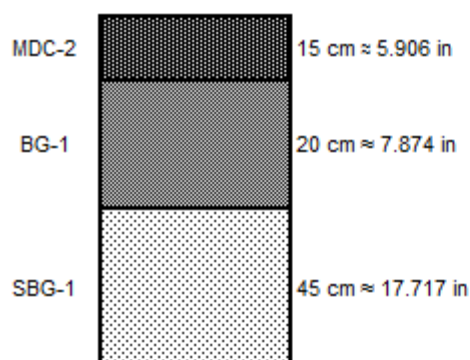
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : 180.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			268.55
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			541.62
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			6.67
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.174
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.902

ESTRUCTURA: R1 - S1 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

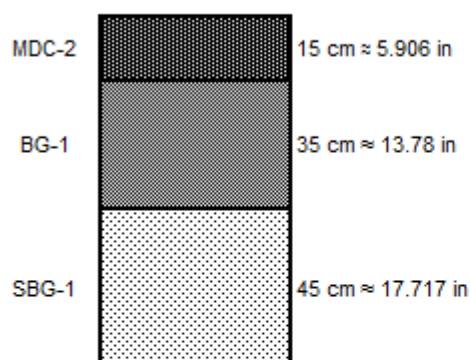
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : 180.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			281.14
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1721.0
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			22.77
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.257
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.157

ESTRUCTURA: R1 - S1 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

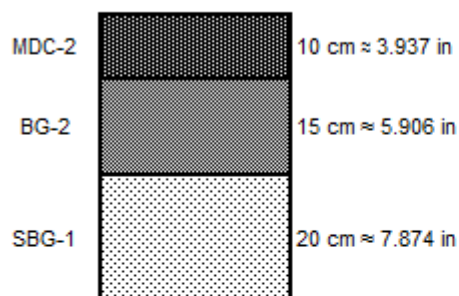
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **176.00** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			303.04
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	184.09	4,324,740.71	2141.6
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			26.87
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.432
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	176.00	4,067,080.00	1.391

ESTRUCTURA: R1 - S2 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

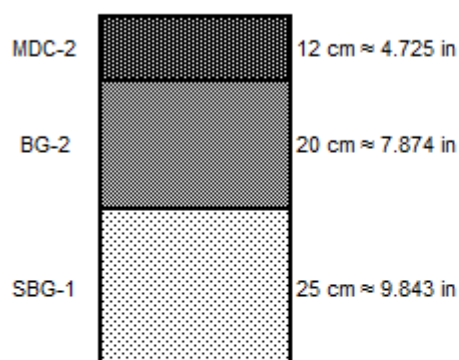
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			286.76
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			792.0
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			2.09
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.069
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.645

ESTRUCTURA: R1 - S2 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

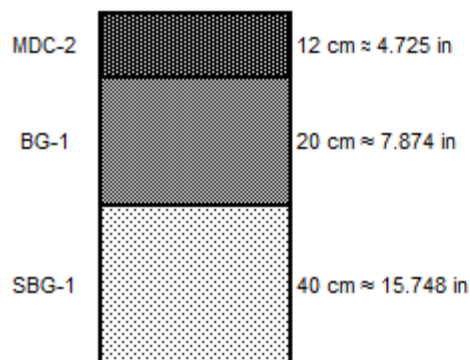
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			266.97
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1412.9
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			20.90
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.168
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.824

ESTRUCTURA: R1 - S2 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

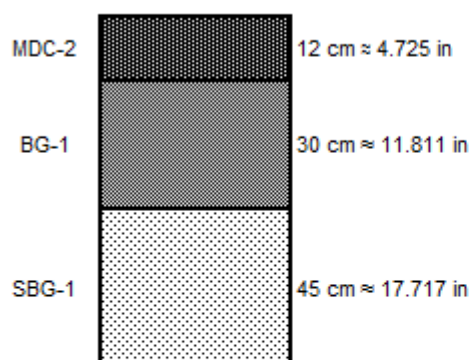
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **53.90** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			281.12
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	53.90	572,125.46	3082.0
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			27.80
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.250
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.070

ESTRUCTURA: R1 - S2 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

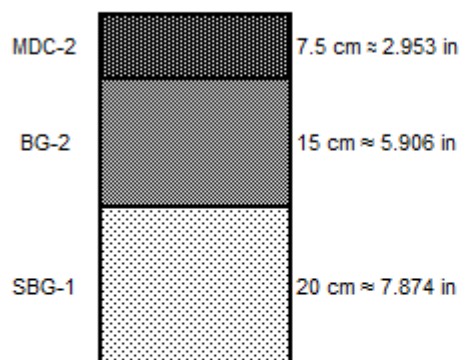
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **49.18** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			307.75
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	49.18	886,403.43	3796.5
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			37.51
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.416
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	206.79	5,088,880.00	1.316

ESTRUCTURA: R1 - S3 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

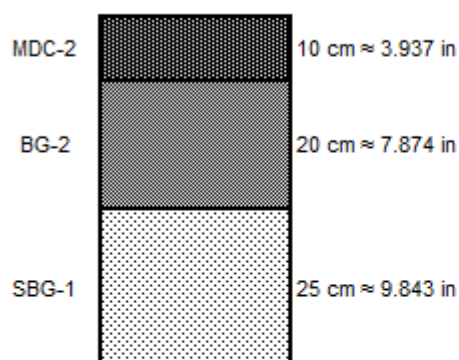
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			287.20
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			922.1
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.71
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.074
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.664

ESTRUCTURA: R1 - S3 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

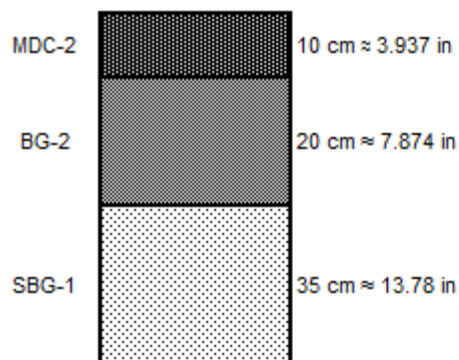
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **151.74** meses

Evaluación de la estructura: **Aceptable**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			267.46
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	151.74	1,198,873.64	2037.0
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			22.68
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.171
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.810

ESTRUCTURA: R1 - S3 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

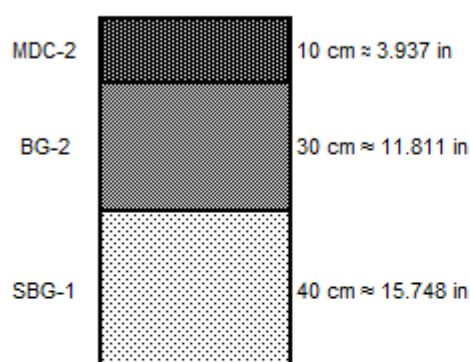
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **39.70** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			282.11
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	39.70	410,274.81	3517.6
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			30.71
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.253
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.037

ESTRUCTURA: R1 - S3 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

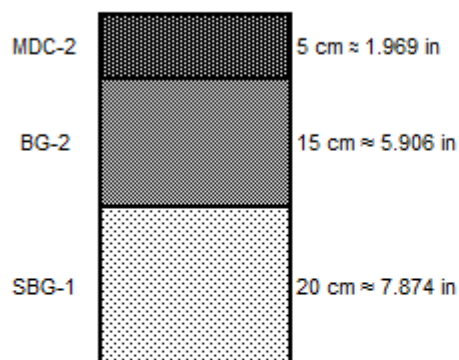
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **48.18** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			310.28
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	48.18	866,463.44	3893.3
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			42.81
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.419
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	229.03	5,901,457.24	1.272

ESTRUCTURA: R1 - S4 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

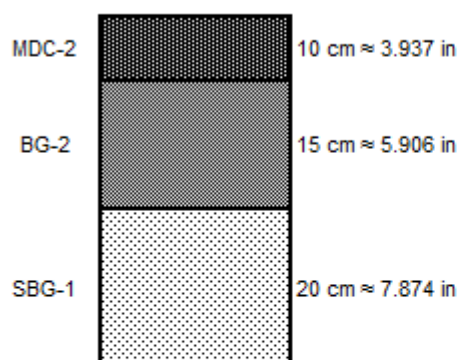
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			288.73
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			395.9
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.46
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.071
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.715

ESTRUCTURA: R1 - S4 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

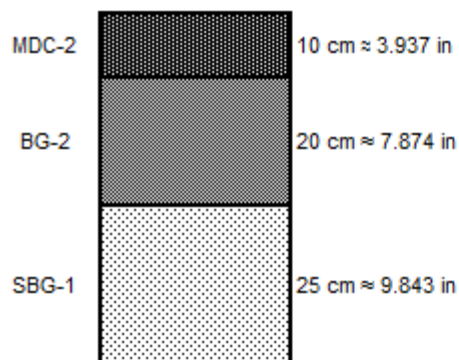
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **64.22** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			266.43
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	64.22	407,080.64	2962.0
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			23.97
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.170
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.775

ESTRUCTURA: R1 - S4 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

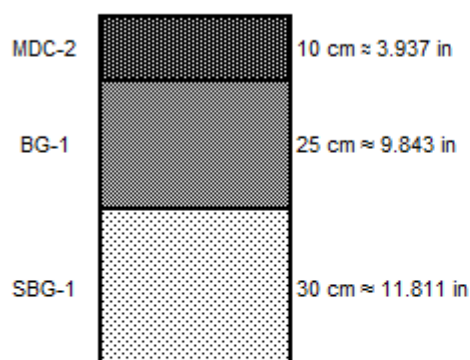
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **27.02** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			278.78
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	27.02	272,817.13	4188.2
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			30.61
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.254
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.971

ESTRUCTURA: R1 - S4 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

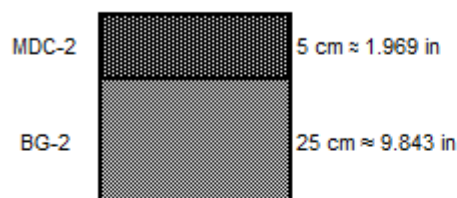
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : 15.54 meses

Evaluación de la estructura: Deficiente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			315.56
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	15.54	263,879.79	7067.8
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40	169.45	3,863,224.00	51.51
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.411
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.237

ESTRUCTURA: R1 - S5 - T1



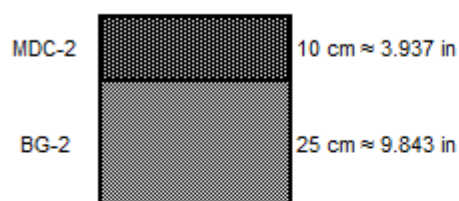
VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : 120.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			282.29
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			535.7
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.45
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.075
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.574

ESTRUCTURA: R1 - S5 - T4


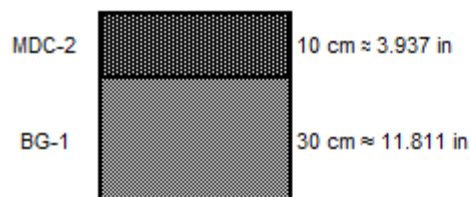
VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **122.32** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			257.62
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	122.32	895,806.61	2273.9
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			20.88
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.179
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.644

ESTRUCTURA: R1 - S5 - T6


VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

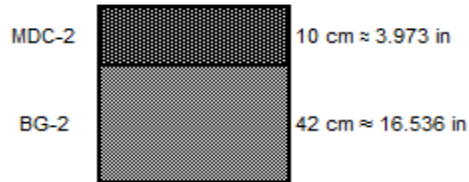
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **30.66** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			271.33
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	30.66	311,798.33	4002.0
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			28.91
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.267
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.852

ESTRUCTURA: R1 - S5 - T9



CLIMA	Temp. < 13 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

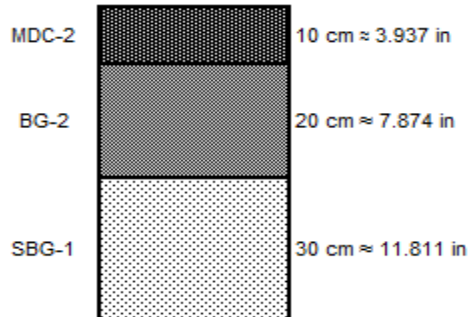
Periodo de servicio sin falla : **35.81** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			295.47
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	35.81	629,132.65	4518.8
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			37.81
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.437
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.077

3.2 CARTA DE DISEÑO No. 2

ESTRUCTURA: R2 - S1 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

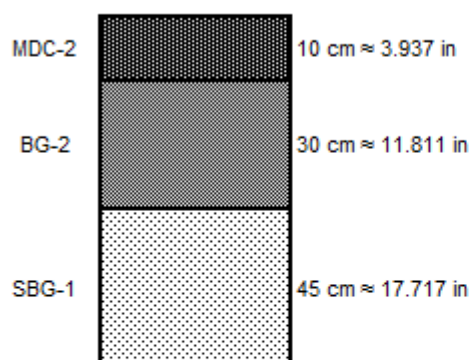
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			291.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			406.6
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.9
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.078
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.755

ESTRUCTURA: R2 - S1 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

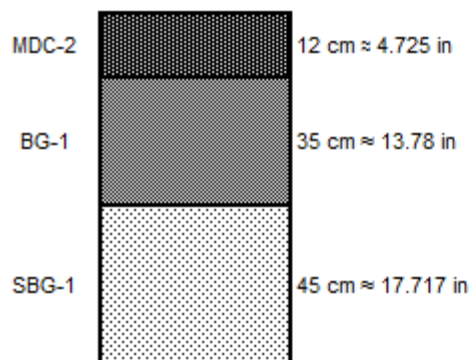
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : 180.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			274.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			761.5
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			21.51
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.194
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.977

ESTRUCTURA: R2 - S1 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

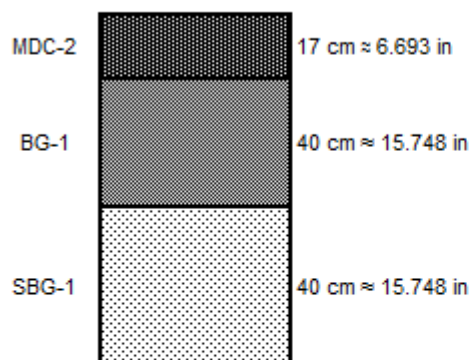
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : 180.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			284.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1833.4
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			25.4
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.277
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.176

ESTRUCTURA: R2 - S1 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

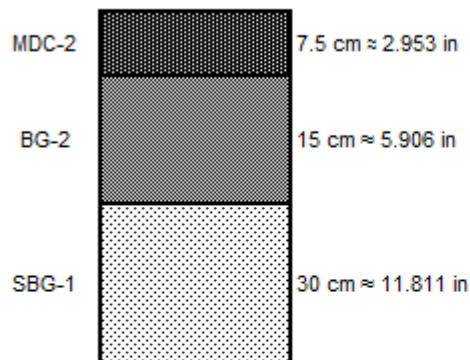
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **201.91** meses

Evaluación de la estructura: **Aceptable**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			298.8
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1660.9
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			23.3
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.43
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	201.91	4,918,794.35	1.329

ESTRUCTURA: R2 - S2 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

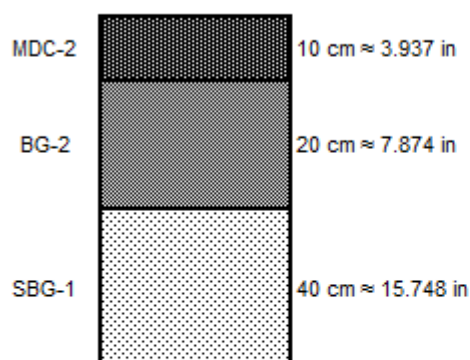
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			290.5
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			723.1
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.75
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.082
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.735

ESTRUCTURA: R2 - S2 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

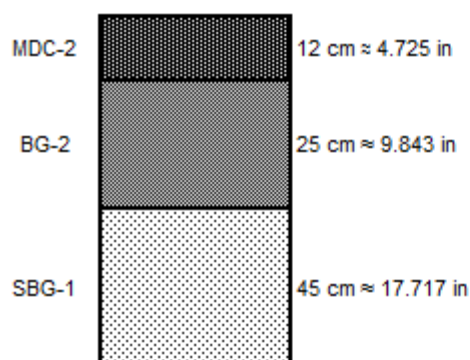
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			272
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1747
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			22.95
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.187
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.899

ESTRUCTURA: R2 - S2 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

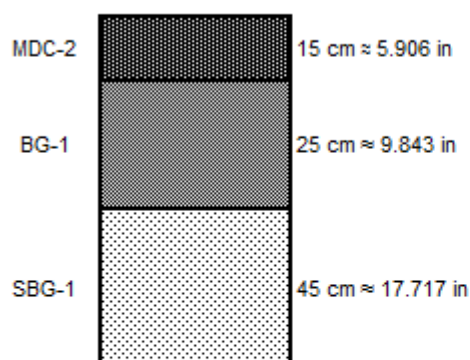
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **90.25** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			279
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	90.25	1,026,453.53	2546
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			25.21
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.272
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.052

ESTRUCTURA: R2 - S2 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

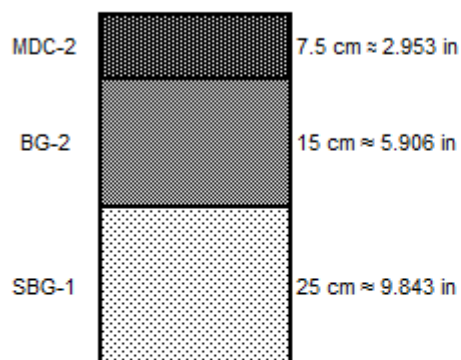
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **56.71** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			299.7
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	56.71	1,037,412.89	3514
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			28.71
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.424
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	230.08	5,941,883.85	1.266

ESTRUCTURA: R2 - S3 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

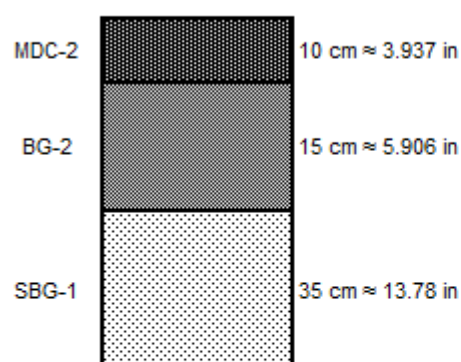
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			288
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			912.5
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.73
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.08
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.678

ESTRUCTURA: R2 - S3 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

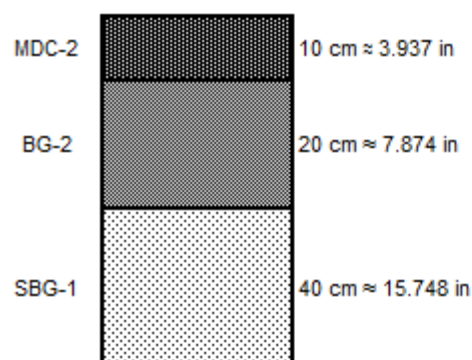
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **84.85** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			270.9
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	84.85	565,295.78	2666
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			24.39
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.185
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.857

ESTRUCTURA: R2 - S3 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

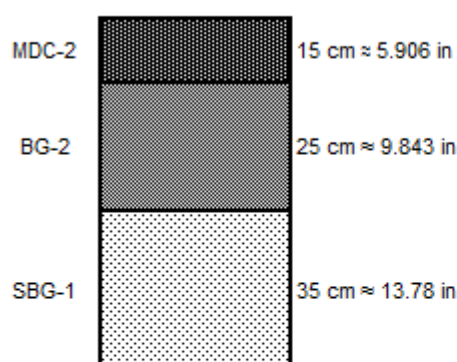
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **34.93** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			284.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	34.93	357,465.43	3752
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			31.51
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.273
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.068

ESTRUCTURA: R2 - S3 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

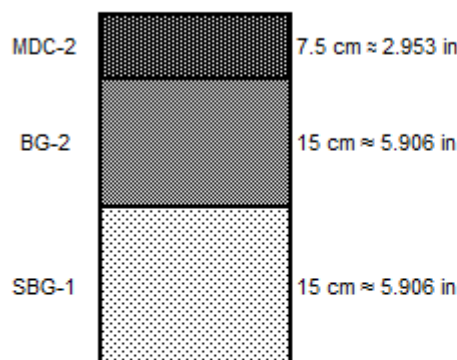
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **49.25** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			293.9
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	49.25	887,819.78	3738.6
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			26.79
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.423
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.171

ESTRUCTURA: R2 - S4 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

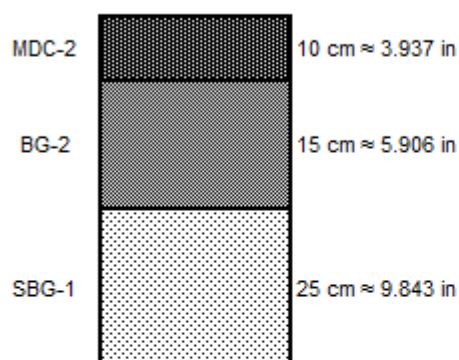
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			285.6
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1135
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.72
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.079
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.624

ESTRUCTURA: R2 - S4 - T4



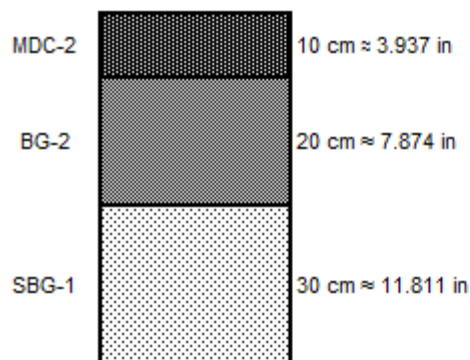
VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **61.54** meses
Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			267.9
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	61.54	387,312.56	3036
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			24.2
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.183
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.797

ESTRUCTURA: R2 - S4 - T6



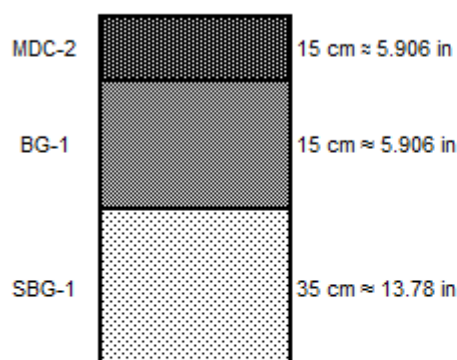
VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **24.16** meses
Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			280.5
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	24.16	242,180.55	4474.9
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			31.21
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.271
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.995

ESTRUCTURA: R2 - S4 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

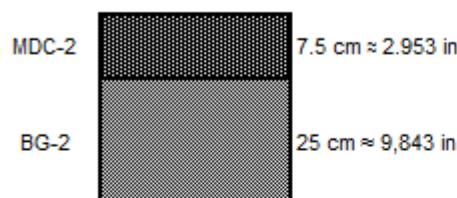
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **11.48** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			294.4
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	11.48	192,941.59	7831
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			31.01
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.411
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.133

ESTRUCTURA: R2 - S5 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

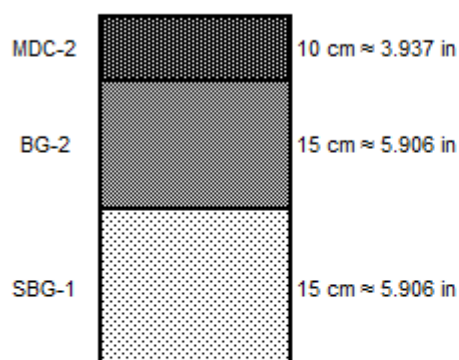
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			280.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			949.5
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.56
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.082
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.512

ESTRUCTURA: R2 - S5 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

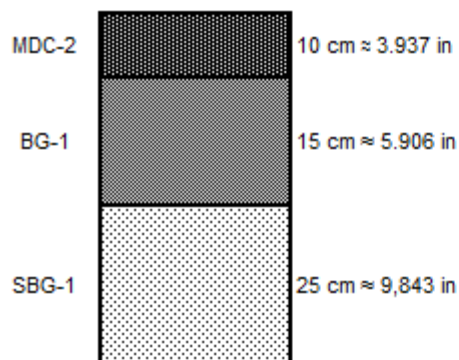
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **48.66** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			263
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	48.66	296,747.60	3368
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			23.27
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.184
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.726

ESTRUCTURA: R2 - S5 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

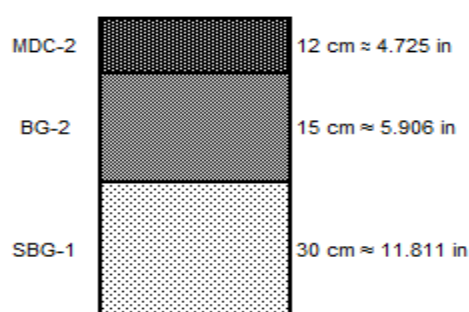
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **9.42** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			281
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	9.42	92,306.78	7605
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			35.91
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.27
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.958

ESTRUCTURA: R2 - S5 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

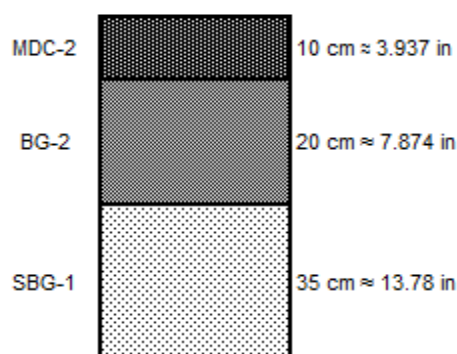
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **5.15** meses
Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			300.9
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	5.15	86,473.16	11027
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40	228.95	5,898,180.50	41.31
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.424
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.145

3.3 CARTA DE DISEÑO No. 3

ESTRUCTURA: R3 - S1 - T1



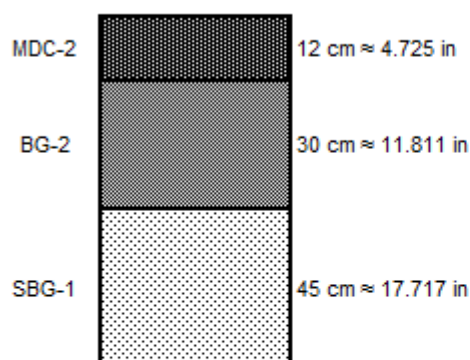
VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses
Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			294.8
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			301.2
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.71
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.18
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.851

ESTRUCTURA: R3 - S1 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

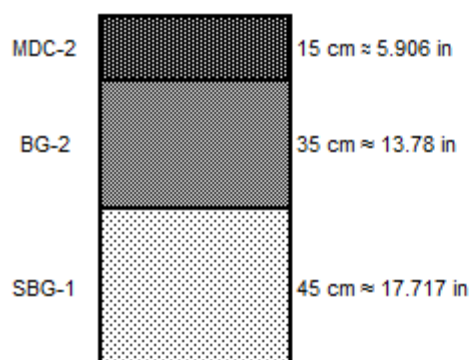
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : 180.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			280.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			356.2
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			8.73
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.433
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.198

ESTRUCTURA: R3 - S1 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

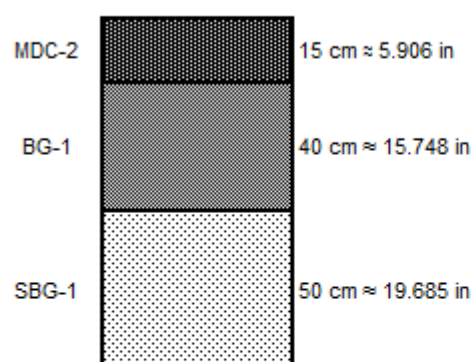
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : 100.17 meses

Evaluación de la estructura: Deficiente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			292.4
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			569.9
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			11.6
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	110.91	1,312,873	0.64
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	100.17	1,161,263	1.51

ESTRUCTURA: R3 - S1 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

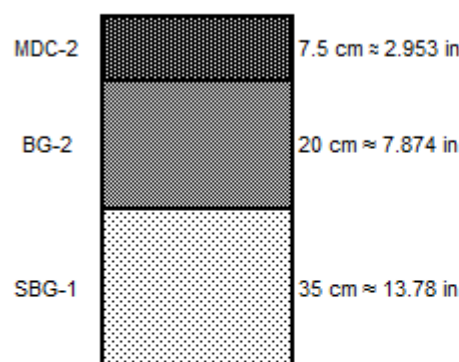
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : 53.08 meses

Evaluación de la estructura: Deficiente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			327.1
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1375.6
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			24.93
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	55.67	1,016,571	1.02
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	53.08	964,672	2.06

ESTRUCTURA: R3 - S2 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

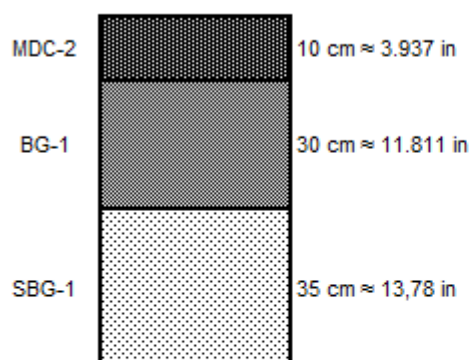
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : 120.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			293.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			419.1
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.54
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.192
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.817

ESTRUCTURA: R3 - S2 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

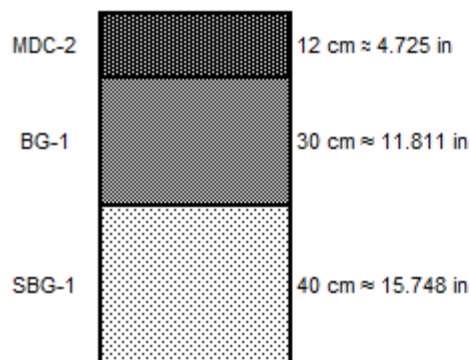
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			280.5
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			821
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			20.98
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.447
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.163

ESTRUCTURA: R3 - S2 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

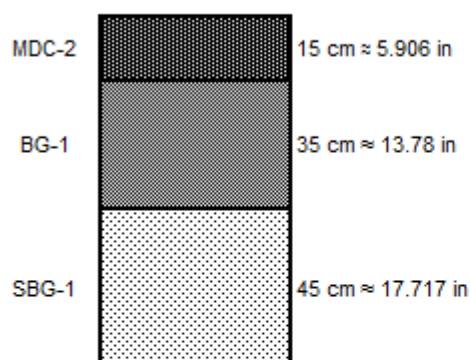
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **108.78** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			294
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1511
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			24.17
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	112.27	1,332,674	0.634
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	108.78	1,281,843	1.474

ESTRUCTURA: R3 - S2 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

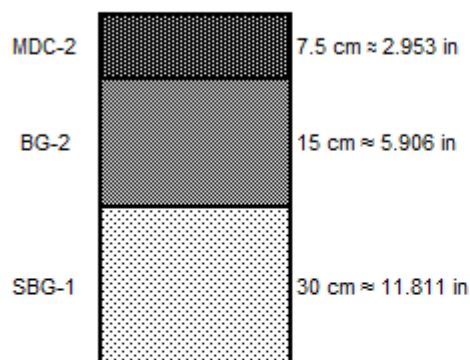
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **58.24** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317	228.80	5,892,362	321
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	167.62	3,806,876	2252
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			25.5
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	58.24	1,067,925	0.985
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	71.40	1,342,046	1.898

ESTRUCTURA: R3 - S3 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

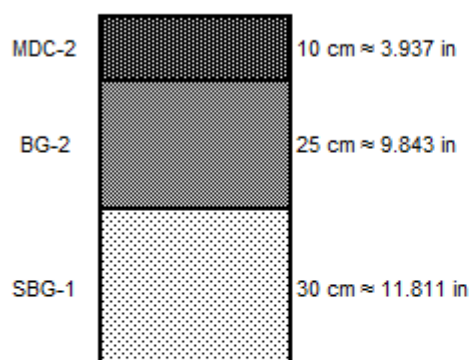
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			292
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			609
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.57
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.19
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.788

ESTRUCTURA: R3 - S3 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

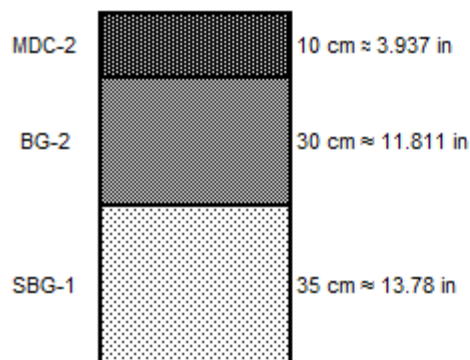
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			277
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			985.3
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			20.14
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.436
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.096

ESTRUCTURA: R3 - S3 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

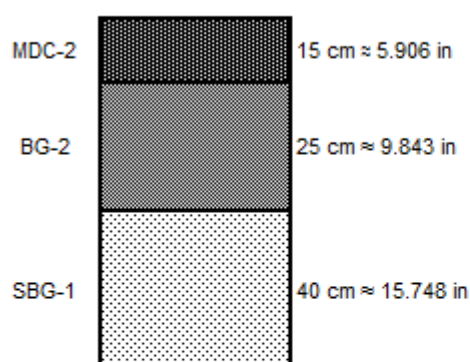
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **104.38** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			294.1
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1596
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			24.93
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	104.38	1,219,918	0.658
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	113.66	1,352,838	1.46

ESTRUCTURA: R3 - S3 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

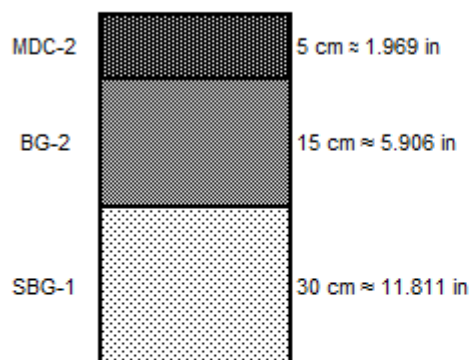
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **62.89** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317	239.22	6,296,463	317.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	81.25	1,557,089	3044
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			25.27
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	62.89	1,163,856	0.961
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	82.46	1,583,503	1.823

ESTRUCTURA: R3 - S4 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

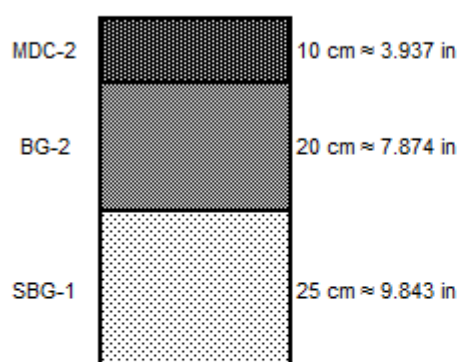
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			292.7
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			388.1
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.45
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.175
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.816

ESTRUCTURA: R3 - S4 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

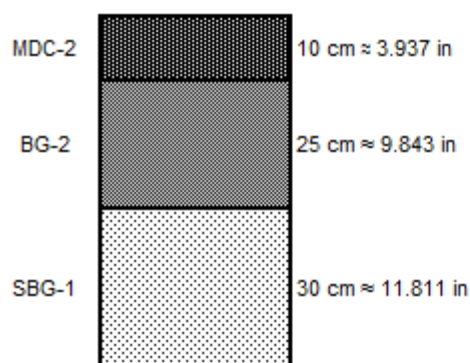
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			275.8
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1745
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			21.02
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.431
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.07

ESTRUCTURA: R3 - S4 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

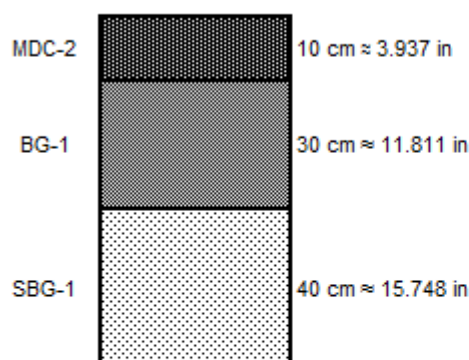
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **105.57** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			292.4
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	105.57	1,236,589	2398
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			25.85
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	107.50	1,263,470	0.651
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	125.31	1,526,107	1.418

ESTRUCTURA: R3 - S4 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

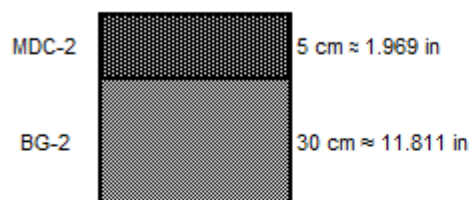
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : 53.92 meses

Evaluación de la estructura: Deficiente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317	193.13	4,620,218	336.6
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	58.55	1,074,257	3537
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40	215.45	5,396,404	43.41
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	53.92	981,502	1.054
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	63.70	1,180,888	1.982

ESTRUCTURA: R3 - S5 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

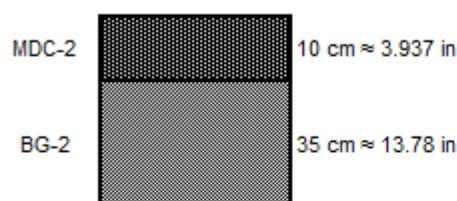
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : 120.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			287.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			540.8
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.45
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.196
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.702

ESTRUCTURA: R3 - S5 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

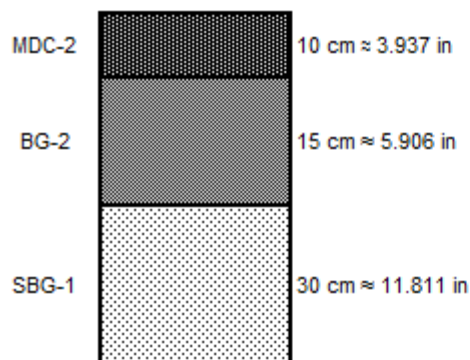
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			270.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1553
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			18.19
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.467
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.993

ESTRUCTURA: R3 - S5 - T6



CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

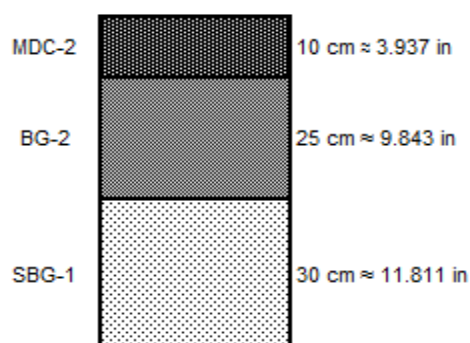
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **24.22** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			293.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	24.22	242,832	4553
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			29.31
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	110.46	1,306,248	0.647
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	127.46	1,558,746	1.409

ESTRUCTURA: R3 - S5 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. < 2000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

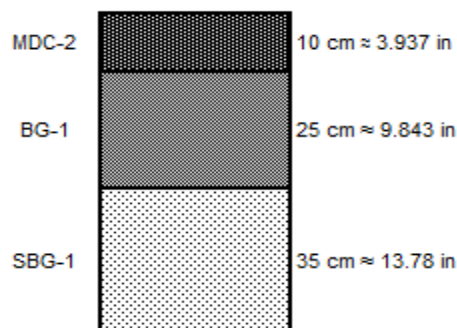
Periodo de servicio sin falla : **35.91** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317	209.54	5,186,440.77	329
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	35.91	631,092.52	4497
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			39.51
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	54.78	998,755.73	1.049
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	73.15	1,379,692.29	1.917

3.4 CARTA DE DISEÑO No. 4

ESTRUCTURA: R4 - S1 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

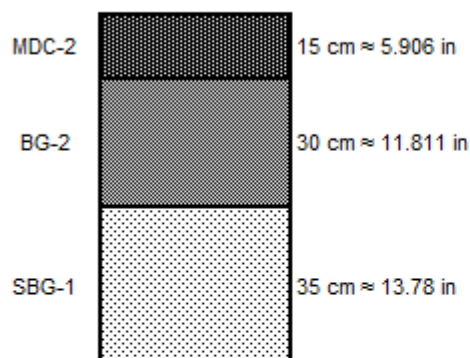
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			294.01
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			539.08
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			2.35
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.095
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.80

ESTRUCTURA: R4 - S1 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

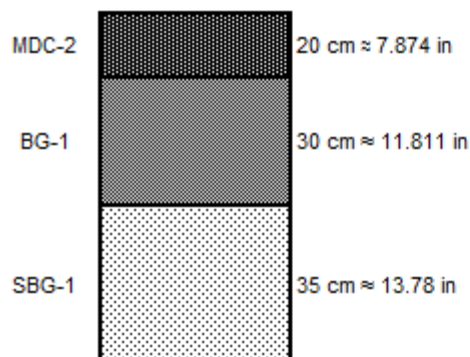
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			271.8
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			622.6
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			7.89
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.220
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.941

ESTRUCTURA: R4 - S1 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

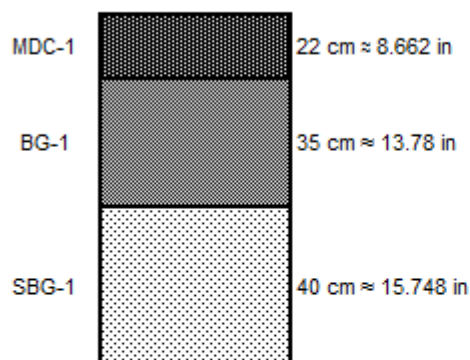
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			278.20
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			669.94
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			5.36
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.300
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.107

ESTRUCTURA: R4 - S1 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

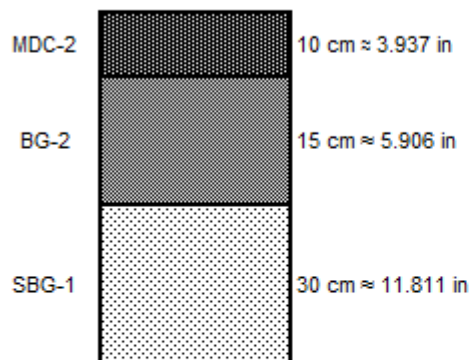
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : 240.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			295.7
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			664.0
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			14.72
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.40
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.25

ESTRUCTURA: R4 - S2 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

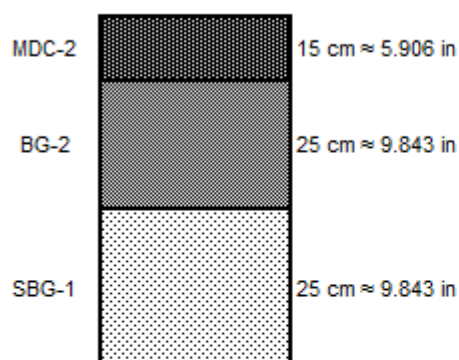
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : 120.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			290.1
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1033.7
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			2.89
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.092
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.7

ESTRUCTURA: R4 - S2 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

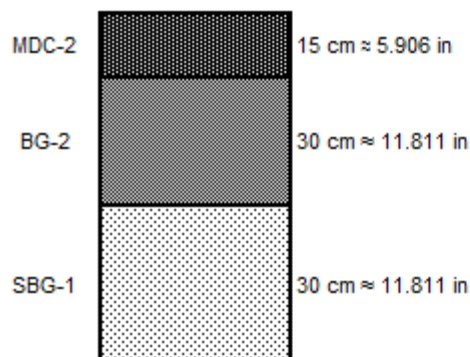
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			267.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1177.9
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			10.82
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.214
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.824

ESTRUCTURA: R4 - S2 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

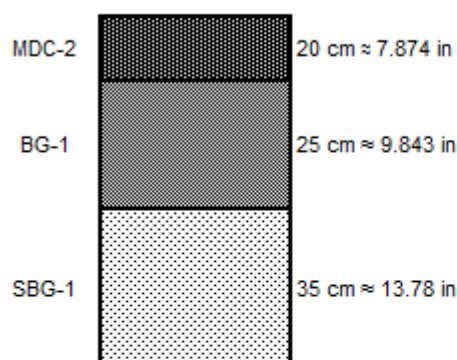
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **126.11** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			278.5
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	126.11	1,538,159	2202.6
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			22.37
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.32
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.064

ESTRUCTURA: R4 - S2 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

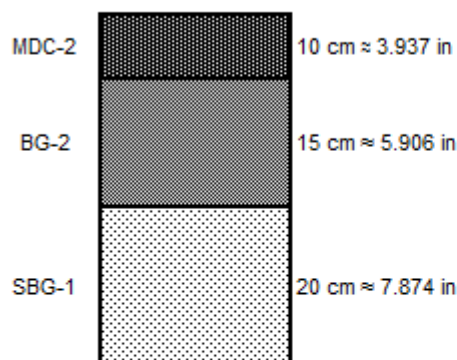
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : 194.08 meses

Evaluación de la estructura: Aceptable

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			297.46
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	194.08	4,652,549	2075.8
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			22.49
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.472
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	232.13	6,021,319	1.266

ESTRUCTURA: R4 - S3 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

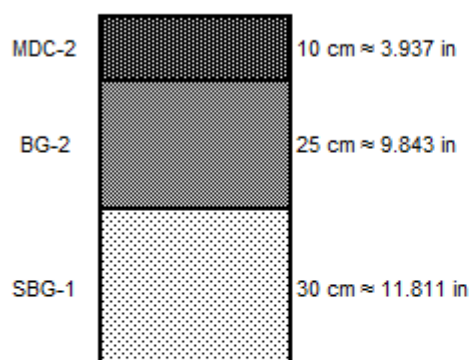
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : 120.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			287.5
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1372
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			2.84
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.092
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.64

ESTRUCTURA: R4 - S3 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

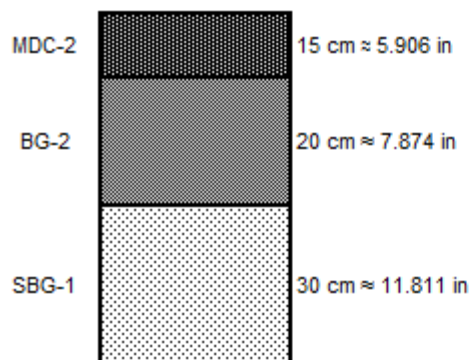
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **130.41** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			273.6
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	130.41	974,821	2204
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			24.2
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.225
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.896

ESTRUCTURA: R4 - S3 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

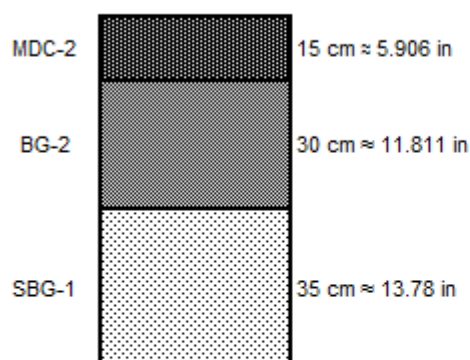
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **40.29** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			276.6
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	40.29	416,902	3428
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			23.5
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.312
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.011

ESTRUCTURA: R4 - S3 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

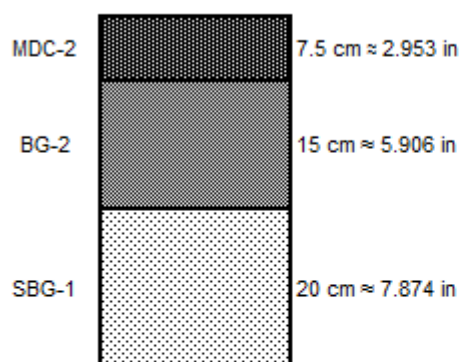
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : 33.48 meses

Evaluación de la estructura: Deficiente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			302.27
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	33.48	586,414	4486
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			29.01
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	233.31	6,067,195	0.51
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	218.04	5,491,655	1.299

ESTRUCTURA: R4 - S4 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

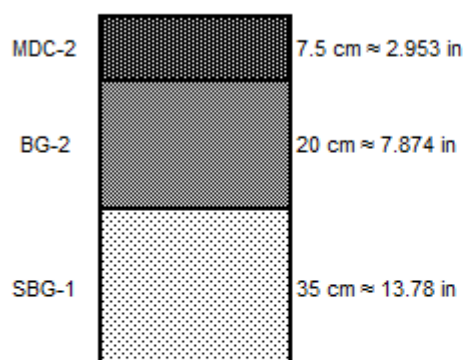
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : 120.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			289.1
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1344.5
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			2.16
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.10
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.688

ESTRUCTURA: R4 - S4 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

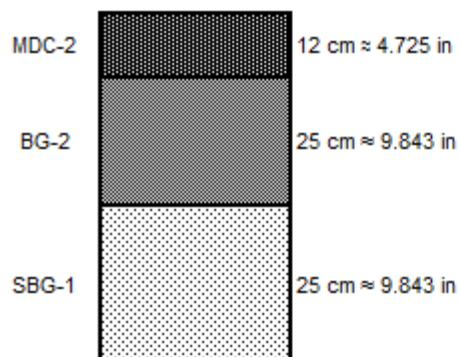
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **78.46** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			277.1
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	78.46	514,999	2741
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			22.94
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.234
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.984

ESTRUCTURA: R4 - S4 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

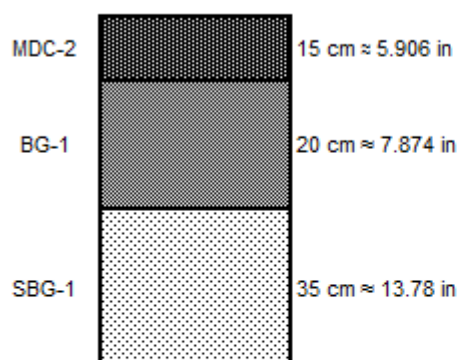
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **22.82** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			279.7
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	22.82	228,443	4553
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			28.21
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.32
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.015

ESTRUCTURA: R4 - S4 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

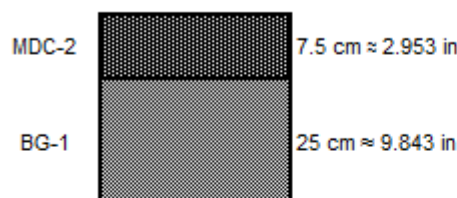
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **9.83** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			303.1
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	9.83	165,268	8488
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			33.41
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.496
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	231.46	5,995,464	1.268

ESTRUCTURA: R4 - S5 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

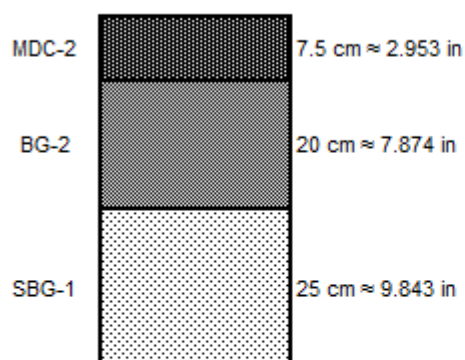
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			284.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1387
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.76
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.102
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.589

ESTRUCTURA: R4 - S5 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

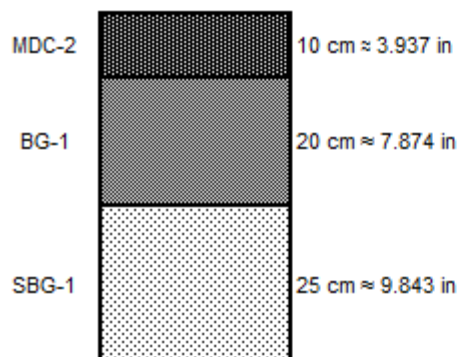
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : 56.54 meses

Evaluación de la estructura: Deficiente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			272.8
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	56.54	351,796	3121
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			22.58
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.234
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.919

ESTRUCTURA: R4 - S5 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

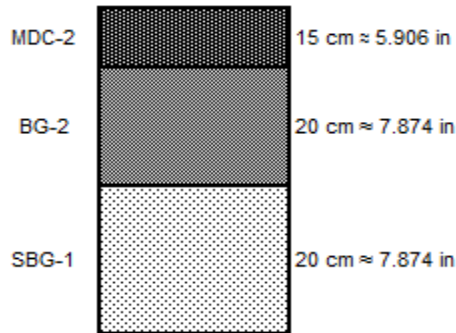
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : 9.29 meses

Evaluación de la estructura: Deficiente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			289.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	9.29	91,084	7656
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			39.41
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.331
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.067

ESTRUCTURA: R4 - S5 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 13 - 20 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

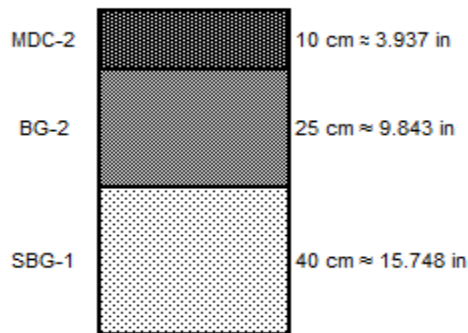
Periodo de servicio sin falla : **7.98** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr. Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			294.9
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	7.98	134,146.81	9479
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			29.91
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	234.57	6,116,210.00	0.508
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.175

3.5 CARTA DE DISEÑO No. 5

ESTRUCTURA: R5 - S1 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

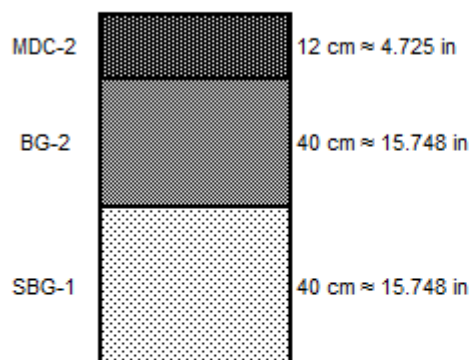
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr. Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			295.7
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			396.9
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			2.02
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.151
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.847

ESTRUCTURA: R5 - S1 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

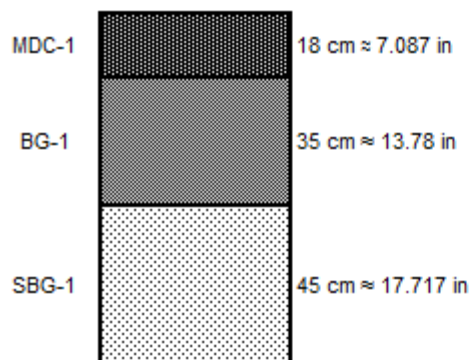
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			279.7
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			599
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			20.49
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.341
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.108

ESTRUCTURA: R5 - S1 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

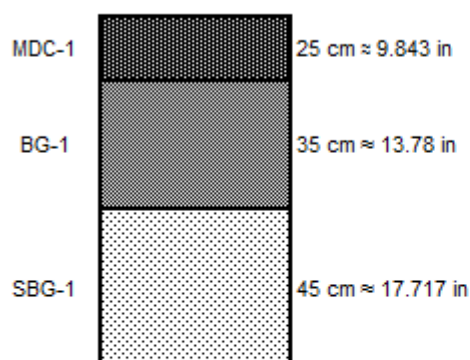
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			283.0
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1262.6
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			17.4
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.38
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.21

ESTRUCTURA: R5 - S1 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

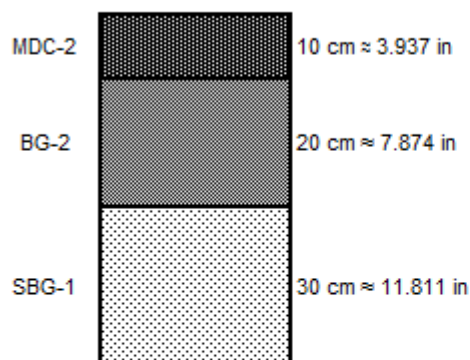
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **199.86** meses

Evaluación de la estructura: **Aceptable**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			298.5
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			605.3
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			5.03
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	238.90	6,284,101	0.50
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	199.86	4,849,059	1.34

ESTRUCTURA: R5 - S2 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

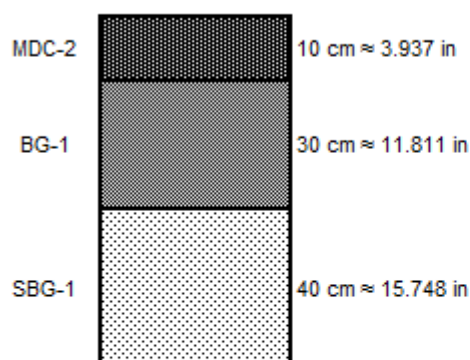
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			292.4
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			674.4
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			2.24
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.148
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.761

ESTRUCTURA: R5 - S2 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

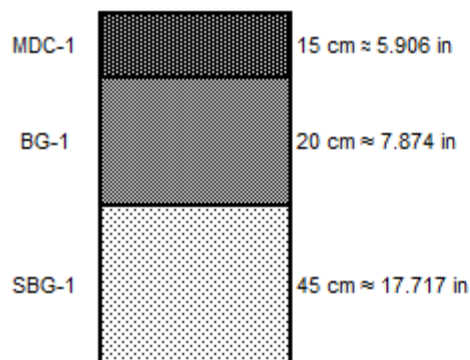
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			284.5
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1614
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			25.43
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.364
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.143

ESTRUCTURA: R5 - S2 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

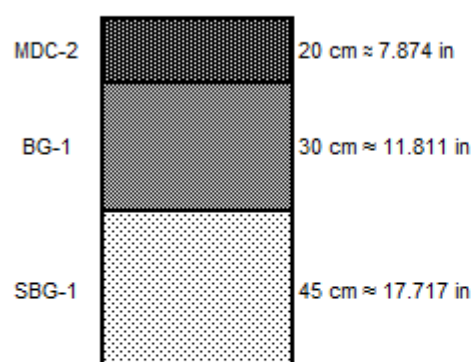
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **44.29** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			285.1
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	44.29	461,613	3238
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			25.49
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.372
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.181

ESTRUCTURA: R5 - S2 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

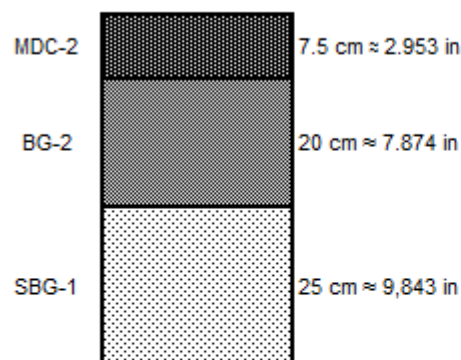
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **129.42** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			305.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	129.42	2,724,128	2463
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			22.39
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	162.33	3,649,317	0.638
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	158.42	3,532,663	1.471

ESTRUCTURA: R5 - S3 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

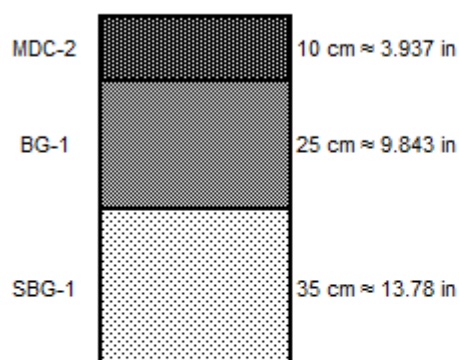
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			294.1
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			842
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.83
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.173
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.814

ESTRUCTURA: R5 - S3 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

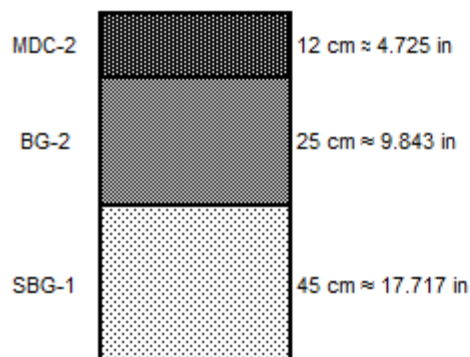
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **127.10** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			282.6
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	127.10	942,519	2233
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			26.09
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.356
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.093

ESTRUCTURA: R5 - S3 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

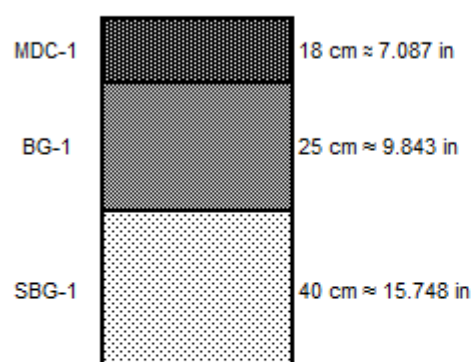
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **42.53** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			291.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	42.53	441,999	3443
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			28.71
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.475
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	164.21	2,160,759	1.289

ESTRUCTURA: R5 - S3 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

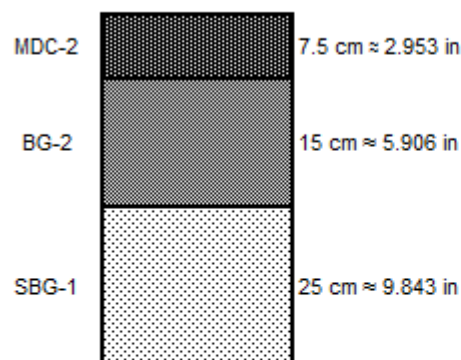
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : 35.78 meses

Evaluación de la estructura: Deficiente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			301.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	35.78	628,606	4024
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			25.86
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	201.07	4,890,026	0.559
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	204.87	5,020,617	1.332

ESTRUCTURA: R5 - S4 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

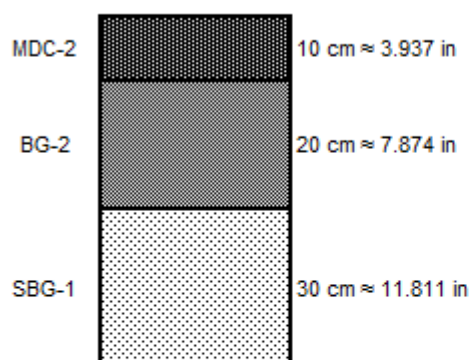
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : 120.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			293.5
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1210
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			2.11
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.176
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.801

ESTRUCTURA: R5 - S4 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

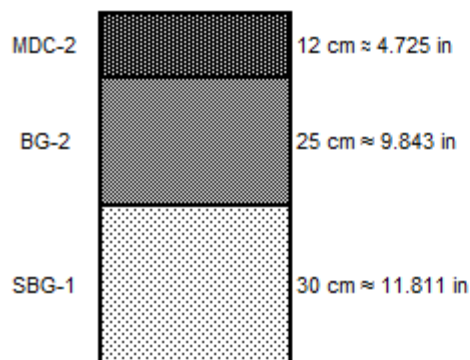
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **85.46** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			279.1
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	85.46	570,332	2663
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			25.13
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.349
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.035

ESTRUCTURA: R5 - S4 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

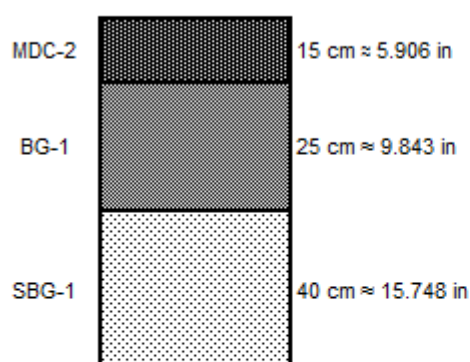
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **29.66** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			287.9
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	29.66	301,124	4048
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			28.61
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.474
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.222

ESTRUCTURA: R5 - S4 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

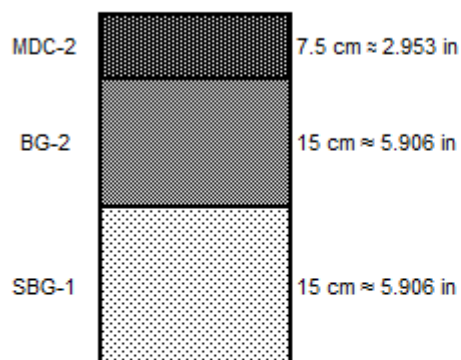
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **12.13** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			312
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	12.13	203,973	7707
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			33.21
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	136.07	2,902,429	0.687
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	143.04	3,092,536	1.508

ESTRUCTURA: R5 - S5 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

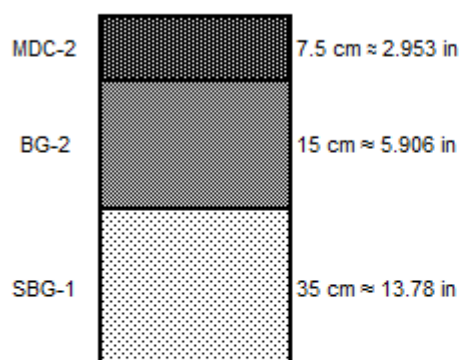
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			290.4
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1456
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.93
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.177
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.744

ESTRUCTURA: R5 - S5 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

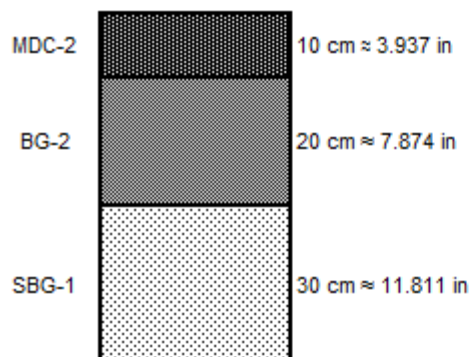
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **48.61** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			284.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	48.61	296,377	3303
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			23.91
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.405
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.182

ESTRUCTURA: R5 - S5 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

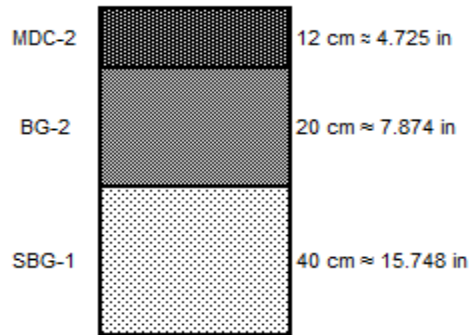
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **15.40** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			296.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	15.40	152,407	5837
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			36.61
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	165.94	2,190,794	0.523
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	156.58	2,028,323	1.31

ESTRUCTURA: R5 - S5 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. 2000 - 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

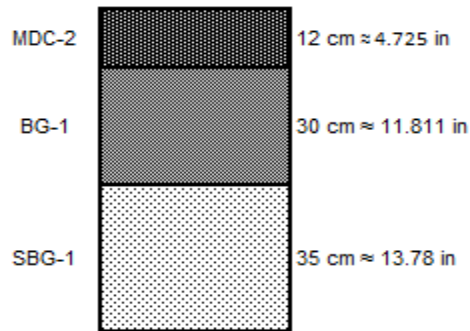
Periodo de servicio sin falla : **6.44** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr. Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317	219.13	5,531,928.75	325.4
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	6.44	108,308.00	10538
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40	191.90	4,578,618.00	46.81
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	115.00	2,353,320.00	0.757
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	115.08	2,355,401.67	1.62

3.6 CARTA DE DISEÑO No. 6

ESTRUCTURA: R6 - S1 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

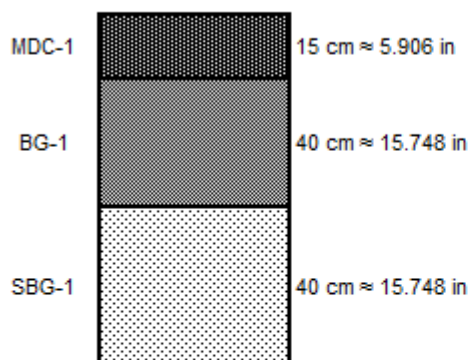
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr. Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			293.4
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			443.6
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.91
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.119
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.772

ESTRUCTURA: R6 - S1 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

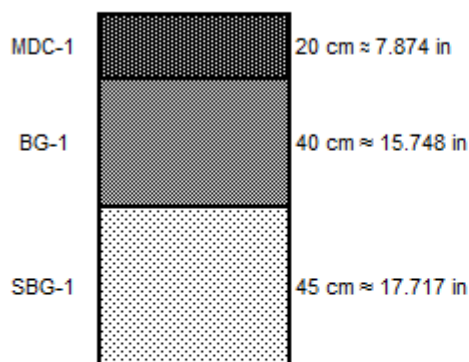
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			272.8
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			847.9
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			12.2
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.225
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.92

ESTRUCTURA: R6 - S1 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

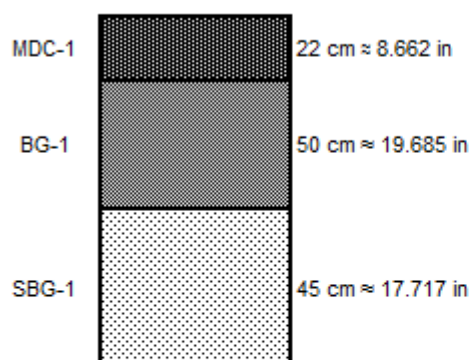
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **180.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			277.6
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			884.1
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			5
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.296
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.054

ESTRUCTURA: R6 - S1 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 300 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

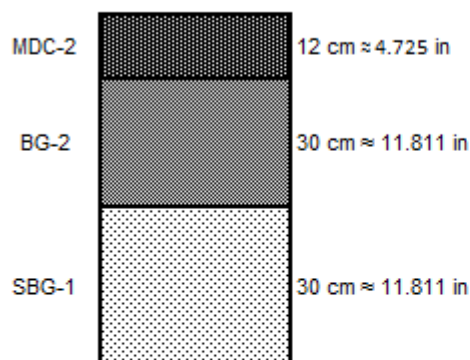
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : 240.00 meses

Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			297.8
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1187
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			15.05
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.456
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.247

ESTRUCTURA: R6 - S2 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : 120.00 meses

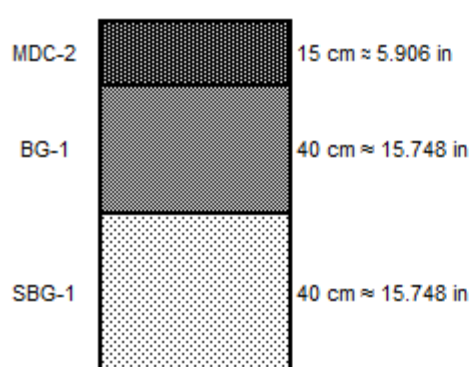
Evaluación de la estructura: Excelente

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			288.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			512.6
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.79
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.115
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.648

ESTRUCTURA: R6 - S2 - T4

El catálogo del Inviás para esta combinación de variables solo propone capas estabilizadas

ESTRUCTURA: R6 - S2 - T6



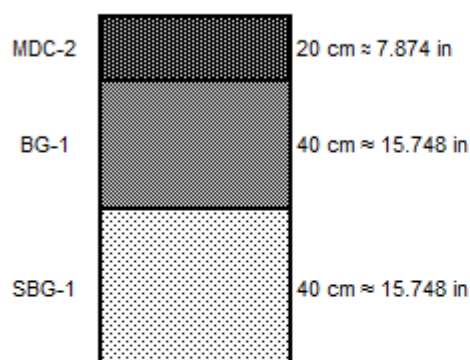
VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **85.32** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			282.5
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	85.32	960,684.51	2585
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			22.96
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.369
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.122

ESTRUCTURA: R6 - S2 - T9


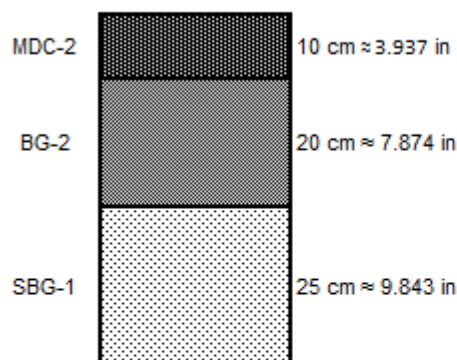
VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **146.40** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			301
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	146.40	3,187,145.99	2349
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			21.59
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	216.17	5,422,126.67	0.535
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	212.74	5,300,123.91	1.312

ESTRUCTURA: R6 - S3 - T1


VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

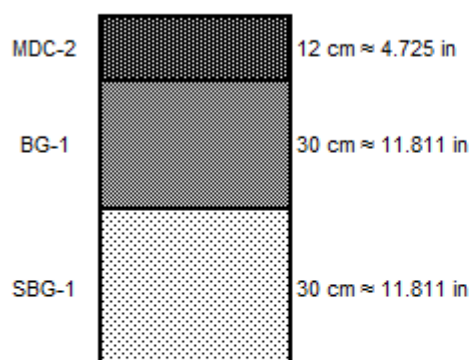
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			290.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			988
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			2.36
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.129
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.691

ESTRUCTURA: R6 - S3 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

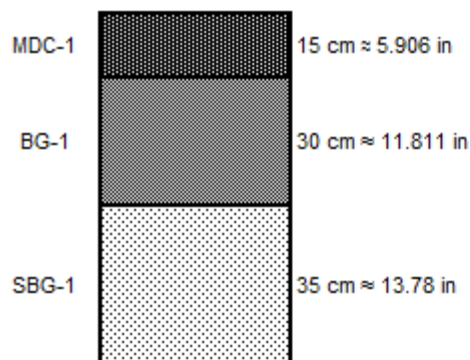
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **136.06** meses

Evaluación de la estructura: **Aceptable**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			274.8
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	136.06	1,032,288.43	2157
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			22.86
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.274
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.926

ESTRUCTURA: R6 - S3 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

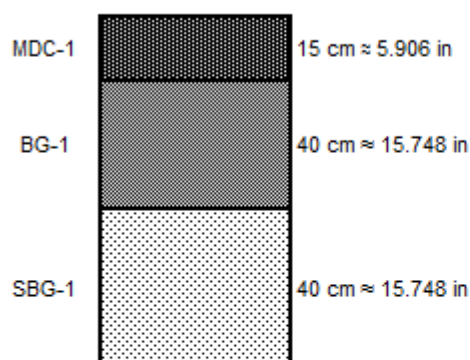
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **40.78** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			277.9
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	40.78	422,462.62	3353
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			23.78
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.31
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.000

ESTRUCTURA: R6 - S3 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 700 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

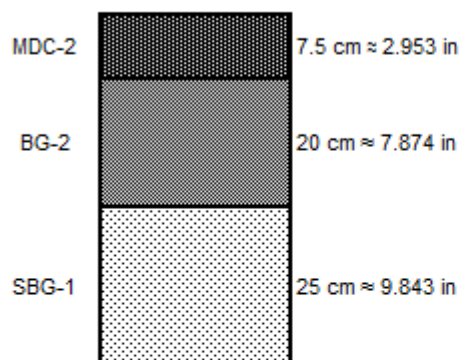
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **24.64** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317			305.8
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	24.64	424,168.46	5134
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			31.21
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	236.25	6,181,315.00	0.505
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	220.33	5,576,773.33	1.292

ESTRUCTURA: R6 - S4 - T1



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

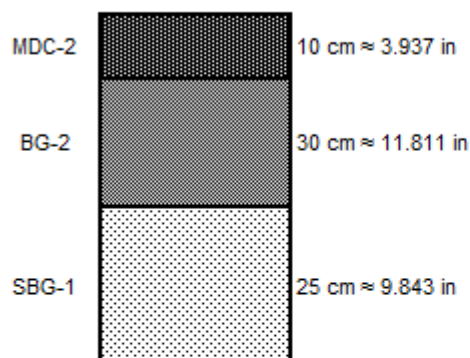
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses

Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			292.8
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1091
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			1.93
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.155
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.765

ESTRUCTURA: R6 - S4 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

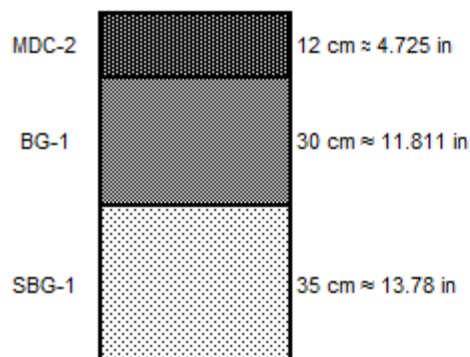
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **140.11** meses

Evaluación de la estructura: **Aceptable**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			276.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	140.11	1,074,082.03	2127
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			24.02
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.303
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.946

ESTRUCTURA: R6 - S4 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

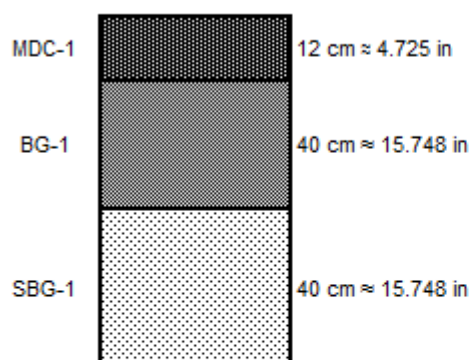
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **22.75** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			288.2
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	22.75	227,736.33	4619
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			30.61
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.403
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.155

ESTRUCTURA: R6 - S4 - T9



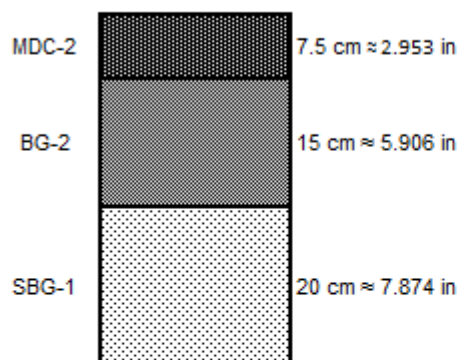
VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 1000 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **14.19** meses
Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317	228.28	5,872,155.12	321.9
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	14.19	240,159.06	7471
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40	190.45	4,531,458.50	47.11
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	191.92	4,579,368.46	0.578
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	175.71	4,058,003.33	1.406

ESTRUCTURA: R6 - S5 - T1



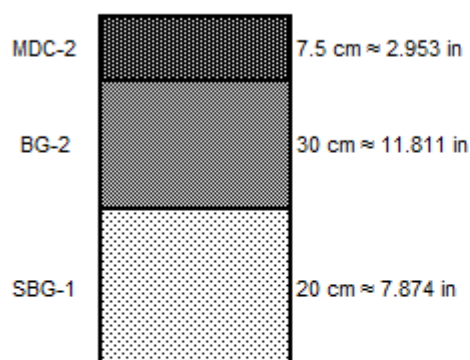
VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm2
TRÁFICO	N(8.2) = 1,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	120
IRI inicial (in/mile)	190
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	259,318

Periodo de servicio sin falla : **120.00** meses
Evaluación de la estructura: **Excelente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			291.1
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848			1520
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			2.16
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.16
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			0.738

ESTRUCTURA: R6 - S5 - T4



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 6,000,000

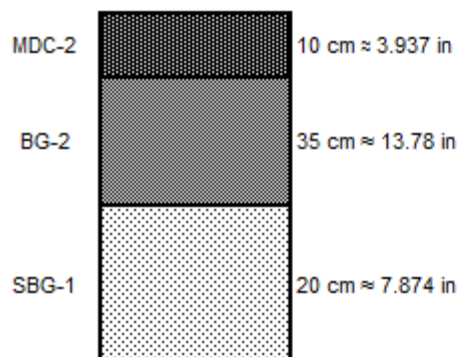
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	1,530,650

Periodo de servicio sin falla : **81.05** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			278.3
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	81.05	535,247.02	2687
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			21.95
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.357
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.039

ESTRUCTURA: R6 - S5 - T6



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 15,000,000

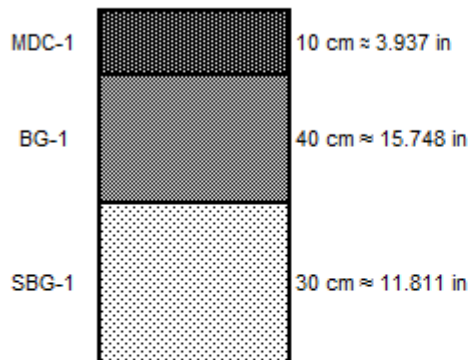
CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	180
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	2,444,420

Periodo de servicio sin falla : **35.43** meses

Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	507			289.6
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	35.43	362,817.73	3775
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40			33.01
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5			0.454
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25			1.165

ESTRUCTURA: R6 - S5 - T9



VARIABLES DE ENTRADA	
CLIMA	Temp. 20 - 30 °C Precipit. > 4000 mm
SUELO	MR = 1500 kg/cm ²
TRÁFICO	N(8.2) = 40,000,000

CONDICIONES DE DISEÑO	
Periodo de diseño PDE (meses)	240
IRI inicial (in/mile)	158
Carga acumulada para el PDE (No. Camiones)	6,326,760

Periodo de servicio sin falla : **12.46** meses
Evaluación de la estructura: **Deficiente**

CRITERIOS DE DESEMPEÑO (confiabilidad del 90%)	Resultados - Modelos de deterioro			
	Vr, Adm.	Periodo falla meses	Carga de Falla No. Camiones	Vr. PDE
IRI final (in/mi)	317	193.69	4,639,444.90	339.9
Agrietamiento longitudinal de la CA (ft/mi)	1848	12.46	209,806.48	8190
Agrietamiento piel de cocodrilo CA (%)	40	125.45	2,620,435.00	62.31
Deformación permanente (solamente CA) (in)	0.5	156.47	3,474,587.33	0.655
Deformación permanente (Total pavimento) (in)	1.25	145.09	3,149,622.86	1.504

3.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se presenta a continuación un análisis de resultados en el que se pretende determinar tendencias en el comportamiento de las estructuras modeladas en función de las diferentes variables que afectan la integridad del pavimento.

3.7.1 Espesores de diseño. Se evidencia claramente el aumento de espesores con el aumento en los niveles de tráfico, y la disminución de los mismos con el aumento en la resistencia del suelo de subrasante, algo que se esperaba. Sin embargo resulta importante destacar la relación entre espesores de diseño, temperatura y precipitación en la cual tal como se observa de la Figura 17 a la Figura 19, las estructuras requieren de mayor espesor mientras mayor sea la

temperatura y precipitación media anual de la región en la cual se instale el pavimento (ver Anexo 0).

Figura 17 Espesores de pavimento para tipo de suelo S1

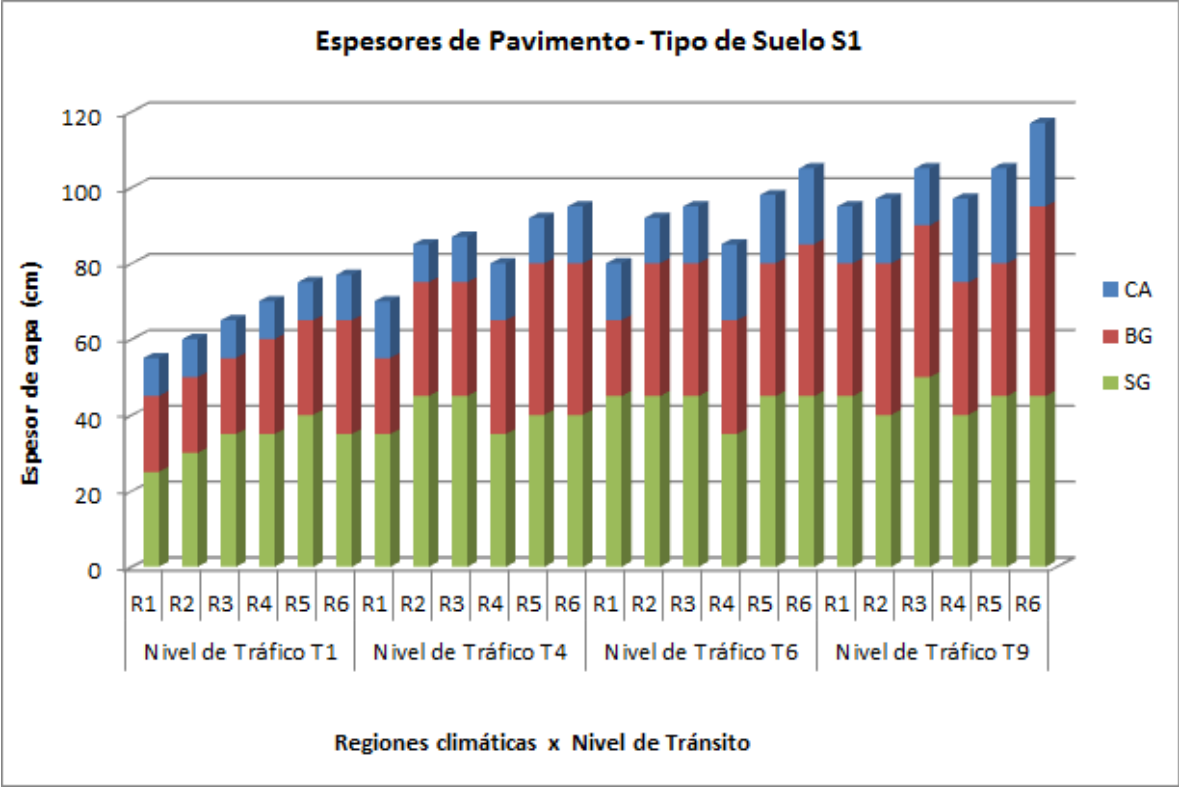


Figura 18 Espesores de pavimento para tipo de suelo S3

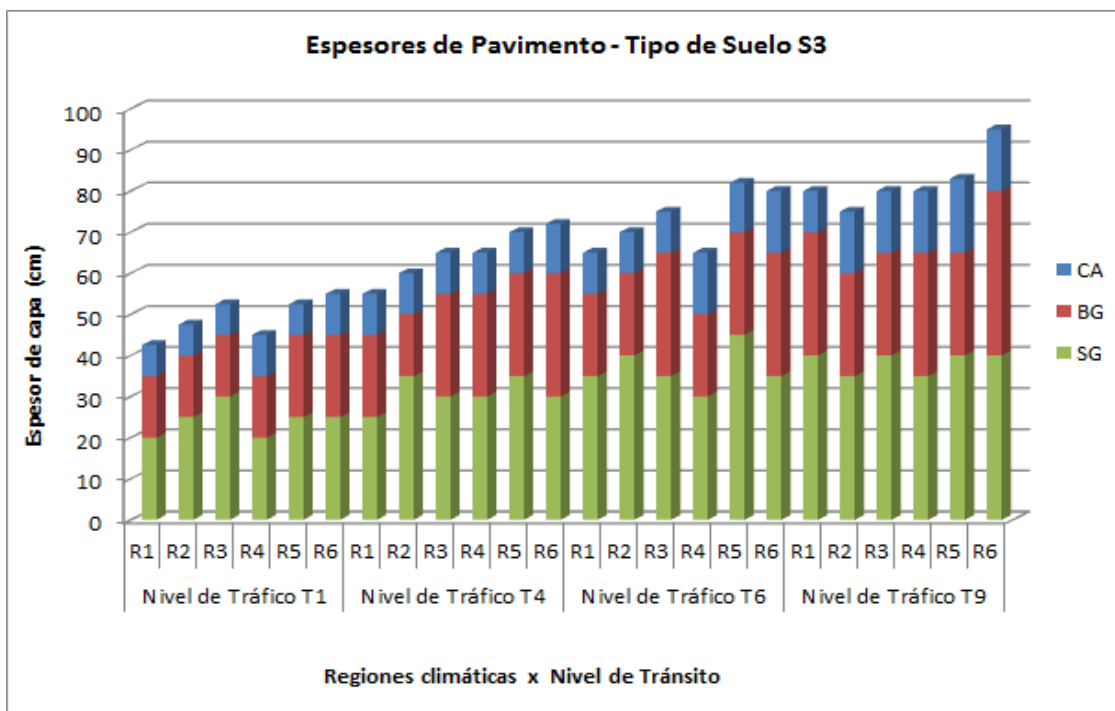
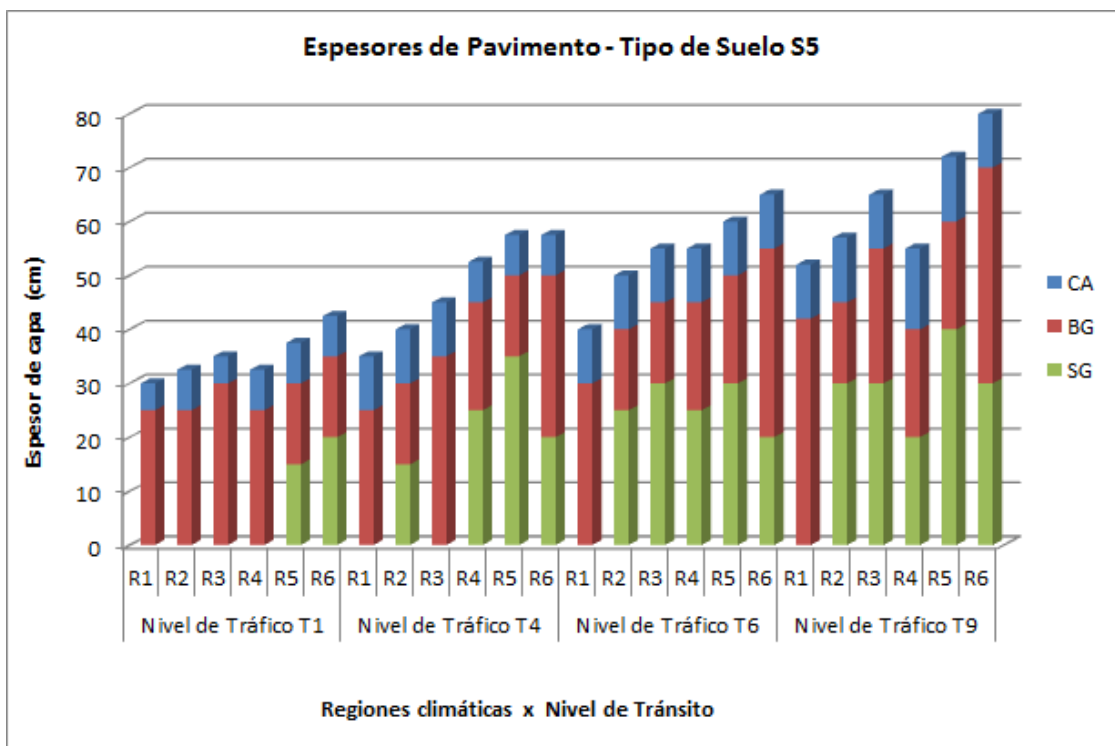


Figura 19 Espesores de pavimento para tipo de suelo S5



3.7.1 Comportamiento de los modelos de deterioro

3.7.1.1 Fisuración Longitudinal. Corresponde al tipo de falla estructural más común en las estructuras de pavimento analizadas. Se evidencia claramente su afectación en niveles de tránsito mayor lo cual es un comportamiento lógico, sin embargo tal como se observa de la Figura 20 a la Figura 22 su valor crece acentuadamente a medida que la resistencia del suelo de subrasante es mayor, comportamiento que podría explicarse en la disminución de los espesores de las capas del pavimento. Las estructuras contempladas para tránsitos acumulados superiores a los seis millones de ejes equivalentes (Nivel 4 y superiores) y suelos de fundación con resistencia superior a 700 Kg/cm^2 son susceptibles a fallar por este tipo de deterioro.

No existe un comportamiento marcado que relacione el efecto del clima en la aparición de este tipo de deterioro, con lo que se puede afirmar que su presencia se debe principalmente a la fatiga del material por la aplicación de cargas.

Figura 20 Fisuración longitudinal - Suelo Tipo S1

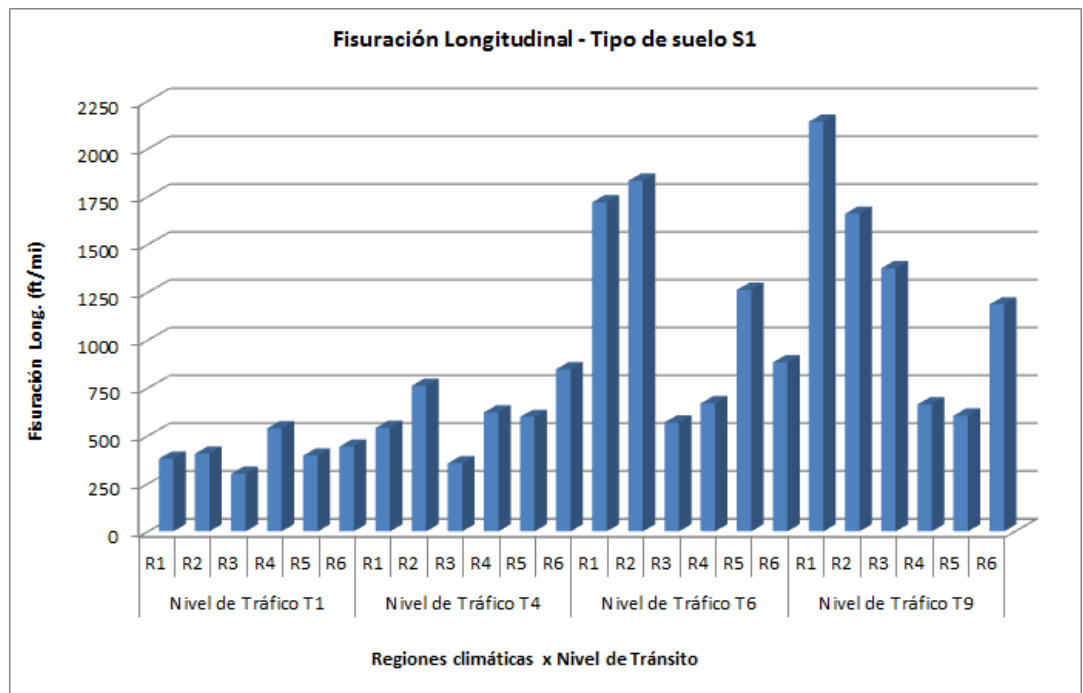


Figura 21 Fisuración longitudinal - Suelo Tipo S3

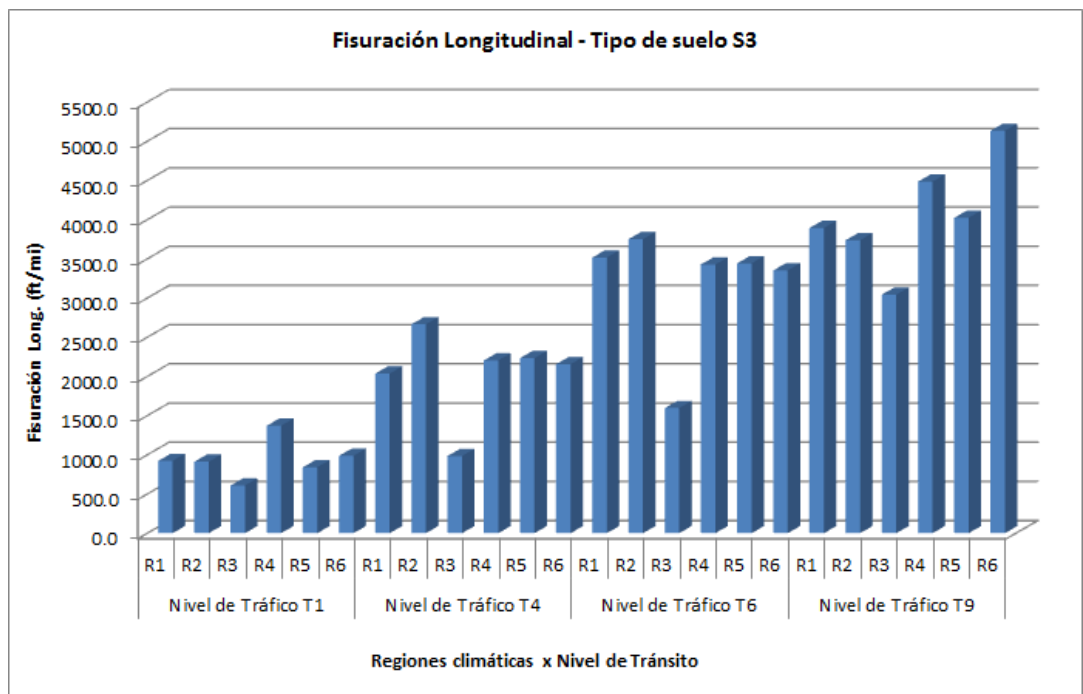
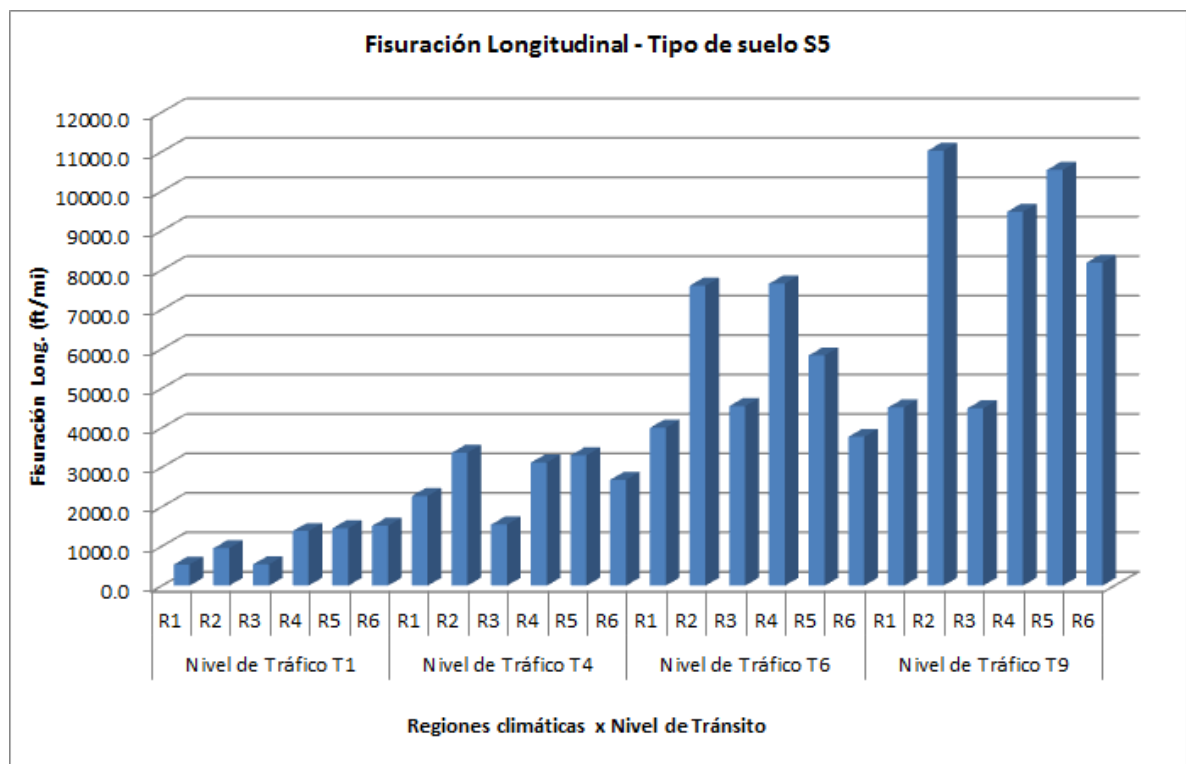


Figura 22 Fisuración longitudinal - Suelo Tipo S5



3.7.1.2 Fisuración por piel de cocodrilo. Al igual que la fisuración longitudinal, su aparición tiende a ser mayor en estructuras soportadas sobre suelos de mayor resistencia para altos volúmenes de tránsito, lo cual se relaciona directamente con la disminución de los espesores de diseño para estas condiciones específicas. Sin embargo su presencia no suele extenderse más allá del límite admisible para una gama amplia de pavimentos convirtiéndose en uno de los tipos de deterioro menos perjudiciales dentro de las estructuras analizadas. En general, dentro de las alternativas presentadas en la cartilla de pavimentos del INV, aquellas que se proponen para niveles de tránsito superior a T8 (20 millones de ejes equivalentes para el periodo de diseño) y resistencias mayores a S4 ($MR > 1000 \text{ Kg/cm}^2$) son las más vulnerables a sufrir de este tipo de deterioro.

No se observa relación o tendencia alguna que vincule la presencia de este tipo de falla con los diferentes rangos de clima manejados en la cartilla, con lo que se

puede afirmar que su presencia se debe principalmente a la fatiga del material por las cargas impuestas durante su vida útil y la insuficiencia de los espesores de la estructura que impiden contrarrestarla.

Figura 23 Fisuración por piel de cocodrilo - Suelo Tipo S1

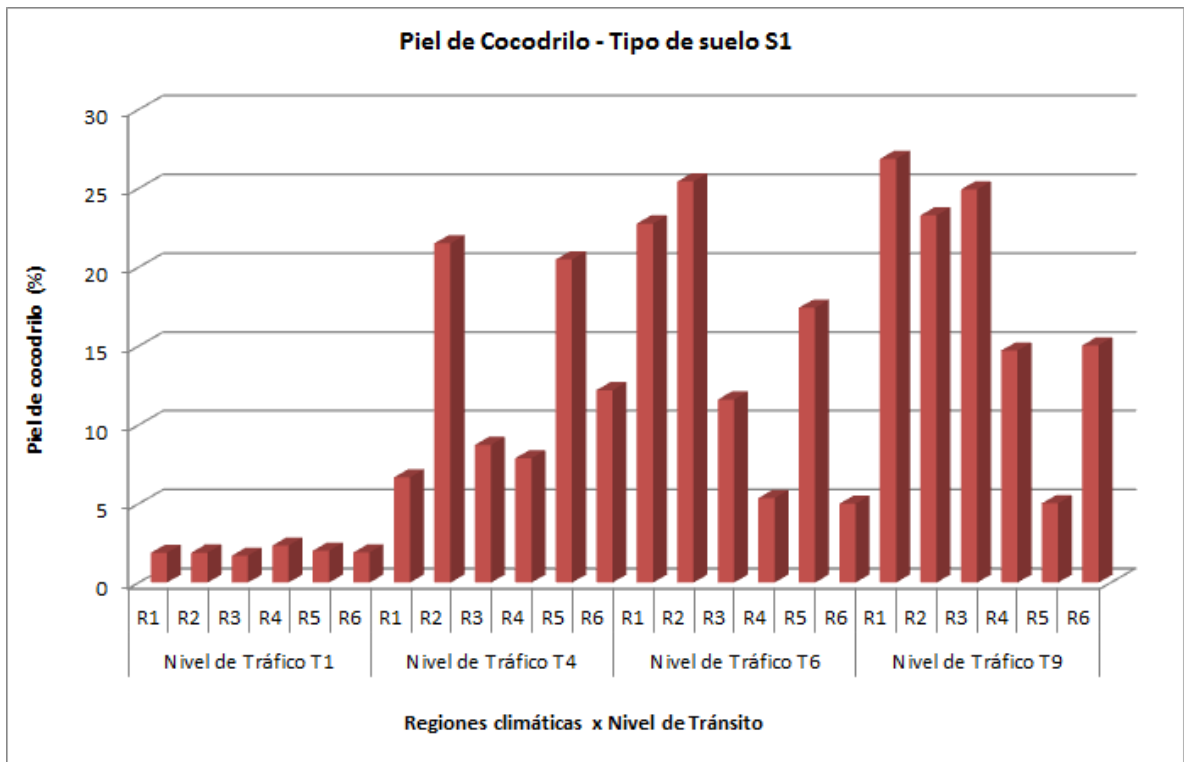


Figura 24 Fisuración por piel de cocodrilo - Suelo Tipo S3

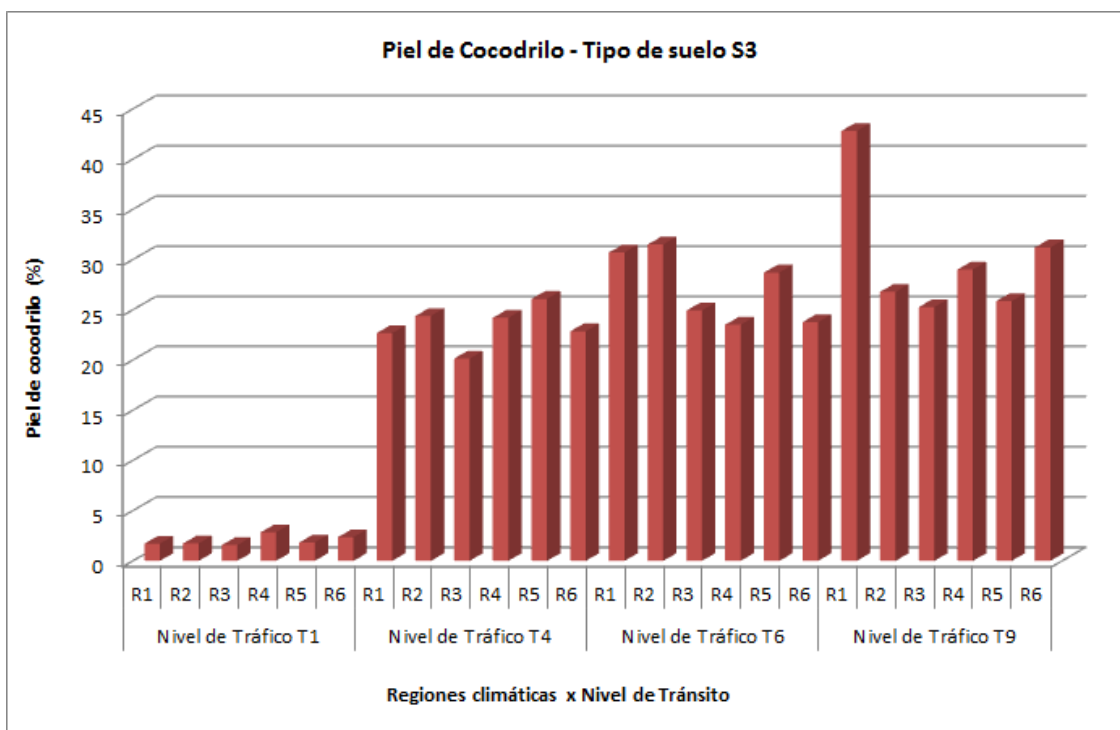
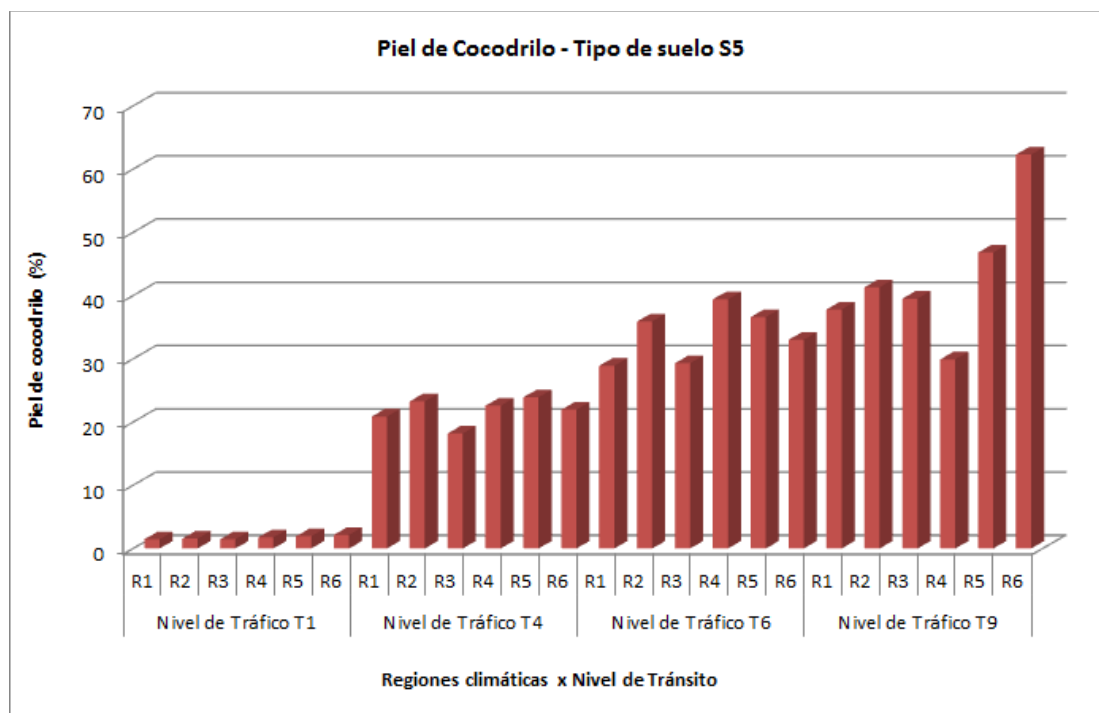


Figura 25 Fisuración por piel de cocodrilo - Suelo Tipo S5



3.7.1.3 Deformación de la carpeta asfáltica CA. Se observa claramente la incidencia del clima en el comportamiento de la carpeta asfáltica. Siendo el ligante asfáltico un material cuyo comportamiento está altamente influenciado por la temperatura, se detalla de la Figura 26 a la Figura 28 una afectación notoria en aquellas estructuras propuestas para regiones cuyas temperaturas promedio son mayores a 20°C (R3, R5 y R6). Su efecto se torna más crítico en regiones secas (precipitación promedio anual menor a 2000 mm) donde los valores de deformación se acentúan superando los límites admisibles establecidos para este modelo de deterioro, inclusive para volúmenes de tránsito no muy altos.

No se observa incidencia entre los valores de deformación de la carpeta asfáltica y la resistencia de la subrasante de apoyo para los niveles de tránsito trabajados. Se obtienen valores similares de deformación lo que demuestra que existe una compensación en los espesores de diseño al disminuir éstos a medida que aumenta la resistencia del suelo. Con respecto al tránsito de diseño, se presenta un crecimiento coherente en la deformación de la mezcla asfáltica a mayor número de ejes equivalentes circulen por la estructura, tornándose en un parámetro crítico en climas cálidos.

Figura 26 Deformación de la CA - Suelo Tipo S1

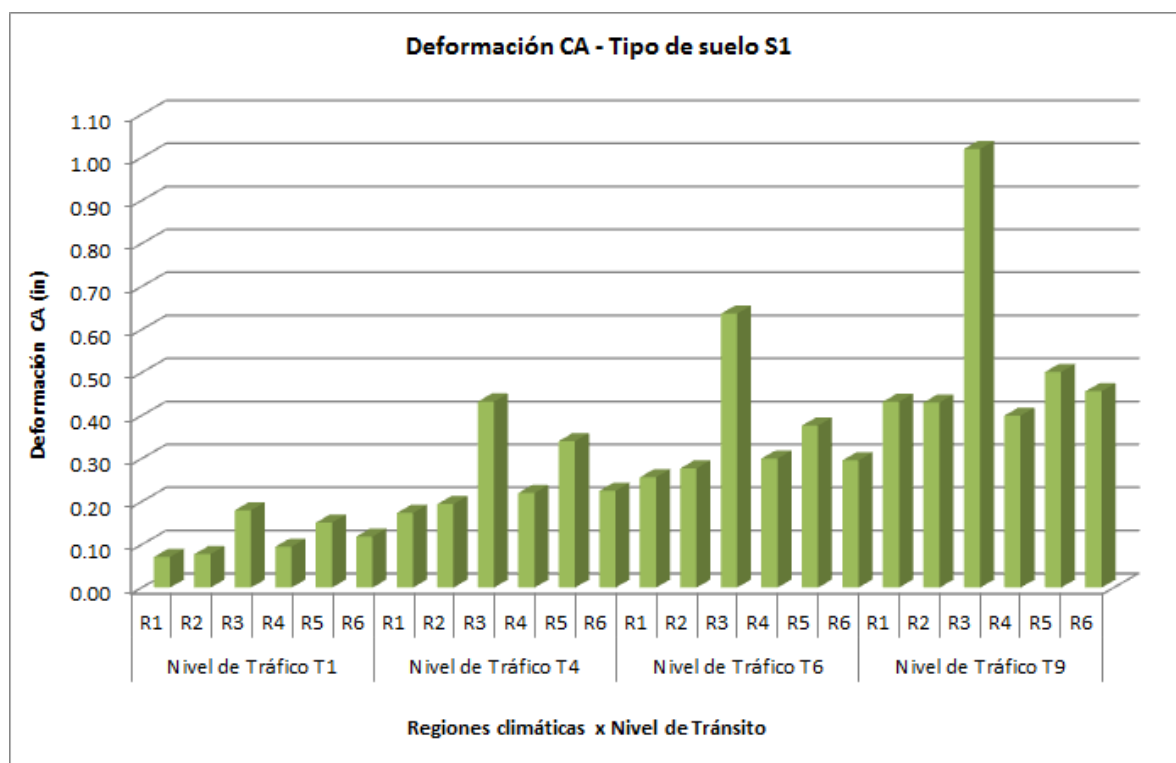


Figura 27 Deformación de la CA - Suelo Tipo S3

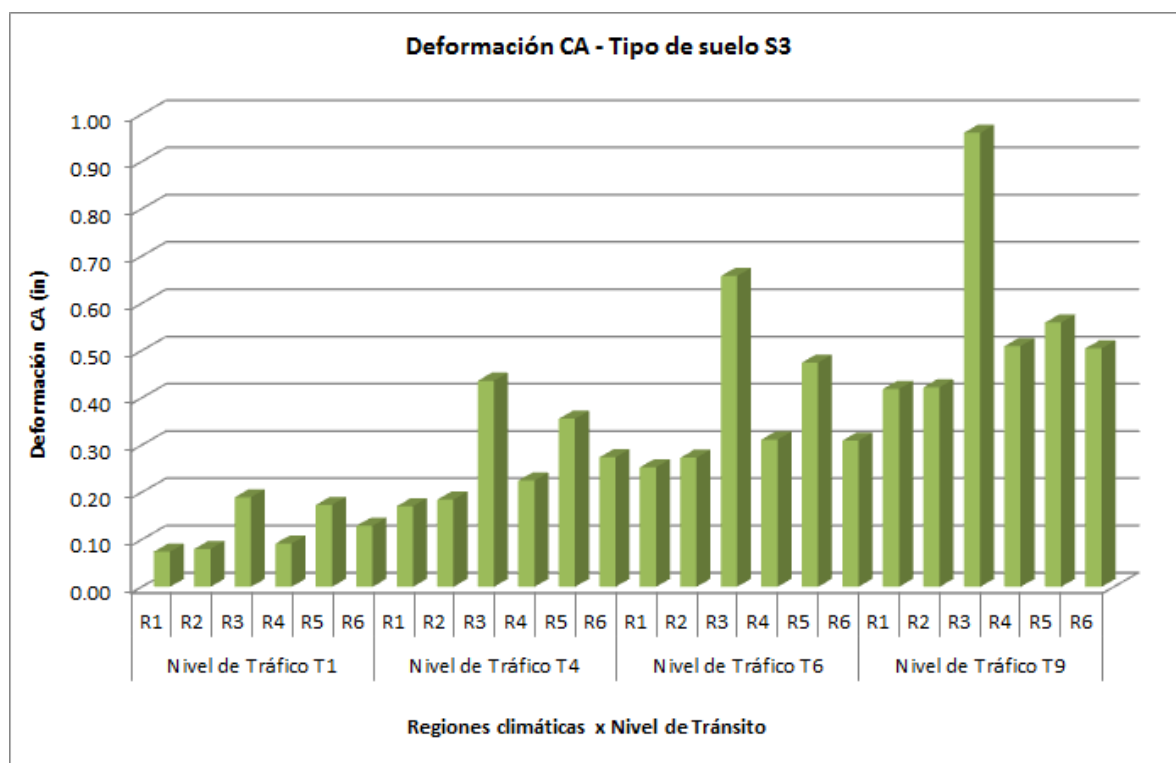
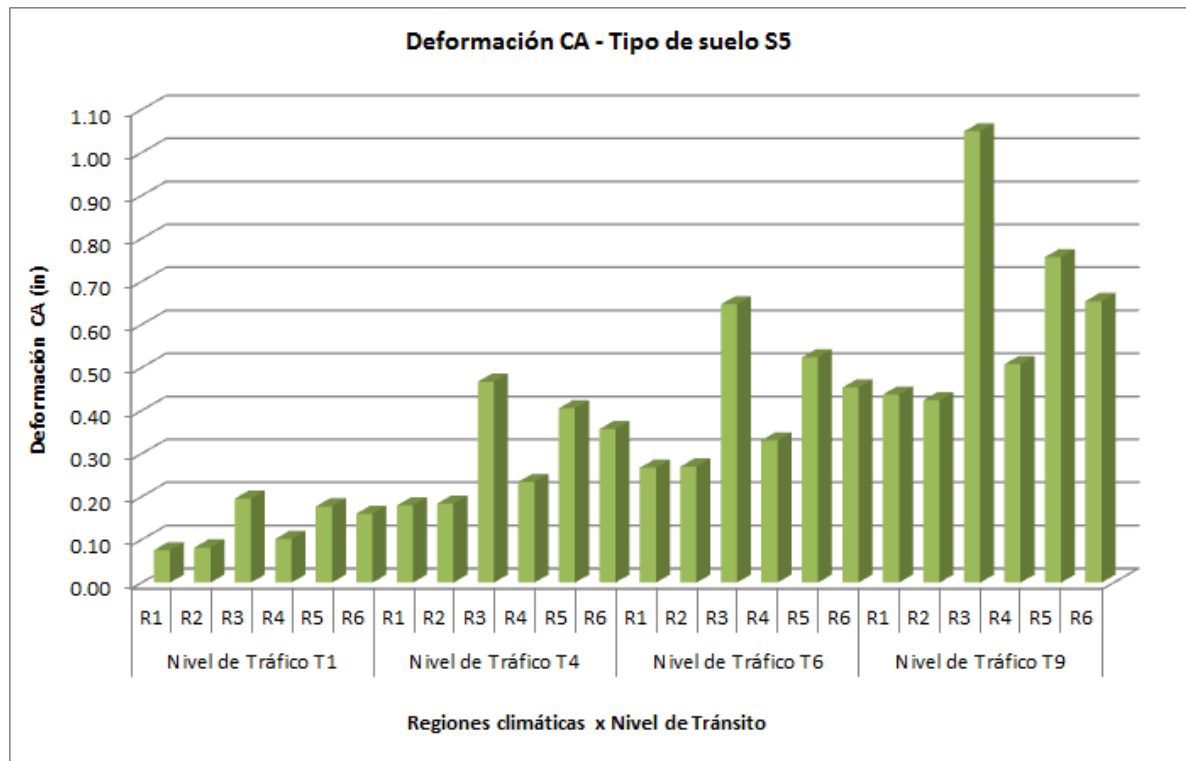


Figura 28 Deformación de la CA - Suelo Tipo S5



3.7.1.4 Deformación total de la estructura de pavimento. Se obtiene un comportamiento similar al modelo tratado anteriormente causado por la incidencia que tiene la deformación de la mezcla asfáltica dentro de la deformación total de la estructura, principalmente para la región climática R3, donde su afectación en algunos casos llega a ser hasta del 50 por ciento.

Sin embargo considerando la estructura como un todo, la deformación que se evidencia para las diferentes resistencias de suelo tratadas tiende a mantener valores similares. Esto demuestra que la disminución de espesores propuesta en los diseños a medida que el suelo de fundación crece en su resistencia lleva a obtener una compensación en las deformaciones que tiende a conservarse para todos los tipos de suelo para los niveles de tránsito tratados. Con respecto al tránsito de diseño, se presenta un crecimiento coherente en la deformación total del pavimento a mayor número de ejes equivalentes circulen por la estructura,

tornándose en un parámetro crítico en las regiones cálidas especialmente en aquellas más secas.

Figura 29 Deformación Total - Suelo Tipo S1

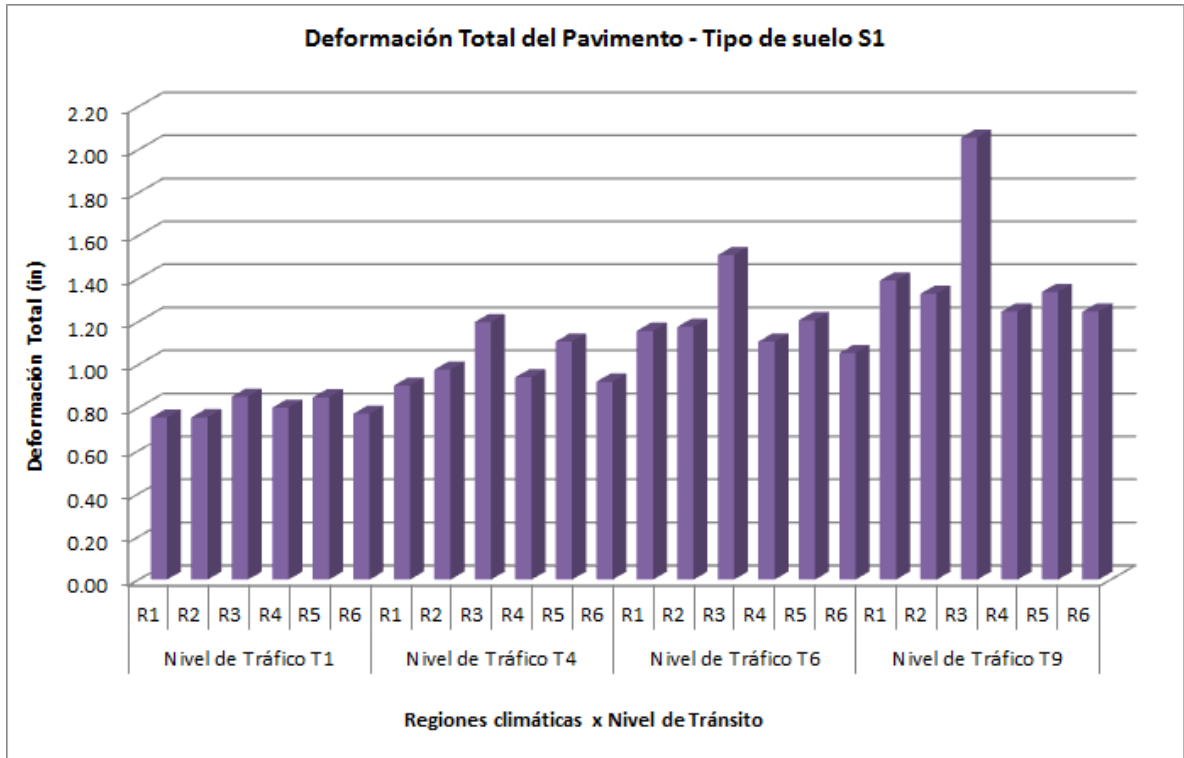


Figura 30 Deformación Total - Suelo Tipo S3

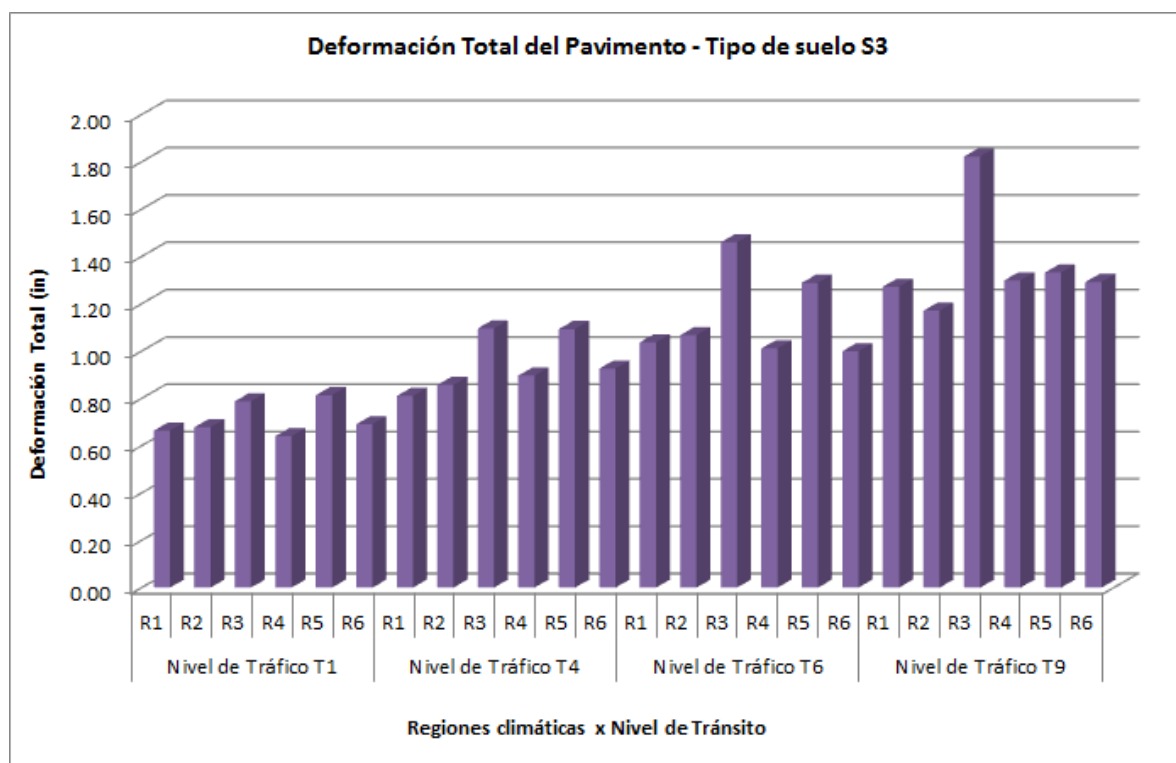
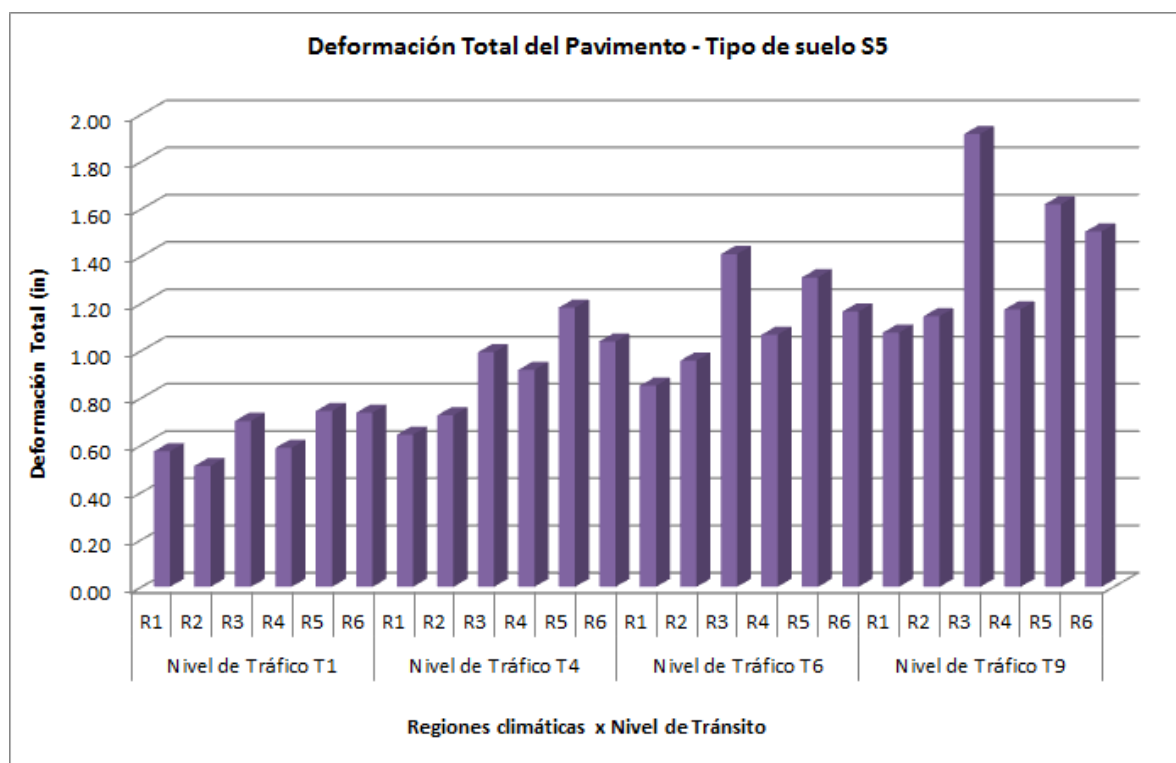


Figura 31 Deformación Total - Suelo Tipo S5



3.7.1.5 IRI Final. Se observa una tendencia en la cual los mayores valores de IRI se presentan para condiciones climáticas cálidas y preferiblemente secas. Esta conducta puede ser un indicio de la alta influencia que puede ejercer la deformación de la carpeta asfáltica en el comportamiento funcional de la estructura de pavimento al ser una de las causantes que mayor generan irregularidad en su superficie.

Al aumentar los niveles de tránsito empiezan a conjugarse todas las fallas estructurales que en su conjunto afectan la regularidad superficial del pavimento que se evidencia en una pérdida de confort y funcionalidad del mismo. Sin embargo los límites tolerables solamente son alcanzados para los niveles de tránsito más altos (N9) en donde la mayoría de alternativas fallan por los diferentes criterios de desempeño. En síntesis, a pesar de que muchos de los pavimentos analizados fallan estructuralmente por alguno de los modelos propuestos en la metodología AASHTO 2002, la regularidad superficial del pavimento medida a través del IRI requiere de la conjunción de todos estos modelos de daño logrado únicamente con la acumulación de altos volúmenes de cargas a lo largo del periodo de diseño.

Figura 32 IRI final - Suelo Tipo S1

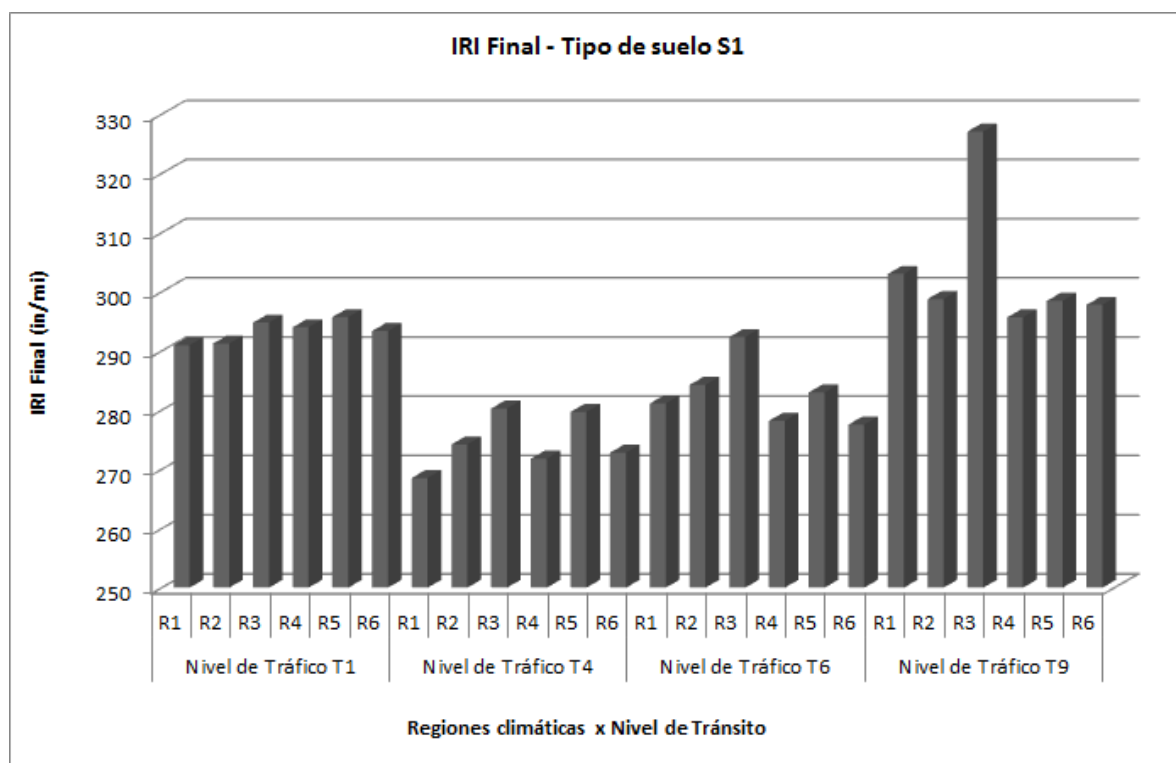


Figura 33 IRI final - Suelo Tipo S3

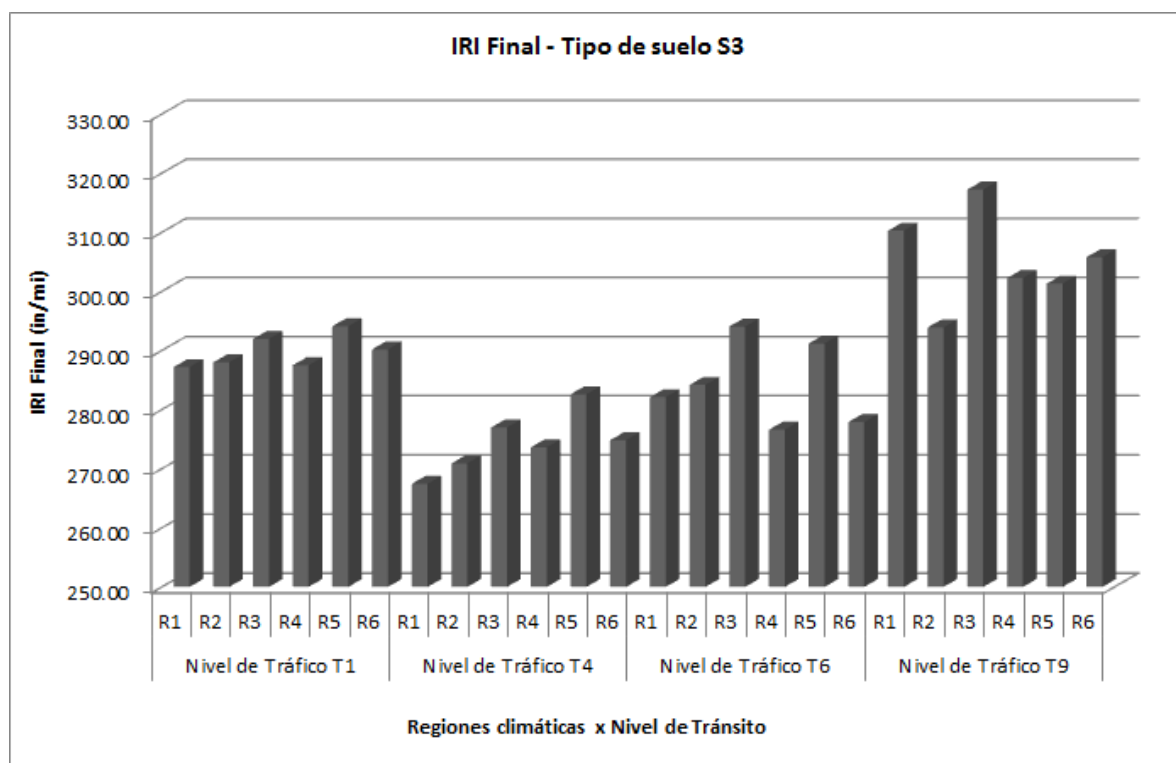
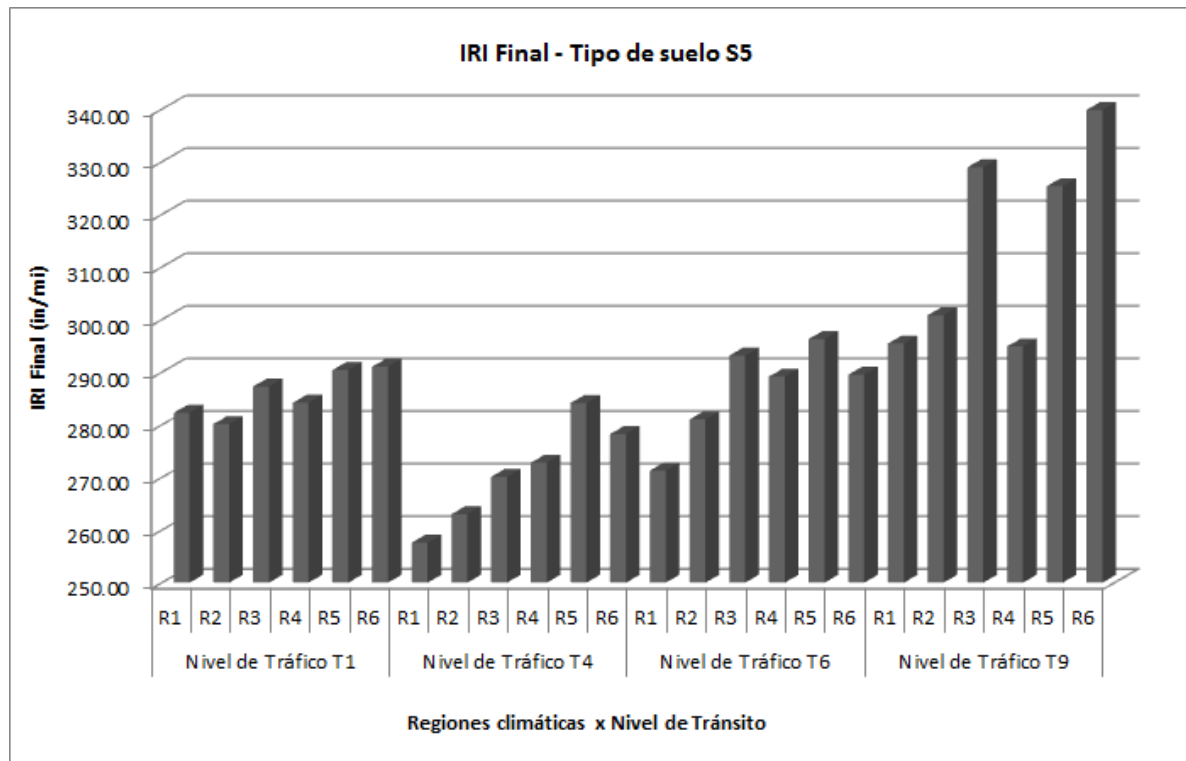


Figura 34 IRI final - Suelo Tipo S5



3.7.2 Periodos de falla. Hablamos como periodo de falla al tiempo en meses contado a partir del momento en que se abre el pavimento al tránsito, a partir del cual la estructura falla estructural o funcionalmente por alguno de los modelos de deterioro que controlan el comportamiento del pavimento. De la Figura 35 a la Figura 37 se observa los periodos de falla para las alternativas propuestas en suelos tipo S1, S3 y S5.

En suelos de fundación de baja resistencia la falla en los pavimentos es producida esencialmente por los modelos de deformación de la estructura, que su vez se asocian a altos volúmenes de tránsito y climas cálidos de características secas. Sin embargo para suelos más resistentes los modelos de fisuración tienden a gobernar el comportamiento estructural del pavimento alcanzando periodos de falla incluso muy tempranos en comparación con la vida útil del pavimento. La disminución de espesores a medida que aumente la resistencia del suelo incide

marcadamente en la aparición temprana de fisuraciones principalmente de tipo longitudinal que llevan a sobrepasar los límites admisibles a unos pocos meses de la puesta en marcha de las alternativas planteadas.

Figura 35 Periodos de falla – Tipo de suelo S1

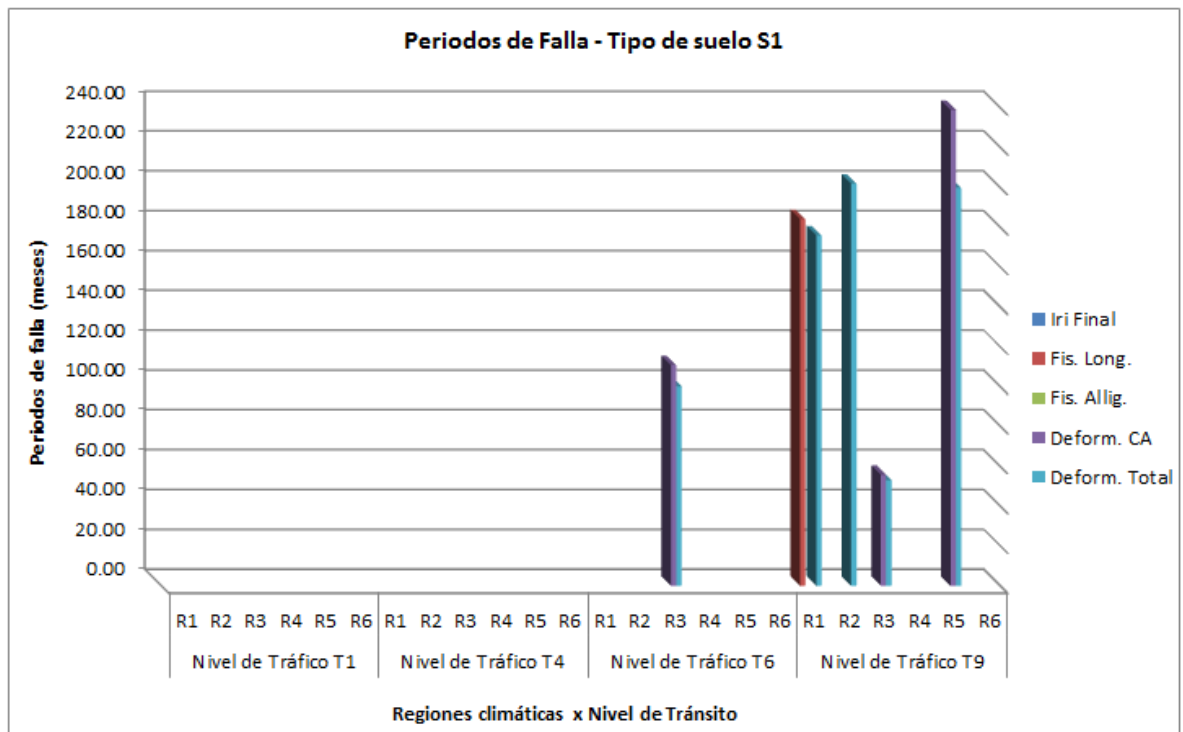


Figura 36 Periodo de falla en meses – Tipo de suelo S3

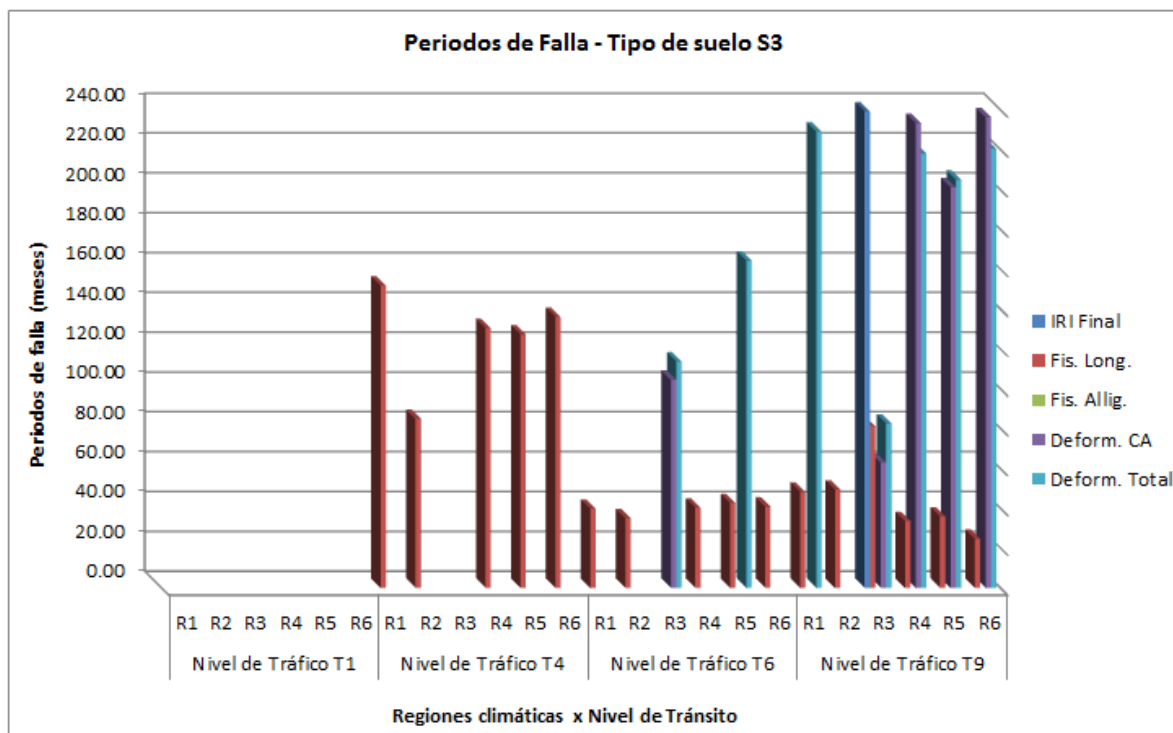
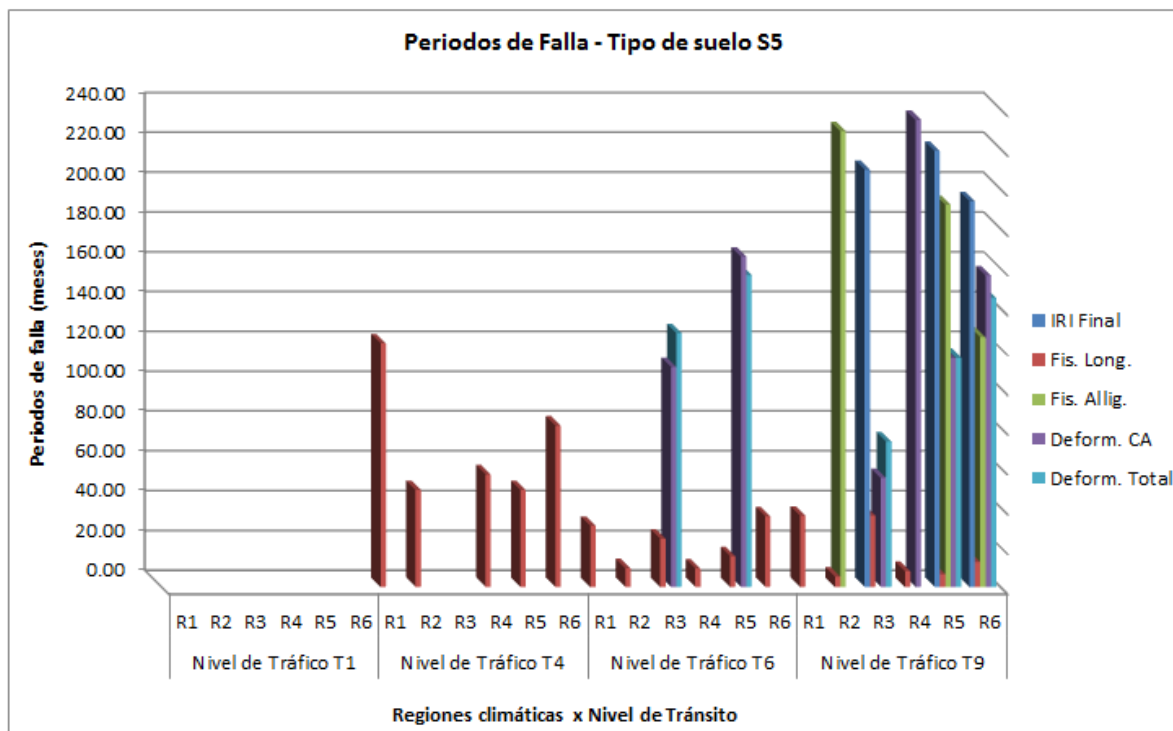


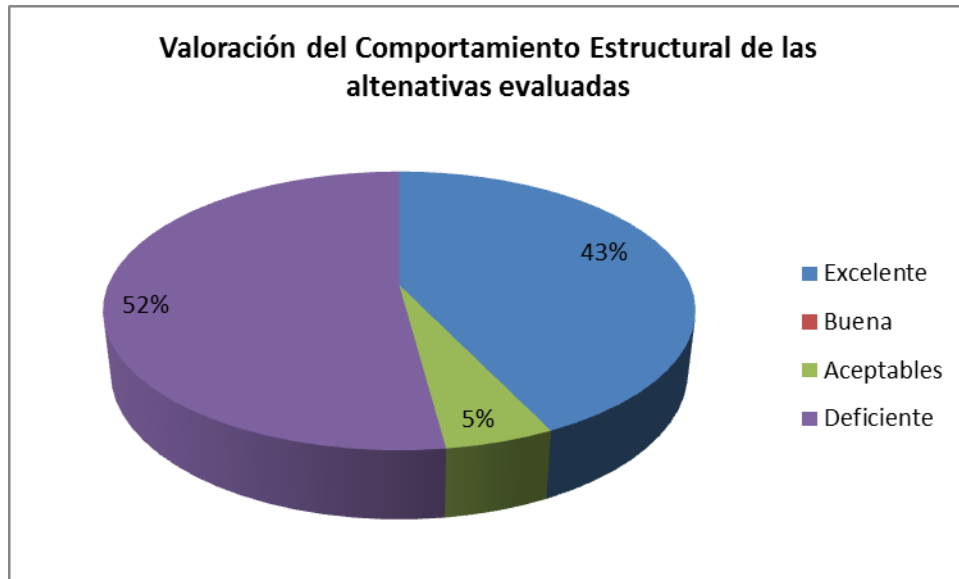
Figura 37 Periodo de falla en meses – Tipo de suelo S5



De acuerdo a los periodos de falla de las estructuras evaluadas se presenta una valoración general de las mismas según los siguientes criterios:

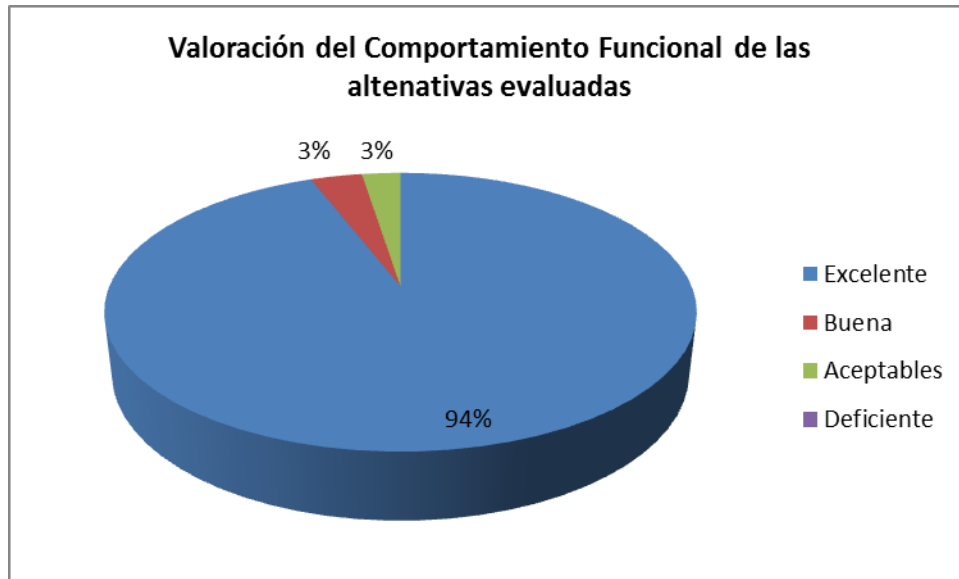
- **Excelente:** Corresponde a aquellas estructuras en las cuales los modelos de deterioro del pavimento no supera en ningún caso los valores límites admisibles durante la totalidad de su periodo de diseño estructural (PDE).
- **Buena:** Corresponde a aquellas estructuras en las cuales los modelos de deterioro del pavimento no supera en ningún caso los valores límites admisibles para un 90% de su periodo de diseño estructural (PDE).
- **Aceptable:** Corresponde a aquellas estructuras en las cuales los modelos de deterioro del pavimento no supera en ningún caso los valores límites admisibles para un 75% de su periodo de diseño estructural (PDE).
- **Deficiente:** Corresponde a aquellas estructuras en las cuales los modelos de deterioro del pavimento superan los valores límites admisibles para un periodo inferior al 75% de su periodo de diseño estructural (PDE).

Figura 38 Evaluación estructural de las alternativas analizadas



Tal como se observa en la Figura 38, aproximadamente la mitad de los pavimentos evaluados no cumplen los criterios de desempeño estructural debido a que éstos sobrepasan los límites admisibles antes de cumplir al menos un 75% de su periodo de diseño (PDE). Al observar los periodos de falla de las estructuras (Anexo 0), se evidencia claramente la viabilidad que se tienen en el uso de los diseños propuestos para los niveles de tránsito más bajos. Sin embargo al aumentar dicha variable los pavimentos propuestos son más vulnerables y en muchos casos fallan prematuramente siguiendo las tendencias expuestas en los numerales anteriores.

Figura 39 Evaluación funcional de las alternativas analizadas



No obstante, al analizar la Figura 39 se observa que el comportamiento funcional de los pavimentos es garantizado para un 94% de la totalidad de alternativas evaluadas, lo cual se traduce en la prestación de un servicio de confort que no se ve afectado por fallas estructurales, sino que éstas son una alerta para futuros mantenimiento que minimicen el efectos y la propagación de las mismas.

En resumen, de las anteriores páginas se puede deducir varios aspectos concernientes al diseño y comportamientos de los pavimentos analizados, enfatizando que el propósito del presente trabajo no es determinar las causa de falla ni replantear las estructuras propuestas, sino describir el comportamiento que refleja un análisis empírico-mecanicista en dichos diseños certificando si cumplen con los criterios de deterioro establecidos por la Guía de Diseño. Se destaca los siguientes puntos:

- Para iguales condiciones de tránsito y tipo de suelo, la variable que define los espesores de pavimento es el clima, existiendo una tendencia en el aumento de los espesores a mayor temperatura y precipitación exista, lo cual no

significa un mejor comportamiento de las estructuras evaluadas, sino por el contrario se busca contrarrestar los efectos que genera esta variable para la obtención de resultados similares. De igual forma, se observa el aumento de espesores al aumentar el nivel de tránsito y disminución en la resistencia de la subrasante, condiciones lógicas esperadas considerando iguales condiciones climáticas.

- Para niveles de tránsito inferiores a un millón de ejes equivalentes (Nivel T1), las estructuras propuestas en las cartas de diseño cumplen satisfactoriamente los requisitos de carga para el periodo de diseño especificado. Todos los modelos de deterioro se encuentran por debajo de los límites admisibles establecidos, considerando los cinco tipos de suelo según su resistencia y las diferentes condiciones climáticas.
- Para niveles de tránsito superior a los seis millones de ejes equivalentes (> Nivel T4) y todos los tipos de suelo evaluados, el 52% de los pavimentos caracterizados fallan por fisuración longitudinal constituyéndose en el tipo de deterioro más común dentro de las estructuras analizadas. Vale la pena resaltar que este tipo de falla aparece para periodos de servicio muy cortos en estructuras soportadas sobre subrasantes de mayor resistencia, lo cual se asocia a la configuración de espesores de la estructura propuesta.
- Para niveles de tránsito medio (hasta 15 millones de ejes equivalentes) y todos los tipos de suelo evaluados, el IRI final del pavimento para su periodo de diseño se encuentra por debajo del límite admisible establecido. Para niveles de tránsito alto (40 millones de ejes equivalentes), dicho criterio es superado en el 23 % de las estructuras evaluadas en periodos superiores al 75% de su vida útil, por lo cual la totalidad de estructuras cumplen con este criterio de desempeño. Claramente este tipo de deterioro se encuentra asociado al volumen de tránsito circundante, en la cual todos los modelos de

deterioro confluyen hacia el detrimento en la regularidad superficial del pavimento.

- La fisuración de abajo hacia arriba o piel de cocodrilo como popularmente se conoce, se hace visible para niveles de alto tránsito (40 millones de ejes equivalentes) produciéndose falla en aproximadamente un 5% de los diseños analizados. De forma similar que para la fisuración longitudinal, las estructuras de pavimento propuestas que fallan por piel de cocodrilo son aquellas que se soportan sobre subrasantes de mayo resistencia. Esto induce a un replanteo de los espesores de las capas subyacentes o de la propia carpeta asfáltica que usualmente inducen este tipo de falla por reflexión de grietas, fatiga de la estructura o espesores insuficientes.
- Del total de diseños analizados mediante la metodología AASTHO 2002, el 18% de las estructuras supera la deformación tolerable establecida para la carpeta asfáltica, siendo más notorio su efecto en niveles de tránsito medio-alto (superiores a 15 millones de ejes equivalentes). Adicionalmente se aprecia la influencia del clima en los valores obtenidos para este tipo de deterioro. En regiones climáticas cuyas temperaturas promedio oscilan por encima de los 20°C, los valores de deformación de la CA son claramente superiores con respecto a las demás regiones, alcanzándose la falla en condiciones de alta transitabilidad.
- Del total de diseños analizados mediante la metodología AASTHO 2002, el 24% de las estructuras sobrepasa los límites admisibles de deformación total, siendo más notorio su efecto en niveles de tránsito medio-alto (superiores a 15 millones de ejes equivalentes). La deformación total del pavimento por tener implícitamente la deformación de la carpeta asfáltica sigue su misma tendencia al ser más notoria en los climas cuya temperatura promedio oscila por encima de los 20°C. Sobresale de forma particular el hecho de que las

propuestas planteadas para la región climática R3 (TMAP. $> 20^{\circ}\text{C}$ y Precip. anual $< 2000\text{ mm}$) fallan en periodos mucho más cortos con respecto a los demás climas incluyendo el R5 (TMAP. $> 20^{\circ}\text{C}$ y Precip. anual $2000\text{-}4000\text{ mm}$) y R6 (TMAP. $> 20^{\circ}\text{C}$ y Precip. anual $> 4000\text{ mm}$). Esto nos lleva a indagar sobre el efecto que juega la humedad en la estabilidad estructural del pavimento.

- En términos generales para las estructuras evaluadas, considerando cuatro de los nueve niveles de tránsito implementados en las cartas de diseño, cinco tipos de suelo valorados de acuerdo a su resistencia, y seis regiones climáticas establecidas según su temperatura media anual y precipitación media anual, un 48% de las propuestas cumplen estructural y funcionalmente con los requisitos de desempeño establecidos para pavimentos flexibles de acuerdo a los criterios descritos en el presente trabajo y basado en las recomendaciones del Banco Mundial, del Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica y la FHWA.

CONCLUSIONES

- La Guía de Diseño AASHTO 2002 nos presenta una metodología que a la luz de las tecnologías utilizadas en el diseño de pavimentos, aventaja enormemente a los métodos tradicionales, dando posibilidad a sus usuarios de poder caracterizar mes a mes, bajo condiciones propias de tránsito, clima y materiales del lugar objeto de estudio (siempre que se cuente con la información requerida), el comportamiento de una estructura de pavimento, determinando para cualquier instante de su periodo de diseño las deficiencias en los criterios de desempeño que se especifique bajo un nivel de confiabilidad dado.
- A diferencia de los métodos comúnmente utilizados en el diseño de pavimentos, la metodología AASHTO 2002 establece un procedimiento en el que se incorporan la información bajo tres niveles de jerarquía en la entrada de datos, establecidos según el nivel de complejidad y de precisión deseado. El presente trabajo busca caracterizar el comportamiento de los pavimentos bajo unas condiciones de entrada que representan un comportamiento promedio de las variables que intervienen en el diseño de un pavimento, por lo cual la información utilizada para este objeto proporciona un nivel de precisión menor en los resultados obtenidos. Para niveles de mayor complejidad y precisión se requiere de información específica del proyecto, prevaleciendo siempre sobre datos promedios, comportamientos generalizados o correlaciones establecidas para condiciones totalmente diferentes.
- El proceso de análisis de la estructuras a través de la metodología AASHTO 2002, implicó de un proceso en el cual se tuvo que adaptar la información presentada en la cartilla del INV al esquema establecido en el software

MEPDG, y adicionalmente complementarla a fin de cumplir con el ingreso de datos mínimos para que la metodología efectúe su proceso correctamente. Se incluye dentro de esta información complementaria estudios que soportan los valores límites de deterioro, espectros de carga aplicados a Colombia para la caracterización del tránsito, registros horarios vehiculares, registros históricos de la variables climáticas, especificaciones de la normativa existente en el país para la caracterización de los materiales, estudios, conferencias y demás documentos concernientes al diseño de pavimentos.

- Para cada uno de los modelos analizados, se obtuvo el nivel de tránsito y tiempo de servicio para el cual el pavimento supera los límites admisibles especificados para los deterioros considerados en el análisis. En aquellas estructuras que cumplen funcional y estructuralmente, se presenta el tránsito y valor para cada tipo de deterioro, al final de su periodo de diseño.
- Los resultados obtenidos de los modelos determinan que un 48 % de las estructuras propuestas en las cartas de diseño cumplen satisfactoriamente con los criterios de desempeño que deben caracterizan el comportamiento estructural y funcional de un pavimento. Estas estructuras se encuentran establecidas para los niveles de tránsito más bajo evaluados (por debajo de los 6 millones de ejes equivalentes).
- A medida que aumentan los volúmenes de tránsito las alternativas evaluadas fallan estructuralmente siguiendo dos tendencias principales: fallas por deformación en suelos de baja resistencia acentuándose su efecto en climas cálidos; y fallas por fisuración inducida por la disminución en los espesores de diseño al aumentar la resistencia del suelo de fundación. Del 52 % de los diseños considerados como deficientes estructuralmente, un 87% falla en un inicio siguiendo los modelos de fisuración, mientras que el restante 13% lo hizo a través de los modelos de deformación.

- La pérdida de regularidad superficial del pavimento medida a través del IRI se alcanza cuando la estructura se encuentra altamente alterada por cada uno de los modelos de deterioro estructural. Esto se alcanza con la acumulación de grandes volúmenes de tránsito durante periodos de tiempo importantes, de ahí que su presencia en los modelos evaluados solo se haga evidente para los niveles más altos de tránsito (40 millones de ejes equivalentes) y para periodos que superan en todos los casos el 75 % del PDE. De esta forma del total de estructuras analizadas, tan solo un 6% de las mismas logró sobrepasar los límites admisibles de IRI pero dentro de un rango de tiempo considerado como aceptable dentro de la viabilidad de la estructura. De esto se deduce que la alteración del comportamiento funcional de un pavimento a niveles de no tolerabilidad requiere de la acumulación de daños a lo largo del tiempo de servicio para lograr afectar seriamente la regularidad superficial del pavimento, lo cual no se logró obtener para ninguna de las alternativas evaluadas.

- De acuerdo a los resultados obtenidos, el análisis empírico-mecanicista garantiza para el 100% de estructuras evaluadas un nivel de confort de buenas características para el tránsito vehicular de acuerdo a los límites establecidos en el presente documento, sin embargo prende las alarmas en cuanto a los mantenimientos y posibles rehabilitaciones que deben considerarse ante las fallas estructurales que más del 50% de los diseños presentaron, muchos de ellos en periodos de servicio muy tempranos.

- Se observan comportamientos particulares entre los cuales se destaca el efecto producido por la variable climática en la deformación de la mezcla asfáltica; valores importantes de deformación total del pavimento para altos volúmenes de tránsito con mayor acentuación en climas cálidos de baja humedad; aumentos significativos de fisuración a medida que se incrementa la resistencia del suelo de fundación; el criterio de funcionalidad del pavimento

definido a través del IRI se ve claramente afectado únicamente por el volumen de carga que transita el pavimento independientemente del tipo de suelo y clima.

- Para el cálculo del tránsito vehicular se recomienda calcular los factores de equivalencia a partir de los espectros de carga existentes para cada caso en particular, dado que la utilización de factores teóricos o experimentales proporcionados a través de diferentes entidades puede conllevar al sobredimensionamiento de la carga que experimentará el pavimento lo cual induce a análisis o diseños conservadores.
- Dentro de un marco aplicativo, el presente proyecto soportaría técnicamente los periodos de falla temprana que ocurriría en determinadas estructuras lo cual justificaría la no imputación de pólizas de estabilidad de obra a constructores que se vieron en la obligación de construirlas, obviamente si dichas estructuras evidencian los deterioros especificados en el presente documento. En resumen, independientemente del proceso constructivo es claro que gran parte de los diseños evaluados presentarán fallas estructurales antes de cumplir su periodo de vida útil.
- Con el desarrollo del presente proyecto se busca disminuir la desconfianza existente en el uso de las cartillas del INV para el diseño de pavimento, proporcionando la información que permite establecer la idoneidad de una estructura determinada o al menos predecir el comportamiento que ésta va a presentar con la posibilidad de cuantificar el costo que requerirá su mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

AASHTO 2002 – NCHRP 1-37A. Guide for Mechanistic Empirical Design of new and rehabilitated pavement structures, National Cooperative Highway Research Program. Transportation Research Board, National Research Council March 2004.

BENAVIDES, B., Henry. Programa Nacional de Radiación. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Subdirección de Meteorología. Colombia.

CARDONA, Camilo A. Predicción del índice de rugosidad internacional en pavimentos flexibles usando redes neuronales artificiales. Proyecto de Grado para optar por el título de Magíster en Ingeniería – Geotecnia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Escuela de Ingeniería Civil. Medellín. 2007.

CONSEJO DE DIRECTORES DE CARRETERAS DE IBERIA E IBEROAMERICA. M5.1. Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles. Colección de documentos. Volumen No. 11. 2002.

CONSEJO DE DIRECTORES DE CARRETERAS DE IBERIA E IBEROAMERICA. Pesos y dimensiones de vehículos y transportes de cargas peligrosas. Colección de documentos. Volumen No. 15. 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Artículo 440-07: Mezcla Densa en Frío. Colombia: INVIAS. 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Capítulo 2 y Capítulo 5. Colombia: INVIAS. 2007.

GARNICA, Paul, DELGADO, Horacio y SANDOVAL, Carlos. Análisis de varianza del efecto de algunos factores que influyen en la deformación permanente de algunas mezclas asfálticas. Secretaria de Comunicaciones Y Transporte. Instituto Mexicano del Transporte. 2005. Publicación técnica No.272. Sanfadila, Querétaro, México.

LEDEZMA, Bismarck. Consideraciones sobre el modelo climático en la guía MEPDG. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Michoacana de San Juan Nicolás de Hidalgo. Facultad de Ingeniería Civil. México: Morelia, Michoacán. Marzo, 2011.

LONDOÑO N., Cipriano y ALVAREZ P., Jorge Alberto. Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. Instituto Colombiano de Productores de Cemento. Medellín: ICPC. 2008.

MARIN, Lina, MORENO, Hernán y POVEDA, German. Análisis del ciclo diurno de la humedad relativa en 17 aeropuertos de Colombia. Preparado para presentación en el XVI Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología. Armenia 29, 30 y 31 de Octubre, 2004.

MINAYA, G. Silene y ORDOÑEZ H., Abel. Diseño moderno de pavimentos asfálticos. 2ed. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 2006.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. Colombia: INVIAS. Octubre de 2006.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. SUBDIRECCION DE APOYO TECNICO. Manual de diseño de pavimentos

asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito. Colombia: INVIAS. Abril de 2007.

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. 2ed. Bogotá D.C.: Agora Editores. 2002.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Análisis de las precipitaciones horarias en Colombia. Preparado por: Grupo de Climatología, Agroclimatología y Meteorología Marina. Subdirección de Meteorología-IDEAM. Colombia.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Mapas de Precipitación Promedio en Colombia. Preparado por: Grupo de Climatología y Agrometeorología – Subdirección de Meteorología-IDEAM. 2011.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA -UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME) Y MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Atlas de Radiación Solar de Colombia. Bogotá D.C.: UPME - IDEAM. Colombia, 2005

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA -UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME) - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Atlas de Vientos y Energía Eólica de Colombia. Bogotá D.C.: UPME - IDEAM. Colombia, 2006.

OROZCO, Juan Manuel, TELLEZ, Rodolfo, SOLORIO, Ricardo, PEREZ, Alfonso, SANCHEZ, María y TORRAS, Sandra. Sistema de evaluación de pavimentos. Versión 2.0. Secretaria de Comunicaciones Y Transporte. Instituto Mexicano del Transporte. 2004. Publicación técnica No.245. Sanfadila, Querétaro, México.

PRIMER CONGRESO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS EN PAVIMENTOS. (20 y 21, mayo, 2005: Lima, Perú). La Nueva Guía para el Diseño Empírico-Mecanístico de Pavimentos: Parte 2 Capítulo 2-Materiales. Lima: Local del Consejo Nacional del Colegio de Ingenieros del Perú, 2005.

THE GOODYEAR TIRE & RUBBER COMPANY. Llantas comerciales Goodyear: Llantas para camiones de larga distancia y regionales. 2009.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN. Experiencias de Adaptación del Método MEPDG en Argentina. Proyecto de Investigación: “Estudio y adaptación a condiciones locales del método NCHRP 1-37A para diseño de pavimentos rígidos”. Universidad Nacional de San Juan. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña –EICAM. Argentina, 2006-2007.

ANEXO A. INFORMACION COMPLEMENTARIA MÓDULOS ENTRADA PARA SOFTWARE MEPDG

1.1 VOLUMENES DE TRANSITO PARA COLOMBIA AÑO 2008

1.1.1 AADTS (0 - 500):

Tabla 76 Volumen semanal y composición vehicular AADTS (0 – 500)

TPDS (0-500) - COLOMBIA 2008									
DPTO.	ruta	TPDS	%A	%B	%C	Total	Cálculo de Promedio Ponderado		
ANTIOQUIA	368	497	65%	9%	26%	100%	323.05	44.73	129.22
	457	299	70%	5%	25%	100%	209.30	14.95	74.75
	474	274	41%	12%	47%	100%	112.34	32.88	128.78
	1180	405	73%	9%	18%	100%	295.65	36.45	72.90
BOLIVAR	972	155	40%	21%	39%	100%	62.00	32.55	60.45
BOYACA	81	343	79%	8%	13%	100%	270.97	27.44	44.59
	112	348	72%	11%	17%	100%	250.56	38.28	59.16
	121	268	43%	14%	43%	100%	115.24	37.52	115.24
CAQUETA	411	414	74%	7%	19%	100%	306.36	28.98	78.66
	862	24	64%	1%	35%	100%	15.36	0.24	8.40
	966	500	54%	15%	31%	100%	270.00	75.00	155.00
	1151	211	66%	9%	25%	100%	139.26	18.99	52.75
	1171	61	62%	12%	26%	100%	37.82	7.32	15.86
CASANARE	787	454	70%	7%	23%	100%	317.80	31.78	104.42
	1100	51	14%	11%	75%	100%	7.14	5.61	38.25
	1102	257	27%	15%	58%	100%	69.39	38.55	149.06
	1103	246	24%	15%	61%	100%	59.04	36.90	150.06
CAUCA	296	224	52%	26%	22%	100%	116.48	58.24	49.28
	299	382	78%	12%	10%	100%	297.96	45.84	38.20
	652	113	37%	25%	38%	100%	41.81	28.25	42.94
	654	167	58%	12%	30%	100%	96.86	20.04	50.10
	677	458	50%	18%	32%	100%	229.00	82.44	146.56
	807	463	81%	10%	9%	100%	375.03	46.30	41.67
	818	111	78%	4%	18%	100%	86.58	4.44	19.98
	920	88	67%	18%	15%	100%	58.96	15.84	13.20
	1196	61	62%	18%	20%	100%	37.82	10.98	12.20
	1197	68	72%	12%	16%	100%	48.96	8.16	10.88
	1198	190	75%	12%	13%	100%	142.50	22.80	24.70
	1199	165	50%	19%	31%	100%	82.50	31.35	51.15
	1202	224	56%	5%	39%	100%	125.44	11.20	87.36
	1203	23	62%	11%	27%	100%	14.26	2.53	6.21
	1204	400	85%	7%	8%	100%	340.00	28.00	32.00
CESAR	598	218	75%	5%	20%	100%	163.50	10.90	43.60
	733	411	50%	20%	30%	100%	205.50	82.20	123.30
	734	456	52%	13%	35%	100%	237.12	59.28	159.60
	1044	95	44%	1%	55%	100%	41.80	0.95	52.25
CHOCO	756	103	58%	4%	38%	100%	59.74	4.12	39.14
	758	431	50%	10%	40%	100%	215.50	43.10	172.40
	759	59	26%	5%	69%	100%	15.34	2.95	40.71
	955	313	27%	12%	61%	100%	84.51	37.56	190.93
	928	83	34%	9%	57%	100%	28.22	7.47	47.31

CORDOBA	1206	201	57%	15%	28%	100%	114.57	30.15	56.28
	1207	358	66%	7%	27%	100%	236.28	25.06	96.66
GUAJIRA	622	423	51%	1%	48%	100%	215.73	4.23	203.04
	901	71	96%	1%	3%	100%	68.16	0.71	2.13
HUILA	389	382	72%	6%	22%	100%	275.04	22.92	84.04
	399	431	52%	14%	34%	100%	224.12	60.34	146.54
	402	454	64%	10%	26%	100%	290.56	45.40	118.04
	406	404	97%	0%	3%	100%	391.88	0.00	12.12
	853	438	64%	5%	31%	100%	280.32	21.90	135.78
	1139	383	47%	19%	34%	100%	180.01	72.77	130.22
MAGDALENA	732	296	71%	1%	28%	100%	210.16	2.96	82.88
META	1157	272	91%	2%	7%	100%	247.52	5.44	19.04
	1158	260	93%	2%	5%	100%	241.80	5.20	13.00
	1159	83	58%	10%	32%	100%	48.14	8.30	26.56
NARIÑO	301	342	62%	16%	22%	100%	212.04	54.72	75.24
	303	414	68%	18%	14%	100%	281.52	74.52	57.96
NORTE DE SANTANDER	194	244	49%	8%	43%	100%	119.56	19.52	104.92
	849	392	76%	1%	23%	100%	297.92	3.92	90.16
PUTUMAYO	888	266	55%	9%	36%	100%	146.30	23.94	95.76
	889	455	83%	5%	12%	100%	377.65	22.75	54.60
	957	442	57%	12%	31%	100%	251.94	53.04	137.02
	959	257	74%	7%	19%	100%	190.18	17.99	48.83
	962	172	52%	12%	36%	100%	89.44	20.64	61.92
	1216	172	65%	8%	27%	100%	111.80	13.76	46.44
RISARALDA	840	140	87%	11%	2%	100%	121.80	15.40	2.80
	986	346	38%	17%	45%	100%	131.48	58.82	155.70
	1182	477	41%	1%	58%	100%	195.57	4.77	276.66
SANTANDER	145	351	65%	10%	25%	100%	228.15	35.10	87.75
	153	479	70%	11%	19%	100%	335.30	52.69	91.01
	154	295	54%	16%	30%	100%	159.30	47.20	88.50
SUCRE	1219	231	63%	3%	34%	100%	145.53	6.93	78.54
TOLIMA	805	382	76%	7%	17%	100%	290.32	26.74	64.94

	% A	% B	% C
Distribución Vehicular TPDS (0-500)	62.30%	9.90%	27.80%

1.1.2 AADTS (501 - 1000)

Tabla 77 Volumen semanal y composición vehicular AADTS (501 – 1000)

TPDS (501-1000) - COLOMBIA 2008								
DPTO.	TPDS	%A	%B	%C	Total	Cálculo de Promedio Ponderado		
ANTIOQUIA	880	70%	12%	18%	100%	616.00	105.60	158.40
	946	74%	5%	21%	100%	700.04	47.30	198.66
	640	71%	22%	7%	100%	454.40	140.80	44.80
	599	44%	14%	42%	100%	263.56	83.86	251.58
	760	66%	6%	28%	100%	501.60	45.60	212.80
BOLIVAR	672	81%	1%	18%	100%	544.32	6.72	120.96
	611	68%	1%	31%	100%	415.48	6.11	189.41
BOYACA	688	72%	9%	19%	100%	495.36	61.92	130.72
	859	67%	11%	22%	100%	575.53	94.49	188.98
	959	67%	9%	24%	100%	642.53	86.31	230.16
	508	51%	12%	37%	100%	259.08	60.96	187.96
	592	54%	12%	34%	100%	319.68	71.04	201.28
	679	49%	11%	40%	100%	332.71	74.69	271.60
CALDAS	770	58%	11%	31%	100%	446.60	84.70	238.70
CAQUETA	611	73%	7%	20%	100%	446.03	42.77	122.20
	918	73%	7%	20%	100%	670.14	64.26	183.60
	827	72%	5%	23%	100%	595.44	41.35	190.21
	540	72%	6%	22%	100%	388.80	32.40	118.80
	846	61%	6%	33%	100%	516.06	50.76	279.18
	963	53%	12%	35%	100%	510.39	115.56	337.05
CASANARE	761	50%	12%	38%	100%	380.50	91.32	289.18
	903	58%	11%	31%	100%	523.74	99.33	279.93
	921	62%	6%	32%	100%	571.02	55.26	294.72
	858	58%	11%	31%	100%	497.64	94.38	265.98
CAUCA	513	69%	17%	14%	100%	353.97	87.21	71.82
	772	83%	5%	12%	100%	640.76	38.60	92.64
	673	49%	14%	37%	100%	329.77	94.22	249.01
	621	73%	19%	8%	100%	453.33	117.99	49.68
	862	73%	22%	5%	100%	629.26	189.64	43.10
	868	75%	17%	8%	100%	651.00	147.56	69.44
	630	46%	16%	38%	100%	289.80	100.80	239.40
CESAR	761	46%	4%	50%	100%	350.06	30.44	380.50
	790	65%	10%	25%	100%	513.50	79.00	197.50
CHOCO	513	56%	26%	18%	100%	287.28	133.38	92.34
	616	63%	12%	25%	100%	388.08	73.92	154.00
CORDOBA	623	77%	4%	19%	100%	479.71	24.92	118.37
C/MARCA	862	79%	10%	11%	100%	680.98	86.20	94.82
	583	76%	3%	21%	100%	443.08	17.49	122.43
GUAJIRA	662	44%	5%	51%	100%	291.28	33.10	337.62
HUILA	947	81%	4%	15%	100%	767.07	37.88	142.05
	865	81%	4%	15%	100%	700.65	34.60	129.75
MAGDALENA	902	53%	18%	29%	100%	478.06	162.36	261.58
META	921	75%	4%	21%	100%	690.75	36.84	193.41
	754	63%	7%	30%	100%	475.02	52.78	226.20

NARIÑO	640	70%	8%	22%	100%	448.00	51.20	140.80
	799	71%	9%	20%	100%	567.29	71.91	159.80
	629	67%	10%	23%	100%	421.43	62.90	144.67
	687	86%	6%	8%	100%	590.82	41.22	54.96
NORTE DE SANTANDER	994	64%	6%	30%	100%	636.16	59.64	298.20
	678	57%	8%	35%	100%	386.46	54.24	237.30
	719	62%	6%	32%	100%	445.78	43.14	230.08
	784	43%	10%	47%	100%	337.12	78.40	368.48
OCAÑA	606	84%	4%	12%	100%	509.04	24.24	72.72
PUTUMAYO	566	73%	6%	21%	100%	413.18	33.96	118.86
	963	50%	14%	36%	100%	481.50	134.82	346.68
	574	72%	8%	20%	100%	413.28	45.92	114.80
	747	67%	11%	22%	100%	500.49	82.17	164.34
RISARALDA	734	63%	9%	28%	100%	462.42	66.06	205.52
SANTANDER	869	77%	5%	18%	100%	669.13	43.45	156.42
	729	63%	10%	27%	100%	459.27	72.90	196.83
TOLIMA	650	55%	18%	27%	100%	357.50	117.00	175.50
VALLE	567	33%	2%	65%	100%	187.11	11.34	368.55
	697	71%	5%	24%	100%	494.87	34.85	167.28

	% A	% B	% C
Distribución Vehicular TPDS (501-1000)	65.00%	9.35%	25.65%

1.1.3 AADTS (1001 - 2500)

Tabla 78 Volumen semanal y composición vehicular AADTS (1001 – 2500)

TPDS (1001-2500) - COLOMBIA 2008									
DPTO.	RUTA	TPDS	%A	%B	%C	Total	Cálculo de Promedio Ponderado		
ANTIOQUIA	365	1858	76%	7%	17%	100%	1,412.08	130.06	315.86
	366	1755	65%	5%	30%	100%	1,140.75	87.75	526.50
	690	1776	59%	10%	31%	100%	1,047.84	177.60	550.56
	736	1175	69%	11%	20%	100%	810.75	129.25	235.00
	798	2123	69%	11%	20%	100%	1,464.87	233.53	424.60
	816	2159	35%	9%	56%	100%	755.65	194.31	1,209.04
	871	1701	60%	18%	22%	100%	1,020.60	306.18	374.22
	978	1494	50%	15%	35%	100%	747.00	224.10	522.90
	1025	1695	60%	9%	31%	100%	1,017.00	152.55	525.45
ATLÁNTICO	522	1920	21%	25%	54%	100%	403.20	480.00	1,036.80
	530	2199	40%	14%	46%	100%	879.60	307.86	1,011.54
	666	2360	40%	17%	43%	100%	944.00	401.20	1,014.80
	836	2238	27%	23%	50%	100%	604.26	514.74	1,119.00
	1072	2490	83%	8%	9%	100%	2,066.70	199.20	224.10
	1122	2155	85%	5%	10%	100%	1,831.75	107.75	215.50
BOLIVAR	506	1895	52%	11%	37%	100%	985.40	208.45	701.15
	510	2464	47%	10%	43%	100%	1,158.08	246.40	1,059.52
	511	1618	36%	3%	61%	100%	582.48	48.54	986.98
	513	1872	34%	9%	57%	100%	636.48	168.48	1,067.04
	514	1668	39%	10%	51%	100%	650.52	166.80	850.68
	521	1776	16%	16%	68%	100%	284.16	284.16	1,207.68
	1142	2448	80%	3%	17%	100%	1,958.40	73.44	416.16
BOYACA	77	1203	73%	4%	23%	100%	878.19	48.12	276.69
	78	1056	69%	14%	17%	100%	728.64	147.84	179.52
	95	1879	66%	13%	21%	100%	1,240.14	244.27	394.59
	96	2286	59%	10%	31%	100%	1,348.74	228.60	708.66
	97	1816	50%	15%	35%	100%	908.00	272.40	635.60
	101	1496	81%	2%	17%	100%	1,211.76	29.92	254.32
	109	1184	68%	13%	19%	100%	805.12	153.92	224.96
	117	2333	65%	12%	23%	100%	1,516.45	279.96	536.59
	119	1280	63%	12%	25%	100%	806.40	153.60	320.00
	130	1548	58%	10%	32%	100%	897.84	154.80	495.36
	645	1428	66%	17%	17%	100%	942.48	242.76	242.76
	679	1630	75%	7%	18%	100%	1,222.50	114.10	293.40
CALDAS	442	1518	61%	8%	31%	100%	925.98	121.44	470.58
	444	1281	60%	7%	33%	100%	768.60	89.67	422.73
	446	1531	62%	6%	32%	100%	949.22	91.86	489.92
	353	1319	58%	19%	23%	100%	765.02	250.61	303.37
CAQUETA	408	1530	69%	7%	24%	100%	1,055.70	107.10	367.20
	409	1523	65%	6%	29%	100%	989.95	91.38	441.67
	704	1023	62%	8%	30%	100%	634.26	81.84	306.90
	715	1500	76%	7%	17%	100%	1,140.00	105.00	255.00
	1134	1256	76%	4%	20%	100%	954.56	50.24	251.20
CASANARE	933	1890	67%	10%	23%	100%	1,266.30	189.00	434.70
	1141	1713	67%	5%	28%	100%	1,147.71	85.65	479.64
	1152	1822	67%	9%	24%	100%	1,220.74	163.98	437.28
	1160	1033	57%	10%	33%	100%	588.81	103.30	340.89
	1164	1148	58%	11%	31%	100%	665.84	126.28	355.88
	1431	1431	73%	11%	16%	100%	1,044.63	157.41	228.96

CAUCA	2161	42%	18%	40%	100%	907.62	388.98	864.40
	1850	37%	17%	46%	100%	684.50	314.50	851.00
	1810	39%	15%	46%	100%	705.90	271.50	832.60
	1326	81%	9%	10%	100%	1,074.06	119.34	132.60
	1591	35%	14%	51%	100%	556.85	222.74	811.41
	1686	85%	6%	9%	100%	1,433.10	101.16	151.74
	2361	59%	9%	32%	100%	1,392.99	212.49	755.52
	1817	52%	10%	38%	100%	944.84	181.70	690.46
CESAR	2414	45%	4%	51%	100%	1,086.30	96.56	1,231.14
	2274	60%	13%	27%	100%	1,364.40	295.62	613.98
	2365	77%	4%	19%	100%	1,821.05	94.60	449.35
	1805	44%	9%	47%	100%	794.20	162.45	848.35
	1607	46%	9%	45%	100%	739.22	144.63	723.15
CORDOBA	2176	64%	12%	24%	100%	1,392.64	261.12	522.24
	2061	67%	16%	17%	100%	1,380.87	329.76	350.37
	1678	74%	7%	19%	100%	1,241.72	117.46	318.82
	2403	63%	9%	28%	100%	1,513.89	216.27	672.84
	2238	42%	7%	51%	100%	939.96	156.66	1,141.38
	1890	39%	6%	55%	100%	737.10	113.40	1,039.50
	1434	83%	1%	16%	100%	1,190.22	14.34	229.44
	1338	89%	1%	10%	100%	1,190.82	13.38	133.80
	1009	61%	10%	29%	100%	615.49	100.90	292.61
C/MARCA	1136	75%	3%	22%	100%	852.00	34.08	249.92
	2451	70%	6%	24%	100%	1,715.70	147.06	588.24
	1427	68%	14%	18%	100%	970.36	199.78	256.86
	1360	70%	12%	18%	100%	952.00	163.20	244.80
	1080	75%	12%	13%	100%	810.00	129.60	140.40
GUAJIRA	1826	80%	12%	8%	100%	1,460.80	219.12	146.08
	1504	78%	4%	18%	100%	1,173.12	60.16	270.72
	1515	52%	15%	33%	100%	787.80	227.25	499.95
	1690	55%	15%	30%	100%	929.50	253.50	507.00
HUILA	1279	67%	7%	26%	100%	856.93	89.53	332.54
	1949	64%	12%	24%	100%	1,247.36	233.88	467.76
	1263	80%	5%	15%	100%	1,010.40	63.15	189.45
	1053	85%	3%	12%	100%	895.05	31.59	126.36
	1703	61%	14%	25%	100%	1,038.83	238.42	425.75
	2036	67%	8%	25%	100%	1,364.12	162.88	509.00
	1006	78%	9%	13%	100%	784.68	90.54	130.78
	1482	56%	13%	31%	100%	829.92	192.66	459.42
MAGDALENA	2161	46%	20%	34%	100%	994.06	432.20	734.74
	2354	61%	19%	20%	100%	1,435.94	447.26	470.80
	2075	46%	2%	52%	100%	954.50	41.50	1,079.00
	1532	35%	4%	61%	100%	536.20	61.28	934.52
	1551	44%	22%	34%	100%	682.44	341.22	527.34
	1770	43%	3%	54%	100%	761.10	53.10	955.80

META	1444	38%	4%	58%	100%	548.72	57.76	837.52
	2394	33%	8%	59%	100%	790.02	191.52	1,412.46
	2472	58%	12%	30%	100%	1,433.76	296.64	741.60
	1341	75%	7%	18%	100%	1,005.75	93.87	241.38
	1773	52%	13%	35%	100%	921.96	230.49	620.55
	2388	74%	8%	18%	100%	1,767.12	191.04	429.84
	1225	31%	4%	65%	100%	379.75	49.00	796.25
	1203	35%	4%	61%	100%	421.05	48.12	733.83
	2428	54%	12%	34%	100%	1,311.12	291.36	825.52
NARIÑO	1006	74%	15%	11%	100%	744.44	150.90	110.66
	1501	73%	9%	18%	100%	1,095.73	135.09	270.18
	1617	87%	5%	8%	100%	1,406.79	80.85	129.36
	2499	88%	3%	9%	100%	2,199.12	74.97	224.91
	1398	67%	7%	26%	100%	936.66	97.86	363.48
	1214	70%	7%	23%	100%	849.80	84.98	279.22
	1792	79%	5%	16%	100%	1,415.68	89.60	286.72
	1650	88%	5%	7%	100%	1,452.00	82.50	115.50
	1705	41%	12%	47%	100%	699.05	204.60	801.35
	1432	73%	6%	21%	100%	1,045.36	85.92	300.72
NORTE DE SANTANDER	2348	57%	18%	25%	100%	1,338.36	422.64	587.00
	2438	65%	4%	31%	100%	1,584.70	97.52	755.78
	1561	55%	5%	40%	100%	858.55	78.05	624.40
	1224	63%	21%	16%	100%	771.12	257.04	195.84
	1114	39%	4%	57%	100%	434.46	44.56	634.98
	1364	66%	8%	26%	100%	900.24	109.12	354.64
	2165	49%	8%	43%	100%	1,060.85	173.20	930.95
	1064	88%	1%	11%	100%	936.32	10.64	117.04
OCAÑA	2440	80%	2%	18%	100%	1,952.00	48.80	439.20
	1734	74%	3%	23%	100%	1,283.16	52.02	398.82
	1915	72%	6%	22%	100%	1,378.80	114.90	421.30
	1146	61%	5%	34%	100%	699.06	57.30	389.64
	1563	86%	3%	11%	100%	1,344.18	46.89	171.93
PUTUMAYO	1046	63%	7%	30%	100%	658.98	73.22	313.80
QUINDIO	1859	73%	8%	19%	100%	1,357.07	148.72	353.21
	1983	64%	18%	18%	100%	1,269.12	356.94	356.94
	1886	79%	11%	10%	100%	1,489.94	207.46	188.60
RISARALDA	1717	66%	14%	20%	100%	1,133.22	240.38	343.40
	1371	83%	7%	10%	100%	1,137.93	95.97	137.10
	1373	57%	8%	35%	100%	782.61	109.84	480.55
	2405	53%	7%	40%	100%	1,274.65	168.35	962.00
SANTANDER	1852	69%	16%	15%	100%	1,277.88	296.32	277.80
	1141	72%	4%	24%	100%	821.52	45.64	273.84
	1995	67%	13%	20%	100%	1,336.65	259.35	399.00
SUCRE	1871	66%	17%	17%	100%	1,234.86	318.07	318.07
	1803	57%	7%	36%	100%	1,027.71	126.21	649.08
	1674	53%	8%	39%	100%	887.22	133.92	652.86

TOLIMA	1608	56%	11%	33%	100%	900.48	176.88	530.64
	1824	58%	7%	35%	100%	1,057.92	127.68	638.40
VALLE	1277	53%	31%	16%	100%	676.81	395.87	204.32
	1740	63%	26%	11%	100%	1,096.20	452.40	191.40
	1786	55%	33%	12%	100%	982.30	589.38	214.32
	1943	74%	12%	14%	100%	1,437.82	233.16	272.02
	2471	80%	12%	8%	100%	1,976.80	296.52	197.68
	1472	72%	10%	18%	100%	1,059.84	147.20	264.96
	2239	75%	8%	17%	100%	1,679.25	179.12	380.63
	1447	50%	5%	45%	100%	723.50	72.35	651.15
	1562	74%	6%	20%	100%	1,155.88	93.72	312.40
	1965	75%	3%	22%	100%	1,473.75	58.95	432.30
	1245	64%	6%	30%	100%	796.80	74.70	373.50
	1838	80%	10%	10%	100%	1,470.40	183.80	183.80
	1387	76%	5%	19%	100%	1,054.12	69.35	263.53
	1224	80%	5%	15%	100%	979.20	61.20	183.60
	1007	83%	3%	14%	100%	835.81	30.21	140.98
	2484	43%	8%	49%	100%	1,068.12	198.72	1,217.16

	% A	% B	% C
Distribución Vehicular TPDS (1001-2500)	61.56%	9.83%	28.61%

1.1.4 AADTS (2501 – 5000)

Tabla 79 Volumen semanal y composición vehicular AADTS (2501 – 5000)

TPDS (2501-5000) - COLOMBIA 2008									
DPTO.	ruta	TPDS	%A	%B	%C	Total	Cálculo de Promedio Ponderado		
ANTIOQUIA	356	3438	36%	10%	54%	100%	1,237.68	343.80	1,856.52
	357	4240	41%	11%	48%	100%	1,738.40	466.40	2,035.20
	358	4556	44%	10%	46%	100%	2,004.64	455.60	2,095.76
	363	2904	77%	11%	12%	100%	2,236.08	319.44	348.48
	476	3502	37%	12%	51%	100%	1,295.74	420.24	1,786.02
	479	2588	32%	11%	57%	100%	828.16	284.68	1,475.16
	484	2969	32%	8%	60%	100%	950.08	237.52	1,781.40
	754	3528	55%	23%	22%	100%	1,940.40	811.44	776.16
	935	2823	43%	9%	48%	100%	1,213.89	254.07	1,355.04
ATLÁNTICO	523	3242	36%	26%	38%	100%	1,167.12	842.92	1,231.96
	761	2521	42%	12%	46%	100%	1,058.82	302.52	1,159.66
	865	4449	37%	29%	34%	100%	1,646.13	1,290.21	1,512.66
BOLIVAR	509	2538	45%	11%	44%	100%	1,142.10	279.18	1,116.72
	512	3114	35%	10%	55%	100%	1,089.90	311.40	1,712.70
	519	2675	27%	19%	54%	100%	722.25	508.25	1,444.50
	1172	4368	30%	2%	68%	100%	1,310.40	87.36	2,970.24
BOYACA	98	3770	71%	8%	21%	100%	2,676.70	301.60	791.70
	102	2540	79%	5%	16%	100%	2,006.60	127.00	406.40
	103	2688	81%	4%	15%	100%	2,177.28	107.52	403.20
	104	4416	56%	12%	32%	100%	2,472.96	529.92	1,413.12
	116	3327	63%	21%	16%	100%	2,096.01	698.67	532.32
CALDAS	349	2912	72%	10%	18%	100%	2,096.64	291.20	524.16
	924	2910	32%	8%	60%	100%	931.20	232.80	1,746.00
	1084	4233	49%	7%	44%	100%	2,074.17	296.31	1,862.52
	1086	3843	47%	8%	45%	100%	1,806.21	307.44	1,729.35
	1130	2958	41%	8%	51%	100%	1,212.78	236.64	1,508.58
CASANARE	931	4585	70%	12%	18%	100%	3,209.50	550.20	825.30
	932	2814	71%	7%	22%	100%	1,997.94	196.98	619.08
	1099	2694	72%	10%	18%	100%	1,939.68	269.40	484.92
CAUCA	286	3261	69%	18%	13%	100%	2,250.09	586.98	423.93
	292	4015	61%	15%	24%	100%	2,449.15	602.25	963.60
	294	4598	65%	13%	22%	100%	2,988.70	597.74	1,011.56

CESAR	577	2535	55%	16%	29%	100%	1,394.25	405.60	735.15
	581	3136	69%	8%	23%	100%	2,163.84	250.88	721.28
	584	3873	77%	9%	14%	100%	2,982.21	348.57	542.22
	585	2832	75%	7%	18%	100%	2,124.00	198.24	509.76
	586	2365	77%	4%	19%	100%	1,821.05	94.60	449.35
	588	2850	73%	10%	17%	100%	2,080.50	285.00	484.50
	595	4420	32%	9%	59%	100%	1,414.40	397.80	2,607.80
	596	4120	30%	8%	62%	100%	1,236.00	329.60	2,554.40
	597	3972	30%	8%	62%	100%	1,191.60	317.76	2,462.64
	602	4630	86%	2%	12%	100%	3,981.80	92.60	555.60
	625	4244	21%	7%	72%	100%	891.24	297.08	3,055.68
	676	3483	28%	7%	65%	100%	975.24	243.81	2,263.95
CORDOBA	486	3590	51%	8%	41%	100%	1,830.90	287.20	1,471.90
	488	3639	66%	13%	21%	100%	2,401.74	473.07	764.19
	494	4565	72%	7%	21%	100%	3,286.80	319.55	958.65
	499	4505	55%	8%	37%	100%	2,477.75	360.40	1,666.85
	713	4354	63%	10%	27%	100%	2,743.02	435.40	1,175.58
	743	3913	48%	6%	46%	100%	1,878.24	234.78	1,799.98
	911	3326	70%	10%	20%	100%	2,328.20	332.60	665.20
C/MARCA	44	4322	20%	13%	67%	100%	864.40	561.86	2,895.74
	47	4897	21%	14%	65%	100%	1,028.37	685.58	3,183.05
	670	3130	75%	13%	12%	100%	2,347.50	406.90	375.60
	838	4661	85%	7%	8%	100%	3,961.85	326.27	372.88
	941	3318	61%	18%	21%	100%	2,023.98	597.24	696.78
	1031	2728	83%	8%	9%	100%	2,264.24	218.24	245.52
	1119	4509	82%	6%	12%	100%	3,697.38	270.54	541.08
	1170	3498	62%	9%	29%	100%	2,168.76	314.82	1,014.42
	1209	2524	76%	13%	11%	100%	1,918.24	328.12	277.64
GUAJIRA	605	3930	86%	3%	11%	100%	3,379.80	117.90	432.30
	606	3846	86%	4%	10%	100%	3,307.56	153.84	384.60
	610	3447	84%	3%	13%	100%	2,895.48	103.41	448.11
	619	3314	81%	8%	11%	100%	2,684.34	265.12	364.54
	621	2503	71%	11%	18%	100%	1,777.13	275.33	450.54
	1049	3866	88%	6%	6%	100%	3,402.08	231.96	231.96
HUILA	322	3066	48%	16%	36%	100%	1,471.68	490.56	1,103.76
	324	4801	55%	15%	30%	100%	2,640.55	720.15	1,440.30
	383	3518	59%	12%	29%	100%	2,075.62	422.16	1,020.22
	384	3066	58%	13%	29%	100%	1,778.28	398.58	889.14
	387	4301	68%	10%	22%	100%	2,924.68	430.10	946.22
	388	4501	66%	10%	24%	100%	2,970.66	450.10	1,080.24
	392	3058	63%	13%	24%	100%	1,926.54	397.54	733.92

	397	2603	71%	10%	19%	100%	1,848.13	260.30	494.57
	400	4680	69%	12%	19%	100%	3,229.20	561.60	889.20
	407	2755	60%	13%	27%	100%	1,653.00	358.15	743.85
	789	4737	68%	9%	23%	100%	3,221.16	426.33	1,089.51
MAGDALENA	1213	3643	23%	9%	68%	100%	837.89	327.87	2,477.24
META	541	3074	57%	15%	28%	100%	1,752.18	461.10	860.72
	545	3788	58%	8%	34%	100%	2,197.04	303.04	1,287.92
	548	2504	30%	6%	64%	100%	751.20	150.24	1,602.56
	701	2760	58%	14%	28%	100%	1,600.80	386.40	772.80
NARIÑO	307	3980	70%	7%	23%	100%	2,786.00	278.60	915.40
	309	4424	71%	8%	21%	100%	3,141.04	353.92	929.04
	310	3214	68%	10%	22%	100%	2,185.52	321.40	707.08
	316	3427	86%	1%	13%	100%	2,947.22	34.27	445.51
	323	3265	78%	11%	11%	100%	2,546.70	359.15	359.15
	779	3008	61%	10%	29%	100%	1,834.88	300.80	872.32
	1214	3034	67%	7%	26%	100%	2,032.78	212.38	788.84
NORTE DE SANTANDER	174	3684	54%	7%	39%	100%	1,989.36	257.88	1,436.76
	187	2602	71%	9%	20%	100%	1,847.42	234.18	520.40
	748	4116	80%	6%	14%	100%	3,292.80	246.96	576.24
OCAÑA	206	2945	81%	3%	16%	100%	2,385.45	88.35	471.20
	210	4552	36%	7%	57%	100%	1,638.72	318.64	2,594.64
	214	4363	34%	8%	58%	100%	1,483.42	349.04	2,530.54
	215	4528	36%	7%	57%	100%	1,630.08	316.96	2,580.96
	627	4709	36%	6%	58%	100%	1,695.24	282.54	2,731.22
	1126	4660	85%	3%	12%	100%	3,961.00	139.80	559.20
QUINDIO	244	4773	26%	16%	58%	100%	1,240.98	763.68	2,768.34
	427	4125	75%	19%	6%	100%	3,093.75	783.75	247.50
	433	4539	71%	15%	14%	100%	3,222.69	680.85	635.46
	434	3201	73%	11%	16%	100%	2,336.73	352.11	512.16
RISARALDA	337	3053	43%	16%	41%	100%	1,312.79	488.48	1,251.73
	345	2825	64%	7%	29%	100%	1,808.00	197.75	819.25
	348	2624	67%	10%	23%	100%	1,758.08	262.40	603.52
SANTANDER	137	4111	50%	11%	39%	100%	2,055.50	452.21	1,603.29
	138	4159	53%	9%	38%	100%	2,204.27	374.31	1,580.42
	143	4623	53%	10%	37%	100%	2,450.19	462.30	1,710.51
	148	3668	84%	6%	10%	100%	3,081.12	220.08	366.80
	158	4909	55%	13%	32%	100%	2,699.95	638.17	1,570.88
	159	3394	43%	9%	48%	100%	1,459.42	305.46	1,629.12
	161	2906	51%	8%	41%	100%	1,482.06	232.48	1,191.46
	633	4437	51%	12%	37%	100%	2,262.87	532.44	1,641.69
	638	3440	55%	8%	37%	100%	1,892.00	275.20	1,272.80

	667	3197	47%	13%	40%	100%	1,502.59	415.61	1,278.80
	682	3407	53%	13%	34%	100%	1,805.71	442.91	1,158.38
	725	4031	54%	14%	32%	100%	2,176.74	564.34	1,289.92
	886	3314	44%	9%	47%	100%	1,458.16	298.26	1,557.58
	1113	3984	38%	10%	52%	100%	1,513.92	398.40	2,071.68
	1140	4428	40%	10%	50%	100%	1,771.20	442.80	2,214.00
	1143	3037	62%	11%	27%	100%	1,882.94	334.07	819.99
	1150	3741	35%	12%	53%	100%	1,309.35	448.92	1,982.73
SUCRE	503	2727	60%	12%	28%	100%	1,636.20	327.24	763.56
	508	4260	53%	12%	35%	100%	2,257.80	511.20	1,491.00
	665	2596	66%	18%	16%	100%	1,713.36	467.28	415.36
	1076	3549	67%	9%	24%	100%	2,377.83	319.41	851.76
TOLIMA	233	3907	55%	13%	32%	100%	2,148.85	507.91	1,250.24
	235	3630	64%	10%	26%	100%	2,323.20	363.00	943.80
	237	3105	57%	10%	33%	100%	1,769.85	310.50	1,024.65
	238	2663	54%	11%	35%	100%	1,438.02	292.93	932.05
	240	3287	59%	10%	31%	100%	1,939.33	328.70	1,018.97
	414	4125	63%	8%	29%	100%	2,598.75	330.00	1,196.25
	416	3654	59%	9%	32%	100%	2,155.86	328.86	1,169.28
	417	3244	54%	10%	36%	100%	1,751.76	324.40	1,167.84
	738	4981	40%	12%	48%	100%	1,992.40	597.72	2,390.88
	967	4916	37%	10%	53%	100%	1,818.92	491.60	2,605.48
	995	3364	44%	9%	47%	100%	1,480.16	302.76	1,581.08
	1167	4831	43%	7%	50%	100%	2,077.33	338.17	2,415.50
	1168	4190	34%	6%	60%	100%	1,424.60	251.40	2,514.00
VALLE	262	2809	67%	23%	10%	100%	1,882.03	646.07	280.90
	264	4124	67%	23%	10%	100%	2,763.08	948.52	412.40
	271	3620	29%	5%	66%	100%	1,049.80	181.00	2,389.20
	274	3195	73%	12%	15%	100%	2,332.35	383.40	479.25
	276	2691	65%	16%	19%	100%	1,749.15	430.56	511.29
	277	4375	38%	6%	56%	100%	1,662.50	262.50	2,450.00
	340	2773	72%	7%	21%	100%	1,996.56	194.11	582.33
	628	4192	51%	9%	40%	100%	2,137.92	377.28	1,676.80
	1174	4461	68%	11%	21%	100%	3,033.48	490.71	936.81
	1175	3556	66%	8%	26%	100%	2,346.96	284.48	924.56
	1185	2684	76%	5%	19%	100%	2,039.84	134.20	509.96
	1228	3407	38%	1%	61%	100%	1,294.66	34.07	2,078.27

	% A	% B	% C
Distribución Vehicular TPDS (2501-5000)	56.43%	10.16%	33.41%

1.1.5 COMPOSICIÓN VEHICULAR SEGÚN CATÁLOGO

Tabla 80 Composición Vehicular según el catálogo del INV

Composición vehicular									
Nivel de tráfico	TPDA	% A	% B	% C	% por tipo de Camión				
					C2p	C2g	C3-4	C5	>C6
1	< 500	50-55	10-15	30-35	40-45	50-55	2-5	0-2	0-2
2	500-1000	55-60	7-12	25-30	35-40	50-55	2-5	0-2	0-2
3	1000-2500	55-60	7-12	25-30	25-30	50-55	5-10	5-10	5-10
4	2500-5000	60-65	7-12	25-30	25-30	45-50	5-10	5-10	5-10
5	5000-10000	65-70	7-12	20-25	25-30	45-50	5-10	5-10	5-10
6	> 10000	65-70	7-12	15-20	30-35	45-50	5-10	5-10	5-10

1.2 DISTRIBUCIÓN VEHICULAR HORARIA EN SANTANDER

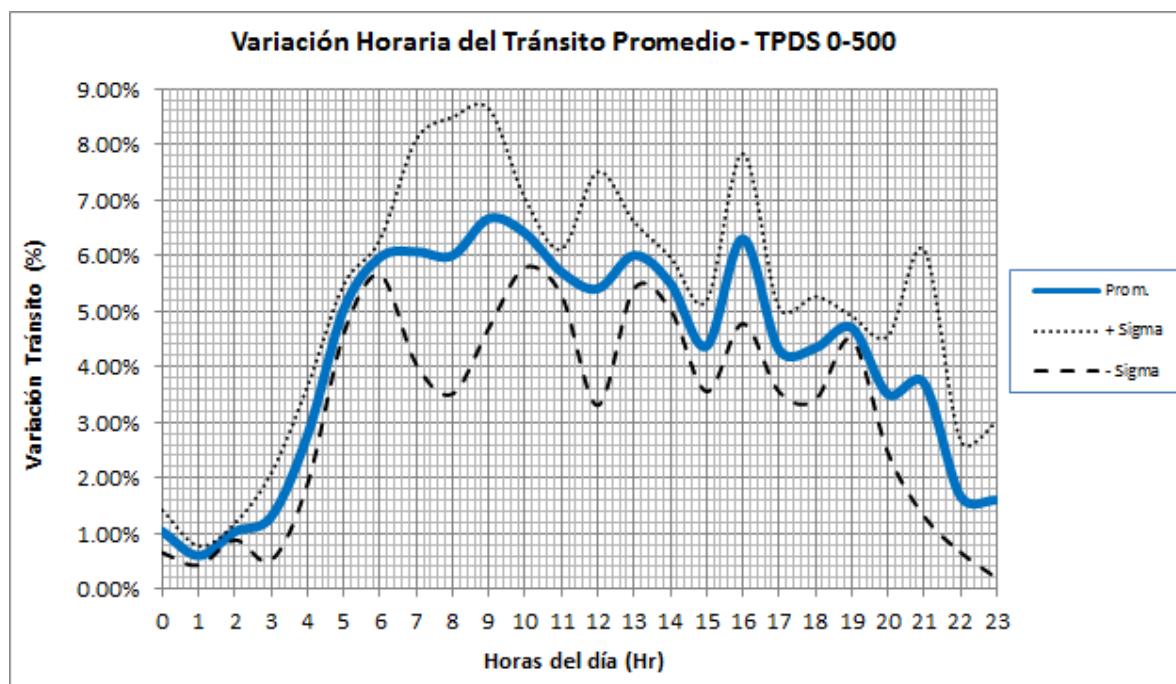
1.2.1 AADTS (0 – 500)

Tabla 81 Variación horaria del tránsito AADTS (0 – 500)

Variación Horaria del Tránsito Corregida (%) - TPDS (0-500)												
Est.	Tramo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
145	Curos - Málaga	1.30%	0.50%	1.00%	2.20%	3.51%	5.01%	6.31%	5.21%	3.51%	6.01%	5.71%
153	Velez - Landazuri	0.60%	0.50%	1.20%	0.80%	1.80%	5.49%	5.69%	8.38%	8.48%	8.88%	6.89%
154	Pto. Olaya - Pto. Araujo	1.20%	0.80%	0.90%	0.90%	3.01%	4.61%	5.91%	4.61%	6.01%	5.11%	6.61%
Promedio		1.04%	0.60%	1.03%	1.30%	2.77%	5.04%	5.97%	6.07%	6.00%	6.67%	6.40%
Desv. Estándar		0.38%	0.17%	0.15%	0.78%	0.88%	0.44%	0.32%	2.03%	2.49%	1.97%	0.61%
Prom. + Desv. Est.		1.42%	0.78%	1.18%	2.09%	3.65%	5.48%	6.29%	8.10%	8.49%	8.64%	7.02%
Prom. - Desv. Est.		0.65%	0.43%	0.88%	0.52%	1.89%	4.60%	5.65%	4.04%	3.51%	4.70%	5.29%

Variación Horaria del Tránsito Corregida (%) - TPDS (0-500)												
Est.	Tramo	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
145	Curos - Málaga	3.61%	6.41%	5.61%	5.11%	4.61%	3.51%	3.31%	4.71%	4.71%	6.31%	2.71%
153	Velez - Landazuri	4.89%	6.29%	4.99%	3.49%	7.58%	4.39%	4.59%	4.49%	2.79%	1.60%	0.70%
154	Pto. Olaya - Pto. Araujo	7.72%	5.31%	5.91%	4.51%	6.71%	5.01%	5.11%	4.91%	3.01%	3.21%	1.60%
Promedio		5.40%	6.00%	5.50%	4.37%	6.30%	4.30%	4.34%	4.70%	3.50%	3.71%	1.60%
Desv. Estándar		2.10%	0.60%	0.47%	0.82%	1.53%	0.76%	0.93%	0.21%	1.05%	2.40%	1.01%
Prom. + Desv. Est.		7.51%	6.61%	5.97%	5.19%	7.83%	5.06%	5.26%	4.91%	4.55%	6.10%	2.67%
Prom. - Desv. Est.		3.30%	5.40%	5.03%	3.55%	4.77%	3.55%	3.41%	4.49%	2.45%	1.31%	0.60%

Figura 40 Distribución horaria del tránsito AADTS (0 - 500)



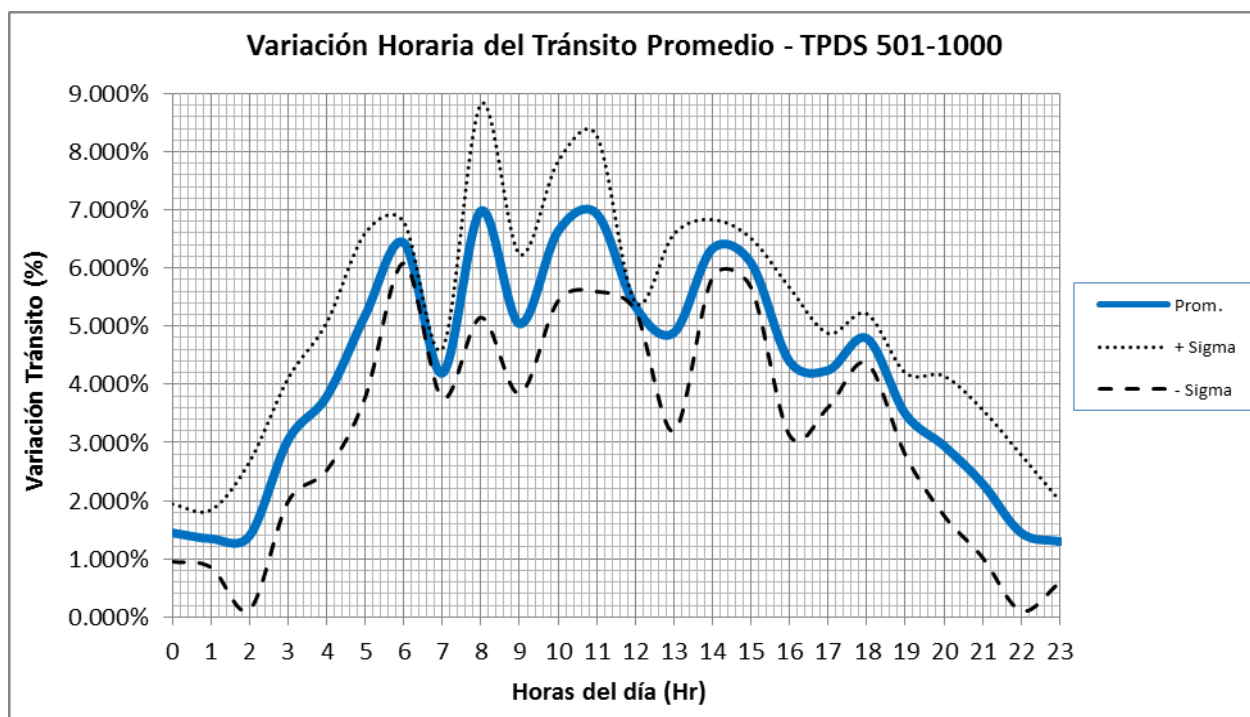
1.2.2 AADTS (501 – 1000)

Tabla 82 Variación horaria del tránsito AADTS (501 – 1000)

Variación Horaria del Tránsito Corregida (%) - TPDS (501-1000)													
Est.	Tramo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
199	Capitanejo - Miranda	1.80%	1.70%	2.30%	3.79%	4.69%	6.19%	6.69%	3.89%	5.69%	4.19%	5.79%	5.99%
710	San Gil - Mogotes	1.10%	1.00%	0.50%	2.30%	2.89%	4.19%	6.19%	4.49%	8.28%	5.89%	7.49%	7.88%
Promedio		1.45%	1.35%	1.40%	3.04%	3.79%	5.19%	6.44%	4.19%	6.99%	5.04%	6.64%	6.94%
Desv. Estándar		0.49%	0.49%	1.27%	1.06%	1.27%	1.41%	0.35%	0.42%	1.83%	1.20%	1.20%	1.34%
Prom. + Desv. Est.		1.94%	1.84%	2.67%	4.10%	5.06%	6.60%	6.79%	4.62%	8.82%	6.24%	7.84%	8.28%
Prom. - Desv. Est.		0.95%	0.85%	0.13%	1.99%	2.52%	3.78%	6.08%	3.77%	5.15%	3.84%	5.44%	5.60%

Variación Horaria del Tránsito Corregida - TPDS (501-1000)													
Est.	Tramo	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
199	Capitanejo - Miranda	5.29%	3.69%	5.99%	5.79%	3.49%	3.79%	5.09%	2.99%	3.79%	3.19%	2.40%	1.80%
710	San Gil - Mogotes	5.39%	6.09%	6.69%	6.39%	5.29%	4.69%	4.49%	3.99%	2.10%	1.40%	0.50%	0.80%
Promedio		5.34%	4.89%	6.34%	6.09%	4.39%	4.24%	4.79%	3.49%	2.94%	2.30%	1.45%	1.30%
Desv. Estándar		0.07%	1.69%	0.49%	0.42%	1.27%	0.64%	0.42%	0.71%	1.20%	1.27%	1.34%	0.71%
Prom. + Desv. Est.		5.41%	6.58%	6.83%	6.51%	5.66%	4.88%	5.21%	4.20%	4.14%	3.57%	2.79%	2.00%
Prom. - Desv. Est.		5.27%	3.20%	5.84%	5.66%	3.12%	3.61%	4.37%	2.79%	1.74%	1.02%	0.11%	0.59%

Figura 41 Distribución horaria del tránsito AADTS (501 - 1000)



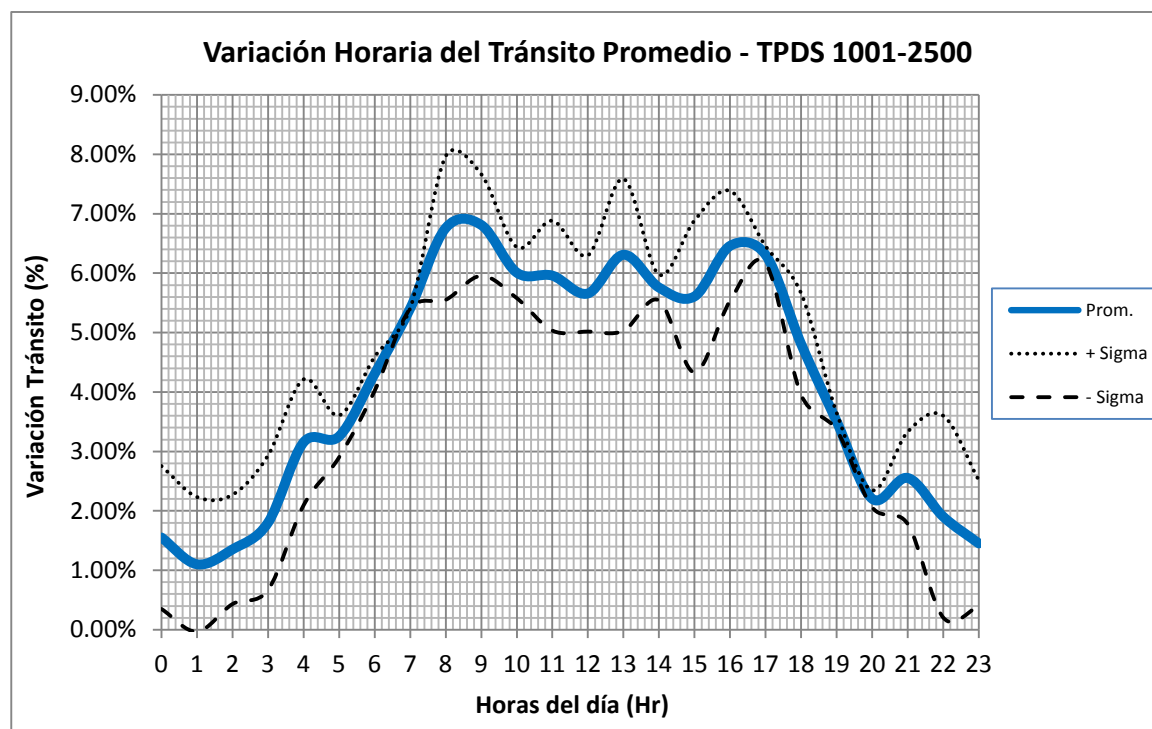
1.2.3 AADTS (1001 – 2500)

Tabla 83 Variación horaria del tránsito AADTS (1001 – 2500)

Variación Horaria del Tránsito Corregida (%) - TPDS (1001-2500)													
Est.	Tramo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
151	Velez - Barbosa	0.70%	0.30%	0.70%	1.00%	2.40%	3.01%	4.51%	5.41%	7.62%	7.41%	6.31%	6.61%
197	Concepción - Málaga	2.40%	1.90%	2.00%	2.60%	3.90%	3.50%	4.10%	5.41%	5.91%	6.21%	5.71%	5.31%
Promedio		1.55%	1.10%	1.35%	1.80%	3.15%	3.26%	4.31%	5.41%	6.76%	6.81%	6.01%	5.96%
Desv. Estándar		1.20%	1.13%	0.92%	1.13%	1.06%	0.35%	0.29%	0.00%	1.21%	0.85%	0.43%	0.92%
Prom. + Desv. Est.		2.75%	2.23%	2.27%	2.93%	4.21%	3.61%	4.59%	5.41%	7.97%	7.67%	6.44%	6.88%
Prom. - Desv. Est.		0.35%	-0.03%	0.43%	0.67%	2.09%	2.90%	4.02%	5.40%	5.55%	5.96%	5.58%	5.03%

Variación Horaria del Tránsito Corregida (%) - TPDS (1001-2500)													
Est.	Tramo	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
151	Velez - Barbosa	6.11%	7.21%	5.91%	6.51%	7.11%	6.41%	5.41%	3.61%	2.30%	2.00%	0.70%	0.70%
197	Concepción - Málaga	5.21%	5.41%	5.61%	4.70%	5.81%	6.21%	4.20%	3.40%	2.10%	3.10%	3.10%	2.20%
Promedio		5.66%	6.31%	5.76%	5.61%	6.46%	6.31%	4.81%	3.51%	2.20%	2.55%	1.90%	1.45%
Desv. Estándar		0.64%	1.28%	0.22%	1.28%	0.93%	0.15%	0.85%	0.14%	0.14%	0.78%	1.70%	1.06%
Prom. + Desv. Est.		6.30%	7.59%	5.98%	6.89%	7.39%	6.46%	5.66%	3.65%	2.35%	3.33%	3.60%	2.51%
Prom. - Desv. Est.		5.02%	5.03%	5.54%	4.33%	5.53%	6.16%	3.95%	3.36%	2.06%	1.78%	0.20%	0.39%

Figura 42 Distribución horaria del tránsito AADTS (1001 - 2500)



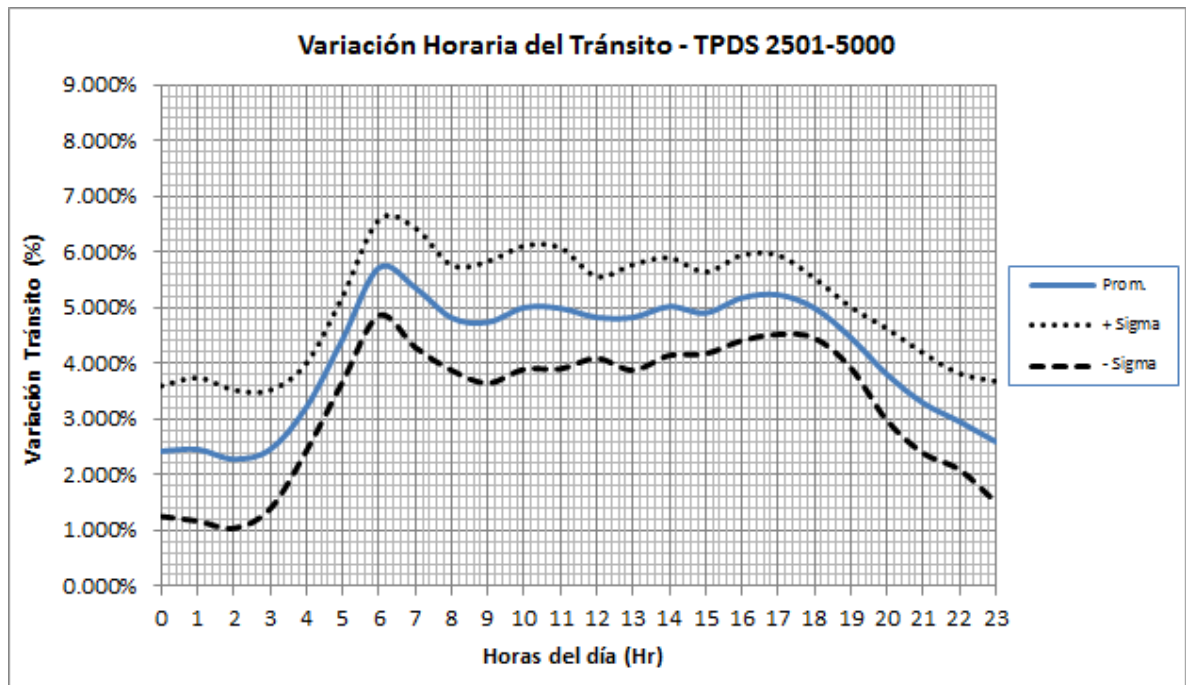
1.2.4 AADTS (2501 – 5000)

Tabla 84 Variación horaria del tránsito AADTS (2501 – 5000)

Variación Horaria del Tránsito Corregida (%) - TPDS (2501-5000)													
Est.	Tramo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
137	Vado Real - Oiba	4.10%	4.20%	4.10%	3.50%	4.30%	4.50%	4.80%	3.80%	3.40%	3.70%	3.80%	3.60%
138	Oiba -Socorro	3.70%	4.20%	4.30%	3.90%	3.40%	5.00%	5.40%	4.80%	3.60%	3.40%	4.00%	3.90%
143	San Gil - Los Curos	2.90%	2.50%	2.40%	2.80%	4.00%	4.30%	5.30%	5.40%	5.20%	4.40%	4.30%	4.40%
148	Barichara - San Gil	0.50%	0.30%	0.40%	0.40%	1.50%	2.61%	4.61%	7.82%	6.51%	7.21%	8.02%	8.12%
158	B/manga -Rionegro	1.70%	2.30%	1.70%	2.10%	3.70%	4.60%	5.91%	5.11%	5.31%	5.11%	5.51%	4.90%
161	Mal Paso - San Alberto	2.70%	2.20%	2.10%	2.20%	3.00%	4.20%	5.61%	5.61%	4.80%	4.80%	5.51%	4.80%
633	Guepsa - Vado Real	4.00%	4.10%	4.00%	3.30%	3.90%	4.50%	5.11%	4.20%	3.90%	4.00%	4.00%	3.80%
638	Rionegro - El Playón	2.30%	2.00%	2.00%	2.70%	3.40%	4.50%	5.59%	5.19%	5.49%	4.60%	5.39%	5.19%
667	B/manga - Berlin	3.50%	4.10%	3.10%	4.00%	3.80%	5.00%	5.99%	4.30%	3.40%	2.90%	3.60%	3.90%
682	La Renta - La Lizama	1.60%	1.10%	1.00%	1.30%	2.60%	5.51%	7.81%	5.81%	4.10%	4.10%	4.70%	5.01%
725	La Renta - Lebrija	1.30%	1.30%	1.00%	1.60%	3.39%	5.28%	6.58%	4.89%	4.89%	4.59%	4.99%	5.28%
886	20 de Julio - San Alberto	2.00%	2.40%	2.50%	3.00%	3.70%	5.09%	5.59%	5.29%	4.80%	4.70%	4.60%	5.09%
1113	Pto. Araujo - La Lizama	2.99%	2.79%	2.79%	2.69%	3.49%	4.99%	5.49%	5.19%	5.49%	4.79%	4.29%	4.69%
1140	La Lizama - 20 de Julio	1.70%	2.10%	1.90%	2.00%	2.40%	3.80%	6.71%	6.21%	5.41%	5.81%	5.51%	5.51%
1143	La Lizama - B/bermeja	0.40%	0.40%	0.30%	0.70%	1.80%	4.01%	6.51%	7.41%	6.21%	5.31%	5.71%	5.71%
1150	Pto. Araujo - Pto. Serviez	3.40%	3.30%	2.90%	3.10%	3.10%	3.20%	4.50%	4.70%	4.60%	6.41%	6.11%	5.91%
Promedio		2.43%	2.46%	2.28%	2.46%	3.22%	4.44%	5.72%	5.36%	4.82%	4.74%	5.00%	4.99%
Desv. Estándar		1.17%	1.29%	1.24%	1.06%	0.79%	0.77%	0.86%	1.07%	0.94%	1.09%	1.11%	1.09%
Prom. + Desv. Est.		3.60%	3.74%	3.52%	3.52%	4.01%	5.21%	6.58%	6.43%	5.76%	5.83%	6.11%	6.08%
Prom. - Desv. Est.		1.25%	1.17%	1.04%	1.39%	2.43%	3.68%	4.86%	4.29%	3.88%	3.65%	3.89%	3.90%

Variación Horaria del Tránsito Corregida (%) - TPDS (2501-5000)													
Est.	Tramo	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
137	Vado Real - Oiba	3.70%	3.20%	3.90%	3.80%	5.01%	4.50%	5.51%	4.60%	5.51%	4.90%	3.90%	3.60%
138	Oiba -Socorro	3.40%	3.80%	3.80%	4.00%	4.70%	4.80%	4.70%	4.50%	4.80%	4.60%	3.50%	3.80%
143	San Gil - Los Curos	4.60%	4.00%	4.60%	4.60%	4.50%	5.10%	5.30%	4.50%	4.20%	3.20%	4.10%	3.40%
148	Barichara - San Gil	5.81%	5.81%	7.01%	6.61%	7.01%	6.81%	5.41%	3.41%	2.00%	1.10%	0.70%	0.30%
158	B/manga -Rionegro	4.80%	5.21%	4.70%	5.11%	4.70%	4.50%	5.61%	4.90%	4.00%	3.20%	3.00%	2.30%
161	Mal Paso - San Alberto	5.21%	4.90%	5.21%	4.50%	4.80%	5.01%	4.50%	4.50%	3.70%	3.80%	3.30%	3.00%
633	Guepsa - Vado Real	4.10%	3.90%	3.90%	4.20%	4.50%	5.31%	4.60%	4.90%	4.20%	4.30%	3.60%	3.60%
638	Rionegro - El Playón	4.70%	5.09%	5.00%	4.60%	4.10%	4.60%	5.00%	4.40%	4.00%	3.60%	3.50%	3.10%
667	B/manga - Berlin	4.30%	3.30%	4.80%	4.90%	5.49%	4.50%	5.59%	5.29%	3.80%	3.00%	3.40%	4.10%
682	La Renta - La Lizama	5.11%	5.41%	5.31%	5.31%	5.71%	5.61%	5.41%	5.41%	4.50%	3.20%	2.70%	1.70%
725	La Renta - Lebrija	5.28%	5.38%	5.38%	4.89%	5.88%	5.98%	5.38%	4.79%	3.99%	3.49%	2.59%	1.89%
886	20 de Julio - San Alberto	5.29%	5.59%	4.90%	4.60%	5.29%	5.19%	4.60%	4.10%	3.80%	2.80%	3.10%	2.00%
1113	Pto. Araujo - La Lizama	5.19%	4.99%	4.79%	5.19%	4.69%	5.19%	4.39%	4.29%	3.19%	2.99%	2.79%	2.59%
1140	La Lizama - 20 de Julio	5.31%	6.21%	5.21%	5.31%	4.60%	5.21%	4.90%	4.10%	3.00%	2.70%	2.30%	2.10%
1143	La Lizama - B/bermeja	6.11%	6.01%	6.71%	6.21%	6.21%	6.61%	5.31%	4.31%	3.21%	2.40%	1.60%	0.80%
1150	Pto. Araujo - Pto. Serviez	4.30%	4.40%	5.11%	4.70%	5.61%	4.80%	3.70%	3.50%	2.90%	3.30%	3.20%	3.20%
Promedio		4.83%	4.83%	5.02%	4.91%	5.18%	5.23%	5.00%	4.47%	3.80%	3.29%	2.96%	2.59%
Desv. Estándar		0.73%	0.95%	0.88%	0.73%	0.77%	0.71%	0.54%	0.55%	0.83%	0.90%	0.86%	1.08%
Prom. + Desv. Est.		5.56%	5.77%	5.90%	5.64%	5.94%	5.94%	5.53%	5.01%	4.63%	4.19%	3.82%	3.68%
Prom. - Desv. Est.		4.09%	3.88%	4.14%	4.17%	4.41%	4.52%	4.46%	3.92%	2.97%	2.39%	2.09%	1.51%

Figura 43 Distribución horaria del tránsito AADTS (2501 - 5000)



1.3 CALCULO DEL TRÁNSITO DE DISEÑO

1.3.1 Para nivel de Tránsito T1 (AADT de 0 – 500)

Tabla 85 Cálculo del número de ejes equivalentes para el PDE y una confiabilidad del 90% (Nivel T1)

Información General	
T diseño (años)	10
TPD	242.30
Rata Crecim. (%)	5.75%
Ancho calzada (m)	7.3
No. Carriles mismo sentido	1
Factor de distribución (Fca)	1
Factor direccional (Fd)	0.5

Composición Vehicular			
Tipo	%	Cant.	F daño
A	55.0%	133.27	
A + B	45.0%	109.04	3.33
C2 g	88.57%	96.57	
C3	9.10%	9.92	
C3S2	0.01%	0.01	
C3S3	2.32%	2.53	

BUSES + CAMIONES							
AÑO	TPD	A	C2 g	C3	C3S2	C3S3	N18
0	242.30	133.27	96.57	9.92	0.01	2.53	66,232.33
1	256.24	140.93	102.13	10.49	0.01	2.68	70,040.69
2	270.97	149.03	108.00	11.10	0.01	2.83	74,068.03
3	286.55	157.60	114.21	11.73	0.01	2.99	78,326.94
4	303.03	166.66	120.78	12.41	0.01	3.16	82,830.74
5	320.45	176.25	127.72	13.12	0.01	3.35	87,593.50
6	338.88	186.38	135.06	13.88	0.02	3.54	92,630.13
7	358.36	197.10	142.83	14.67	0.02	3.74	97,956.36
8	378.97	208.43	151.04	15.52	0.02	3.96	103,588.85
9	400.76	220.42	159.73	16.41	0.02	4.18	109,545.21

$\Sigma(AADT)_i \times 365$	Volúmenes de tránsito calculado				N calculado
	459,194.93	47,179.34	51.85	12,028.14	862,812.77
	Volúmenes de tránsito corregido				N corregido
	532,206.92	54,680.85	60.09	13,940.61	1,000,000.00

Total No. Ejes Equivalentes corregidos para proporcionar un nivel de confianza del 90%. Ncorr = 1.159 Ncalc.

1.3.2 Para nivel de Tránsito T4 (AADT de 501 – 1000)

Tabla 86 Cálculo del número de ejes equivalentes para el PDE y una confiabilidad del 90% (Nivel T4)

Información General		Composición Vehicular			
T diseño (años)	15	Tipo	%	Cant.	F daño
TPD	815.01	A	55.00%	448.25	
Rata Crecim. (%)	5.75%	B + C	45.00%	366.75	3.39
Ancho calzada (m)	7.3	C2 g	89.20%	327.14	
No. Carriles mismo sentido	1	C3	6.60%	24.21	
Factor de distribución (Fca)	1	C3S2	1.20%	4.40	
Factor direccional (Fd)	0.5	C3S3	3.00%	11.00	

		BUSES + CAMIONES					
AÑO	TPD	A	C2 g	C3	C3S2	C3S3	N18
0	815.01	448.25	327.14	24.21	4.40	11.00	226,682.54
1	861.87	474.03	345.96	25.60	4.65	11.64	239,716.79
2	911.43	501.29	365.85	27.07	4.92	12.30	253,500.50
3	963.84	530.11	386.88	28.63	5.20	13.01	268,076.78
4	1019.26	560.59	409.13	30.27	5.50	13.76	283,491.20
5	1077.86	592.82	432.65	32.01	5.82	14.55	299,791.94
6	1139.84	626.91	457.53	33.85	6.16	15.39	317,029.98
7	1205.38	662.96	483.84	35.80	6.51	16.27	335,259.20
8	1274.69	701.08	511.66	37.86	6.88	17.21	354,536.60
9	1347.99	741.39	541.08	40.04	7.28	18.20	374,922.46
10	1425.49	784.02	572.19	42.34	7.70	19.24	396,480.50
11	1507.46	829.10	605.09	44.77	8.14	20.35	419,278.13
12	1594.14	876.78	639.89	47.35	8.61	21.52	443,386.62
13	1685.80	927.19	676.68	50.07	9.10	22.76	468,881.35
14	1782.74	980.51	715.59	52.95	9.63	24.07	495,842.03

$\Sigma(AADT)_i \times 365$	Volúmenes de tránsito calculado				N calculado
	2,726,979.57	201,772.03	36,685.82	91,714.56	5,176,876.62
	Volúmenes de tránsito corregido				N corregido
	3,160,569.32	233,853.78	42,518.87	106,297.17	6,000,000.00

Total No. Ejes Equivalentes corregidos para proporcionar un nivel de confianza del 90%. Ncorr = 1.159 Ncalc

1.3.3 Para nivel de Tránsito T6 (AADT de 1001 – 2500)

Tabla 87 Cálculo del número de ejes equivalentes para el PDE y una confiabilidad del 90% (Nivel T6)

Información General		Composición Vehicular			
T diseño (años)	15	Tipo	%	Cant.	F daño
TPD	1610.54	A	60.00%	966.32	
Rata Crecim. (%)	4.5%	B + C	40.00%	644.22	5.30
Ancho calzada (m)	7.3	C2 g	79.60%	512.80	
No. Carriles mismo sentido	1	C3	11.28%	72.67	
Factor de distribución (Fca)	1	C3S2	2.45%	15.78	
Factor direccional (Fd)	0.5	C3S3	6.67%	42.95	

			BUSES + CAMIONES				N18
AÑO	TPD	A	C2 g	C3	C3S2	C3S3	
0	1610.54	966.32	512.80	72.67	15.78	42.95	622,698.12
1	1683.02	1009.81	535.87	75.94	16.49	44.88	650,719.54
2	1758.75	1055.25	559.99	79.35	17.24	46.90	680,001.92
3	1837.90	1102.74	585.19	82.93	18.01	49.01	710,602.00
4	1920.60	1152.36	611.52	86.66	18.82	51.22	742,579.09
5	2007.03	1204.22	639.04	90.56	19.67	53.52	775,995.15
6	2097.34	1258.41	667.79	94.63	20.55	55.93	810,914.93
7	2191.72	1315.03	697.84	98.89	21.48	58.45	847,406.10
8	2290.35	1374.21	729.25	103.34	22.45	61.08	885,539.38
9	2393.42	1436.05	762.06	107.99	23.46	63.82	925,388.65
10	2501.12	1500.67	796.36	112.85	24.51	66.70	967,031.14
11	2613.67	1568.20	832.19	117.93	25.61	69.70	1,010,547.54
12	2731.29	1638.77	869.64	123.24	26.77	72.83	1,056,022.18
13	2854.19	1712.52	908.78	128.78	27.97	76.11	1,103,543.18
14	2982.63	1789.58	949.67	134.58	29.23	79.54	1,153,202.62

$\Sigma(AADT)_i \times 365$	Volúmenes de tránsito calculado				N calculado
	3,890,164.97	551,269.61	119,734.98	325,809.46	12,942,191.54
	Volúmenes de tránsito corregido				N corregido
	4,508,701.21	638,921.48	138,772.84	377,613.17	15,000,000.00

Total No. Ejes Equivalentes corregidos para proporcionar un nivel de confianza del 90%. Ncorr = 1.159 Ncalc

1.3.4 Para nivel de Tránsito T9 (AADT de 2501 – 5000)

Tabla 88 Cálculo del número de ejes equivalentes para el PDE y una confiabilidad del 90% (Nivel T9)

Información General	
T diseño (años)	20
TPD	3068.68
Rata Crecim. (%)	4.5%
Ancho calzada (m)	7.3
No. Carriles mismo sentido	2
Factor de distribución (Fca)	0.9
Factor direccional (Fd)	0.5

Composición Vehicular			
Tipo	%	Cant.	F daño
A	60.00%	1841.21	
B + C	40.00%	1227.47	5.46
C2 g	76.0%	932.88	
C3	12.2%	149.75	
C3S2	4.2%	51.55	
C3S3	7.6%	93.29	

		BUSES + CAMIONES					
AÑO	TPD	A	C2 g	C3	C3S2	C3S3	N18
0	3068.68	1841.21	932.88	149.75	51.55	93.29	1,100,125.77
1	3206.77	1924.06	974.86	156.49	53.87	97.49	1,149,631.43
2	3351.08	2010.65	1018.73	163.53	56.30	101.87	1,201,364.85
3	3501.88	2101.13	1064.57	170.89	58.83	106.46	1,255,426.27
4	3659.46	2195.68	1112.48	178.58	61.48	111.25	1,311,920.45
5	3824.14	2294.48	1162.54	186.62	64.25	116.25	1,370,956.87
6	3996.22	2397.73	1214.85	195.02	67.14	121.49	1,432,649.93
7	4176.05	2505.63	1269.52	203.79	70.16	126.95	1,497,119.18
8	4363.98	2618.39	1326.65	212.96	73.31	132.66	1,564,489.54
9	4560.35	2736.21	1386.35	222.55	76.61	138.63	1,634,891.57
10	4765.57	2859.34	1448.73	232.56	80.06	144.87	1,708,461.69
11	4980.02	2988.01	1513.93	243.03	83.66	151.39	1,785,342.46
12	5204.12	3122.47	1582.05	253.96	87.43	158.21	1,865,682.88
13	5438.31	3262.98	1653.25	265.39	91.36	165.32	1,949,638.60
14	5683.03	3409.82	1727.64	277.33	95.47	172.76	2,037,372.34
15	5938.77	3563.26	1805.39	289.81	99.77	180.54	2,129,054.10
16	6206.01	3723.61	1886.63	302.85	104.26	188.66	2,224,861.53
17	6485.28	3891.17	1971.53	316.48	108.95	197.15	2,324,980.30
18	6777.12	4066.27	2060.24	330.72	113.86	206.02	2,429,604.41
19	7082.09	4249.25	2152.96	345.61	118.98	215.30	2,538,936.61

$\Sigma(\text{AADT})_i \times 365$	Volúmenes de tránsito calculado				N calculado
	10,682,001.71	1,714,742.38	590,321.15	1,068,200.17	34,512,510.79
	Volúmenes de tránsito corregido				N corregido
	12,380,439.99	1,987,386.42	684,182.21	1,238,044.00	40,000,000.00

Total No. Ejes Equivalentes corregidos para proporcionar un nivel de confianza del 90%. Ncorr = 1.159 Ncalc

1.4 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS POR EJE PARA COLOMBIA EN FUNCIÓN DEL AADTS POR CADA MIL CAMIONES

1.4.1 Espectro de carga para eje sencillo

Tabla 89 Espectro de carga para Colombia - Eje sencillo

Eje Simple		No. Ejes x 1000 camiones - (según estudio) TPDS				No. Ejes x 1000 camiones - (Ajustado) TPDS			
KN	Lb	0-500	501-1000	1001-2500	2501-5000	0-500	501-1000	1001-2500	2501-5000
19.6	4406.26	43	42			43	42		
21.56	4846.88			39	37			39	37
23.52	5287.51								
29.4	6609.38	369	367			371	367		
32.34	7270.32			334	320			334	320
35.28	7931.26								
39.2	8812.51	404	403			406	403		
43.12	9693.76			379	368			379	368
47.04	10575.01								
49	11015.64	226	229			227	229		
53.9	12117.20			257	268			257	268
58.8	13218.77								
58.8	13218.77	119	119			120	119		
64.68	14540.64			132	138			132	138
70.56	15862.52								
68.6	15421.89	73	72			73	72		
75.46	16964.08			69	67			69	67
82.32	18506.27								
78.4	17625.02	69	84			69	84		
86.24	19387.52			63	61			63	61
94.08	21150.03								
88.2	19828.15	84	84			84	84		
97.02	21810.96			76	73			76	73
105.84	23793.78								
98	22031.28	83	83			83	83		
107.8	24234.40			76	72			76	72
117.6	26437.53								
107.8	24234.40	116	116			116	116		
118.58	26657.84			105	101			105	101
129.36	29081.28								
117.6	26437.53	121	121			122	121		
129.36	29081.28			110	105			110	105
141.12	31725.04								
127.4	28640.66	103	103			103	103		
140.14	31504.73			93	89			93	89
152.88	34368.79								
137.2	30843.79	50	50			50	50		
150.92	33928.17			46	44			46	44
164.64	37012.54								
147	33046.91	19	19			19	19		
161.7	36351.61			17	17			17	17
176.4	39656.30								
		1879	1892	1796	1760	1886	1892	1796	1760

1.4.2 Espectro de carga para eje tándem

Tabla 90 Espectro de carga para Colombia - Eje tándem

Eje Tándem		No. Ejes x 1000 camiones - (según estudio) TPDS			
KN	Lb	0-500	501-1000	1001-2500	2501-5000
58.8	13218.77	2	2		
64.68	14540.64			4	5
70.56	15862.52				
78.4	17625.02	8	8		
86.24	19387.52			17	21
94.08	21150.03				
98	22031.28	6	6		
107.8	24234.40			11	14
117.6	26437.53				
117.6	26437.53	6	6		
129.36	29081.28			12	16
141.12	31725.04				
137.2	30843.79	7	7		
150.92	33928.17			13	16
164.64	37012.54				
156.8	35250.04	7	7		
172.48	38775.05			13	17
188.16	42300.05				
176.4	39656.30	9	9		
194.04	43621.93			18	23
211.68	47587.56				
196	44062.55	14	15		
215.6	48468.81			30	38
235.2	52875.06				
215.6	48468.81	27	29		
237.16	53315.69			55	67
258.72	58162.57				
235.2	52875.06	20	21		
258.72	58162.57			37	44
282.24	63450.08				
254.8	57281.32	6	7		
280.28	63009.45			12	14
305.76	68737.58				
274.4	61687.57	1	2		
301.84	67856.33			4	5
329.28	74025.09				
294	66093.83	1	1		
323.4	72703.21			2	2
352.8	79312.60				
		114	120	228	282

1.4.3 Espectro de carga para eje trídem

Tabla 91 Espectro de carga para Colombia - Eje trídem

Eje Trídem		No. Ejes x 1000 camiones - (según estudio)			
		TPDS			
KN	Lb	0-500	501-1000	1001-2500	2501-5000
58.8	13218.77		1		
64.68	14540.64			1	2
70.56	15862.52				
78.4	17625.02	1	1		
86.24	19387.52			2	3
94.08	21150.03				
98	22031.28		1		
107.8	24234.40			1	1
117.6	26437.53				
117.6	26437.53				
129.36	29081.28			1	1
141.12	31725.04				
137.2	30843.79				
150.92	33928.17			1	1
164.64	37012.54				
156.8	35250.04	1	1		
172.48	38775.05			2	2
188.16	42300.05				
176.4	39656.30	1	1		
194.04	43621.93			2	2
211.68	47587.56				
196	44062.55	1	1		
215.6	48468.81			3	3
235.2	52875.06				
215.6	48468.81	1	2		
237.16	53315.69			5	5
258.72	58162.57				
235.2	52875.06	4	5		
258.72	58162.57			11	13
282.24	63450.08				
254.8	57281.32	5	7		
280.28	63009.45			15	17
305.76	68737.58				
274.4	61687.57	3	4		
301.84	67856.33			9	10
329.28	74025.09				
294	66093.83	2	2		
323.4	72703.21			5	6
352.8	79312.60				
313.6	70500.08	1	1		
344.96	77550.09			3	3

376.32	84600.10				
333.2	74906.34	1	1		
366.52	82396.97			2	3
399.84	89887.61				
352.8	79312.60	1	1		
388.08	87243.85			2	2
423.36	95175.11				
372.4	83718.85	1	1		
409.64	92090.74			2	2
446.88	100462.62				
		23	30	67	76

1.5 INFORMACIÓN CLIMÁTICA REGIÓN R1

1.5.1 Altura sobre el nivel del mar

Tabla 92 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R1

ESTACIONES - CLIMA R1								
CODIGO	TIPO	NOMBRE EST	MUNICIPIO	CORRIENTE	DPTO	ELEV	LONGITUD	LATITUD
2120558	CO	Venado Oro Vivero	Bogota	Bogota	Bogota D.C.	2725	-74.06	4.60
2120524	CO	Vitelma	Bogota	San Cristobal	Bogota D.C.	2800	-74.07	4.57
2403501	CO	Cusagui	La Uvita	Chicamocha	Boyaca	2950	-72.55	6.25
2403513	CP	U P T C	Tunja	Chulo	Boyaca	2690	-73.36	5.56
2402503	CP	Sierra La	Duitama	La Rucia	Boyaca	2700	-73.17	5.97
3509503	CO	Tunel El	Cuitiva	Lag de Tota	Boyaca	3000	-72.95	5.57
2403524	CO	Sierra Nevad Cocuy	Guican	Q Lagunillas	Boyaca	3716	-72.38	6.41
2403525	CO	Chita	Chita	Q Pena Blanca	Boyaca	2888	-72.47	6.18
2615515	CP	Brisas Las	Villamaria	Molinos	Caldas	4150	-75.35	4.94
4401503	CP	Valencia	San Sebastian	Caqueta	Cauca	2971	-76.68	1.90
2601502	CO	Paletara	Purace	Cauca	Cauca	2900	-76.44	2.17
2602507	CO	Gabriel Lopez	Totoro	Palace	Cauca	3065	-76.29	2.51
2120542	AM	Tibaitata	Mosquera	Balsillas	Cundinamarca	2543	-74.21	4.69
2120561	CP	Muna	Sibate	Bogota	Cundinamarca	2565	-74.25	4.55
3503504	CO	Chingaza	Fomeque	Chingaza	Cundinamarca	2999	-73.90	4.48
2401515	CO	Carrizal	Cucunuba	Lag Suesca	Cundinamarca	2860	-73.77	5.20
2120541	CP	Represa Del Neusa	Cogua	Neusa	Cundinamarca	3100	-73.98	5.15
2120548	CP	Iberia La	Choconta	Sisga	Cundinamarca	2760	-73.72	5.03
2120574	CO	Silos	Choconta	Sisga	Cundinamarca	2709	-73.70	5.12
2120572	CO	San Jorge Gja	Soacha	Soacha	Cundinamarca	2900	-74.19	4.51
2120557	CP	Primavera La	Subachoque	Subachoque	Cundinamarca	2590	-74.22	4.85
2401519	CO	Novilleros	Villa de San Diego de Ub	Ubate	Cundinamarca	2550	-73.78	5.33
5205504	AM	Botana	Pasto	Ay Botanilla	Narino	2820	-77.28	1.16
5205501	SP	Apto San Luis	Aldana	Guaitara	Narino	2961	-77.68	0.86
5205502	CO	Paraiso El	Tuquerres	Guaitara	Narino	3120	-77.64	1.08
4701510	CP	Encano El	Pasto	Guamues	Narino	2830	-77.16	1.16
5204501	AM	Obonuco	Pasto	Pasto	Narino	2871	-77.31	1.20
3701501	CO	Silos	Silos	Caraba	Norte Santander	2765	-72.76	7.21
3701502	CP	Berlin	Tona	Jordan	Santander	3214	-72.87	7.19
2125511	CO	Sta Isabel	Santa Isabel	Recio	Tolima	2927	-75.14	4.71
2610514	CO	Barragan	Sevilla	Bugalagrande	Valle	3003	-75.89	4.03

Promedio **2924**

1.5.2 Precipitación media

Tabla 93 Precipitación media mensual y anual para clima R1

ESTACIONES - CLIMA R1				PRECIPITACION (MM)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	V ANUAL
Venado Oro Vivero	Bogota	Bogota D.C.	2725	62	68	105	127	119	69	70	70	67	119	142	94	1111
Vitelma	Bogota	Bogota D.C.	2800	43	62	93	138	98	75	74	73	71	106	112	75	1021
Cusagui	La Uvita	Boyaca	2950	34	57	83	139	112	61	60	56	85	126	121	62	996
U P T C	Tunja	Boyaca	2690	16	29	55	76	84	58	46	42	54	85	69	31	645
Sierra La	Duitama	Boyaca	2700	112	147	220	253	211	94	71	94	136	250	213	122	1923
Tunel El	Cuitiva	Boyaca	3000	15	30	58	96	87	69	72	59	63	86	74	26	733
Sierra Nevad Cocuy	Guican	Boyaca	3716	19	43	68	143	142	107	89	93	109	135	97	55	1100
Chita	Chita	Boyaca	2888	12	27	51	110	105	108	150	114	93	105	94	34	1002
Brisas Las	Villamaría	Caldas	4150	91	91	108	182	188	109	75	72	128	190	140	81	1455
Valencia	San Sebastian	Cauca	2971	75	73	84	102	90	83	105	74	59	100	114	91	1051
Paletara	Purace	Cauca	2900	72	76	85	112	107	117	150	104	80	102	105	86	1195
Gabriel Lopez	Totoro	Cauca	3065	70	76	87	106	105	88	114	83	77	107	113	79	1104
Tibaitata	Mosquera	Cundinamarca	2543	24	37	53	82	73	54	37	40	58	83	79	40	660
Muna	Sibate	Cundinamarca	2565	19	26	50	75	70	45	24	37	48	74	64	35	565
Chingaza	Fomeque	Cundinamarca	2999	39	68	98	157	210	259	255	204	150	136	114	65	1755
Carrizal	Cucunuba	Cundinamarca	2860	26	38	59	89	66	56	47	47	48	90	72	46	684
Represa Del Neusa	Cogua	Cundinamarca	3100	41	54	74	122	117	80	76	71	78	120	93	57	982
Iberia La	Choconta	Cundinamarca	2760	15	30	44	96	101	117	103	83	70	76	53	32	819
Silos	Choconta	Cundinamarca	2709	16	38	54	88	105	137	153	102	67	68	53	31	913
San Jorge Gja	Soacha	Cundinamarca	2900	27	38	54	89	97	65	57	55	55	89	90	41	756
Primavera La	Subachoque	Cundinamarca	2590	33	40	68	97	99	59	49	52	69	115	87	44	812
Novilleros	Villa de San Diego	Cundinamarca	2550	24	46	65	109	77	52	34	35	54	108	71	38	714
Botana	Pasto	Narino	2820	97	80	86	100	92	61	47	44	48	97	102	90	943
Apto San Luis	Aldana	Narino	2961	79	79	98	108	84	54	44	38	52	87	106	96	925
Paraiso El	Tuquerres	Narino	3120	78	88	102	126	108	53	32	35	64	120	113	94	1014
Encano El	Pasto	Narino	2830	96	96	95	145	168	137	139	116	82	90	109	93	1367
Obonuco	Pasto	Narino	2871	74	67	80	88	74	46	34	31	40	87	100	76	796
Silos	Silos	Norte Santander	2765	15	24	46	93	102	96	85	88	96	110	62	33	850
Berlin	Tona	Santander	3214	13	29	38	92	91	58	49	62	89	96	55	23	694
Sta Isabel	Santa Isabel	Tolima	2927	63	88	135	221	186	110	70	105	165	188	144	81	1554
Barragan	Sevilla	Valle	3003	69	69	97	107	98	48	33	42	65	136	132	88	984
Promedio				47	58	80	118	112	85	79	72	78	112	100	63	1004

1.5.3 Días con lluvia

Tabla 94 Días promedio de lluvia mensual para clima R1

ESTACIONES - CLIMA R1				NUMERO DE DIAS CON LLUVIA												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Venado Oro Vivero	Bogota	Bogota D.C.	2725	8	11	14	17	19	21	21	20	16	18	18	12	195
Vitelma	Bogota	Bogota D.C.	2800	10	12	17	20	20	21	22	22	18	18	17	16	213
Cusagui	La Uvita	Boyaca	2950	7	11	14	17	20	18	21	19	17	19	18	12	192
U P T C	Tunja	Boyaca	2690	6	8	13	17	19	18	19	18	16	18	16	10	177
Sierra La	Duitama	Boyaca	2700	17	18	23	24	23	17	17	18	19	25	24	20	245
Tunel El	Cuitiva	Boyaca	3000	4	6	12	17	19	18	20	20	18	17	14	8	174
Sierra Nevad Cocuy	Guican	Boyaca	3716	6	10	11	20	23	22	22	21	21	22	18	14	211
Chita	Chita	Boyaca	2888	4	8	11	16	19	22	24	24	21	19	15	9	192
Brisas Las	Villamaria	Caldas	4150													
Valencia	San Sebastian	Cauca	2971	14	14	18	20	22	21	23	20	18	18	19	17	224
Paletara	Purace	Cauca	2900	15	16	20	22	25	25	26	24	22	22	21	17	255
Gabriel Lopez	Totoro	Cauca	3065	13	14	16	20	21	20	22	20	18	19	19	15	219
Tibaitata	Mosquera	Cundinamarca	2543	8	10	13	17	20	17	16	15	16	18	15	11	177
Muna	Sibate	Cundinamarca	2565	7	9	12	15	15	14	12	14	13	17	15	10	153
Chingaza	Fomeque	Cundinamarca	2999	16	16	23	26	28	28	30	29	27	27	25	21	294
Carrizal	Cucunuba	Cundinamarca	2860	9	10	12	17	18	20	20	19	15	16	16	11	183
Represa Del Neusa	Cogua	Cundinamarca	3100	9	10	13	17	21	21	22	20	17	18	17	11	195
Iberia La	Choconta	Cundinamarca	2760	7	9	11	18	21	25	24	23	20	17	14	9	195
Silos	Choconta	Cundinamarca	2709	7	10	13	19	23	26	26	23	18	17	16	10	207
San Jorge Gja	Soacha	Cundinamarca	2900	7	9	12	17	19	20	21	18	15	17	16	11	181
Primavera La	Subachoque	Cundinamarca	2590	10	11	13	17	18	17	16	16	15	19	16	11	179
Novilleros	Villa de San Diego	Cundinamarca	2550	8	10	14	17	19	18	18	17	16	19	17	10	182
Botana	Pasto	Narino	2820	18	16	20	20	22	21	19	18	16	18	20	19	226
Apto San Luis	Aldana	Narino	2961	18	17	21	21	21	21	20	18	18	18	20	20	233
Paraiso El	Tuquerres	Narino	3120	17	16	19	20	20	15	12	12	14	19	20	19	203
Encano El	Pasto	Narino	2830	21	18	22	24	26	25	24	24	22	22	20	20	269
Obonuco	Pasto	Narino	2871	17	16	19	20	20	18	17	15	15	18	19	19	213
Silos	Silos	Norte Santander	2765	6	8	11	16	20	22	23	21	19	19	14	10	190
Berlin	Tona	Santander	3214	6	8	11	16	18	19	20	19	17	18	14	8	174
Sta Isabel	Santa Isabel	Tolima	2927	12	14	18	22	21	15	13	14	17	22	20	15	203
Barragan	Sevilla	Valle	3003	10	11	14	15	16	13	11	10	12	17	18	14	162
Promedio				11	12	15	19	21	20	20	19	17	19	18	14	204

1.5.4 Temperatura media

Tabla 95 Temperatura media mensual y anual para clima R1

ESTACIONES - CLIMA R1				TEMPERATURA MEDIA												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Venado Oro Vivero	Bogota	Bogota D.C.	2725	12.6	12.5	12.8	13.0	12.8	12.6	12.1	12.2	12.3	12.5	12.3	12.2	12.5
Vitelma	Bogota	Bogota D.C.	2800	9.9	9.8	10.5	10.4	10.3	9.6	9.4	9.3	9.3	10.1	9.9	9.4	9.8
Cusagui	La Uvita	Boyaca	2950	12.7	12.5	12.6	12.9	12.7	12.2	11.6	11.8	12.0	12.1	12.4	12.6	12.3
U P T C	Tunja	Boyaca	2690	13.0	13.3	13.6	13.7	13.2	12.5	11.9	12.1	12.5	13.0	13.2	12.9	12.9
Sierra La	Duitama	Boyaca	2700	11.9	12.0	12.1	12.4	12.5	12.3	12.1	12.1	12.0	11.9	11.9	11.8	12.1
Tunel El	Cuitiva	Boyaca	3000	11.4	11.5	11.7	11.7	11.6	11.1	10.5	10.5	10.8	11.2	11.5	11.4	11.2
Sierra Nevad Cocuy	Guican	Boyaca	3716	6.7	6.5	6.7	6.5	6.5	6.4	6.3	6.2	6.2	6.1	6.2	6.5	6.4
Chita	Chita	Boyaca	2888	11.8	12.0	12.5	12.5	12.2	11.7	11.2	11.4	11.5	11.9	12.0	11.9	11.9
Brisas Las	Villamaria	Caldas	4150	4.3	4.5	4.6	4.8	5.1	4.8	4.4	4.3	4.2	4.2	4.4	4.5	4.5
Valencia	San Sebastian	Cauca	2971	10.7	10.9	11.1	11.0	11.1	10.5	9.8	9.9	10.2	10.5	10.8	10.8	10.6
Paletara	Purace	Cauca	2900	11.3	11.3	11.3	11.4	11.4	10.9	10.3	10.4	10.9	11.2	11.3	11.2	11.1
Gabriel Lopez	Totoro	Cauca	3065	10.4	10.4	10.5	10.7	10.6	10.2	9.6	9.9	10.3	10.4	10.5	10.4	10.3
Tibaitata	Mosquera	Cundinamarca	2543	12.2	12.6	13.0	13.2	13.3	13.0	12.5	12.4	12.6	12.6	12.8	12.2	12.7
Muna	Sibate	Cundinamarca	2565	12.4	12.8	12.9	13.2	13.3	13.1	12.9	13.0	12.9	12.8	12.8	12.5	12.9
Chingaza	Fomeque	Cundinamarca	2999	7.5	8.0	8.6	9.0	9.0	8.7	8.1	7.7	8.1	8.7	8.7	7.8	8.3
Carrizal	Cucunuba	Cundinamarca	2860	12.3	12.6	12.6	12.5	12.4	11.7	11.2	11.5	11.9	12.3	12.5	12.3	12.1
Represa Del Neusa	Cogua	Cundinamarca	3100	10.4	10.7	10.9	10.9	11.0	10.4	9.9	10.2	10.5	10.5	10.7	10.3	10.5
Iberia La	Choconta	Cundinamarca	2760	11.9	12.3	12.9	12.9	12.5	12.0	11.8	11.7	11.8	12.2	12.5	11.9	12.2
Silos	Choconta	Cundinamarca	2709	11.7	12.3	12.6	12.7	12.4	11.7	11.1	11.3	11.7	12.2	12.5	11.8	12.0
San Jorge Gja	Soacha	Cundinamarca	2900	11.5	11.7	11.9	12.0	12.0	11.7	11.2	11.3	11.5	11.6	11.7	11.6	11.6
Primavera La	Subachoque	Cundinamarca	2590	11.6	12.4	12.4	12.7	12.7	12.5	11.9	12.0	12.1	12.2	12.0	11.4	12.1
Novilleros	Villa de San Diego	Cundinamarca	2550	12.0	12.4	13.0	12.9	12.9	12.3	12.0	11.8	12.0	12.4	12.6	12.0	12.3
Botana	Pasto	Narino	2820	12.4	12.5	12.5	12.9	12.8	12.3	11.5	11.7	12.1	12.5	12.4	12.4	12.3
Apto San Luis	Aldana	Narino	2961	11.0	11.1	11.3	11.2	11.1	10.5	9.8	9.8	10.4	11.0	11.2	11.1	10.8
Paraiso El	Tuquerres	Narino	3120	10.9	10.9	11.1	11.3	11.2	10.7	10.0	10.2	10.6	10.9	11.0	11.0	10.8
Encano El	Pasto	Narino	2830	12.1	12.0	12.1	12.0	11.8	11.5	10.5	10.6	11.1	11.7	12.2	12.1	11.6
Obonuco	Pasto	Narino	2871	12.8	13.0	13.1	13.2	13.3	12.9	12.2	12.4	12.8	12.9	12.9	12.8	12.8
Silos	Silos	Norte Santander	2765	11.8	12.1	12.3	12.4	12.4	11.9	11.7	11.9	12.0	12.1	12.1	11.8	12.0
Berlin	Tona	Santander	3214	8.2	8.4	8.8	9.0	9.0	8.5	8.1	8.4	8.7	8.8	8.8	8.4	8.6
Sta Isabel	Santa Isabel	Tolima	2927	11.6	11.7	12.0	12.3	12.5	12.6	12.2	12.2	12.1	11.9	11.8	11.9	12.1
Barragan	Sevilla	Valle	3003	11.4	11.4	11.6	11.7	11.8	11.8	11.4	11.6	11.4	11.1	11.1	11.2	11.5
Promedio				11.0	11.2	11.5	11.6	11.5	11.1	10.6	10.7	10.9	11.1	11.2	11.0	11.1

1.5.5 Brillo solar

Tabla 96 Brillo solar mensual promedio para clima R1

ESTACIONES - CLIMA R1				BRILLO SOLAR (HRS/MES)												TOTAL
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Venado Oro Vivero	Bogota	Bogota D.C.	2725	121.7	98.4	85.0	70.5	77.8	86.6	101.1	102.3	89.9	76.8	77.7	97.7	1085.5
Vitelma	Bogota	Bogota D.C.	2800													
Cusagui	La Uvita	Boyaca	2950													
U P T C	Tunja	Boyaca	2690	220.9	183.3	172.7	142.8	138.8	131.9	148.1	153.3	149.8	155.7	162.7	203.0	1963.0
Sierra La	Duitama	Boyaca	2700	150.1	125.8	110.2	86.1	89.1	98.2	116.5	112.7	100.7	91.9	90.0	127.6	1298.9
Tunel El	Cuitiva	Boyaca	3000	238.8	189.9	174.2	133.0	134.2	127.3	139.4	140.3	132.9	143.4	161.6	206.3	1921.3
Sierra Nevad Cocuy	Guican	Boyaca	3716	191.1	151.2	148.9	93.0	84.4	104.6	135.3	113.8	100.8	90.1	111.2	169.4	1493.8
Chita	Chita	Boyaca	2888	231.9	183.9	174.4	133.9	116.7	102.1	105.8	113.1	122.7	132.1	142.7	202.1	1761.4
Brisas Las	Villamaria	Caldas	4150	93.1	72.7	76.6	42.5	51.9	69.9	107.4	96.1	54.8	41.9	65.1	81.4	853.2
Valencia	San Sebastian	Cauca	2971	110.1	91.4	81.0	72.0	74.6	83.8	73.9	86.9	84.0	86.1	90.7	116.6	1051.1
Paletara	Purace	Cauca	2900	111.4	91.9	70.8	66.0	78.6	63.1	59.6	72.3	69.0	75.6	86.2	105.7	950.2
Gabriel Lopez	Totoro	Cauca	3065	73.0	58.1	53.3	48.5	59.7	47.1	48.6	52.2	49.7	43.2	46.8	57.1	637.1
Tibaitata	Mosquera	Cundinamarca	2543	185.6	145.2	141.3	114.7	116.3	113.1	136.9	142.9	128.6	128.4	135.1	167.1	1655.2
Muna	Sibate	Cundinamarca	2565	164.8	138.1	131.1	110.7	120.1	138.1	164.2	148.9	121.6	112.5	124.5	149.7	1624.3
Chingaza	Fomeque	Cundinamarca	2999	116.1	117.4	80.6	69.4	59.3	53.6	70.0	81.7	75.3	80.1	87.8	99.0	990.3
Carrizal	Cucunuba	Cundinamarca	2860													
Represa Del Neusa	Cogua	Cundinamarca	3100	159.2	132.5	105.0	85.4	87.0	76.1	89.9	90.1	94.3	91.5	101.2	131.8	1244.0
Iberia La	Choconta	Cundinamarca	2760	164.8	134.9	123.4	92.7	87.2	67.4	85.5	100.4	96.0	113.2	129.9	152.1	1347.5
Silos	Choconta	Cundinamarca	2709	201.5	152.7	145.9	113.0	113.0	79.1	91.5	99.7	117.7	134.5	141.6	190.9	1581.1
San Jorge Gja	Soacha	Cundinamarca	2900	150.2	128.8	123.9	110.6	125.3	137.6	148.3	155.7	138.7	121.1	116.6	148.2	1605.0
Primavera La	Subachoque	Cundinamarca	2590	186.6	143.1	130.1	112.8	120.0	120.6	149.0	135.2	114.6	110.1	147.0	160.9	1630.0
Novilleros	Villa de San Diego	Cundinamarca	2550	190.6	159.5	136.7	118.1	123.6	104.3	126.2	123.5	116.9	127.5	136.7	136.6	1600.2
Botana	Pasto	Narino	2820	102.7	91.6	80.0	78.5	96.1	91.1	121.4	125.6	114.0	100.5	107.9	102.6	1212.0
Apto San Luis	Aldana	Narino	2961	128.8	104.2	100.4	109.6	124.4	126.6	132.9	133.0	123.3	123.9	121.4	132.5	1461.0
Paraiso El	Tuquerres	Narino	3120	109.2	89.2	87.4	84.6	103.6	117.4	129.8	127.0	105.7	100.9	104.6	117.5	1276.9
Encano El	Pasto	Narino	2830	93.1	73.5	68.5	54.2	63.2	66.3	65.1	68.1	69.5	81.4	92.9	105.3	901.1
Obonuco	Pasto	Narino	2871	104.2	84.6	80.3	81.0	93.2	96.1	105.8	103.3	94.1	94.2	99.4	106.9	1142.9
Silos	Silos	Norte Santander	2765	159.9	128.5	118.1	73.2	69.5	56.2	89.1	99.8	95.2	86.9	102.0	136.9	1215.1
Berlin	Tona	Santander	3214	211.5	167.8	163.9	119.4	108.9	100.9	124.6	129.1	129.7	122.7	144.5	194.6	1717.6
Sta Isabel	Santa Isabel	Tolima	2927													
Barragan	Sevilla	Valle	3003													
Promedio				152.7	124.5	114.0	92.9	96.8	94.6	110.2	111.8	103.4	102.5	112.6	138.4	1354.6

1.5.6 Humedad relativa (%)

Tabla 97 Humedad relativa mensual promedio para clima R1

ESTACIONES - CLIMA R1				HUMEDAD RELATIVA (%)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Venado Oro Vivero	Bogota	Bogota D.C.	2725	78	78	79	81	82	81	81	80	79	81	83	80	80
Vitelma	Bogota	Bogota D.C.	2800	82	81	84	85	84	84	85	84	84	85	86	85	84
Cusaqui	La Uvita	Boyaca	2950	74	76	77	79	81	79	79	79	79	81	82	78	79
U P T C	Tunja	Boyaca	2690	76	75	76	80	82	83	83	82	80	80	80	78	80
Sierra La	Duitama	Boyaca	2700	84	85	86	88	88	85	82	82	84	88	89	87	85
Tunel El	Cuitiva	Boyaca	3000	77	78	80	83	83	82	82	83	82	83	83	80	81
Sierra Nevad Cocuy	Guican	Boyaca	3716	84	84	84	84	85	86	85	85	86	86	86	84	85
Chita	Chita	Boyaca	2888	69	69	71	74	76	77	77	76	76	76	76	74	74
Brisas Las	Villamaria	Caldas	4150	89	93	92	93	94	92	91	91	93	94	92	91	92
Valencia	San Sebastian	Cauca	2971	85	83	84	85	83	84	85	85	85	85	85	85	84
Paletara	Purace	Cauca	2900	87	87	88	88	87	87	88	88	87	86	86	87	87
Gabriel Lopez	Totoro	Cauca	3065	80	81	81	82	82	83	83	83	80	80	80	80	81
Tibaitata	Mosquera	Cundinamarca	2543	81	82	83	84	83	82	80	80	81	84	85	84	82
Muna	Sibate	Cundinamarca	2565	81	82	80	83	81	78	75	79	80	84	85	83	81
Chingaza	Fomeque	Cundinamarca	2999	80	81	84	84	86	86	86	86	87	86	85	82	84
Carrizal	Cucunuba	Cundinamarca	2860	76	76	78	81	83	86	86	84	82	82	82	78	81
Represa Del Neusa	Cogua	Cundinamarca	3100	80	81	82	85	85	85	84	84	84	84	83	82	83
Iberia La	Choconta	Cundinamarca	2760	79	78	79	82	84	84	83	83	83	83	81	80	81
Silos	Choconta	Cundinamarca	2709	82	82	84	86	87	90	91	88	87	85	85	84	86
San Jorge Gja	Soacha	Cundinamarca	2900	81	81	82	83	83	82	82	82	82	83	84	82	82
Primavera La	Subachoque	Cundinamarca	2590	79	80	80	82	81	79	77	77	78	81	83	81	80
Novilleros	Villa de San Diego	Cundinamarca	2550	73	73	74	76	77	77	76	76	76	77	78	75	76
Botana	Pasto	Narino	2820	79	79	80	79	78	76	75	73	74	77	80	79	77
Apto San Luis	Aldana	Narino	2961	84	83	84	85	85	86	84	83	82	82	83	84	84
Paraiso El	Tuquerres	Narino	3120	85	85	86	86	86	85	83	82	82	85	86	86	85
Encano El	Pasto	Narino	2830	86	86	85	86	87	88	88	87	87	86	85	87	86
Obonuco	Pasto	Narino	2871	81	80	82	81	80	78	76	74	75	79	82	82	79
Silos	Silos	Norte Santander	2765	78	79	80	83	84	84	84	83	83	83	82	79	82
Berlin	Tona	Santander	3214	83	83	85	87	87	88	88	87	86	86	86	85	86
Sta Isabel	Santa Isabel	Tolima	2927	89	90	90	90	89	87	85	86	88	89	89	89	88
Barragan	Sevilla	Valle	3003	87	86	86	86	85	85	85	85	85	87	88	87	86
Promedio				81	81	82	84	84	84	83	82	82	83	84	82	83

1.5.7 Velocidad del viento

Tabla 98 Velocidad del viento mensual promedio para clima R1

ESTACIONES - CLIMA R1				VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Venado Oro Vivero	Bogota	Bogota D.C.	2725	1.75	1.75	1.75	2.00	2.25	2.50	2.25	2.00	1.75	1.75	1.75	1.75	1.94
U P T C	Tunja	Boyaca	2690	2.00	2.25	1.75	2.00	2.00	2.25	2.25	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.94
Sierra Nevad Cocuy	Guican	Boyaca	3716	2.75	2.50	2.50	2.25	2.25	2.25	2.75	2.75	2.50	2.25	2.25	2.75	2.48
Brisas Las	Villamaria	Caldas	4150	1.50	1.50	1.50	1.25	1.25	1.75	2.00	2.00	1.50	1.25	1.00	1.25	1.48
Paletara	Purace	Cauca	2900	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.50	1.50	1.25	1.25	1.25	1.25	1.29
Represa Del Neusa	Cogua	Cundinamarca	3100	1.25	1.25	1.25	0.75	1.00	2.50	2.50	2.50	0.50	1.00	1.00	0.75	1.35
Encano El	Pasto	Narino	2830	2.50	2.50	2.25	2.25	2.25	2.75	3.25	3.25	2.75	2.50	2.25	2.25	2.56
Silos	Silos	Norte Santander	2765	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.75	1.75	1.75	1.25	1.25	1.25	1.25	1.29
Barragan	Sevilla	Valle	3003	1.25	1.25	1.25	1.25	1.00	1.00	1.50	1.50	1.25	1.00	1.00	0.75	1.17
Promedio				1.72	1.69	1.61	1.56	1.58	2.00	2.19	2.11	1.61	1.56	1.50	1.53	1.72

1.5.8 Radiación solar

Tabla 99 Radiación solar mensual promedio para clima R1

ESTACIONES - CLIMA R1				RADIACIÓN SOLAR (Wh/m2)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Venado Oro Vivero	Bogota	Bogota D.C.	2725	4000.00	4000.00	4000.00	3500.00	3500.00	3500.00	4250.00	4000.00	3750.00	3500.00	3500.00	3500.00	3750.00
U P T C	Tunja	Boyaca	2690	5750.00	6250.00	5750.00	5250.00	5000.00	4750.00	5250.00	5250.00	4750.00	4750.00	4250.00	5500.00	5208.33
Sierra Nevad Cocuy	Guican	Boyaca	3716	5500.00	5750.00	5750.00	4750.00	4250.00	4250.00	5250.00	4750.00	4250.00	3500.00	3750.00	5000.00	4729.17
Brisas Las	Villamaria	Caldas	4150	4500.00	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4000.00	4000.00	4354.17
Paletara	Purace	Cauca	2900	4250.00	4250.00	4250.00	4000.00	3750.00	4250.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	4250.00	4187.50
Represa Del Neusa	Cogua	Cundinamarca	3100	4500.00	4750.00	4750.00	4250.00	3750.00	3750.00	4500.00	4250.00	4000.00	4000.00	3750.00	4250.00	4208.33
Encano El	Pasto	Narino	2830	4250.00	4250.00	4000.00	4000.00	3750.00	3750.00	4250.00	4000.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4104.17
Silos	Silos	Norte Santander	2765	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4000.00	4000.00	4500.00	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	4500.00	4291.67
Barragan	Sevilla	Valle	3003	3500.00	3500.00	3500.00	3500.00	3500.00	3500.00	4000.00	4000.00	3500.00	3500.00	3500.00	3500.00	3583.33
Promedio				4555.6	4694.4	4555.6	4194.4	3972.2	4000.0	4611.1	4333.3	4138.9	4027.8	3833.3	4305.6	4268.5

1.6 INFORMACIÓN CLIMÁTICA REGIÓN R2

1.6.1 Altura sobre el nivel del mar

Tabla 100 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R2

ESTACIONES - CLIMA R2								
CODIGO	TIPO	NOMBRE_EST	MUNICIPIO	CORRIENTE	DPTO	ELEV	LONGITUD	LATITUD
2701511	CO	Aragon	Santa Rosa de Osos	Grande	Antioquia	2600	-75.56	6.78
2308504	AM	Selva La	Rionegro	Negro	Antioquia	2090	-75.42	6.13
1107502	CO	Urrao	Urrao	Penderisco	Antioquia	1810	-76.14	6.32
2308520	SP	Apto J M Cordova	Rionegro	Rionegro	Antioquia	2140	-75.43	6.18
2120579	SP	Apto Eldorado P1-2	Bogota	Bogota	Bogota D.C.	2547	-74.14	4.70
2120559	SS	Apto Guaymaral	Bogota	Bogota	Bogota D.C.	2560	-74.08	4.82
2120552	CP	Eldorado Didactica	Bogota	Bogota	Bogota D.C.	2546	-74.15	4.70
2120571	CO	Jardin Botanico	Bogota	Bogota	Bogota D.C.	2552	-74.10	4.67
2120523	CP	Obs Met Nacional	Bogota	Bogota	Bogota D.C.	2556	-74.10	4.63
2403534	CP	Apto A Lleras C	Sogamoso	Chicamocha	Boyaca	2500	-72.97	5.68
2403515	CP	Belencito	Nobsa	Chicamocha	Boyaca	2530	-72.90	5.78
2403528	CO	Chapa La	Socha	Chicamocha	Boyaca	2680	-72.73	5.97
2403518	CO	San Rafael	Tibasosa	Chicamocha	Boyaca	2548	-73.00	5.78
2403512	AM	Surbata Bonza	Duitama	Chicamocha	Boyaca	2485	-73.08	5.81
2403531	CO	Chiscas	Chiscas	Chicano	Boyaca	2350	-72.51	6.55
2401522	CP	Villa Carmen	Samaca	Gachaneca	Boyaca	2600	-73.50	5.51
3507502	CP	Sutatenza	Sutatenza	Garagoa	Boyaca	1930	-73.45	5.03
2403532	CO	Sativanorte	Sativanorte	Q Las Leonas	Boyaca	2594	-72.71	6.14
2403533	AM	Boavita	Boavita	Q Ocalaya	Boyaca	2150	-72.58	6.33
2401530	CP	Villa de Leiva	Villa de Leyva	Q Tintales	Boyaca	2215	-73.52	5.65
2403517	AM	Tunguavita	Paipa	Salitre	Boyaca	2470	-73.12	5.75
2401518	CP	Esclusa Tolon	Chiquinquirá	Suarez	Boyaca	2545	-73.78	5.62
3507503	CO	Villa Luisa	Ramiriqui	Teatinos	Boyaca	2200	-73.35	5.43
3507501	AM	Nuevo Colon	Nuevo Colon	Turmeque	Boyaca	2438	-73.46	5.36
2615505	CO	Agronomia	Manizales	Chinchina	Caldas	2150	-75.48	5.05
2615511	SP	Apto La Nubia	Manizales	Chinchina	Caldas	2062	-75.47	5.03
2603505	CO	Florida La	Popayan	Cauca	Cauca	1850	-76.58	2.45
2603506	CP	Manuel Mejia	El Tambo	Cauca	Cauca	1700	-76.80	2.40
2105503	CO	Sta Leticia	Purace	La Plata	Cauca	2085	-76.17	2.24
2105504	CO	Toeza	Paez	Paez	Cauca	1860	-76.06	2.84
5202502	CO	Milagros Los	Bolivar	Sambingo	Cauca	1946	-76.89	1.75
2120567	CO	Florida La	Anolaima	Bajamon	Cundinamarca	1915	-74.44	4.77
2120577	CO	Base Aerea Madrid	Madrid	Bogota	Cundinamarca	2550	-74.28	4.73
2120607	CO	Misiones	El Colegio	Bogota	Cundinamarca	1540	-74.30	4.57
2120598	CO	Providencia Gja	Tenjo	Bogota	Cundinamarca	2560	-74.20	4.79
2120516	CO	Ramada La	Funza	Bogota	Cundinamarca	2545	-74.18	4.72
2120540	CP	Checua-Nemocon	Nemocon	Checua	Cundinamarca	2580	-73.87	5.12
2120565	CP	Tabio	Tabio	Chicu	Cundinamarca	2620	-73.93	4.77
2120570	CO	Guasca	Guasca	Chipata	Cundinamarca	2750	-73.87	4.88
2119507	CO	Pasca	Pasca	Cuja	Cundinamarca	2256	-74.31	4.31
3506501	CO	Gacheta	Gacheta	Gacheta	Cundinamarca	1752	-73.65	4.83
2401512	CP	Isla del Santuario	Fuquene	Lag de Fuquene	Cundinamarca	2580	-73.74	5.47
2312507	CO	San Cayetano	San Cayetano	Minero	Cundinamarca	2150	-74.07	5.30
2306512	CO	Cabrera La	Pacho	Negro	Cundinamarca	2000	-74.14	5.14
2306507	CO	Esc Vocacional	Pacho	Negro	Cundinamarca	1940	-74.20	5.17
2401521	CO	Sutatausa	Sutatausa	Suarez	Cundinamarca	2700	-73.85	5.25
2119503	CO	Tibacuy Gja	Tibacuy	Sumapaz	Cundinamarca	1550	-74.42	4.35
2120562	CP	Guatavita	Guatavita	Tomine	Cundinamarca	2625	-73.37	4.88
2101503	CP	Parque Arqueologic	San Agustin	Naranjo	Huila	1800	-76.30	1.89

2106503	CO	Jorge Villamil	Gigante	Q Guandinosa	Huila	1500	-75.55	2.37
2111514	CO	Laureles Los	Baraya	Villavieja	Huila	2100	-74.92	3.09
5205503	CO	Bombona	Consaca	Guaitara	Narino	1602	-77.47	1.19
5205507	CO	Ospina Perez	Consaca	Guaitara	Narino	1700	-77.47	1.27
5204504	CO	Taminango	Taminango	Juanambu	Narino	1861	-77.27	1.55
5205506	CO	Tanama	Samaniego	Pacual	Narino	1711	-77.60	1.38
5204502	SP	Apto Antonio Narin	Chachagui	Pasto	Narino	1873	-77.29	1.39
1605506	CO	Playa La	La Playa	Algodonal	Norte Santander	1500	-73.24	8.22
2319518	CO	Esc Agr Cachira	Cachira	Cachira	Norte Santander	1882	-73.06	7.74
1601502	AM	Iser Pamplona	Pamplona	Pamplonita	Norte Santander	2340	-72.65	7.38
1601503	CO	Esperanza La	Ragonvalia	Q Honda	Norte Santander	1760	-72.54	7.57
4701504	CO	Michoacan	Colon	Putumayo	Putumayo	2118	-76.96	1.20
4701509	CO	Primavera La	Sibundoy	Putumayo	Putumayo	2093	-76.94	1.17
4701503	CO	Sibundoy	Sibundoy	Putumayo	Putumayo	2100	-76.91	1.23
2614502	CO	Bellavista	Guatica	Guatica	Risaralda	2024	-75.80	5.28
2614503	CO	Camelia La	Santuario	Mapa	Risaralda	1670	-75.97	5.08
2319520	CO	Cachiri	Surata	Cachiri	Santander	1850	-72.99	7.48
2401527	CO	Velez Gja	Velez	Q Palenque	Santander	2170	-73.67	6.00
2405503	CO	Zapatoca	Zapatoca	Q Zapatoca	Santander	1810	-73.29	6.79
2403527	CO	Tinaga Gja	Cerrito	Servita	Santander	2698	-72.71	6.84
2319509	CO	Vivero Surata	Surata	Surata	Santander	1725	-72.99	7.37
2121510	CO	Cajamarca	Cajamarca	Bermellon	Tolima	1920	-75.43	4.44
2207503	CO	Riomanso	Rovira	Manso	Tolima	2020	-75.38	4.21
2116502	ME	Luis Bustamante	Villarrica	Rio Prado	Tolima	1610	-74.60	3.93
2609508	CO	Tenerife	El Cerrito	Amame	Valle	2364	-76.08	3.73
5311503	CO	Julio Fernandez	Restrepo	Grande	Valle	1360	-76.52	3.82
5403503	CP	Alban	El Cairo	Las Vueltas	Valle	1400	-76.22	4.77

Promedio **2138**

1.6.2 Precipitación media

Tabla 101 Precipitación media mensual y anual para clima R2

ESTACIONES - CLIMA R2				PRECIPITACION (MM)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	V ANUAL
Aragon	Santa Rosa de C	Antioquia	2600	61	90	118	193	240	168	166	167	206	240	175	107	1931
Selva La	Rionegro	Antioquia	2090	60	84	122	195	233	184	159	191	211	218	170	99	1925
Urrao	Urrao	Antioquia	1810	48	57	73	150	187	177	144	136	174	200	137	82	1565
Apto J M Cordov	Rionegro	Antioquia	2140	60	84	123	209	236	172	142	165	203	214	172	101	1881
Apto Eldorado P	Bogota	Bogota D.C.	2547	29	44	66	101	93	54	43	46	72	106	90	52	797
Apto Guaymaral	Bogota	Bogota D.C.	2560	29	48	65	101	90	54	39	41	66	99	85	46	763
Eldorado Didacti	Bogota	Bogota D.C.	2546	31	42	70	115	96	51	41	47	68	104	98	54	816
Jardin Botanico	Bogota	Bogota D.C.	2552	38	58	90	119	123	58	45	51	82	109	121	61	954
Obs Met Nacion	Bogota	Bogota D.C.	2556	50	68	91	135	120	54	35	45	70	137	127	81	1012
Apto A Lleras C	Sogamoso	Boyaca	2500	21	32	64	96	87	52	44	44	65	96	83	28	712
Belencito	Nobsa	Boyaca	2530	30	42	79	106	100	54	46	43	65	105	90	39	797
Chapa La	Socha	Boyaca	2680	19	50	86	146	119	63	50	49	75	113	96	59	925
San Rafael	Tibasosa	Boyaca	2548	25	42	74	114	109	63	47	51	73	112	96	38	844
Surbata Bonza	Duitama	Boyaca	2485	26	47	78	121	117	69	47	51	78	115	90	43	881
Chiscas	Chiscas	Boyaca	2350	34	60	79	153	167	118	90	97	132	176	130	56	1291
Villa Carmen	Samaca	Boyaca	2600	31	49	79	95	71	42	33	34	52	94	96	42	716
Sutatenza	Sutatenza	Boyaca	1930	18	29	53	108	162	176	182	144	102	89	69	27	1159
Sativanorte	Sativanorte	Boyaca	2594	37	62	106	160	122	51	45	55	91	164	147	69	1108
Boavita	Boavita	Boyaca	2150	39	72	96	193	176	84	62	80	117	185	136	58	1298
Villa de Leiva	Villa de Leyva	Boyaca	2215	58	75	107	121	96	39	36	40	67	136	109	77	960
Tunguavita	Paipa	Boyaca	2470	26	53	86	119	126	73	52	65	86	133	105	45	969
Esclusa Tolon	Chiquinquirá	Boyaca	2545	37	49	85	115	95	66	58	59	83	137	119	59	959
Villa Luisa	Ramiriqui	Boyaca	2200	19	39	49	80	124	110	119	90	78	105	91	38	943
Nuevo Colon	Nuevo Colon	Boyaca	2438	16	31	53	82	107	113	124	97	80	96	67	34	900
Agronomia	Manizales	Caldas	2150	121	137	166	191	197	104	73	102	153	252	210	138	1844
Apto La Nubia	Manizales	Caldas	2062	98	91	134	167	154	92	64	74	140	188	164	125	1491
Florida La	Popayan	Cauca	1850	184	159	211	201	166	86	47	64	115	262	258	236	1988
Manuel Mejia	El Tambo	Cauca	1700	195	145	165	186	155	61	46	69	133	275	332	226	1987
Sta Leticia	Purace	Cauca	2085	92	125	159	207	203	175	153	127	129	167	153	109	1799
Toez	Paez	Cauca	1860	48	71	81	126	141	104	108	107	115	121	108	76	1205
Milagros Los	Bolivar	Cauca	1946	165	140	151	154	107	44	29	29	65	177	210	181	1450
Florida La	Anolaima	Cundinamarca	1915	82	98	116	142	130	58	45	57	104	170	143	88	1232
Base Aerea Mad	Madrid	Cundinamarca	2550	11	28	35	64	65	44	37	35	51	70	55	19	514
Misiones	El Colegio	Cundinamarca	1540	105	110	152	191	135	67	49	59	109	181	200	120	1478
Providencia Gja	Tenjo	Cundinamarca	2560	31	50	68	92	90	65	51	48	66	84	79	56	781
Ramada La	Funza	Cundinamarca	2545	28	37	56	86	80	49	38	42	62	89	81	42	691
Checua-Nemoco	Nemocon	Cundinamarca	2580	25	41	62	80	71	43	37	40	47	82	73	41	642
Tabio	Tabio	Cundinamarca	2620	32	52	64	112	95	66	47	58	69	126	90	51	863
Guasca	Guasca	Cundinamarca	2750	37	47	72	83	87	71	70	57	54	76	77	43	774
Pasca	Pasca	Cundinamarca	2256	62	55	90	102	76	48	43	45	61	108	112	68	871
Gacheta	Gacheta	Cundinamarca	1752	27	45	69	130	154	161	155	122	96	109	89	42	1199
Isla del Santuari	Fuquene	Cundinamarca	2580	56	62	136	157	115	52	43	51	82	160	139	85	1137
San Cayetano	San Cayetano	Cundinamarca	2150	99	137	165	195	141	50	41	45	96	232	196	154	1551
Cabrera La	Pacho	Cundinamarca	2000	112	128	162	182	137	52	39	53	99	210	193	135	1498
Esc Vocacional	Pacho	Cundinamarca	1940	95	112	139	180	127	40	29	48	79	182	194	135	1360
Sutatausa	Sutatausa	Cundinamarca	2700	30	48	78	105	90	42	31	35	42	99	87	52	738
Tibacuy Gja	Tibacuy	Cundinamarca	1550	77	88	125	121	89	50	38	40	68	128	146	95	1065
Guatavita	Guatavita	Cundinamarca	2625	32	41	65	90	79	53	50	48	54	73	59	46	689
Parque Arqueolo	San Agustin	Huila	1800	85	97	131	140	144	145	136	113	94	110	144	110	1448
Jorge Villamil	Gigante	Huila	1500	78	98	131	151	137	113	86	67	75	145	124	98	1303
Laureles Los	Baraya	Huila	2100	72	73	129	113	153	104	84	71	82	119	139	82	1221
Bombona	Consaca	Narino	1602	109	104	104	136	102	52	31	38	63	135	153	134	1159
Ospina Perez	Consaca	Narino	1700	103	106	136	181	146	82	52	53	90	179	188	144	1461
Taminango	Taminango	Narino	1861	124	129	158	205	184	78	49	56	105	229	230	170	1718
Tanama	Samaniego	Narino	1711	102	81	126	153	124	73	38	42	89	178	176	135	1314
Apto Antonio Na	Chachagui	Narino	1873	110	112	135	153	141	63	32	34	69	151	167	132	1298
Playa La	La Playa	Norte Santander	1500	9	19	21	74	104	45	37	97	146	168	65	21	807
Esc Agr Cachira	Cachira	Norte Santander	1882	23	32	57	119	111	55	44	68	133	172	98	38	950

Iser Pamplona	Pamplona	Norte Santander	2340	28	36	65	120	101	71	53	65	96	133	99	45	913
Esperanza La	Ragonvalia	Norte Santander	1760	49	48	75	153	156	130	103	133	186	221	160	75	1489
Michoacan	Colon	Putumayo	2118	108	126	135	180	208	209	211	144	111	96	103	119	1750
Primavera La	Sibundoy	Putumayo	2093	93	117	120	175	217	207	227	154	118	116	100	97	1740
Sibundoy	Sibundoy	Putumayo	2100	100	95	121	156	191	182	193	136	120	121	119	102	1636
Bellavista	Guatica	Risaralda	2024	99	109	152	229	218	145	121	134	167	200	164	102	1839
Camelia La	Santuario	Risaralda	1670	94	111	135	191	207	184	144	141	165	208	202	123	1904
Cachiri	Surata	Santander	1850	18	30	49	137	142	62	40	73	130	185	98	30	993
Velez Gja	Velez	Santander	2170	48	82	111	234	258	184	175	158	218	261	170	81	1980
Zapatoca	Zapatoca	Santander	1810	29	45	67	142	167	106	103	122	158	178	111	51	1278
Tinaga Gja	Cerrito	Santander	2698	26	59	87	150	143	83	66	102	142	178	120	54	1209
Vivero Surata	Surata	Santander	1725	28	47	74	154	146	59	34	69	120	176	126	54	1086
Cajamarca	Cajamarca	Tolima	1920	55	63	100	149	189	136	99	99	139	130	101	71	1329
Riomanso	Rovira	Tolima	2020	89	125	169	217	223	144	106	110	161	192	174	109	1819
Luis Bustamante	Villarrica	Tolima	1610	129	155	229	232	198	113	92	85	121	248	235	159	1995
Tenerife	El Cerrito	Valle	2364	96	86	128	136	106	52	39	50	80	162	155	114	1204
Julio Fernandez	Restrepo	Valle	1360	46	69	82	120	126	86	61	68	101	149	111	63	1082
Alban	El Cairo	Valle	1400	75	81	91	149	141	109	73	100	130	189	170	107	1414

Promedio

62	75	103	144	139	91	75	78	104	153	134	84	1241

1.6.3 Días con lluvia

Tabla 102 Días promedio de lluvia mensual para clima R2.

ESTACIONES - CLIMA R2				NUMERO DE DIAS CON LLUVIA												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Aragon	Santa Rosa de	Antioquia	2600	11	14	16	20	25	21	21	21	23	25	21	15	234
Selva La	Rionegro	Antioquia	2090	13	15	18	21	24	21	18	21	23	24	21	16	235
Urrao	Urrao	Antioquia	1810	11	12	14	21	23	20	17	18	22	24	21	14	216
Apto J M Cordova	Rionegro	Antioquia	2140	14	15	18	23	24	21	19	20	23	24	21	16	239
Apto Eldorado P1-2	Bogota	Bogota D.C.	2547	8	11	14	18	20	18	17	16	16	18	17	12	187
Apto Guaymaral	Bogota	Bogota D.C.	2560	8	10	12	16	20	17	16	16	14	17	17	12	176
Eldorado Didactica	Bogota	Bogota D.C.	2546	8	11	14	19	21	18	17	17	17	19	18	12	190
Jardin Botanico	Bogota	Bogota D.C.	2552	9	11	14	19	21	17	17	16	17	18	17	12	188
Obs Met Nacional	Bogota	Bogota D.C.	2556	9	12	14	18	19	17	15	14	16	21	16	11	181
Apto A Lleras C	Sogamoso	Boyaca	2500	5	7	11	16	18	14	17	15	15	16	15	9	159
Belencito	Nobsa	Boyaca	2530	6	9	14	17	17	14	16	14	15	17	15	10	164
Chapa La	Socha	Boyaca	2680	5	9	14	18	19	17	16	16	17	18	15	11	172
San Rafael	Tibasosa	Boyaca	2548	7	9	13	18	19	14	18	15	16	18	16	10	173
Surbata Bonza	Duitama	Boyaca	2485	7	10	14	18	18	16	16	16	16	19	17	11	178
Chiscas	Chiscas	Boyaca	2350	8	11	14	22	26	24	23	24	23	25	19	13	231
Villa Carmen	Samaca	Boyaca	2600	6	9	12	15	16	15	15	15	13	15	15	9	155
Sutatenza	Sutatenza	Boyaca	1930	6	8	13	18	23	25	25	23	19	17	15	10	201
Sativanorte	Sativanorte	Boyaca	2594	7	10	14	19	19	15	15	16	16	19	17	11	179
Boavita	Boavita	Boyaca	2150	7	11	13	20	22	17	16	17	19	22	18	12	195
Villa de Leiva	Villa de Leyva	Boyaca	2215	9	11	14	16	15	11	9	10	11	16	16	12	150
Tunguavita	Paipa	Boyaca	2470	7	10	14	19	20	17	17	17	17	20	18	12	188
Esclusa Tolon	Chiquinquirá	Boyaca	2545	9	11	15	18	17	14	13	13	15	20	18	14	178
Villa Luisa	Ramiriquí	Boyaca	2200													
Nuevo Colon	Nuevo Colon	Boyaca	2438	6	9	12	18	23	24	26	24	20	19	17	10	208
Agronomia	Manizales	Caldas	2150	15	15	19	22	23	18	15	17	21	24	21	16	228
Apto La Nubia	Manizales	Caldas	2062	14	15	20	23	24	20	17	17	21	25	20	16	233
Florida La	Popayan	Cauca	1850	17	17	20	20	21	14	9	11	15	24	23	20	210
Manuel Mejia	El Tambo	Cauca	1700	17	15	17	19	19	13	9	10	14	22	24	21	202
Sta Leticia	Purace	Cauca	2085	18	18	23	25	26	25	25	23	23	24	23	21	275
Toeza	Paez	Cauca	1860	14	16	20	22	24	23	24	22	21	24	23	18	250
Milagros Los	Bolivar	Cauca	1946	16	15	19	19	17	12	10	9	11	19	21	19	188
Florida La	Anolaima	Cundinamarca	1915	11	12	15	17	17	14	12	12	14	19	17	13	174
Base Aerea Madrid	Madrid	Cundinamarca	2550	5	8	11	13	15	13	12	11	12	15	13	7	136
Misiones	El Colegio	Cundinamarca	1540	13	14	17	20	21	18	15	16	17	21	19	14	204
Providencia Gja	Tenjo	Cundinamarca	2560	9	10	13	16	18	16	17	15	15	17	15	10	171
Ramada La	Funza	Cundinamarca	2545	8	9	12	16	18	16	16	14	14	16	14	10	163
Checua-Nemocon	Nemocon	Cundinamarca	2580	5	8	11	13	16	15	16	16	12	14	13	8	147
Tabio	Tabio	Cundinamarca	2620	7	10	12	16	17	16	15	17	14	17	14	10	164
Guasca	Guasca	Cundinamarca	2750	8	9	13	15	19	21	22	20	15	15	14	10	181
Pasca	Pasca	Cundinamarca	2256	11	12	16	19	21	20	20	18	18	20	19	13	206
Gacheta	Gacheta	Cundinamarca	1752	8	10	15	21	25	25	26	24	20	19	17	11	220
Isla del Santuario	Fuquene	Cundinamarca	2580	9	11	15	18	18	13	13	12	13	18	19	13	172
San Cayetano	San Cayetano	Cundinamarca	2150	13	14	19	20	19	13	10	11	13	21	21	16	189
Cabrera La	Pacho	Cundinamarca	2000	13	14	19	20	17	12	11	11	14	19	18	15	185
Esc Vocacional	Pacho	Cundinamarca	1940	14	14	19	20	18	12	10	12	14	21	21	17	192
Sutatausa	Sutatausa	Cundinamarca	2700	6	8	11	13	13	10	12	10	9	14	12	8	124
Tibacuy Gja	Tibacuy	Cundinamarca	1550	10	12	15	16	17	14	13	13	15	19	18	12	172
Guatavita	Guatavita	Cundinamarca	2625	7	10	14	17	19	21	22	20	16	15	13	10	184
Parque Arqueologic	San Agustin	Huila	1800	15	16	20	22	24	24	24	23	21	21	21	18	249
Jorge Villamil	Gigante	Huila	1500	14	16	19	22	24	22	21	20	20	22	21	17	238
Laureles Los	Baraya	Huila	2100	12	12	18	20	23	21	22	21	19	20	21	15	224
Bombona	Consaca	Narino	1602	17	15	17	19	19	12	8	7	11	19	20	19	183
Ospina Perez	Consaca	Narino	1700	17	15	18	20	20	13	10	10	13	21	21	20	199
Taminango	Taminango	Narino	1861	17	15	17	18	17	12	8	7	12	19	21	19	182
Tanama	Samaniego	Narino	1711	14	13	15	17	16	12	8	8	12	18	19	17	170
Apto Antonio Narin	Chachagui	Narino	1873	14	13	16	18	18	12	7	7	12	19	20	17	172
Playa La	La Playa	Norte Santander	1500	4	4	6	11	13	9	9	13	17	17	12	6	120
Esc Agr Cachira	Cachira	Norte Santander	1882	6	7	11	17	18	14	14	15	19	21	16	9	166

Iser Pamplona	Pamplona	Norte Santander	2340	9	11	14	17	17	18	18	18	18	19	16	10	185
Esperanza La	Ragonvalia	Norte Santander	1760	11	10	12	16	18	19	20	21	20	21	17	11	196
Michoacan	Colon	Putumayo	2118	19	19	22	24	26	26	26	24	22	20	19	20	267
Primavera La	Sibundoy	Putumayo	2093	19	18	21	24	26	24	24	22	20	19	18	17	252
Sibundoy	Sibundoy	Putumayo	2100	20	19	23	25	26	25	27	24	24	22	21	20	276
Bellavista	Guatica	Risaralda	2024	14	13	18	21	21	17	13	14	17	20	19	14	203
Camelia La	Santuario	Risaralda	1670	14	14	16	20	19	17	14	15	17	21	20	16	201
Cachiri	Surata	Santander	1850	5	7	9	16	17	12	11	14	18	19	15	7	149
Velez Gja	Velez	Santander	2170	10	13	16	22	24	22	21	20	22	25	20	13	228
Zapatoca	Zapatoca	Santander	1810	7	9	11	17	19	15	17	19	20	20	15	8	177
Tinaga Gja	Cerrito	Santander	2698	7	9	13	17	20	18	17	20	21	21	15	10	187
Vivero Surata	Surata	Santander	1725	7	9	11	18	19	12	10	14	18	20	15	10	163
Cajamarca	Cajamarca	Tolima	1920	13	14	17	22	23	18	15	15	19	21	19	15	210
Riomanso	Rovira	Tolima	2020	13	14	17	20	21	17	14	14	17	20	20	15	203
Luis Bustamante	Villarrica	Tolima	1610	16	16	21	23	24	20	21	19	18	24	24	16	242
Tenerife	El Cerrito	Valle	2364	13	14	18	20	19	15	15	13	15	21	22	18	204
Julio Fernandez	Restrepo	Valle	1360	10	11	14	17	20	16	13	13	17	21	19	13	185
Alban	El Cairo	Valle	1400	14	14	15	21	21	17	14	16	19	23	22	17	214

Promedio

11	12	15	19	20	17	16	16	17	20	18	13	195

1.6.4 Temperatura media

Tabla 103 Temperatura media mensual y anual para clima R2

ESTACIONES - CLIMA R2				TEMPERATURA MEDIA												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Aragon	Santa Rosa de	Antioquia	2600	12.5	12.6	12.9	13.2	13.4	13.4	13.2	13.1	12.9	12.8	12.8	12.8	13.0
Selva La	Rionegro	Antioquia	2090	16.2	16.4	16.7	16.8	16.8	16.7	16.5	16.6	16.6	16.2	16.3	16.2	16.5
Urrao	Urrao	Antioquia	1810	17.0	17.1	17.4	17.4	17.4	17.4	17.2	17.2	17.0	16.7	16.8	16.9	17.1
Apto J M Cordova	Rionegro	Antioquia	2140	16.7	17.0	17.0	17.2	17.3	17.4	17.2	17.2	17.0	16.4	16.5	16.6	16.9
Apto Eldorado P1-2	Bogota	Bogota D.C.	2547	13.0	13.4	13.8	14.0	14.0	13.8	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.1	13.5
Apto Guaymaral	Bogota	Bogota D.C.	2560	13.0	13.3	13.6	13.8	13.6	13.1	12.8	13.0	13.1	13.2	13.2	13.0	13.2
Eldorado Didactica	Bogota	Bogota D.C.	2546	13.6	14.0	14.1	14.4	14.4	14.2	13.9	13.7	13.8	13.7	13.7	13.5	13.9
Jardin Botanico	Bogota	Bogota D.C.	2552	14.3	14.3	15.0	14.7	14.7	14.5	14.3	14.2	14.3	14.3	14.5	14.4	14.4
Obs Met Nacional	Bogota	Bogota D.C.	2556	14.3	14.5	14.9	14.9	15.0	14.6	14.1	14.3	14.3	14.4	14.6	14.4	14.5
Apto A Lleras C	Sogamoso	Boyaca	2500	13.9	14.2	14.7	14.9	14.7	14.2	13.8	13.7	13.8	14.1	14.5	13.9	14.2
Belencito	Nobsa	Boyaca	2530	15.1	15.4	15.6	15.5	15.2	14.9	14.3	14.5	14.6	14.9	15.1	14.9	15.0
Chapa La	Socha	Boyaca	2680	13.9	14.4	14.7	14.4	14.2	13.8	13.6	13.7	13.6	13.5	13.6	13.6	13.9
San Rafael	Tibasosa	Boyaca	2548	15.3	15.6	15.7	15.7	15.6	15.2	14.7	14.8	14.9	15.1	15.4	15.1	15.3
Surbata Bonza	Duitama	Boyaca	2485	14.0	14.3	14.5	14.6	14.3	13.7	13.3	13.4	13.5	13.7	14.0	13.7	13.9
Chiscas	Chiscas	Boyaca	2350	17.1	17.1	17.3	17.0	16.7	16.4	16.2	16.3	16.5	16.4	16.6	16.8	16.7
Villa Carmen	Samaca	Boyaca	2600	13.8	14.1	14.3	14.4	14.2	13.7	13.1	13.3	13.5	13.9	14.0	13.7	13.8
Sutatenza	Sutatenza	Boyaca	1930	18.2	18.4	18.5	18.3	18.0	17.3	16.7	17.0	17.5	18.0	18.3	18.2	17.9
Sativanorte	Sativanorte	Boyaca	2594	15.4	15.5	15.5	15.4	15.4	15.1	14.8	14.9	15.1	15.0	15.0	15.2	15.2
Boavita	Boavita	Boyaca	2150	17.9	17.9	18.2	17.4	17.1	17.1	17.0	17.1	17.1	16.8	17.1	17.4	17.3
Villa de Leiva	Villa de Leyva	Boyaca	2215	16.7	17.0	17.2	17.3	17.2	17.1	16.8	16.8	16.9	16.6	16.5	16.5	16.9
Tunguavita	Paipa	Boyaca	2470	14.2	14.6	14.9	15.0	14.6	14.1	13.7	13.7	13.9	14.2	14.5	14.1	14.3
Esclusa Tolon	Chiquinquirá	Boyaca	2545	12.1	13.1	13.5	13.8	13.8	13.2	12.7	12.7	13.0	13.4	13.6	13.2	13.2
Villa Luisa	Ramiriquí	Boyaca	2200	16.9	17.1	17.5	17.1	16.8	16.2	15.6	15.7	16.1	16.6	16.8	16.6	16.6
Nuevo Colon	Nuevo Colon	Boyaca	2438	14.5	14.7	15.0	14.9	14.4	13.7	13.0	13.2	13.7	14.3	14.7	14.4	14.2
Agronomia	Manizales	Caldas	2150	17.0	16.9	17.1	16.9	16.7	16.8	17.0	17.0	16.5	16.1	16.3	16.5	16.7
Apto La Nubia	Manizales	Caldas	2062	16.5	16.8	16.8	16.7	16.7	16.7	16.7	16.8	16.3	16.0	16.1	16.3	16.5
Florida La	Popayan	Cauca	1850	17.9	18.0	18.2	18.1	18.0	18.1	18.2	18.4	18.2	17.6	17.6	17.7	18.0
Manuel Mejia	El Tambo	Cauca	1700	18.4	18.6	18.7	18.6	18.6	18.6	18.9	18.9	18.8	18.3	18.0	18.1	18.5
Sta Leticia	Purace	Cauca	2085	16.1	16.0	16.0	16.0	16.0	15.6	15.1	15.3	15.6	15.8	15.9	15.9	15.8
Toez	Paez	Cauca	1860	17.3	17.3	17.5	17.3	17.3	16.8	16.2	16.3	16.5	16.8	17.0	17.0	17.0
Milagros Los	Bolivar	Cauca	1946	15.5	15.8	15.9	16.0	16.3	16.4	16.3	16.3	16.4	15.8	15.4	15.6	16.0
Florida La	Anolaima	Cundinamarca	1915	16.8	16.9	17.0	16.9	16.9	16.8	16.5	16.9	16.9	16.7	16.7	16.7	16.8
Base Aerea Madrid	Madrid	Cundinamarca	2550	13.2	13.4	13.6	14.0	14.0	13.9	13.6	13.7	13.7	13.8	13.7	13.4	13.7
Misiones	El Colegio	Cundinamarca	1540	19.9	19.9	20.1	19.7	19.7	19.7	19.9	20.1	20.1	19.4	19.4	19.5	19.8
Providencia Gja	Tenjo	Cundinamarca	2560	13.1	13.4	13.8	14.1	14.0	13.8	13.3	13.3	13.4	13.5	13.6	13.3	13.5
Ramada La	Funza	Cundinamarca	2545	13.6	13.8	14.4	14.6	14.6	14.2	13.7	13.6	13.8	14.1	14.3	13.9	14.0
Checua-Nemocon	Nemocon	Cundinamarca	2580	13.3	13.6	14.1	14.0	13.8	13.2	13.1	13.1	13.4	13.6	13.9	13.3	13.5
Tabio	Tabio	Cundinamarca	2620	13.2	13.4	13.8	14.0	13.6	13.3	13.1	13.2	13.4	13.4	13.6	13.3	13.4
Guasca	Guasca	Cundinamarca	2750	13.2	13.3	13.5	13.7	13.4	12.9	12.4	12.6	12.8	13.1	13.5	13.3	13.2
Pasca	Pasca	Cundinamarca	2256	15.3	15.3	15.6	15.6	15.6	15.5	15.3	15.3	15.6	15.5	15.4	15.4	15.4
Gacheta	Gacheta	Cundinamarca	1752	18.8	19.3	19.5	19.3	19.1	18.5	18.0	18.3	18.8	19.1	19.2	18.8	18.9
Isla del Santuario	Fuquene	Cundinamarca	2580	14.6	14.8	14.9	14.7	14.7	14.4	14.0	14.0	14.2	14.2	14.4	14.4	14.4
San Cayetano	San Cayetano	Cundinamarca	2150	15.9	16.0	16.1	16.2	16.4	16.4	16.3	16.3	16.3	16.2	16.2	16.1	16.2
Cabrera La	Pacho	Cundinamarca	2000	16.7	16.6	17.0	17.1	17.3	17.4	17.4	17.5	17.3	16.9	16.8	16.8	17.1
Esc Vocacional	Pacho	Cundinamarca	1940	15.0	15.1	15.5	15.3	15.3	15.6	15.7	15.6	15.5	15.2	15.0	15.2	15.3
Sutatausa	Sutatausa	Cundinamarca	2700	13.2	13.3	13.5	13.5	13.4	13.0	12.9	12.9	13.1	13.3	13.3	13.2	13.2
Tibacuy Gja	Tibacuy	Cundinamarca	1550	19.6	19.5	19.5	19.3	19.2	19.1	19.2	19.5	19.6	19.1	18.9	18.9	19.3
Guatavita	Guatavita	Cundinamarca	2625	13.7	14.0	14.4	14.4	14.3	13.5	13.1	13.2	13.5	13.7	13.9	13.7	13.8
Parque Arqueologic	San Agustin	Huila	1800	18.2	18.4	18.3	18.2	18.0	17.3	16.6	16.9	17.5	18.0	18.2	18.1	17.8
Jorge Villamil	Gigante	Huila	1500	20.0	20.0	20.1	20.0	20.0	19.6	19.1	19.6	19.9	19.8	19.8	19.8	19.8
Laureles Los	Baraya	Huila	2100	15.4	15.5	15.5	15.5	15.4	15.2	14.7	14.9	15.3	15.6	15.5	15.5	15.3
Bombona	Consaca	Narino	1602	19.3	19.5	19.8	19.7	19.6	19.8	20.3	20.5	20.1	19.5	19.2	19.2	19.7
Ospina Perez	Consaca	Narino	1700	19.0	19.2	19.5	19.4	19.2	19.4	19.8	20.1	19.7	19.1	18.8	18.8	19.3
Taminango	Taminango	Narino	1861	17.0	17.2	17.5	17.5	17.6	17.9	18.3	18.3	17.8	17.1	16.8	16.9	17.5
Tanama	Samaniego	Narino	1711	19.4	19.6	19.8	19.8	19.7	19.8	20.0	20.2	19.9	19.5	19.3	19.3	19.7
Apto Antonio Narin	Chachagui	Narino	1873	18.7	19.0	19.1	19.1	19.2	19.6	19.8	20.1	19.8	18.7	18.3	18.4	19.2
Playa La	La Playa	Norte Santander	1500	18.6	19.1	19.7	20.3	20.6	20.6	20.7	20.5	20.1	19.8	19.4	18.8	19.8
Esc Agr Cachira	Cachira	Norte Santander	1882	16.0	16.3	16.8	16.9	17.2	17.2	16.9	16.8	16.6	16.6	16.5	16.1	16.7

Iser Pamplona	Pamplona	Norte Santander	2340	13.6	14.2	14.7	15.3	15.7	15.5	15.1	15.3	15.4	15.1	14.7	14.0	14.9
Esperanza La	Ragonvalia	Norte Santander	1760	15.9	16.2	16.7	17.2	17.5	17.2	16.9	17.1	17.2	17.1	16.8	16.0	16.8
Michoacan	Colon	Putumayo	2118	16.1	15.9	15.9	15.8	15.6	15.1	14.6	14.7	15.1	15.7	16.1	16.0	15.5
Primavera La	Sibundoy	Putumayo	2093	15.8	15.9	16.0	15.8	15.7	15.2	14.5	14.7	15.1	15.6	16.2	15.9	15.5
Sibundoy	Sibundoy	Putumayo	2100	16.1	16.0	16.0	16.0	15.9	15.2	14.5	14.8	15.2	15.8	16.2	16.1	15.7
Bellavista	Guatica	Risaralda	2024	16.8	16.9	16.9	17.0	17.0	17.0	17.1	17.1	16.7	16.6	16.5	16.6	16.8
Camelia La	Santuario	Risaralda	1670	19.1	19.2	19.3	19.3	19.1	19.2	19.6	19.5	19.1	18.6	18.6	18.8	19.1
Cachiri	Surata	Santander	1850	17.3	17.7	17.8	17.6	17.6	17.7	17.5	17.5	17.2	16.9	17.0	17.2	17.4
Velez Gja	Velez	Santander	2170	16.7	16.6	16.7	16.7	16.6	16.5	16.4	16.4	16.4	16.2	16.2	16.4	16.5
Zapatoca	Zapatoca	Santander	1810	18.2	18.5	18.8	19.0	18.9	18.9	18.7	18.8	18.6	18.3	18.3	18.3	18.6
Tinaga Gja	Cerrito	Santander	2698	13.7	13.9	13.8	13.8	13.6	13.4	13.1	13.0	13.1	13.1	13.4	13.5	13.4
Vivero Surata	Surata	Santander	1725	18.6	18.7	18.8	18.6	18.5	18.5	18.2	18.6	18.5	18.3	18.3	18.3	18.5
Cajamarca	Cajamarca	Tolima	1920	18.7	18.9	19.0	18.8	18.7	18.7	18.7	18.9	18.6	18.2	18.3	18.2	18.6
Riomanso	Rovira	Tolima	2020	16.2	16.4	16.7	16.8	16.9	16.6	16.4	16.6	16.7	16.6	16.4	16.3	16.5
Luis Bustamante	Villarrica	Tolima	1610	18.9	19.0	19.3	19.1	19.1	18.9	18.9	19.2	19.1	18.6	18.6	18.5	18.9
Tenerife	El Cerrito	Valle	2364	13.3	13.3	13.5	13.7	13.7	13.7	13.5	13.6	13.4	13.1	13.1	13.2	13.4
Julio Fernandez	Restrepo	Valle	1360	19.9	20.1	20.1	20.2	20.0	20.0	19.9	19.9	19.7	19.5	19.4	19.5	19.9
Alban	El Cairo	Valle	1400	19.5	19.6	19.8	19.9	19.9	19.9	19.7	19.7	19.3	19.0	19.1	19.3	19.5

Promedio

16.1	16.3	16.5	16.5	16.4	16.2	16.0	16.1	16.1	16.1	16.1	16.0	16.2

1.6.5 Brillo solar

Tabla 104 Brillo solar mensual promedio para clima R2

ESTACIONES - CLIMA R2				BRILLO SOLAR (HRS/MES)												TOTAL
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Aragon	Santa Rosa de	Antioquia	2600	148.7	130.9	121.8	95.3	109.2	147.2	184.6	168.1	123.9	103.8	106.2	139.0	1578.7
Selva La	Rionegro	Antioquia	2090	160.2	132.5	131.5	116.2	135.0	173.0	212.1	196.8	148.5	117.8	125.5	145.8	1794.9
Urrao	Urrao	Antioquia	1810	175.1	145.9	161.1	123.3	141.6	160.0	188.5	175.5	137.0	123.7	138.6	146.7	1817.0
Apto J M Cordova	Rionegro	Antioquia	2140	153.9	117.4	134.3	124.1	164.1	179.8	225.9	217.8	156.4	144.9	127.9	142.4	1888.9
Apto Eldorado P1-2	Bogota	Bogota D.C.	2547	187.1	149.5	143.9	109.6	111.9	112.0	137.3	138.4	120.8	120.9	131.8	165.6	1628.8
Apto Guaymaral	Bogota	Bogota D.C.	2560	168.6	135.5	122.2	99.1	104.3	98.1	116.8	111.9	101.4	105.4	123.0	166.1	1452.4
Eldorado Didactica	Bogota	Bogota D.C.	2546	185.7	140.1	131.5	102.1	104.5	107.9	127.6	129.5	118.0	114.0	122.1	156.4	1539.4
Jardin Botanico	Bogota	Bogota D.C.	2552													
Obs Met Nacional	Bogota	Bogota D.C.	2556	156.2	127.8	106.6	82.2	82.8	93.8	114.3	117.2	109.2	96.3	102.8	138.4	1327.6
Apto A Lleras C	Sogamoso	Boyaca	2500	226.3	178.7	171.4	132.6	123.7	131.7	145.8	140.9	134.6	144.1	164.4	201.6	1895.8
Belencito	Nobsa	Boyaca	2530	193.8	149.5	148.6	105.4	109.2	122.2	148.0	138.0	118.8	117.3	132.7	174.1	1657.6
Chapa La	Socha	Boyaca	2680													
San Rafael	Tibasosa	Boyaca	2548	199.7	165.9	157.9	118.8	120.1	133.4	154.6	143.3	131.9	134.4	147.9	186.1	1794.0
Surbata Bonza	Duitama	Boyaca	2485	194.2	165.1	158.8	130.8	130.4	134.3	151.1	146.0	129.9	136.4	156.6	185.6	1819.2
Chiscas	Chiscas	Boyaca	2350	252.4	193.6	183.8	139.7	137.8	123.7	154.8	151.7	138.8	149.0	169.3	220.9	2015.5
Villa Carmen	Samaca	Boyaca	2600	214.7	177.6	167.6	148.4	156.4	158.8	181.0	179.0	167.1	158.5	157.0	192.7	2058.8
Sutatenza	Sutatenza	Boyaca	1930	186.4	148.4	129.2	104.4	104.4	87.2	91.0	107.7	121.2	133.6	144.9	182.8	1541.2
Sativanorte	Sativanorte	Boyaca	2594													
Boavita	Boavita	Boyaca	2150	238.1	192.3	192.5	147.4	138.0	141.5	166.3	158.8	146.9	151.5	168.5	207.8	2049.6
Villa de Leiva	Villa de Leyva	Boyaca	2215	202.9	156.1	157.5	116.4	127.1	138.6	157.5	153.5	133.6	122.2	135.6	173.4	1774.4
Tunguavita	Paipa	Boyaca	2470	203.5	162.7	157.2	119.9	113.3	118.0	134.5	125.6	118.6	128.1	145.9	186.2	1713.5
Esclusa Tolon	Chiquinquirá	Boyaca	2545	200.0	168.1	172.9	138.9	138.2	134.7	170.5	160.8	148.9	146.2	145.0	185.1	1909.3
Villa Luisa	Ramiriquí	Boyaca	2200													
Nuevo Colon	Nuevo Colon	Boyaca	2438	197.4	167.7	149.7	109.1	102.7	86.3	88.1	99.2	120.9	137.0	149.3	188.1	1595.4
Agronomia	Manizales	Caldas	2150	162.1	126.0	122.3	99.6	98.5	113.1	143.3	138.3	113.6	100.1	112.8	143.8	1473.5
Apto La Nubia	Manizales	Caldas	2062	164.8	134.5	120.3	107.7	106.5	121.0	152.2	141.3	106.6	101.7	116.1	138.1	1510.8
Florida La	Popayan	Cauca	1850	163.9	138.4	133.5	114.4	111.1	146.9	168.9	149.5	140.4	117.9	114.6	152.6	1652.1
Manuel Mejia	El Tambo	Cauca	1700	156.4	134.1	135.4	129.9	126.9	142.6	177.6	159.2	135.8	126.3	123.2	143.5	1690.9
Sta Leticia	Purace	Cauca	2085	111.9	93.8	83.6	73.0	77.2	76.8	69.8	80.4	85.4	90.5	92.7	115.6	1050.7
Toez	Paez	Cauca	1860	156.8	151.0	123.6	114.6	114.2	98.5	89.8	106.6	85.2	91.6	94.8	169.8	1396.5
Milagros Los	Bolivar	Cauca	1946	131.3	115.5	108.4	111.4	138.9	155.8	169.3	166.0	132.8	126.7	123.6	140.2	1619.9
Florida La	Anolaima	Cundinamarca	1915	110.4	90.1	77.0	70.6	73.7	81.1	97.8	107.1	98.9	79.1	64.8	94.5	1045.1
Base Aerea Madrid	Madrid	Cundinamarca	2550	181.4	133.8	133.4	98.7	103.9	108.2	122.4	134.5	124.9	119.1	127.8	155.0	1543.1
Misiones	El Colegio	Cundinamarca	1540	140.0	110.3	101.5	85.6	83.0	92.6	113.5	108.3	107.7	98.6	93.0	120.0	1254.1
Providencia Gja	Tenjo	Cundinamarca	2560	150.4	113.4	100.4	75.9	68.4	73.5	82.2	89.1	92.4	104.0	116.0	110.6	1176.3
Ramada La	Funza	Cundinamarca	2545													
Checua-Nemocon	Nemocon	Cundinamarca	2580	189.7	141.1	143.6	115.7	114.4	92.7	140.4	121.9	140.7	131.8	142.9	165.4	1640.3
Tabio	Tabio	Cundinamarca	2620	186.1	142.8	128.0	112.5	104.2	105.5	126.2	125.4	117.5	109.8	141.9	158.1	1558.0
Guasca	Guasca	Cundinamarca	2750													
Pasca	Pasca	Cundinamarca	2256	139.6	109.6	97.4	84.0	87.5	96.8	99.1	98.3	93.3	92.5	90.5	124.8	1213.4
Gacheta	Gacheta	Cundinamarca	1752	187.1	143.2	118.4	89.3	89.5	79.5	88.9	98.0	110.3	118.5	133.1	153.9	1409.7
Isla del Santuario	Fuquene	Cundinamarca	2580	228.6	184.8	178.9	143.8	140.3	145.2	171.8	169.2	152.9	153.3	162.5	204.5	2035.8
San Cayetano	San Cayetano	Cundinamarca	2150	164.4	132.2	110.1	90.4	103.6	130.1	148.1	141.5	122.9	120.7	122.1	161.5	1547.6
Cabrera La	Pacho	Cundinamarca	2000													
Esc Vocacional	Pacho	Cundinamarca	1940	155.3	127.3	134.6	118.8	127.1	115.1	158.9	126.6	122.7	115.9	125.2	132.5	1560.0
Sutatausa	Sutatausa	Cundinamarca	2700													
Tibacuy Gja	Tibacuy	Cundinamarca	1550	161.0	127.7	115.3	103.4	113.3	119.8	132.5	124.1	121.8	119.5	118.3	157.7	1514.4
Guatavita	Guatavita	Cundinamarca	2625	179.0	133.9	135.2	91.9	113.1	82.9	126.7	123.3	120.1	118.9	104.1	182.8	1512.0
Parque Arqueologic	San Agustin	Huila	1800	155.2	126.2	114.1	107.8	126.0	111.4	104.8	116.6	129.1	134.8	135.3	155.9	1517.2
Jorge Villamil	Gigante	Huila	1500	116.6	94.7	91.6	85.1	93.9	93.4	97.9	106.7	102.4	94.6	89.6	107.1	1173.4
Laureles Los	Baraya	Huila	2100													
Bombona	Consaca	Narino	1602	141.2	119.7	120.1	114.8	131.4	152.1	176.0	175.9	146.4	132.4	139.8	150.5	1700.3
Ospina Perez	Consaca	Narino	1700	154.3	124.2	126.0	119.7	131.0	150.1	178.0	175.2	148.9	126.0	136.4	145.4	1715.2
Taminango	Taminango	Narino	1861													
Tanama	Samaniego	Narino	1711													
Apto Antonio Narin	Chachagui	Narino	1873	161.2	138.3	143.0	140.1	159.6	181.6	206.2	202.4	167.5	157.8	150.3	162.4	1970.4
Playa La	La Playa	Norte Santander	1500	177.5	150.2	143.5	123.2	140.3	169.0	199.6	187.4	142.2	142.8	138.9	170.2	1884.8
Esc Agr Cachira	Cachira	Norte Santander	1882	213.7	178.8	154.8	113.4	113.0	117.7	135.9	130.6	109.9	122.8	143.1	193.9	1727.6
Iser Pamplona	Pamplona	Norte Santander	2340	160.0	131.3	122.1	94.6	110.0	108.1	130.3	137.6	130.2	124.6	120.5	146.5	1515.8
Esperanza La	Ragonvalia	Norte Santander	1760													
Michoacan	Colon	Putumayo	2118	99.3	71.5	63.2	53.8	56.0	36.2	35.5	53.0	59.5	81.4	98.1	102.7	810.0

Primavera La	Sibundoy	Putumayo	2093	92.2	66.5	62.4	53.9	67.2	52.4	56.7	64.2	71.0	80.8	103.3	114.9	885.6
Sibundoy	Sibundoy	Putumayo	2100	115.3	77.5	81.3	72.0	80.0	60.1	63.3	65.7	71.6	101.0	104.6	109.6	1002.0
Bellavista	Guatica	Risaralda	2024	134.3	108.4	108.2	93.9	102.4	120.8	160.7	154.3	117.1	85.6	91.8	107.7	1385.1
Camelia La	Santuario	Risaralda	1670	147.7	130.0	121.5	109.7	117.1	130.0	165.0	165.9	130.9	97.0	100.9	120.1	1535.8
Cachiri	Surata	Santander	1850	191.1	153.2	160.3	127.2	127.3	133.8	155.7	139.4	122.8	116.8	140.7	175.4	1743.7
Velez Gja	Velez	Santander	2170	216.8	162.4	147.2	115.6	121.5	134.8	159.7	153.4	138.2	125.7	139.1	182.5	1796.9
Zapatoca	Zapatoca	Santander	1810	198.7	149.3	162.6	127.5	141.5	121.6	172.9	174.0	154.2	138.0	146.0	180.2	1866.5
Tinaga Gja	Cerrito	Santander	2698	204.9	169.0	171.4	131.2	128.0	112.6	146.4	141.9	135.3	128.2	148.5	178.5	1795.9
Vivero Surata	Surata	Santander	1725	199.1	156.2	162.3	128.1	127.4	127.2	159.4	149.6	132.2	128.0	148.1	179.8	1797.4
Cajamarca	Cajamarca	Tolima	1920	155.3	131.0	139.0	118.7	125.7	123.9	133.3	135.5	126.0	129.8	124.6	141.4	1584.2
Riomanso	Rovira	Tolima	2020													
Luis Bustamante	Villarrica	Tolima	1610	86.2	75.5	69.9	71.8	83.8	92.7	102.4	95.7	83.0	68.3	68.7	78.6	976.7
Tenerife	El Cerrito	Valle	2364	161.6	128.8	125.0	98.1	106.4	123.3	137.2	133.9	115.0	106.7	103.5	134.7	1474.2
Julio Fernandez	Restrepo	Valle	1360	162.6	142.1	149.9	126.4	125.8	136.1	163.8	162.6	136.8	124.0	122.6	147.6	1700.3
Alban	El Cairo	Valle	1400	118.5	106.9	118.1	109.2	119.2	127.8	158.9	144.7	123.7	102.2	102.3	101.2	1432.7
Promedio				168.7	136.2	131.1	108.4	114.0	118.7	140.1	137.1	123.0	118.6	125.6	153.9	1575.4

1.6.6 Humedad relativa (%)

Tabla 105 Humedad relativa promedio mensual para clima R2

ESTACIONES - CLIMA R2				HUMEDAD RELATIVA (%)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Aragon	Santa Rosa de	Antioquia	2600	86	87	86	87	87	86	84	85	86	88	88	87	86
Selva La	Rionegro	Antioquia	2090	77	76	76	77	77	76	74	74	75	77	78	78	76
Urroa	Urroa	Antioquia	1810	88	88	88	89	89	88	88	87	89	89	89	89	88
Apto J M Cordova	Rionegro	Antioquia	2140	80	80	80	81	80	77	75	75	78	82	83	81	79
Apto Eldorado P1-2	Bogota	Bogota D.C.	2547	79	80	81	82	81	79	77	77	79	82	83	81	80
Apto Guaymaral	Bogota	Bogota D.C.	2560	75	75	76	79	79	78	77	76	77	79	79	77	77
Eldorado Didactica	Bogota	Bogota D.C.	2546	78	78	79	81	80	77	75	77	77	81	82	79	79
Jardin Botanico	Bogota	Bogota D.C.	2552	82	83	84	84	84	83	81	81	81	85	85	84	83
Obs Met Nacional	Bogota	Bogota D.C.	2556	75	76	75	77	77	75	74	74	75	76	77	76	76
Apto A Lleras C	Sogamoso	Boyaca	2500	72	72	73	77	78	77	76	76	76	77	76	74	75
Belencito	Nobsa	Boyaca	2530	70	69	72	75	76	74	74	74	74	76	76	73	73
Chapa La	Socha	Boyaca	2680	72	70	73	74	76	77	75	75	74	78	78	76	75
San Rafael	Tibasosa	Boyaca	2548	69	70	72	76	77	75	73	74	75	75	75	73	74
Surbata Bonza	Duitama	Boyaca	2485	72	72	75	77	79	78	76	77	77	79	78	75	76
Chiscas	Chiscas	Boyaca	2350	65	67	68	72	76	75	74	73	72	74	72	69	71
Villa Carmen	Samaca	Boyaca	2600	76	76	77	79	80	80	80	80	79	79	80	78	79
Sutatenza	Sutatenza	Boyaca	1930	76	76	77	79	80	83	83	82	80	79	79	78	79
Sativanorte	Sativanorte	Boyaca	2594	65	66	69	72	71	69	66	66	67	71	72	69	69
Boavita	Boavita	Boyaca	2150	71	72	72	78	81	79	77	76	77	80	80	76	77
Villa de Leiva	Villa de Leyva	Boyaca	2215	75	75	76	77	77	74	72	70	73	78	79	77	75
Tunguavita	Paipa	Boyaca	2470	71	71	73	77	79	77	75	75	76	78	78	74	75
Esclusa Tolon	Chiquinquirá	Boyaca	2545	75	76	77	78	77	75	73	73	74	78	79	77	76
Villa Luisa	Ramiriquí	Boyaca	2200	78	77	77	79	81	83	85	84	81	81	81	79	81
Nuevo Colon	Nuevo Colon	Boyaca	2438	77	77	78	81	84	86	87	86	84	82	81	80	82
Agronomia	Manizales	Caldas	2150	78	78	78	81	82	79	76	75	79	82	82	80	79
Apto La Nubia	Manizales	Caldas	2062	83	82	83	85	85	84	82	82	85	87	87	84	84
Florida La	Popayan	Cauca	1850	76	77	78	79	79	75	69	70	72	78	79	78	76
Manuel Mejia	El Tambo	Cauca	1700	82	81	81	82	82	76	68	67	73	81	84	84	78
Sta Leticia	Purace	Cauca	2085	82	81	80	83	83	83	83	81	81	82	83	82	82
Toeza	Paez	Cauca	1860	83	84	84	86	86	85	85	85	85	86	86	85	85
Milagros Los	Bolivar	Cauca	1946	85	85	84	85	83	81	78	76	79	85	87	86	83
Florida La	Anolaima	Cundinamarca	1915	86	87	87	87	87	85	84	82	83	87	89	87	86
Base Aerea Madrid	Madrid	Cundinamarca	2550	81	81	82	83	83	82	80	80	81	82	84	81	82
Misiones	El Colegio	Cundinamarca	1540	79	80	80	82	81	79	75	74	75	82	84	81	79
Providencia Gja	Tenjo	Cundinamarca	2560	79	78	79	80	80	78	77	77	78	80	81	79	79
Ramada La	Funza	Cundinamarca	2545	78	78	80	81	81	79	77	77	78	81	81	80	79
Checua-Nemocon	Nemocon	Cundinamarca	2580	69	69	70	74	76	76	75	74	73	74	74	72	73
Tabio	Tabio	Cundinamarca	2620	75	75	77	79	81	80	78	78	79	81	80	78	78
Guasca	Guasca	Cundinamarca	2750	81	80	80	82	83	83	83	83	82	82	82	82	82
Pasca	Pasca	Cundinamarca	2256	83	84	86	87	87	86	86	84	84	85	87	85	85
Gacheta	Gacheta	Cundinamarca	1752	70	70	73	76	78	79	79	77	75	75	75	72	75
Isla del Santuario	Fuquene	Cundinamarca	2580	76	76	78	81	80	79	77	77	78	81	82	78	79
San Cayetano	San Cayetano	Cundinamarca	2150	85	85	86	87	87	85	83	83	84	86	87	86	85
Cabrera La	Pacho	Cundinamarca	2000	84	84	83	85	85	82	80	80	81	84	85	85	83
Esc Vocacional	Pacho	Cundinamarca	1940	80	81	82	83	83	79	73	73	76	83	84	81	80
Sutatausa	Sutatausa	Cundinamarca	2700	67	67	69	72	71	70	68	68	67	71	72	68	69
Tibacuy Gja	Tibacuy	Cundinamarca	1550	78	79	80	82	83	79	75	73	73	79	83	80	79
Guatavita	Guatavita	Cundinamarca	2625	74	74	76	79	79	79	78	78	78	79	78	76	77
Parque Arqueologic	San Agustin	Huila	1800	79	80	82	82	83	84	84	82	80	80	82	81	82
Jorge Villamil	Gigante	Huila	1500	76	76	77	78	77	75	75	72	72	77	80	79	76
Laureles Los	Baraya	Huila	2100	84	85	86	85	86	85	84	84	82	84	86	85	85
Bombona	Consaca	Narino	1602	82	82	82	84	84	80	72	70	75	82	84	84	80
Ospina Perez	Consaca	Narino	1700	80	79	79	81	81	75	66	66	72	80	82	82	77
Taminango	Taminango	Narino	1861	90	89	89	90	88	83	73	72	80	88	91	90	85
Tanama	Samaniego	Narino	1711	83	82	82	83	82	80	75	73	77	82	84	83	80
Apto Antonio Narin	Chachagui	Narino	1873	81	79	79	82	80	73	64	63	69	80	84	83	76
Playa La	La Playa	Norte Santander	1500	84	83	82	84	83	80	78	79	84	85	85	85	83
Esc Agr Cachira	Cachira	Norte Santander	1882	83	83	84	86	87	85	83	84	87	88	89	86	85

Iser Pamplona	Pamplona	Norte Santander	2340	78	78	79	79	76	74	72	73	74	78	80	79	77
Esperanza La	Ragonvalia	Norte Santander	1760	92	92	92	92	90	91	90	89	90	91	92	91	91
Michoacan	Colon	Putumayo	2118	85	85	86	87	88	88	88	87	86	85	85	85	86
Primavera La	Sibundoy	Putumayo	2093	88	87	86	89	88	89	88	87	86	87	86	87	87
Sibundoy	Sibundoy	Putumayo	2100	84	84	84	85	86	86	86	86	85	83	83	84	85
Bellavista	Guatica	Risaralda	2024	87	87	88	88	88	88	85	85	87	87	89	88	87
Camelia La	Santuario	Risaralda	1670	84	83	83	84	85	84	80	80	82	84	86	85	83
Cachiri	Surata	Santander	1850	81	80	81	85	86	84	82	83	84	87	86	83	83
Velez Gja	Velez	Santander	2170	87	87	87	90	90	90	87	88	89	90	91	90	89
Zapatoca	Zapatoca	Santander	1810	86	85	86	87	88	87	86	86	87	88	89	88	87
Tinaga Gja	Cerrito	Santander	2698	67	68	72	77	78	75	74	76	78	79	78	72	75
Vivero Surata	Surata	Santander	1725	80	80	81	83	83	84	82	81	83	84	84	82	82
Cajamarca	Cajamarca	Tolima	1920	79	79	80	82	82	81	79	77	78	81	81	81	80
Riomanso	Rovira	Tolima	2020	88	89	89	89	89	87	86	85	85	87	89	89	88
Luis Bustamante	Villarrica	Tolima	1610	81	81	81	83	83	82	79	77	79	83	85	84	82
Tenerife	El Cerrito	Valle	2364	83	84	84	85	85	83	79	78	81	85	87	85	83
Julio Fernandez	Restrepo	Valle	1360	79	78	79	80	81	80	79	79	80	81	82	81	80
Alban	El Cairo	Valle	1400	80	80	80	81	81	79	78	78	80	82	82	81	80

Promedio

79	79	80	82	82	80	78	78	79	82	82	81	80

1.6.7 Velocidad del viento y Radiación Solar

Tabla 106 Velocidad del viento mensual promedio para clima R2

ESTACIONES - CLIMA R2				VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Selva La	Rionegro	Antioquia	2090	1.75	1.75	1.75	1.50	1.50	1.75	1.75	1.75	1.75	1.25	1.25	1.25	1.60
Villa de Leiva	Villa de Leyva	Boyaca	2215	2.75	2.75	1.25	2.75	2.75	3.25	3.50	1.50	1.50	1.25	1.25	1.25	2.10
Tunguavita	Paipa	Boyaca	2470	2.25	2.25	1.50	2.25	2.25	2.25	2.25	1.75	1.00	1.50	1.50	1.25	1.80
Agronomia	Manizales	Caldas	2150	2.50	2.50	2.25	2.25	2.25	2.50	2.75	2.50	2.25	2.00	2.00	2.25	2.30
Florida La	Popayan	Cauca	1850	0.75	1.00	0.75	0.75	0.75	1.00	1.25	1.25	1.25	0.75	0.75	0.75	0.90
Base Aerea Madrid	Madrid	Cundinamarca	2550	2.75	2.50	2.75	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	3.00	3.00	2.50	3.25	3.00
Parque Arqueologic	San Agustin	Huila	1800	2.25	2.25	2.00	2.00	1.75	1.75	2.00	2.25	2.25	2.25	2.00	2.00	2.10
Taminango	Taminango	Narino	1861	2.50	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.75	3.25	2.75	2.50	2.25	2.25	2.50
Iser Pamplona	Pamplona	Norte Santan	2340	1.25	0.75	0.75	0.75	0.75	2.50	2.25	2.25	1.50	1.25	1.25	1.50	1.40
Michoacan	Colon	Putumayo	2118	1.75	2.00	1.75	1.75	2.00	2.25	2.25	2.25	2.25	2.00	2.00	2.00	2.00
Bellavista	Guatica	Risaralda	2024	2.00	2.25	2.25	1.75	1.75	1.75	2.00	2.00	2.00	1.75	1.75	1.75	1.90
Zapatoca	Zapatoca	Santander	1810	1.50	3.00	1.50	1.50	1.50	1.25	0.75	1.25	1.50	1.25	1.25	1.50	1.50
Cajamarca	Cajamarca	Tolima	1920	3.50	3.25	3.50	3.50	3.50	4.25	6.00	5.50	3.50	1.25	1.25	0.75	3.30
Tenerife	El Cerrito	Valle	2364	2.00	2.00	2.00	2.00	1.75	1.75	2.00	2.25	2.25	2.00	2.00	2.00	2.00
Promedio				2.10	2.20	1.90	2.00	2.00	2.30	2.50	2.40	2.10	1.70	1.60	1.70	2.00

Tabla 107 Radiación solar mensual promedio para clima R2

ESTACIONES - CLIMA R2				Radiación Solar (Wh/m2)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Selva La	Rionegro	Antioquia	2090	3750.00	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00	4500.00	5250.00	4750.00	4500.00	3750.00	3500.00	3750.00	4145.80
Villa de Leiva	Villa de Leyva	Boyaca	2215	5750.00	5750.00	5750.00	5000.00	4750.00	4750.00	5500.00	5250.00	4250.00	4000.00	4250.00	5000.00	5000.00
Tunguavita	Paipa	Boyaca	2470	5500.00	5500.00	5500.00	4750.00	4500.00	4500.00	5250.00	4750.00	4500.00	4250.00	4250.00	5000.00	4854.20
Agronomia	Manizales	Caldas	2150	4500.00	4500.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4375.00
Florida La	Popayan	Cauca	1850	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	4500.00	5000.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4333.30
Base Aerea Madrid	Madrid	Cundinamarca	2550	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	4250.00	4000.00	3750.00	3750.00	3750.00	4000.00	3958.30
Parque Arqueologic	San Agustin	Huila	1800	5250.00	4750.00	5250.00	4750.00	5250.00	4750.00	5250.00	4250.00	4250.00	5250.00	5250.00	5250.00	5000.00
Taminango	Taminango	Narino	1861	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4000.00	4500.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00
Iser Pamplona	Pamplona	Norte Santan	2340	4250.00	4750.00	4750.00	4500.00	4750.00	4500.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	4000.00	4395.80
Michoacan	Colon	Putumayo	2118	3500.00	3500.00	3250.00	3250.00	3250.00	3000.00	3500.00	3250.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3458.30
Bellavista	Guatica	Risaralda	2024	4750.00	4750.00	4500.00	4250.00	4250.00	4250.00	5250.00	4750.00	4500.00	4250.00	4000.00	3750.00	4437.50
Zapatoca	Zapatoca	Santander	1810	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	4750.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	4041.70
Cajamarca	Cajamarca	Tolima	1920	4250.00	4250.00	4250.00	4000.00	3750.00	3750.00	4500.00	4250.00	4000.00	3750.00	3750.00	3750.00	4020.80
Tenerife	El Cerrito	Valle	2364	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	4000.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	4062.50
Promedio				4517.90	4500.00	4482.10	4178.60	4142.90	4160.70	4803.60	4339.30	4285.70	4125.00	4035.70	4142.90	4309.50

1.7 INFORMACIÓN CLIMÁTICA REGIÓN R3

1.7.1 Altura sobre el nivel del mar

Tabla 108 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R3

ESTACIONES - CLIMA R3								
CODIGO	TIPO	NOMBRE_EST	MUNICIPIO	CORRIENTE	DPTO	ELEV	LONGITUD	LATITUD
2617504	CO	Tunez Hda	Fredonia	Cauca	Antioquia	655	-75.65	5.80
2701507	SP	Apto Olaya Herrera	Medellin	Medellin	Antioquia	1490	-75.59	6.22
2701515	CO	Progreso Hda El	Barbosa	Medellin	Antioquia	1390	-75.40	6.42
2701509	CP	Tulio Ospina	Bello	Medellin	Antioquia	1438	-75.56	6.32
1202503	CO	Mellito El	Necocli	Mulatos	Antioquia	10	-76.68	8.55
1204501	CP	Arboletes	Arboletes	Q Seca	Antioquia	4	-76.43	8.84
2622504	CO	Piunti Hda	Buritica	Q Tesorero	Antioquia	1540	-75.92	6.73
2622503	AM	Cotove Hda	Santafe de Antioquia	Tonusco	Antioquia	530	-75.83	6.54
3705501	SP	Apto Arauca	Arauca	Arauca	Arauca	128	-70.74	7.07
2903513	CP	Sta Lucia Gja	Santa Lucia	Canal del Dique	Atlantico	5	-74.95	10.32
2903512	CO	Limon El	Manati	Cga Guajaro	Atlantico	7	-75.07	10.42
2903508	CP	Normal Manati	Manati	Cga Guajaro	Atlantico	10	-74.96	10.45
2903507	CP	Repelon	Repelon	Cga Guajaro	Atlantico	10	-75.13	10.50
2904502	SP	Apto E Cortissoz	Soledad	Magdalena	Atlantico	14	-74.77	10.90
2904512	CP	Flores Las	Barranquilla	Magdalena	Atlantico	2	-74.82	11.04
2904511	CO	Juan de Acosta	Juan de Acosta	Magdalena	Atlantico	20	-75.05	10.83
2901502	AM	Carmen de Bolivar	El Carmen de Bolivar	Ay Alferez	Bolivar	152	-75.11	9.71
2903504	CP	Nueva Florida	Maria La Baja	Ay El Viento	Bolivar	13	-75.36	9.94
2901503	CO	Guamo El	El Guamo	Ay Guamo	Bolivar	75	-74.98	10.04
2903511	CO	San Pablo	Maria La Baja	Ay Hondo	Bolivar	20	-75.25	10.05
2903517	CP	Sincerin	Arjona	Ay Raicero	Bolivar	10	-75.28	10.14
2502510	CP	Apto Baracoa	Magangue	Bzo de Loba	Bolivar	18	-74.85	9.28
2502521	CO	Pinillos	Pinillos	Bzo de Loba	Bolivar	10	-74.46	8.92
2320504	CO	Morales-La Cruz	Morales	Bzo Morales	Bolivar	110	-73.87	8.28
1401502	SP	Apto Rafael Nunez	Cartagena	Mar Caribe	Bolivar	2	-75.52	10.44
1401503	CP	Esc Naval CIOH	Cartagena	Mar Caribe	Bolivar	1	-75.54	10.39
1401501	CP	Galerazamba	Santa Catalina	Mar Caribe	Bolivar	6	-75.27	10.79
2903503	CO	Presa Ay Grande	Maria La Baja	Presa Ay Grande	Bolivar	60	-75.33	9.87
2320503	CO	Sta Rosa D Simiti	Santa Rosa del Sur	Q Las Mercedes	Bolivar	650	-74.06	7.97
2502522	CO	Norosi	Rio Viejo	Q Norosi	Bolivar	160	-74.04	8.54
2614505	CO	Samaria La	Viterbo	Risaralda	Caldas	1020	-75.87	5.05
2617507	CO	Rafael Escobar	Supia	Supia	Caldas	1320	-75.65	5.47
2602503	CO	Japio	Santander de Quilichao	Cauca	Cauca	1040	-76.44	3.05
2606501	CO	Ing Cauca	Miranda	Desbaratado	Cauca	1009	-76.35	3.27
2606502	CO	Miranda	Miranda	Desbaratado	Cauca	1156	-76.23	3.25
2604501	CO	Ing Bengala	Puerto Tejada	Palo	Cauca	1003	-76.42	3.27
5201502	CO	Fonda La Citec	Patia	Patia	Cauca	677	-77.06	2.16
5202501	CO	Bolivar	Bolivar	Sambingo	Cauca	1431	-77.01	1.83
5202503	CO	Mercaderes	Mercaderes	Sambingo	Cauca	1286	-77.17	1.77
2804501	CO	Pueblo Bello	Valledupar	Ariguani	Cesar	1000	-73.63	10.37
2502525	CO	Chiriguana	Chiriguana	Ay Jobito	Cesar	40	-73.63	9.36
2803502	CO	Callao El	Valledupar	Azucarabuena	Cesar	110	-73.32	10.37
2321503	CO	Aguas Claras	Aguachica	Buturama	Cesar	208	-73.60	8.23
2802509	CO	Centenario Hda	Agustin Codazzi	Casacara	Cesar	100	-73.27	9.85
2802504	CO	San Jose D Oriente	La Paz	Chiraimo	Cesar	850	-73.05	10.35
2802508	CP	Socomba	Becerril	Cno El Zorro	Cesar	170	-73.24	9.68
2803501	CO	Villa Rosa	Valledupar	Diluvio	Cesar	70	-73.55	10.19
2803504	CO	Guaymaral	Valledupar	Garupal	Cesar	50	-73.65	9.91
2803503	SP	Apto Alfonso Lopez	Valledupar	Guatapuri	Cesar	138	-73.25	10.43
2802502	CO	Rincon El	San Diego	Jobo	Cesar	350	-73.13	10.27
2802507	AM	Motilonia Codazzi	Agustin Codazzi	Pernambuco	Cesar	180	-73.25	10.00
1307501	CO	Chima	Chima	Ay Aguas Prietas	Cordoba	20	-75.62	9.15
1307502	CO	Salado El	Cienaga de Oro	Ay Aguas Prietas	Cordoba	33	-75.59	8.91

1306502	CO	Maracayo	Monteria	Ay Betanci	Cordoba	25	-75.88	8.42
2501501	CO	Centro Alegre	Planeta Rica	Ay El Desorden	Cordoba	99	-75.64	8.15
2502519	CO	Planeta Rica	Planeta Rica	Ay El Desorden	Cordoba	102	-75.59	8.40
2502517	CO	Colomboy	Sahagun	Ay Montegrande	Cordoba	170	-75.50	8.74
1308504	SS	Apto Los Garzones	Monteria	Cno Bugre	Cordoba	36	-75.83	8.83
1307503	AM	Turipana	Cerete	Cno Bugre	Cordoba	24	-75.80	8.86
1308503	CO	San Bernardo del V	San Bernardo del Viento	Cno Cicara	Cordoba	22	-75.95	9.37
1204502	CO	Cristo Rey	Puerto Escondido	Mar Caribe	Cordoba	15	-76.23	9.08
1304501	CO	Jaraguay	Valencia	Q Jaraguay	Cordoba	70	-76.08	8.30
1308501	CP	Doctrina La	Lorica	Sinu	Cordoba	20	-75.90	9.29
1305503	CO	Galan	Monteria	Sinu	Cordoba	30	-75.98	8.67
1308502	CO	Lorica	Lorica	Sinu	Cordoba	30	-75.81	9.25
1303501	CP	Pto Nuevo	Tierralta	Sinu	Cordoba	145	-76.28	7.95
1307505	AM	Univ de Cordoba	Monteria	Sinu	Cordoba	15	-75.86	8.80
2120566	CO	Mercedes Las	Anapoima	Bogota	Cundinamarca	810	-74.53	4.58
2303502	SP	Apto Palanquero	Puerto Salgar	Magdalena	Cundinamarca	172	-74.66	5.47
2123501	CO	Jerusalen	Jerusalen	Q Corralitos	Cundinamarca	300	-74.70	4.57
2119506	CO	Pandi	Pandi	Sumapaz	Cundinamarca	950	-74.49	4.19
2112501	CO	Sta Maria	Santa Maria	Bache	Huila	1300	-75.59	2.94
2114504	AM	San Alfonso	Villaveja	Cabrera	Huila	440	-75.11	3.38
2111510	CO	Palacio-Vegalarga	Neiva	Fortalecillas	Huila	1100	-75.07	2.95
2101502	CO	Sevilla	Pitalito	Guarapas	Huila	1320	-76.13	1.82
2108502	CO	Iquira	Iquira	Iquira	Huila	1095	-75.63	2.65
2105502	CP	Esc Agr La Plata	La Plata	La Plata	Huila	1070	-75.89	2.38
2111502	SS	Apto Benito Salas	Neiva	Las Ceibas	Huila	439	-75.29	2.95
2106504	CO	Zuluaga	Garzon	Loro	Huila	1305	-75.53	2.26
2104501	CO	Betulia La	Agrado	Magdalena	Huila	810	-75.71	2.28
2109501	CO	Juncal El	Palermo	Magdalena	Huila	460	-75.33	2.83
2111506	CO	San Jose	Villaveja	Magdalena	Huila	400	-75.19	3.33
2111508	CO	Villaveja Ffcc	Villaveja	Magdalena	Huila	430	-75.22	3.23
2110503	CO	Algeciras	Algeciras	Neiva	Huila	1155	-75.33	2.52
2110505	CP	Rosales Los	Campoalegre	Neiva	Huila	553	-75.42	2.60
2102502	CO	Altamira El Grifo	Altamira	Suaza	Huila	1350	-75.74	2.08
2103504	CO	Libano El	Suaza	Suaza	Huila	1045	-75.83	1.87
2111516	AM	Manila Hda La	Baraya	Villaveja	Huila	600	-75.08	3.14
2111507	CO	Portal El	Tello	Villaveja	Huila	1300	-75.08	3.02
1508501	CP	Apto Maicao	Maicao	Ay Kasutoru	La Guajira	53	-72.25	11.40
1508504	CO	Rancho Grande	Uribia	Ay Parajimaburu	La Guajira	50	-71.82	11.70
1508502	CP	Nazareth	Uribia	Ay Sharimahana	La Guajira	85	-71.28	12.18
1506501	SP	Apto Alm Padilla	Riohacha	Ay Zongo	La Guajira	4	-72.93	11.53
1508503	CO	Esc Agr Carraipia	Maicao	Carraipia	La Guajira	118	-72.36	11.22
1507503	CP	Manaure	Manaure	Mar Caribe	La Guajira	1	-72.46	11.78
2801507	CO	Urumita	Urumita	Nacho	La Guajira	255	-73.01	10.56
1506505	CP	Camp Intercor	Albania	Rancheria	La Guajira	122	-72.54	11.16
1506504	CO	Paulina La	Fonseca	Rancheria	La Guajira	170	-72.83	10.90
1504501	CO	Matitas	Riohacha	Tapias	La Guajira	20	-73.03	11.25
2502530	CO	Seis El	San Sebastian de Buenavi	Ay Palmar	Magdalena	50	-74.20	9.38
2906508	CO	Media Luna	Pivijay	Cno Ciego	Magdalena	20	-74.50	10.52
1501502	CO	Ye La	Cienaga	Cordoba	Magdalena	20	-74.22	11.01
2906501	CO	Zacapa	El Reten	Fundacion	Magdalena	30	-74.25	10.58
1501504	CO	Univ Tec Magdalena	Santa Marta	Manzanares	Magdalena	7	-74.20	11.23
1501505	SP	Apto Simon Bolivar	Santa Marta	Mar Caribe	Magdalena	4	-74.23	11.13
1501510	CO	Parque Tayrona	Santa Marta	Mar Caribe	Magdalena	30	-73.92	11.28
2906503	CO	Prado Sevilla	Zona Bananera	Sevilla	Magdalena	18	-74.16	10.77
2906502	CO	Padelma	Zona Bananera	Tucurina	Magdalena	20	-74.20	10.72
1605504	CP	Abrego Centro Admo	Abrego	Algodonal	Norte Santander	1430	-73.23	8.09
1602502	CO	Risaralda	El Zulia	Cno Picho	Norte Santander	90	-72.57	8.15
1601501	SP	Apto Camilo Daza	Cucuta	Pamplonita	Norte Santander	250	-72.53	7.78
1605502	CO	Teorama	Teorama	Q Teorama	Norte Santander	1160	-73.29	8.45
1602501	CP	Carmen de Tonchala	Cucuta	Q Tonchala	Norte Santander	285	-72.57	7.85
1603503	CO	Sardinata	Sardinata	Riecito	Norte Santander	320	-72.82	8.08
1601506	CO	Blonay	Chinacota	Tachira	Norte Santander	1235	-72.60	7.58
2613510	CO	Bohemia La	Pereira	Cauca	Risaralda	999	-75.88	4.88

1702502	SP	Apto El Embrujo	Providencia	Mar Caribe	San Andres y Pr	1	-81.36	13.36
1701501	SP	Apto Sesquicentena	San Andres	Mar Caribe	San Andres y Pr	1	-81.70	12.58
2403526	CO	Capitanejo	Capitanejo	Chicamocha	Santander	1160	-72.70	6.52
2319513	SP	Apto Palonegro	Lebrija	De Oro	Santander	1189	-73.19	7.13
2319511	CO	Llano Grande	Giron	De Oro	Santander	777	-73.17	7.03
2402502	CP	Cucharo El	Pinchote	Fonce	Santander	975	-73.20	6.53
2319504	CP	Univ Ind Santander	Bucaramanga	Tona	Santander	1018	-73.12	7.14
1309502	CP	Primates	Coloso	Ay Chalan	Sucre	200	-75.33	9.52
2502504	CP	Apto La Florida	San Marcos	Ay Montegrande	Sucre	30	-75.15	8.68
2502518	CO	San Benito Abad	San Benito Abad	Cga de Machado	Sucre	20	-75.04	8.93
2502508	SS	Apto Rafael Barvo	Corozal	Corozal	Sucre	166	-75.29	9.33
2113503	CP	Anchique	Natagaima	Anchique	Tolima	415	-75.11	3.58
2113502	CO	Jabalcon	Saldana	Chenche	Tolima	425	-75.02	3.86
2113504	CO	Media Luna	Coyaima	Chenche	Tolima	485	-75.12	3.78
2121514	ME	Cementos Diamante	Ibague	Coello	Tolima	780	-75.08	4.33
2121507	CO	Chapeton	Ibague	Coello	Tolima	1300	-75.27	4.45
2121508	CO	Chicoral	Espinal	Coello	Tolima	475	-75.00	4.23
2125514	CP	Quinta La	Lerida	Lagunilla	Tolima	500	-74.92	4.82
2118503	CP	Guamo	Guamo	Luisa	Tolima	360	-74.98	4.01
2118504	SS	Apto Santiago Vila	Flandes	Magdalena	Tolima	286	-74.80	4.28
2302502	CO	Esperanza La	Honda	Magdalena	Tolima	222	-74.73	5.27
2118502	AM	Nataima	Espinal	Magdalena	Tolima	431	-74.96	4.19
2125508	CP	Salto El	Ambalema	Magdalena	Tolima	450	-74.77	4.79
2124504	SS	Apto Perales	Ibague	Opia	Tolima	928	-75.14	4.43
2124501	CO	Perales Hato Opia	Ibague	Opia	Tolima	750	-75.07	4.43
2115502	ME	Montana La	Dolores	Prado	Tolima	1260	-74.90	3.55
2116503	CO	Lozania	Purificacion	Q La Baja	Tolima	400	-74.78	3.90
2115504	CO	Dolores Hda Madron	Dolores	Q Los Angeles	Tolima	1456	-74.91	3.54
2205503	CO	Sta Helena	Purificacion	Saldana	Tolima	300	-74.90	3.99
2609510	CO	Ing Providencia	El Cerrito	Amalme	Valle	1100	-76.28	3.62
2608512	SS	Base Aerea M F S	Cali	Cauca	Valle	1002	-76.50	3.46
2611504	CP	Cent Admo La Union	La Union	Cauca	Valle	946	-76.07	4.53
2611503	CO	Tierrablanca	Roldanillo	Cauca	Valle	930	-76.13	4.40
2607504	SP	Apto A Bonilla A	Palmira	Guachal	Valle	989	-76.39	3.54
2607508	AM	Cenicana	Florida	Guachal	Valle	1050	-76.30	3.36
2605505	CO	Potrero	Jamundi	Jamundi	Valle	1010	-76.58	3.25
2612510	CO	Arturo Gomez	Alcala	La Vieja	Valle	1320	-75.55	4.52
5403502	CO	Argelia El Recreo	Argelia	Las Vueltas	Valle	1600	-76.13	4.72
2605507	CP	Univ del Valle	Cali	Melendez	Valle	1004	-76.53	3.38
2608511	CO	Manuel M Mallarino	Trujillo	Nare	Valle	1380	-76.35	4.17
2610515	CO	San Marcos	Bugalagrande	Paila	Valle	1065	-76.04	4.24
2607501	AM	Palmira Ica	Palmira	Palmira	Valle	1041	-76.32	3.52
2609523	AM	Vinculo El	Guadalajara de Buga	Sonsito	Valle	1070	-76.30	3.84
2610516	SP	Apto Farfan	Tulua	Tulua	Valle	1012	-76.23	4.09
2610523	CO	Mateguadua	Tulua	Tulua	Valle	1114	-76.17	4.03

Promedio 511

1.7.2 Precipitación media

Tabla 109 Precipitación media mensual y anual para clima R3

ESTACIONES - CLIMA R3				PRECIPITACION (MM)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	V_ANUAL
Tunez Hda	Fredonia	Antioquia	655	58	73	93	160	176	156	128	157	209	257	195	107	1768
Apto Olaya Herrera	Medellin	Antioquia	1490	65	80	126	161	198	158	118	148	178	212	147	95	1685
Progreso Hda El	Barbosa	Antioquia	1390	59	78	106	180	240	197	192	204	242	235	149	84	1964
Tulio Ospina	Bello	Antioquia	1438	54	60	109	170	211	156	129	146	179	210	145	90	1657
Mellito El	Necocli	Antioquia	10	42	81	54	188	185	165	190	209	187	187	183	100	1769
Arboletes	Arboletes	Antioquia	4	12	17	41	127	273	192	191	214	209	221	179	62	1738
Piunti Hda	Buritica	Antioquia	1540	27	37	68	144	185	134	113	158	171	189	117	54	1396
Cotove Hda	Santafe de Antioqui	Antioquia	530	17	31	39	89	129	102	101	108	127	154	80	39	1015
Apto Arauca	Arauca	Arauca	128	8	23	41	138	235	312	303	229	197	185	107	25	1804
Sta Lucia Gja	Santa Lucia	Atlantico	5	8	12	23	77	144	117	87	116	123	167	76	31	981
Limon El	Manati	Atlantico	7	4	8	15	55	146	104	97	129	134	149	88	28	957
Normal Manati	Manati	Atlantico	10	11	17	22	86	166	121	102	132	140	141	97	27	1061
Repelon	Repelon	Atlantico	10	6	7	14	57	114	104	61	111	114	158	98	24	867
Apto E Cortissoz	Soledad	Atlantico	14	1	0	1	24	116	85	67	107	154	164	74	27	822
Flores Las	Barranquilla	Atlantico	2	1	2	1	12	89	58	26	65	128	146	80	35	642
Juan de Acosta	Juan de Acosta	Atlantico	20	1	1	2	34	91	109	87	107	170	181	104	23	909
Carmen de Bolivar	El Carmen de Boli	Bolivar	152	26	37	50	102	140	95	92	121	135	141	90	39	1069
Nueva Florida	Maria La Baja	Bolivar	13	17	30	25	94	179	175	175	205	186	197	152	53	1489
Guamo El	El Guamo	Bolivar	75	15	30	40	108	154	120	119	146	161	173	91	38	1193
San Pablo	Maria La Baja	Bolivar	20	21	27	38	109	178	186	172	211	212	255	163	78	1648
Sincerin	Arjona	Bolivar	10	9	26	22	71	151	144	134	164	162	187	112	48	1229
Apto Baracoa	Magangue	Bolivar	18	8	23	28	83	145	141	146	161	178	148	79	29	1167
Pinillos	Pinillos	Bolivar	10	16	14	36	102	216	207	185	232	296	292	223	108	1927
Morales-La Cruz	Morales	Bolivar	110	7	20	19	106	160	156	109	123	157	164	69	16	1104
Apto Rafael Nunez	Cartagena	Bolivar	2	4	1	2	24	115	100	110	125	135	230	128	35	1008
Esc Naval CIOH	Cartagena	Bolivar	1	2	1	2	19	91	84	92	103	117	162	100	35	810
Galerazamba	Santa Catalina	Bolivar	6	1	0	0	11	74	82	68	105	120	209	118	22	810
Presa Ay Grande	Maria La Baja	Bolivar	60	26	40	43	129	193	170	179	197	201	236	181	82	1678
Sta Rosa D Simiti	Santa Rosa del Su	Bolivar	650	13	29	69	159	221	215	227	248	217	183	110	39	1729
Norosi	Rio Viejo	Bolivar	160	7	14	43	156	208	168	146	180	215	222	120	26	1505
Samaria La	Viterbo	Caldas	1020	73	85	133	228	224	169	141	123	123	210	181	98	1787
Rafael Escobar	Supia	Caldas	1320	116	111	154	185	206	116	112	125	187	233	226	145	1917
Japio	Santander de Quill	Cauca	1040	146	139	169	210	168	87	51	65	122	212	224	163	1754
Ing Cauca	Miranda	Cauca	1009	89	120	148	183	150	75	46	48	105	158	157	87	1366
Miranda	Miranda	Cauca	1156	123	143	156	197	130	69	46	55	120	214	200	119	1573
Ing Bengala	Puerto Tejada	Cauca	1003	97	106	144	195	155	80	46	46	106	155	150	108	1388
Fonda La Citec	Patia	Cauca	677	176	190	188	193	191	64	35	46	133	251	263	223	1953
Bolivar	Bolivar	Cauca	1431	159	153	162	196	142	52	31	35	93	255	279	200	1757
Mercaderes	Mercaderes	Cauca	1286	103	101	147	175	147	79	36	52	116	212	210	155	1531
Pueblo Bello	Valledupar	Cesar	1000	13	41	47	159	270	188	129	222	276	302	196	56	1899
Chiriguana	Chiriguana	Cesar	40	11	30	55	125	203	135	112	159	231	289	184	58	1592
Callao El	Valledupar	Cesar	110	9	15	31	98	183	116	76	125	167	190	108	35	1152
Aguas Claras	Aguachica	Cesar	208	18	34	49	136	194	167	123	162	187	187	84	46	1387
Centenario Hda	Agustin Codazzi	Cesar	100	14	41	62	155	197	144	114	148	186	225	165	53	1505
San Jose D Oriente	La Paz	Cesar	850	21	20	41	166	182	113	55	82	150	236	143	34	1244
Socomba	Becerril	Cesar	170	15	55	69	161	208	141	117	162	189	202	144	47	1511
Villa Rosa	Valledupar	Cesar	70	19	12	56	117	158	139	99	153	164	191	124	25	1258
Guaymaral	Valledupar	Cesar	50	4	36	68	114	199	112	104	140	146	164	113	29	1230
Apto Alfonso Lopez	Valledupar	Cesar	138	12	10	25	71	154	82	62	118	120	197	93	27	970
Rincon El	San Diego	Cesar	350	16	42	47	143	190	119	95	131	175	211	126	35	1329
Motilonia Codazzi	Agustin Codazzi	Cesar	180	16	36	70	145	196	138	122	164	206	273	170	51	1587
Chima	Chima	Cordoba	20	16	20	26	90	175	172	146	180	160	138	88	35	1246
Salado El	Cienaga de Oro	Cordoba	33	16	26	32	112	192	162	158	193	171	156	98	36	1351
Maracayo	Monteria	Cordoba	25	31	21	29	99	201	170	167	203	176	138	83	30	1347
Centro Alegre	Planeta Rica	Cordoba	99	17	24	54	145	209	206	241	197	200	137	99	37	1566
Planeta Rica	Planeta Rica	Cordoba	102	15	19	43	130	215	202	196	224	172	155	92	40	1503
Colomboy	Sahagun	Cordoba	170	18	35	50	115	195	155	175	234	180	167	117	29	1470
Apto Los Garzones	Monteria	Cordoba	36	5	16	27	95	172	151	165	167	186	159	85	36	1262
Turipana	Cerete	Cordoba	24	10	17	22	100	171	156	168	158	192	137	90	34	1256
San Bernardo del V	San Bernardo del	Cordoba	22	14	6	13	65	161	175	175	208	213	184	135	50	1399
Cristo Rey	Puerto Escondido	Cordoba	15	13	6	12	92	216	181	156	181	192	225	148	44	1465
Jaraguay	Valencia	Cordoba	70	25	40	35	88	138	148	164	159	152	163	79	42	1233
Doctrina La	Lorica	Cordoba	20	12	6	19	74	177	153	150	201	169	186	117	44	1308

Galan	Monteria	Cordoba	30	23	19	40	105	178	149	153	177	152	134	93	38	1262
Lorica	Lorica	Cordoba	30	11	13	25	86	151	154	130	183	171	155	113	35	1226
Pto Nuevo	Tierralta	Cordoba	145	57	71	47	154	267	238	228	247	179	235	149	99	1970
Univ de Cordoba	Monteria	Cordoba	15	16	23	26	108	181	149	162	176	208	169	95	36	1349
Mercedes Las	Anapoima	Cundinamarca	810	65	86	121	135	129	47	37	53	92	156	133	86	1139
Apto Palanquero	Puerto Salgar	Cundinamarca	172	72	92	159	233	222	108	70	111	212	307	243	129	1956
Jerusalen	Jerusalen	Cundinamarca	300	50	70	105	142	124	46	41	50	95	135	92	55	1003
Pandi	Pandi	Cundinamarca	950	81	97	132	148	126	57	44	46	84	139	147	96	1195
Sta Maria	Santa Maria	Huila	1300	76	112	123	174	165	102	55	66	96	169	161	101	1400
San Alfonso	Villavieja	Huila	440	63	78	122	125	82	29	26	26	54	168	196	104	1072
Palacio-Vegalarga	Neiva	Huila	1100	120	123	197	178	130	67	57	52	67	212	200	154	1557
Sevilla	Pitalito	Huila	1320	63	80	102	136	143	137	134	107	86	97	103	70	1258
Iquira	Iquira	Huila	1095	164	182	201	198	161	67	51	46	87	190	269	228	1844
Esc Agr La Plata	La Plata	Huila	1070	133	158	197	173	149	88	74	58	85	158	162	139	1573
Apto Benito Salas	Neiva	Huila	439	106	130	151	135	89	37	33	23	65	203	216	158	1346
Zuluaga	Garzon	Huila	1305	88	107	127	148	138	121	99	75	89	124	137	104	1357
Betulia La	Agrado	Huila	810	97	128	113	87	94	57	41	29	48	108	133	119	1054
Juncal El	Palermo	Huila	460	128	116	156	130	99	39	26	20	61	186	230	171	1362
San Jose	Villavieja	Huila	400	79	73	116	135	109	29	27	28	62	177	191	115	1142
Villavieja Ffcc	Villavieja	Huila	430	72	89	117	131	102	37	25	25	57	182	182	112	1131
Algeciras	Algeciras	Huila	1155	87	84	128	109	100	72	54	51	55	120	135	115	1110
Rosales Los	Campoalegre	Huila	553	121	111	166	117	97	41	28	23	53	150	202	151	1261
Altamira El Grifo	Altamira	Huila	1350	81	98	110	110	114	84	62	48	65	102	131	80	1084
Libano El	Suaza	Huila	1045	49	96	114	126	139	137	124	99	104	109	76	66	1240
Manila Hda La	Baraya	Huila	600	61	87	124	104	95	50	28	26	50	131	140	97	994
Portal El	Tello	Huila	1300	85	101	152	153	133	72	55	48	71	184	185	129	1367
Apto Maicao	Maicao	La Guajira	53	6	9	4	25	93	26	5	31	103	167	116	26	611
Rancho Grande	Uribia	La Guajira	50	2	4	1	9	21	8	4	23	55	84	45	13	268
Nazareth	Uribia	La Guajira	85	16	8	10	19	34	9	7	14	47	147	140	51	502
Apto Alm Padilla	Riohacha	La Guajira	4	4	1	3	21	64	39	15	37	131	140	62	23	541
Esc Agr Carraipia	Maicao	La Guajira	118	15	14	15	62	120	46	26	83	174	218	174	75	1021
Manauere	Manauere	La Guajira	1	5	3	6	19	29	11	8	32	54	130	50	12	359
Urumita	Urumita	La Guajira	255	5	17	32	107	171	120	78	116	146	182	96	52	1122
Camp Intercor	Albania	La Guajira	122	10	16	3	82	129	75	52	90	154	162	88	52	912
Paulina La	Fonseca	La Guajira	170	4	1	10	56	100	79	62	96	135	130	75	19	766
Matitas	Riohacha	La Guajira	20	16	5	10	65	162	71	44	111	186	224	148	41	1083
Seis El	San Sebastian de	Magdalena	50	12	19	49	123	168	126	92	171	156	158	101	48	1222
Media Luna	Pivjay	Magdalena	20	4	5	14	73	124	96	87	160	140	144	87	34	966
Ye La	Cienaga	Magdalena	20	1	1	3	28	85	88	58	88	139	152	68	21	733
Zacapa	El Reten	Magdalena	30	4	6	15	93	152	122	88	135	192	222	122	21	1172
Univ Tec Magdalena	Santa Marta	Magdalena	7	4	2	4	15	54	76	60	87	115	145	72	28	663
Apto Simon Bolivar	Santa Marta	Magdalena	4	4	3	2	9	51	60	57	55	88	111	47	13	501
Parque Tayrona	Santa Marta	Magdalena	30	22	45	24	86	114	76	66	106	179	251	239	130	1337
Prado Sevilla	Zona Bananera	Magdalena	18	4	2	8	64	171	148	116	165	253	244	129	28	1332
Padelma	Zona Bananera	Magdalena	20	3	2	11	49	157	131	94	137	185	227	102	24	1122
Abrego Centro Admo	Abrego	Norte Santander	1430	11	25	31	117	183	87	75	140	191	164	64	26	1114
Risaralda	El Zulia	Norte Santander	90	98	88	125	218	167	83	100	132	204	260	290	166	1930
Apto Camilo Daza	Cucuta	Norte Santander	250	49	39	66	104	79	41	38	42	78	147	120	75	878
Teorama	Teorama	Norte Santander	1160	35	41	56	118	143	89	110	142	190	171	126	74	1294
Carmen de Tonchala	Cucuta	Norte Santander	285	52	57	73	120	77	34	33	45	73	155	118	88	923
Sardinata	Sardinata	Norte Santander	320	66	88	124	196	146	58	53	108	187	249	225	146	1646
Bionay	Chinacota	Norte Santander	1235	53	54	79	171	133	78	64	79	143	231	211	96	1393
Bohemia La	Pereira	Risaralda	999	105	101	175	198	224	156	118	128	155	200	201	118	1879
Apto El Embrujo	Providencia	San Andres y Pr	1	74	46	24	35	123	170	138	148	184	301	266	127	1635
Apto Sesquicentena	San Andres	San Andres y Pr	1	77	38	24	33	131	206	199	201	238	324	270	141	1881
Capitanejo	Capitanejo	Santander	1160	10	31	45	89	103	64	48	54	94	126	57	23	745
Apto Palonegro	Lebrija	Santander	1189	58	80	121	136	119	82	88	85	101	142	119	56	1184
Llano Grande	Giron	Santander	777	44	54	97	98	100	69	78	76	93	123	80	34	945
Cucharo El	Pinchote	Santander	975	26	55	71	167	167	106	110	122	146	180	105	47	1301
Univ Ind Santander	Bucaramanga	Santander	1018	90	101	138	134	131	86	106	86	111	132	111	78	1303
Primates	Coloso	Sucre	200	22	11	29	75	146	158	128	149	159	131	109	36	1153
Apto La Florida	San Marcos	Sucre	30	8	24	27	121	177	211	217	237	244	239	120	35	1660
San Benito Abad	San Benito Abad	Sucre	20	13	16	27	95	179	219	230	256	252	227	142	47	1702
Apto Rafael Barvo	Corozal	Sucre	166	18	26	35	88	141	132	131	141	145	123	78	32	1089
Anchique	Natagaima	Tolima	415	93	107	140	181	133	50	32	40	80	206	263	140	1466
Jabalcon	Saldana	Tolima	425	90	104	148	178	189	62	39	54	123	196	156	121	1459
Media Luna	Coyaima	Tolima	485	83	127	145	205	185	71	31	49	103	195	183	119	1495

Cementos Diamante	Ibague	Tolima	780	46	78	108	183	157	63	53	82	161	196	140	81	1346
Chapeton	Ibague	Tolima	1300	102	114	154	213	250	159	93	112	183	220	213	134	1945
Chicoral	Espinal	Tolima	475	57	109	128	202	201	70	56	69	141	200	134	82	1448
Quinta La	Lerida	Tolima	500	58	98	101	166	188	92	87	115	176	163	127	80	1452
Guamo	Guamo	Tolima	360	80	92	105	177	185	85	46	53	131	173	150	106	1384
Apto Santiago Vila	Flandes	Tolima	286	52	85	100	160	154	66	30	45	125	172	113	79	1180
Esperanza La	Honda	Tolima	222	44	83	112	170	164	79	60	70	138	214	191	118	1442
Nataima	Espinal	Tolima	431	71	105	140	174	201	82	41	59	165	186	127	88	1439
Salto El	Ambalema	Tolima	450	46	78	108	183	157	63	53	82	161	196	140	81	1346
Apto Perales	Ibague	Tolima	928	82	107	138	204	238	124	72	88	157	213	162	107	1691
Perales Hato Opia	Ibague	Tolima	750	63	78	110	175	215	107	60	82	149	171	123	72	1406
Montana La	Dolores	Tolima	1260	143	124	204	199	140	59	43	48	103	270	356	263	1951
Lozania	Purificacion	Tolima	400	113	145	185	241	204	99	52	61	150	274	266	174	1962
Dolores Hda Madron	Dolores	Tolima	1456	116	149	186	152	124	66	42	38	76	246	337	228	1760
Sta Helena	Purificacion	Tolima	300	78	110	137	213	208	91	58	61	150	200	200	127	1632
Ing Providencia	El Cerrito	Valle	1100	49	62	92	145	107	56	38	42	91	144	120	74	1020
Base Aerea M F S	Cali	Valle	1002	71	70	64	125	116	70	41	37	71	135	110	86	995
Cent Admo La Union	La Union	Valle	946	48	72	101	142	143	88	70	74	110	129	98	55	1130
Tierrablanca	Roldanillo	Valle	930	45	55	88	107	122	85	69	73	98	124	84	65	1015
Apto A Bonilla A	Palmira	Valle	989	45	61	104	126	98	52	30	38	75	107	98	60	894
Cenicana	Florida	Valle	1050	93	99	112	159	104	47	32	35	103	139	152	71	1145
Potrerito	Jamundi	Valle	1010	124	151	182	255	236	133	72	89	140	246	214	155	1996
Arturo Gomez	Alcala	Valle	1320	109	103	164	221	224	150	88	115	151	232	214	142	1912
Argelia El Recreo	Argelia	Valle	1600	74	79	106	168	166	112	87	97	130	193	153	100	1464
Univ del Valle	Cali	Valle	1004	88	120	146	190	167	91	55	64	111	168	157	127	1483
Manuel M Mallarino	Trujillo	Valle	1380	100	93	132	194	184	125	85	95	138	221	209	137	1713
San Marcos	Bugalagrande	Valle	1065	74	88	125	187	154	92	61	85	117	189	169	100	1441
Palmira Ica	Palmira	Valle	1041	58	75	114	141	120	55	32	47	89	121	126	73	1050
Vinculo El	Guadalajara de Bu	Valle	1070	63	83	117	151	127	72	53	63	120	165	139	71	1223
Apto Farfan	Tulua	Valle	1012	77	95	138	141	141	84	57	65	110	164	135	85	1292
Mateguadua	Tulua	Valle	1114	97	98	139	157	107	63	46	59	130	157	157	91	1300

Promedio

48	59	79	127	154	108	90	109	142	184	143	77	1320

1.7.3 Días con lluvia

Tabla 110 Días promedio de lluvia mensual para clima R3

ESTACIONES - CLIMA R3				NUMERO DE DIAS CON LLUVIA												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Tunez Hda	Fredonia	Antioquia	655	8	11	12	18	19	14	12	15	19	21	18	12	177
Apto Olaya Herrera	Medellin	Antioquia	1490	12	13	17	22	23	19	17	19	22	24	21	15	225
Progreso Hda El	Barbosa	Antioquia	1390	10	11	13	21	23	20	19	20	21	23	19	12	212
Tulio Ospina	Bello	Antioquia	1438	9	10	14	20	22	18	17	18	21	23	18	12	203
Mellito El	Necocli	Antioquia	10													
Arboletes	Arboletes	Antioquia	4	3	3	4	8	15	13	14	14	14	15	12	6	119
Piunti Hda	Buritica	Antioquia	1540	7	9	10	16	21	17	16	17	19	22	18	10	182
Cotove Hda	Santafe de Antioquia	Antioquia	530	5	7	8	15	19	16	15	16	17	18	14	8	159
Apto Arauca	Arauca	Arauca	128	1	2	4	11	17	21	20	19	15	13	9	4	137
Sta Lucia Gja	Santa Lucia	Atlantico	5	1	1	2	8	13	11	10	12	13	13	10	4	99
Limon El	Manati	Atlantico	7	1	1	2	6	12	11	10	13	13	13	9	3	94
Normal Manati	Manati	Atlantico	10	2	2	3	8	13	11	10	12	13	12	9	4	98
Repelon	Repelon	Atlantico	10	1	1	2	6	12	11	9	13	14	16	10	3	97
Apto E Cortissoz	Soledad	Atlantico	14	0	0	0	4	9	9	7	10	13	15	8	2	78
Flores Las	Barranquilla	Atlantico	2													
Juan de Acosta	Juan de Acosta	Atlantico	20	1	1	1	4	10	10	9	12	15	14	9	3	89
Carmen de Bolivar	El Carmen de Bolivar	Bolivar	152	4	4	5	9	13	11	10	12	13	14	9	4	109
Nueva Florida	Maria La Baja	Bolivar	13	2	3	3	8	12	12	12	14	13	13	11	5	107
Guamo El	El Guamo	Bolivar	75	2	3	4	11	13	13	12	14	15	14	11	4	118
San Pablo	Maria La Baja	Bolivar	20	4	3	4	10	17	16	14	17	17	18	14	7	142
Sincerin	Arjona	Bolivar	10	1	2	3	8	14	13	12	15	15	17	12	5	114
Apto Baracoa	Magangue	Bolivar	18	1	2	3	7	11	10	10	11	14	12	8	3	92
Pinillos	Pinillos	Bolivar	10	1	1	2	5	10	10	9	11	12	13	10	5	90
Morales-La Cruz	Morales	Bolivar	110	1	2	2	8	14	11	10	12	14	15	8	2	99
Apto Rafael Nunez	Cartagena	Bolivar	2	1	0	1	3	10	12	10	13	14	16	11	3	96
Esc Naval CIOH	Cartagena	Bolivar	1	1	0	1	3	9	10	8	11	12	13	9	4	79
Galerazamba	Santa Catalina	Bolivar	6	0	0	0	2	7	8	6	10	13	15	8	2	72
Presa Ay Grande	Maria La Baja	Bolivar	60	4	4	5	11	16	15	15	17	17	18	14	7	143
Sta Rosa D Simiti	Santa Rosa del Sur	Bolivar	650	2	3	5	13	17	15	15	16	17	17	11	4	137
Norosi	Rio Viejo	Bolivar	160	1	2	5	10	16	13	12	16	16	16	10	3	119
Samaria La	Viterbo	Caldas	1020	9	10	13	17	17	13	11	12	14	17	16	11	160
Rafael Escobar	Supia	Caldas	1320	13	13	16	19	21	15	13	15	19	22	21	14	201
Japio	Santander de Quilichao	Cauca	1040	13	11	15	16	14	10	7	7	11	17	17	14	151
Ing Cauca	Miranda	Cauca	1009	11	12	13	15	16	11	7	8	12	16	16	12	150
Miranda	Miranda	Cauca	1156	12	13	14	18	18	13	11	11	14	19	17	14	174
Ing Bengala	Puerto Tejada	Cauca	1003	11	10	14	16	16	11	9	8	13	17	16	12	153
Fonda La Citec	Patia	Cauca	677	15	13	15	16	15	9	5	6	11	18	20	18	160
Bolivar	Bolivar	Cauca	1431	15	14	16	17	17	10	6	6	10	19	20	17	168
Mercaderes	Mercaderes	Cauca	1286	15	14	17	19	19	14	9	9	12	19	21	18	186
Pueblo Bello	Valledupar	Cesar	1000	2	4	7	13	19	13	10	16	19	20	14	6	143
Chiriguana	Chiriguana	Cesar	40	1	3	4	8	12	10	11	13	15	14	10	4	106
Callao El	Valledupar	Cesar	110	1	1	4	8	14	11	9	11	14	15	9	3	99
Aguas Claras	Aguachica	Cesar	208	2	4	5	12	16	14	14	16	16	16	10	5	129
Centenario Hda	Agustin Codazzi	Cesar	100	2	4	6	11	15	13	13	15	16	16	11	4	127
San Jose D Oriente	La Paz	Cesar	850	2	3	5	11	16	12	9	13	15	17	12	4	119
Socomba	Becerril	Cesar	170	2	4	6	11	15	12	13	15	16	16	11	5	127
Villa Rosa	Valledupar	Cesar	70	1	2	5	9	12	10	10	12	13	14	10	3	100
Guaymaral	Valledupar	Cesar	50	1	3	5	9	12	10	9	13	12	13	8	3	96
Apto Alfonso Lopez	Valledupar	Cesar	138	1	1	3	6	12	9	8	11	13	14	8	3	90
Rincon El	San Diego	Cesar	350	3	3	5	12	18	16	14	19	18	19	13	5	146
Motilonia Codazzi	Agustin Codazzi	Cesar	180	2	3	5	11	16	14	12	16	17	17	12	5	130
Chima	Chima	Cordoba	20	2	2	3	7	12	11	12	12	12	10	8	4	95
Salado El	Cienaga de Oro	Cordoba	33	2	3	4	9	15	13	13	15	15	14	10	4	117
Maracayo	Monteria	Cordoba	25	2	3	3	8	12	11	13	14	12	10	8	4	99
Centro Alegre	Planeta Rica	Cordoba	99	3	4	5	11	16	15	17	17	16	15	10	5	135
Planeta Rica	Planeta Rica	Cordoba	102	3	3	4	9	15	14	16	17	15	13	9	4	123
Colomboy	Sahagun	Cordoba	170	2	3	4	10	14	13	14	16	15	15	11	4	120
Apto Los Garzones	Monteria	Cordoba	36	1	2	2	7	12	11	12	13	12	11	8	4	93
Turipana	Cerete	Cordoba	24	1	2	2	10	15	15	14	16	15	14	10	4	118
San Bernardo del V	San Bernardo del V	Cordoba	22	2	1	2	5	13	14	14	15	16	16	12	5	113

Cristo Rey	Puerto Escondido	Cordoba	15	2	2	2	7	13	14	14	16	15	16	12	4	117
Jaraguay	Valencia	Cordoba	70													
Doctrina La	Lorica	Cordoba	20	2	1	2	6	15	13	13	15	15	15	12	5	114
Galan	Monteria	Cordoba	30	2	2	3	8	13	12	13	13	12	11	8	4	99
Lorica	Lorica	Cordoba	30	2	2	3	8	14	14	13	15	15	15	12	5	115
Pto Nuevo	Tierralta	Cordoba	145	9	9	8	15	21	20	19	21	18	19	16	13	189
Univ de Cordoba	Monteria	Cordoba	15	2	3	3	10	17	16	17	18	18	17	12	5	138
Mercedes Las	Anapoima	Cundinamarca	810	10	12	14	17	17	13	12	12	14	18	15	12	165
Apto Palanquero	Puerto Salgar	Cundinamarca	172	9	9	13	16	18	14	11	12	18	20	18	11	169
Jerusalen	Jerusalen	Cundinamarca	300	7	8	10	14	13	9	7	7	11	15	12	8	120
Pandi	Pandi	Cundinamarca	950	11	14	17	20	23	18	17	16	18	21	20	14	210
Sta Maria	Santa Maria	Huila	1300	15	15	17	19	18	15	15	13	14	19	20	17	196
San Alfonso	Villavieja	Huila	440	7	10	11	14	14	11	10	9	10	15	16	11	138
Palacio-Vegalarga	Neiva	Huila	1100	13	14	19	21	22	19	16	15	16	21	21	18	215
Sevilla	Pitalito	Huila	1320	13	14	18	21	22	22	22	21	19	18	18	15	222
Iquira	Iquira	Huila	1095	16	15	18	18	17	14	13	12	12	17	21	17	189
Esc Agr La Plata	La Plata	Huila	1070	16	17	21	21	22	19	19	17	16	20	21	19	228
Apto Benito Salas	Neiva	Huila	439	11	12	14	15	15	12	10	8	10	16	18	14	154
Zuluaga	Garzon	Huila	1305	14	15	19	24	24	23	21	20	20	21	20	17	239
Betulia La	Agrado	Huila	810													
Juncal El	Palermo	Huila	460	11	12	15	16	15	10	9	8	10	16	17	14	153
San Jose	Villavieja	Huila	400	8	10	12	12	14	10	8	7	9	15	15	11	130
Villavieja Ffcc	Villavieja	Huila	430	9	10	12	14	14	11	9	8	10	16	16	11	140
Algeciras	Algeciras	Huila	1155	12	13	17	19	22	18	17	16	16	19	18	15	201
Rosales Los	Campoalegre	Huila	553	11	13	15	16	16	14	12	11	11	16	17	13	167
Altamira El Grifo	Altamira	Huila	1350	13	14	16	18	19	17	17	16	16	17	17	15	194
Libano El	Suaza	Huila	1045	13	15	19	22	24	21	20	20	19	17	17	15	223
Manila Hda La	Baraya	Huila	600	9	10	13	15	16	14	13	12	10	15	16	11	153
Portal El	Tello	Huila	1300	12	13	17	20	21	18	17	16	17	21	20	16	206
Apto Maicao	Maicao	La Guajira	53	2	1	1	3	8	3	2	3	8	11	10	4	57
Rancho Grande	Uribia	La Guajira	50	1	1	0	1	3	1	1	2	6	8	5	3	32
Nazareth	Uribia	La Guajira	85	5	3	3	3	3	1	1	2	5	12	14	10	64
Apto Alm Padilla	Riohacha	La Guajira	4	1	1	1	3	7	3	2	4	10	11	6	2	51
Esc Agr Carraipia	Maicao	La Guajira	118	4	3	3	7	11	6	5	8	13	15	14	9	97
Manaure	Manaure	La Guajira	1	1	1	0	2	3	2	1	3	6	9	6	3	37
Urumita	Urumita	La Guajira	255	1	2	3	9	16	13	10	14	17	17	9	3	113
Camp Intercor	Albania	La Guajira	122	3	3	1	7	11	8	7	9	13	15	11	7	94
Paulina La	Fonseca	La Guajira	170	1	0	2	6	10	9	8	11	15	14	10	3	88
Matitas	Riohacha	La Guajira	20	2	1	2	6	11	6	5	9	12	14	9	5	83
Seis El	San Sebastian de	Magdalena	50	2	3	4	8	9	8	8	11	10	10	7	4	83
Media Luna	Pivjay	Magdalena	20	0	1	1	5	8	8	6	9	9	10	7	3	67
Ye La	Cienaga	Magdalena	20	0	0	1	3	9	10	10	12	14	13	8	2	82
Zacapa	El Reten	Magdalena	30	1	1	2	8	11	10	10	12	14	15	9	2	95
Univ Tec Magdalena	Santa Marta	Magdalena	7	1	1	1	3	7	8	8	10	14	15	9	3	77
Apto Simon Bolivar	Santa Marta	Magdalena	4	0	1	1	2	7	9	9	12	14	13	7	2	77
Parque Tayrona	Santa Marta	Magdalena	30	5	6	5	11	12	9	7	10	16	18	18	11	128
Prado Sevilla	Zona Bananera	Magdalena	18	1	1	2	6	13	13	12	15	17	16	10	3	107
Padelma	Zona Bananera	Magdalena	20	1	1	2	6	11	11	10	14	15	15	9	2	95
Abrego Centro Admo	Abrego	Norte Santander	1430	3	4	6	13	19	12	11	16	20	21	13	5	142
Risaralda	El Zulia	Norte Santander	90	9	9	10	13	12	10	12	12	13	15	16	12	143
Apto Camilo Daza	Cucuta	Norte Santander	250	7	7	9	11	12	13	14	12	13	14	13	9	133
Teorama	Teorama	Norte Santander	1160	9	9	10	15	17	13	15	17	20	19	17	12	172
Carmen de Tonchala	Cucuta	Norte Santander	285	8	10	11	12	12	12	12	11	11	13	12	9	132
Sardinata	Sardinata	Norte Santander	320	8	10	13	14	13	10	12	13	17	19	16	12	157
Blonay	Chinacota	Norte Santander	1235	10	11	12	16	16	17	16	17	18	20	18	12	183
Bohemia La	Pereira	Risaralda	999	13	13	16	19	20	17	14	15	17	21	20	15	200
Apto El Embrujo	Providencia	San Andres y Pr	1	19	13	10	8	13	19	22	21	20	22	22	21	209
Apto Sesquicentena	San Andres	San Andres y Pr	1	19	13	8	9	14	20	24	22	22	23	22	22	218
Capitanejo	Capitanejo	Santander	1160	4	6	9	17	19	16	15	15	18	19	13	7	158
Apto Palonegro	Lebrija	Santander	1189	8	10	14	17	18	17	18	19	18	18	14	9	181
Llano Grande	Giron	Santander	777	6	8	12	15	16	15	16	16	17	17	12	6	155
Cucharo El	Pinchote	Santander	975	6	8	11	17	22	19	22	21	21	22	14	9	193
Univ Ind Santander	Bucaramanga	Santander	1018	10	11	14	17	19	17	18	19	19	19	14	10	189
Primates	Coloso	Sucre	200	2	2	3	7	12	12	12	13	12	13	11	4	103
Apto La Florida	San Marcos	Sucre	30	2	2	3	10	13	14	16	17	17	16	12	5	126
San Benito Abad	San Benito Abad	Sucre	20	2	2	3	7	13	14	14	15	15	16	12	5	119
Apto Rafael Barvo	Corozal	Sucre	166	3	3	3	9	14	13	11	15	13	14	9	5	112
Anchique	Natagaima	Tolima	415	10	11	12	13	15	10	7	7	9	16	16	12	138

Jabalcon	Saldana	Tolima	425	8	10	11	14	15	9	7	6	11	16	14	11	132
Media Luna	Coyaima	Tolima	485	9	11	12	16	16	10	7	6	11	16	16	12	141
Cementos Diamante	Ibague	Tolima	780	6	9	11	15	16	10	8	9	13	17	13	8	135
Chapeton	Ibague	Tolima	1300	14	14	19	22	22	17	13	13	17	21	22	17	211
Chicoral	Espinal	Tolima	475	7	9	10	15	15	9	7	7	12	15	13	9	129
Quinta La	Lerida	Tolima	500													
Guamo	Guamo	Tolima	360	7	10	11	16	16	10	7	7	13	16	14	11	138
Apto Santiago Vila	Flandes	Tolima	286	10	12	14	17	17	13	12	11	15	17	15	12	164
Esperanza La	Honda	Tolima	222	7	9	13	17	17	11	9	10	15	19	18	12	158
Nataima	Espinal	Tolima	431	8	10	12	16	16	11	7	7	14	17	14	9	139
Salto El	Ambalema	Tolima	450	6	9	11	15	16	10	8	9	13	17	13	8	135
Apto Perales	Ibague	Tolima	928	12	13	16	20	20	13	10	11	15	20	18	14	181
Perales Hato Opia	Ibague	Tolima	750	9	10	13	18	17	11	8	9	13	17	15	11	150
Montana La	Dolores	Tolima	1260	11	13	15	19	19	14	12	11	14	21	22	17	187
Lozania	Purificacion	Tolima	400	11	13	15	20	20	16	13	10	15	20	19	16	187
Dolores Hda Madron	Dolores	Tolima	1456	10	14	16	18	18	14	12	11	14	20	21	16	184
Sta Helena	Purificacion	Tolima	300	9	10	12	17	17	11	8	8	13	16	15	11	144
Ing Providencia	El Cerrito	Valle	1100													
Base Aerea M F S	Cali	Valle	1002	9	10	11	14	14	10	7	7	12	17	13	12	138
Cent Admo La Union	La Union	Valle	946	9	10	14	16	18	13	10	11	15	18	15	11	160
Tierrablanca	Roldanillo	Valle	930	8	10	13	17	19	14	10	12	16	19	15	12	165
Apto A Bonilla A	Palmira	Valle	989	9	10	13	16	15	10	8	8	12	17	15	11	145
Cenicana	Florida	Valle	1050	10	11	13	16	16	10	8	7	12	17	16	12	149
Potrero	Jamundi	Valle	1010	12	13	15	19	19	14	10	11	14	21	18	16	180
Arturo Gomez	Alcala	Valle	1320	14	14	18	21	22	18	15	15	19	22	21	17	215
Argelia El Recreo	Argelia	Valle	1600	12	13	16	18	21	16	14	14	18	23	21	16	199
Univ del Valle	Cali	Valle	1004	11	13	15	18	17	12	9	9	13	19	17	13	166
Manuel M Mallarino	Trujillo	Valle	1380	11	11	14	18	18	14	11	12	16	21	19	15	179
San Marcos	Bugalagrande	Valle	1065	9	9	14	15	15	13	9	10	13	18	16	11	152
Palmira Ica	Palmira	Valle	1041	9	10	14	16	17	11	8	8	12	16	16	11	149
Vinculo El	Guadalajara de Bu	Valle	1070	11	12	13	17	17	13	10	11	15	18	16	12	165
Apto Farfan	Tulua	Valle	1012	11	11	15	17	17	14	11	11	14	19	18	13	172
Mateguadua	Tulua	Valle	1114	12	12	15	17	16	13	11	11	15	18	17	12	170

Promedio

6	7	9	13	15	13	11	13	14	17	14	9	140

1.7.4 Temperatura media

Tabla 111 Temperatura media mensual y anual para clima R3

ESTACIONES - CLIMA R3				TEMPERATURA MEDIA												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Tunez Hda	Fredonia	Antioquia	655	26.2	26.8	27.2	26.5	25.8	25.7	25.8	26.1	25.6	25.1	25.2	25.3	25.9
Apto Olaya Herrera	Medellin	Antioquia	1490	21.9	22.2	22.2	22.0	22.0	22.4	22.7	22.6	21.9	21.3	21.3	21.5	22.0
Progreso Hda El	Barbosa	Antioquia	1390	21.5	21.9	21.9	21.8	21.8	21.9	21.8	21.9	21.7	21.3	21.3	21.3	21.7
Tulio Ospina	Bello	Antioquia	1438	21.5	22.0	22.2	21.9	21.8	22.0	22.2	22.2	21.6	21.0	21.0	21.1	21.7
Mellito El	Necocli	Antioquia	10	26.2	26.6	26.8	27.1	26.9	26.8	26.7	26.6	26.4	26.5	26.4	26.4	26.6
Arboletes	Arboletes	Antioquia	4	27.4	27.6	27.8	28.0	27.8	27.6	27.5	27.5	27.2	27.3	27.3	27.5	27.5
Piunti Hda	Buritica	Antioquia	1540	20.5	20.6	21.0	20.7	20.2	20.5	20.7	20.4	20.1	19.8	19.9	20.1	20.4
Cotove Hda	Santafe de Antioqui	Antioquia	530	27.8	28.2	28.5	27.3	26.4	26.4	26.6	26.8	26.2	25.7	26.0	26.6	26.9
Apto Arauca	Arauca	Arauca	128	27.2	28.2	28.6	27.6	26.4	25.8	25.5	25.9	26.4	26.7	26.8	26.8	26.8
Sta Lucia Gja	Santa Lucia	Atlantico	5	28.4	28.7	29.1	28.8	28.3	28.2	28.4	28.1	27.6	27.3	27.6	27.9	28.2
Limon El	Manati	Atlantico	7	28.1	28.4	28.8	29.1	28.6	28.5	28.5	28.3	27.9	27.7	28.0	28.1	28.3
Normal Manati	Manati	Atlantico	10	27.7	27.9	28.1	28.0	27.7	27.7	27.8	27.7	27.4	27.2	27.3	27.5	27.6
Repelon	Repelon	Atlantico	10	28.0	28.4	28.8	29.0	28.6	28.6	28.8	28.4	28.0	27.5	27.7	27.9	28.3
Apto E Cortissoz	Soledad	Atlantico	14	26.5	26.7	27.0	27.5	28.1	28.1	27.9	27.9	27.6	27.2	27.4	26.9	27.4
Flores Las	Barranquilla	Atlantico	2	26.5	26.4	26.8	27.4	28.1	28.3	28.0	28.1	28.0	27.9	27.9	27.1	27.5
Juan de Acosta	Juan de Acosta	Atlantico	20	27.1	27.3	27.4	27.9	27.9	27.8	27.9	27.9	27.7	27.4	27.4	27.2	27.6
Carmen de Bolivar	El Carmen de Boli	Bolivar	152	27.0	27.6	28.0	27.9	27.5	27.5	27.7	27.4	26.7	26.3	26.4	26.8	27.2
Nueva Florida	Maria La Baja	Bolivar	13	26.7	27.2	27.3	27.7	27.7	27.6	27.4	27.2	27.0	26.7	26.8	26.5	27.1
Guamo El	El Guamo	Bolivar	75	27.9	28.4	28.8	28.7	28.0	28.0	28.2	27.9	27.5	26.9	27.2	27.4	27.9
San Pablo	Maria La Baja	Bolivar	20	27.0	27.6	28.0	28.1	27.6	27.7	27.6	27.6	27.2	26.8	26.9	26.9	27.4
Sincerin	Arjona	Bolivar	10	27.0	27.5	27.9	28.2	27.7	27.7	27.8	27.4	27.2	26.8	27.1	27.0	27.5
Apto Baracoa	Magangue	Bolivar	18	27.9	28.7	29.3	29.2	28.2	28.1	28.3	28.2	27.4	27.2	27.5	27.5	28.1
Pinillos	Pinillos	Bolivar	10	28.8	28.8	29.0	28.8	28.5	28.7	28.6	28.6	28.4	28.2	28.4	28.6	28.6
Morales-La Cruz	Morales	Bolivar	110	28.9	29.6	29.5	29.3	28.1	28.5	28.7	28.4	28.2	27.7	28.2	28.5	28.6
Apto Rafael Nunez	Cartagena	Bolivar	2	26.6	26.7	27.0	27.6	28.2	28.4	28.1	28.2	28.1	27.8	27.7	27.0	27.6
Esc Naval CIOH	Cartagena	Bolivar	1	26.8	26.8	27.0	27.6	28.1	28.4	28.2	28.2	28.2	27.8	28.0	27.3	27.7
Galerazamba	Santa Catalina	Bolivar	6	26.0	26.0	26.3	26.9	27.7	27.7	27.6	27.6	27.5	27.3	27.3	26.5	27.0
Presa Ay Grande	María La Baja	Bolivar	60	27.9	27.9	28.4	28.4	27.9	27.7	28.0	27.9	27.6	27.1	27.4	27.6	27.8
Sta Rosa D Simiti	Santa Rosa del Su	Bolivar	650	25.1	25.6	25.7	25.2	24.4	24.6	24.7	24.5	24.1	23.7	24.1	24.6	24.7
Norosi	Rio Viejo	Bolivar	160	28.1	28.8	29.2	28.8	28.0	27.9	28.1	27.9	27.4	27.1	27.3	27.3	28.0
Samaria La	Viterbo	Caldas	1020	24.5	24.4	24.6	24.2	23.9	23.9	24.0	24.3	24.2	23.8	23.9	24.3	24.2
Rafael Escobar	Supia	Caldas	1320	21.8	22.0	22.1	21.7	21.3	21.5	21.7	21.8	21.5	20.9	20.9	21.4	21.5
Japio	Santander de Quili	Cauca	1040	23.4	23.5	23.6	23.5	23.3	23.4	23.5	23.9	23.6	23.2	23.0	23.4	23.4
Ing Cauca	Miranda	Cauca	1009	23.4	23.4	23.5	23.2	23.3	23.3	23.5	23.7	23.4	23.0	22.8	23.1	23.3
Miranda	Miranda	Cauca	1156	23.2	23.4	23.5	23.2	23.0	23.2	23.4	23.3	23.3	22.8	22.7	22.9	23.2
Ing Bengala	Puerto Tejada	Cauca	1003	24.0	24.1	24.1	23.8	23.9	23.9	24.1	24.3	24.1	23.7	23.6	23.8	23.9
Fonda La Citec	Patia	Cauca	677	26.1	26.4	26.3	26.1	26.0	26.2	27.0	27.7	27.4	26.2	25.6	25.6	26.4
Bolivar	Bolivar	Cauca	1431	21.1	21.2	21.5	21.3	21.3	21.8	22.2	22.7	22.1	21.1	20.6	20.7	21.4
Mercaderes	Mercaderes	Cauca	1286	22.4	22.6	22.9	22.7	22.6	22.9	23.4	23.7	23.3	22.5	22.0	22.2	22.8
Pueblo Bello	Valledupar	Cesar	1000	20.6	21.3	21.9	21.6	21.3	21.5	21.7	21.3	21.0	20.8	20.7	20.3	21.1
Chiriguana	Chiriguana	Cesar	40	28.4	28.9	29.0	28.6	28.0	28.1	28.5	28.5	27.8	27.5	27.7	28.0	28.2
Callao El	Valledupar	Cesar	110	28.4	29.2	29.5	29.1	27.9	28.2	28.8	28.4	27.3	26.9	27.3	27.5	28.2
Aguas Claras	Aguachica	Cesar	208	28.7	29.1	29.3	28.6	28.0	27.8	27.9	27.9	27.5	27.2	27.4	27.8	28.1
Centenario Hda	Agustin Codazzi	Cesar	100	28.0	28.5	28.9	28.6	28.1	28.2	28.3	28.2	27.5	27.2	27.3	27.3	28.0
San Jose D Oriente	La Paz	Cesar	850	24.3	24.8	25.3	25.2	24.8	25.2	25.5	25.4	25.0	24.4	24.5	24.3	24.9
Socomba	Becerril	Cesar	170	28.4	29.0	29.1	28.6	27.7	28.0	28.3	27.9	27.2	26.7	27.0	27.6	27.9
Villa Rosa	Valledupar	Cesar	70	29.4	29.8	30.1	29.8	29.0	28.9	29.3	28.9	28.2	27.8	28.0	28.6	29.0
Guaymaral	Valledupar	Cesar	50	30.2	30.5	30.3	30.2	29.6	29.5	29.8	29.6	28.9	28.6	28.8	29.4	29.6
Apto Alfonso Lopez	Valledupar	Cesar	138	29.0	29.6	29.9	29.8	28.9	29.1	29.8	29.4	28.3	27.8	28.0	28.4	29.0
Rincon El	San Diego	Cesar	350	26.0	26.8	27.3	27.3	26.5	26.5	26.9	26.5	26.0	25.5	25.6	25.5	26.4
Motilonia Codazzi	Agustin Codazzi	Cesar	180	29.3	30.1	30.3	29.7	28.6	28.6	29.1	28.8	28.0	27.4	27.6	28.0	28.8
Chima	Chima	Cordoba	20	27.3	27.4	27.6	27.7	27.5	27.5	27.6	27.4	27.2	27.1	27.3	27.2	27.4
Salado El	Cienaga de Oro	Cordoba	33	27.8	28.1	28.3	28.4	27.9	28.0	28.0	27.8	27.5	27.5	27.6	27.8	27.9
Maracayo	Monteria	Cordoba	25	27.0	27.2	27.2	27.0	26.9	26.9	26.7	26.7	26.5	26.4	26.9	27.0	26.9
Centro Alegre	Planeta Rica	Cordoba	99	28.1	28.1	28.4	28.1	27.5	27.7	27.4	27.4	27.2	27.0	27.3	27.7	27.7
Planeta Rica	Planeta Rica	Cordoba	102	27.6	27.8	28.1	28.1	27.6	27.6	27.5	27.4	27.2	27.0	27.1	27.3	27.5
Colomboy	Sahagun	Cordoba	170	27.2	27.5	27.7	27.5	27.1	27.1	27.1	27.1	26.8	26.7	27.0	27.1	27.2
Apto Los Garzones	Monteria	Cordoba	36	28.0	28.1	28.5	28.9	28.3	28.3	28.4	28.1	27.9	27.8	27.5	27.8	28.1
Turipana	Cerete	Cordoba	24	27.1	27.4	27.8	28.0	27.5	27.5	27.6	27.3	26.9	26.8	26.8	27.0	27.3
San Bernardo del V	San Bernardo del	Cordoba	22	27.0	27.1	27.2	27.5	27.4	27.4	27.4	27.3	27.0	27.0	27.1	27.2	27.2

Cristo Rey	Puerto Escondido	Cordoba	15	27.4	27.7	27.9	28.0	27.7	27.6	27.7	27.5	27.1	27.1	27.3	27.4
Jaraguay	Valencia	Cordoba	70	27.0	27.1	27.0	27.5	27.2	27.4	27.6	27.3	27.4	27.8	27.5	27.8
Doctrina La	Lorica	Cordoba	20	27.2	27.3	27.7	28.0	27.8	27.8	27.9	27.6	27.3	27.0	27.2	27.1
Galan	Monteria	Cordoba	30	26.8	27.0	27.4	27.5	27.3	27.3	27.3	27.1	26.9	26.7	26.8	26.8
Lorica	Lorica	Cordoba	30	27.1	27.2	27.5	27.8	27.4	27.4	27.4	27.2	26.9	26.8	27.0	27.1
Pto Nuevo	Tierralta	Cordoba	145	26.4	26.8	27.4	27.1	26.6	26.6	26.5	26.6	26.2	26.2	26.2	26.2
Univ de Cordoba	Monteria	Cordoba	15	27.0	27.3	27.7	28.0	27.7	27.6	27.5	27.4	27.1	26.9	27.1	27.1
Mercedes Las	Anapoima	Cundinamarca	810	25.3	25.1	25.1	24.6	24.6	24.7	25.1	25.5	25.4	24.7	24.3	24.6
Apto Palanquero	Puerto Salgar	Cundinamarca	172	28.5	28.5	28.4	28.4	28.4	28.5	29.2	29.2	28.4	27.7	27.7	28.1
Jerusalen	Jerusalen	Cundinamarca	300	28.4	28.3	28.2	27.9	27.6	27.9	28.4	29.0	28.6	27.5	27.2	27.7
Pandi	Pandi	Cundinamarca	950	23.8	23.9	23.8	23.4	23.2	23.4	23.5	24.0	23.9	23.2	23.0	23.2
Sta Maria	Santa Maria	Huila	1300	20.6	20.7	20.9	20.9	20.9	20.9	20.6	20.9	21.0	20.7	20.6	20.5
San Alfonso	Villavieja	Huila	440	28.4	28.6	28.5	27.9	27.9	28.7	29.3	29.9	29.7	28.2	27.1	27.5
Palacio-Vegalarga	Neiva	Huila	1100	22.3	22.4	22.2	22.0	22.0	22.1	22.0	22.6	22.8	22.3	21.8	21.9
Sevilla	Pitalito	Huila	1320	20.7	20.8	20.7	20.4	20.3	19.7	19.1	19.3	19.8	20.3	20.5	20.6
Iquira	Iquira	Huila	1095	22.9	22.9	22.9	23.0	22.9	22.9	22.9	23.3	23.7	23.2	22.7	22.7
Esc Agr La Plata	La Plata	Huila	1070	21.9	22.3	22.3	22.1	22.0	21.7	21.3	21.9	22.4	22.1	22.0	21.9
Apto Benito Salas	Neiva	Huila	439	27.7	27.8	27.7	27.3	27.4	27.7	28.1	28.8	28.9	27.7	26.8	27.0
Zuluaga	Garzon	Huila	1305	20.3	20.3	20.3	20.4	20.4	20.0	19.5	19.7	20.0	20.1	20.1	20.2
Betulia La	Agrado	Huila	810	24.1	24.1	24.0	24.0	24.0	23.8	23.3	24.1	24.6	24.6	24.2	24.1
Juncal El	Palermo	Huila	460	26.4	26.6	26.5	26.4	26.2	26.4	26.6	27.4	27.5	26.7	26.1	26.0
San Jose	Villavieja	Huila	400	28.4	28.5	28.4	28.0	27.9	28.4	28.9	29.5	29.5	28.1	27.3	27.6
Villavieja Ffcc	Villavieja	Huila	430	28.1	28.2	28.1	27.7	27.6	27.9	28.4	28.9	29.1	27.9	27.1	27.3
Algeciras	Algeciras	Huila	1155	23.2	23.4	23.3	23.2	23.2	23.2	23.0	23.3	23.4	23.2	23.0	22.9
Rosales Los	Campoalegre	Huila	553	26.3	26.4	26.2	26.0	26.0	26.2	26.7	27.3	27.8	26.6	25.8	25.9
Altamira El Grifo	Altamira	Huila	1350	23.1	23.0	22.9	22.9	22.8	22.2	21.7	22.1	22.6	22.8	22.6	22.9
Libano El	Suaza	Huila	1045	22.7	22.5	22.4	22.5	22.2	21.8	21.7	21.7	21.9	22.5	22.6	22.6
Manila Hda La	Baraya	Huila	600	26.9	27.2	27.0	26.6	26.6	27.1	27.3	28.1	28.1	27.0	26.1	26.2
Portal El	Tello	Huila	1300	22.2	22.2	22.2	22.1	22.0	22.0	21.8	22.4	22.8	22.1	21.7	21.6
Apto Maicao	Maicao	La Guajira	53	26.9	27.5	28.0	28.5	28.6	28.9	29.2	29.4	28.6	27.9	27.5	27.0
Rancho Grande	Uribea	La Guajira	50	27.5	27.6	28.1	28.8	29.2	29.6	29.6	29.8	29.6	28.8	28.6	27.9
Nazareth	Uribea	La Guajira	85	25.4	25.5	25.9	26.6	27.2	27.6	27.5	28.0	28.1	27.7	27.0	26.2
Apto Alm Padilla	Riohacha	La Guajira	4	26.8	27.1	27.4	27.8	28.7	29.8	29.9	29.5	28.5	27.9	27.7	27.4
Esc Agr Carraipia	Maicao	La Guajira	118	25.5	26.0	26.8	27.4	27.7	28.1	28.4	28.3	27.6	27.0	26.5	25.7
Manaure	Manaure	La Guajira	1	27.8	27.5	27.8	28.2	29.4	30.3	30.4	29.8	29.4	28.7	28.8	28.0
Urumita	Urumita	La Guajira	255	27.3	28.0	28.5	28.4	27.9	28.1	28.5	28.4	27.5	26.9	27.1	27.0
Camp Intercor	Albania	La Guajira	122	27.2	27.5	28.1	28.5	28.5	28.7	29.2	29.1	28.1	27.3	27.0	26.8
Paulina La	Fonseca	La Guajira	170	26.7	27.4	28.0	28.3	28.0	28.6	29.0	28.7	27.6	27.0	27.0	26.7
Matitas	Riohacha	La Guajira	20	26.4	26.7	27.2	27.5	27.7	28.4	29.1	28.6	27.7	27.0	27.0	26.5
Seis El	San Sebastian de	Magdalena	50	29.0	29.6	29.6	29.3	28.7	28.7	29.0	29.1	28.5	28.4	28.6	28.5
Media Luna	Pivjay	Magdalena	20	27.5	27.9	28.4	28.7	28.3	28.4	28.2	28.1	27.8	27.7	27.7	27.5
Ye La	Cienaga	Magdalena	20	28.4	28.9	29.2	29.3	28.9	28.8	28.9	28.6	28.1	27.7	27.8	27.8
Zacapa	El Reten	Magdalena	30	27.7	27.9	28.3	28.3	28.2	28.3	28.3	28.0	27.8	27.6	27.7	27.6
Univ Tec Magdalena	Santa Marta	Magdalena	7	27.7	27.9	28.2	28.5	28.4	28.6	28.7	28.1	27.3	27.0	27.5	27.4
Apto Simon Bolivar	Santa Marta	Magdalena	4	27.1	27.7	28.2	28.8	28.9	28.9	28.7	28.4	28.0	27.7	27.7	27.3
Parque Tayrona	Santa Marta	Magdalena	30	25.0	25.2	25.6	26.3	26.8	27.1	26.9	26.9	26.7	26.4	26.2	25.3
Prado Sevilla	Zona Bananera	Magdalena	18	26.8	27.5	28.2	28.3	27.8	27.6	27.6	27.2	26.8	26.5	26.7	26.7
Padelma	Zona Bananera	Magdalena	20	27.1	27.7	28.3	28.3	28.0	27.9	28.0	27.6	27.2	27.0	27.2	27.1
Abrego Centro Admo	Abrego	Norte Santander	1430	19.7	20.2	20.7	21.0	21.0	21.0	21.1	21.1	20.7	20.5	20.4	19.8
Risaralda	El Zulia	Norte Santander	90	26.3	26.7	26.6	27.2	27.9	28.1	28.2	28.1	27.6	27.4	26.7	26.3
Apto Camilo Daza	Cucuta	Norte Santander	250	25.6	26.1	26.6	26.9	27.7	27.9	27.8	28.3	28.2	27.2	26.3	25.5
Teorama	Teorama	Norte Santander	1160	20.1	20.5	21.1	21.6	22.1	22.0	21.9	22.2	22.0	21.7	21.2	20.4
Carmen de Tonchala	Cucuta	Norte Santander	285	25.9	26.2	26.6	27.0	27.9	28.4	28.4	28.8	28.7	27.8	26.6	25.9
Sardinata	Sardinata	Norte Santander	320	24.7	25.2	25.7	26.1	26.6	27.0	27.1	27.4	26.9	26.2	25.7	24.9
Blonay	Chinacota	Norte Santander	1235	19.4	19.8	20.2	20.6	20.8	20.4	20.2	20.6	20.7	20.6	20.2	19.3
Bohemia La	Pereira	Risaralda	999	23.8	23.9	24.0	23.7	23.5	23.6	23.9	24.0	23.6	23.1	23.1	23.4
Apto El Embrujo	Providencia	San Andres y Pr	1	26.6	26.5	26.8	27.4	28.0	28.1	28.1	28.1	27.9	27.5	27.4	27.0
Apto Sesquicentena	San Andres	San Andres y Pr	1	26.7	26.6	26.9	27.4	27.9	28.0	27.9	27.9	27.8	27.6	27.4	27.1
Capitanejo	Capitanejo	Santander	1160	26.2	26.1	26.3	25.9	25.3	25.2	25.2	25.2	25.1	24.6	25.1	25.7
Apto Palonegro	Lebrija	Santander	1189	21.2	21.5	21.6	21.5	21.4	21.4	21.3	21.4	21.2	20.8	20.8	20.9
Llano Grande	Giron	Santander	777	24.9	25.0	25.3	25.1	25.0	25.0	24.9	24.8	24.9	24.7	24.7	24.7
Cucharo El	Pinchote	Santander	975	25.3	25.6	25.6	24.9	24.2	24.0	24.1	24.2	24.0	23.7	23.8	24.2
Univ Ind Santander	Bucaramanga	Santander	1018	22.9	23.2	23.3	23.2	23.1	23.0	22.9	23.0	22.8	22.5	22.4	22.6
Primates	Coloso	Sucre	200	27.0	27.2	27.4	27.3	26.8	27.0	27.0	27.0	26.7	26.4	26.6	26.6
Apto La Florida	San Marcos	Sucre	30	28.2	28.3	28.6	28.6	28.2	28.0	28.1	27.9	27.9	27.3	27.7	27.8

San Benito Abad	San Benito Abad	Sucre	20	27.7	28.1	28.4	28.5	28.1	28.0	27.9	27.7	27.6	27.4	27.6	27.5	27.9
Apto Rafael Barvo	Corozal	Sucre	166	27.3	27.5	27.8	27.8	27.3	27.1	27.4	27.1	26.7	26.5	26.8	27.1	27.2
Anchique	Natagaima	Tolima	415	27.7	27.8	27.8	27.5	27.4	28.2	29.0	29.7	29.2	27.6	26.7	27.0	28.0
Jabalcon	Saldana	Tolima	425	28.0	28.1	28.1	27.5	27.4	27.7	28.3	29.0	28.4	27.5	27.3	27.4	27.9
Media Luna	Coyaima	Tolima	485	28.1	28.1	28.1	27.6	27.4	28.0	29.0	29.7	29.0	27.5	27.0	27.3	28.1
Cementos Diamante	Ibague	Tolima	780	28.9	28.9	29.0	28.2	28.0	28.3	29.3	29.6	28.6	27.4	27.4	27.9	28.5
Chapeton	Ibague	Tolima	1300	20.3	20.6	20.9	20.6	20.7	20.8	20.9	21.1	20.9	20.3	20.2	20.2	20.6
Chicoral	Espinal	Tolima	475	27.7	27.7	27.7	27.0	26.8	27.0	27.7	28.3	27.8	26.9	26.7	27.0	27.4
Quinta La	Lerida	Tolima	500	27.5	27.1	27.4	26.9	26.8	27.2	27.7	27.8	27.3	26.9	26.9	27.3	27.2
Guamo	Guamo	Tolima	360	27.8	27.9	28.0	27.4	27.0	27.4	28.2	29.1	28.3	27.3	26.9	27.0	27.7
Apto Santiago Vila	Flandes	Tolima	286	29.1	29.0	29.0	28.3	27.9	27.8	28.7	29.7	29.0	27.9	27.7	28.2	28.5
Esperanza La	Honda	Tolima	222	28.1	28.3	28.3	27.9	27.8	28.0	29.0	29.3	28.4	27.9	27.3	27.3	28.1
Nataima	Espinal	Tolima	431	28.4	28.4	28.3	27.6	27.3	27.5	28.2	29.1	28.7	27.4	27.2	27.5	27.9
Salto El	Ambalema	Tolima	450	28.9	28.9	29.0	28.2	28.0	28.7	29.8	30.2	29.1	27.8	27.8	28.4	28.7
Apto Perales	Ibague	Tolima	928	23.8	23.9	23.9	23.7	23.6	24.0	24.5	25.1	24.5	23.3	23.0	23.2	23.9
Perales Hato Opia	Ibague	Tolima	750	25.1	25.1	25.0	24.7	24.6	24.9	25.5	26.1	25.5	24.5	24.2	24.5	25.0
Montana La	Dolores	Tolima	1260	20.8	21.1	21.2	20.7	20.6	20.6	20.9	21.4	21.2	20.4	19.8	20.0	20.7
Lozania	Purificacion	Tolima	400	26.4	26.3	26.4	26.1	26.0	25.8	25.8	26.3	26.3	26.0	26.0	26.1	26.1
Dolores Hda Madron	Dolores	Tolima	1456	21.1	21.1	21.1	21.0	20.9	20.8	20.6	21.3	21.5	20.9	20.5	20.6	20.9
Sta Helena	Purificacion	Tolima	300	27.7	27.6	27.5	26.9	26.7	27.0	27.4	27.9	27.6	26.8	26.7	27.1	27.2
Ing Providencia	El Cerrito	Valle	1100	23.8	24.1	24.1	23.9	23.9	23.8	24.0	24.1	23.9	23.1	23.3	23.5	23.8
Base Aerea M F S	Cali	Valle	1002	25.4	25.4	25.5	25.1	25.3	25.3	25.5	25.8	25.5	24.8	24.7	24.6	25.2
Cent Admo La Union	La Union	Valle	946	24.6	24.8	24.8	24.5	24.1	24.1	24.6	24.7	24.3	23.8	23.8	24.0	24.3
Tierrablanca	Roldanillo	Valle	930	24.5	24.7	24.8	24.5	24.2	24.2	24.5	24.6	24.4	23.9	23.8	24.2	24.4
Apto A Bonilla A	Palmira	Valle	989	23.8	23.9	24.0	23.7	23.7	23.8	23.9	24.1	23.8	23.3	23.2	23.5	23.7
Cenicana	Florida	Valle	1050	23.5	23.7	23.8	23.5	23.5	23.8	23.8	24.0	23.6	23.1	22.9	23.3	23.5
Potrерito	Jamundi	Valle	1010	23.9	23.9	23.9	23.6	23.5	23.6	23.9	24.0	23.7	23.0	23.0	23.3	23.6
Arturo Gomez	Alcala	Valle	1320	21.4	21.5	21.5	21.1	20.9	21.1	21.5	21.6	21.0	20.5	20.7	21.0	21.2
Argelia El Recreo	Argelia	Valle	1600	20.2	20.2	20.2	20.1	20.0	20.1	20.1	20.1	20.0	19.7	19.7	19.8	20.0
Univ del Valle	Cali	Valle	1004	24.3	24.4	24.5	24.2	24.0	24.2	24.5	24.9	24.4	23.9	23.6	23.9	24.2
Manuel M Mallarino	Trujillo	Valle	1380	20.9	21.0	21.1	20.8	20.6	20.7	21.0	21.1	20.7	20.0	20.0	20.4	20.7
San Marcos	Bugalagrande	Valle	1065	23.3	23.4	23.3	23.1	23.0	23.0	23.1	23.4	23.3	22.8	22.7	22.9	23.1
Palmira Ica	Palmira	Valle	1041	23.5	23.7	23.8	23.5	23.3	23.3	23.6	23.8	23.6	23.1	22.9	23.2	23.4
Vinculo El	Guadalajara de Bu	Valle	1070	23.8	24.1	24.2	23.8	23.6	23.6	23.9	24.2	23.9	23.4	23.2	23.5	23.7
Apto Farfan	Tulua	Valle	1012	23.9	24.2	24.2	23.8	23.5	23.6	23.9	24.1	23.9	23.3	23.0	23.4	23.7
Mateguadua	Tulua	Valle	1114	22.7	22.9	22.9	22.7	22.6	22.5	22.8	23.0	22.6	22.4	22.3	22.4	22.6

Promedio

25.7	26.0	26.2	26.1	25.9	26.0	26.2	26.3	26.0	25.5	25.4	25.5	25.9

1.7.5 Brillo solar

Tabla 112 Brillo solar mensual promedio para clima R3

ESTACIONES - CLIMA R3				BRILLO SOLAR (HRS/MES)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Tunez Hda	Fredonia	Antioquia	655	217.5	178.0	181.8	157.6	175.5	189.8	216.9	195.2	172.6	162.1	172.6	189.8	2209.4
Apto Olaya Herrera	Medellin	Antioquia	1490	172.5	143.2	150.9	127.9	139.2	170.1	203.4	189.3	149.7	133.2	135.9	153.2	1868.5
Progreso Hda El	Barbosa	Antioquia	1390													
Tulio Ospina	Bello	Antioquia	1438	180.5	149.2	152.8	133.0	141.6	172.8	208.9	188.5	151.1	128.0	136.0	156.1	1898.5
Mellito El	Necocli	Antioquia	10	191.3	156.9	146.1	118.8	117.5	117.0	136.4	142.8	126.3	141.6	148.3	161.7	1704.7
Arboletes	Arboletes	Antioquia	4	221.9	189.2	189.2	160.0	148.7	140.4	156.9	150.3	143.4	134.4	169.4	209.6	2013.4
Piunti Hda	Buritica	Antioquia	1540	145.5	120.0	115.4	95.1	88.5	89.2	126.1	129.2	96.6	87.5	92.5	115.2	1300.8
Cotove Hda	Santafe de Antioquia	Antioquia	530	210.5	185.6	180.6	152.2	161.9	178.8	209.1	194.3	156.4	153.8	170.3	186.1	2139.6
Apto Arauca	Arauca	Arauca	128	269.0	217.1	209.3	159.9	152.4	135.6	141.6	155.0	176.0	197.0	207.9	253.6	2274.4
Sta Lucia Gja	Santa Lucia	Atlantico	5	242.0	224.8	222.8	180.7	159.2	177.8	202.9	200.6	172.7	166.0	194.7	211.8	2356.0
Limon El	Manati	Atlantico	7	257.6	228.6	223.9	181.4	163.6	168.6	195.9	188.4	152.9	156.7	180.2	235.3	2333.1
Normal Manati	Manati	Atlantico	10	241.3	199.2	187.9	168.0	162.2	149.1	188.1	182.9	142.5	140.8	157.4	206.1	2125.5
Repelon	Repelon	Atlantico	10	250.9	218.3	220.9	183.4	166.2	175.0	204.4	184.7	148.4	149.3	176.9	225.5	2303.9
Apto E Cortissoz	Soledad	Atlantico	14	282.5	245.1	241.3	210.7	187.1	193.9	216.5	208.3	166.4	166.5	190.7	252.3	2561.3
Flores Las	Barranquilla	Atlantico	2	233.8	212.4	221.2	205.5	185.4	174.0	206.4	203.0	169.0	155.4	187.0	197.2	2350.3
Juan de Acosta	Juan de Acosta	Atlantico	20													
Carmen de Bolivar	El Carmen de Bolivar	Bolivar	152	233.4	206.3	188.4	164.4	153.1	163.0	210.6	177.1	136.6	140.7	170.0	201.5	2145.1
Nueva Florida	Maria La Baja	Bolivar	13	240.6	205.0	196.4	158.7	140.2	147.1	175.4	157.9	124.6	133.0	160.8	206.1	2045.8
Guamo El	El Guamo	Bolivar	75													
San Pablo	Maria La Baja	Bolivar	20	249.0	220.8	200.2	177.7	159.0	167.0	195.9	172.0	145.4	144.5	168.1	223.9	2223.5
Sincerin	Arjona	Bolivar	10	253.6	205.0	209.9	162.4	150.9	164.1	178.1	169.5	134.1	138.0	166.5	197.6	2129.7
Apto Baracoa	Magangue	Bolivar	18	255.8	208.6	195.4	167.3	158.4	165.5	211.7	196.3	153.4	143.5	174.9	204.2	2235.0
Pinillos	Pinillos	Bolivar	10													
Morales-La Cruz	Morales	Bolivar	110													
Apto Rafael Nunez	Cartagena	Bolivar	2	278.9	240.2	244.7	209.5	196.6	188.0	216.2	204.3	176.5	175.3	202.3	244.5	2577.0
Esc Naval CIOH	Cartagena	Bolivar	1	270.4	233.9	228.2	209.0	194.8	192.8	203.0	208.8	167.8	171.2	199.8	238.1	2517.8
Galerazamba	Santa Catalina	Bolivar	6	244.0	217.8	205.7	189.8	193.0	177.1	206.7	194.1	164.0	167.2	200.5	225.4	2385.3
Presa Ay Grande	Maria La Baja	Bolivar	60	236.8	197.9	187.8	157.1	142.8	148.8	182.1	167.6	127.7	134.7	160.6	208.6	2052.5
Sta Rosa D Simiti	Santa Rosa del Sur	Bolivar	650	238.2	186.0	165.2	122.6	134.7	161.0	197.4	181.8	142.4	124.6	147.3	206.9	2008.1
Norosi	Rio Viejo	Bolivar	160													
Samaria La	Viterbo	Caldas	1020													
Rafael Escobar	Supia	Caldas	1320	177.3	152.5	149.9	129.7	130.5	151.3	177.4	175.4	146.5	130.2	132.0	159.3	1812.0
Japio	Santander de Quilichao	Cauca	1040													
Ing Cauca	Miranda	Cauca	1009	161.3	146.1	149.4	126.5	133.3	133.8	160.3	158.4	135.8	139.4	140.3	155.3	1739.9
Miranda	Miranda	Cauca	1156	144.7	122.7	125.4	106.6	105.1	113.3	137.2	134.6	113.8	115.4	115.0	130.9	1464.7
Ing Bengala	Puerto Tejada	Cauca	1003													
Fonda La Citec	Patia	Cauca	677	183.6	159.0	156.0	148.8	162.3	179.3	195.7	187.1	168.9	165.0	160.6	185.6	2051.9
Bolivar	Bolivar	Cauca	1431	151.5	128.0	127.8	118.4	132.6	156.8	189.5	180.8	141.4	126.2	112.9	141.2	1707.1
Mercaderes	Mercaderes	Cauca	1286	170.2	141.7	150.1	137.7	147.7	160.8	193.2	193.6	165.7	157.2	144.5	165.6	1928.0
Pueblo Bello	Valledupar	Cesar	1000	255.1	221.4	192.7	177.1	167.0	170.5	204.8	181.5	163.4	161.5	179.7	240.1	2314.8
Chiriguana	Chiriguana	Cesar	40	278.3	229.0	216.5	194.5	186.6	199.1	230.4	214.2	184.3	180.2	202.6	242.6	2558.3
Callao El	Valledupar	Cesar	110	280.5	246.1	239.5	201.6	181.8	183.6	210.0	208.0	180.2	183.7	219.7	258.6	2593.3
Aguas Claras	Aguachica	Cesar	208	245.3	202.2	183.1	143.7	152.5	166.1	203.1	185.0	167.8	160.3	168.6	209.6	2187.3
Centenario Hda	Agustin Codazzi	Cesar	100													
San Jose D Oriente	La Paz	Cesar	850	230.9	203.2	205.7	163.5	156.4	161.6	176.6	163.6	139.0	151.4	157.2	198.1	2107.2
Socomba	Becerril	Cesar	170	278.0	227.3	219.6	196.3	191.7	195.8	226.6	211.2	172.3	181.3	207.7	243.9	2551.7
Villa Rosa	Valledupar	Cesar	70	253.0	236.2	231.2	195.3	185.9	182.5	206.3	199.3	183.7	180.4	203.2	238.2	2495.2
Guaymaral	Valledupar	Cesar	50	271.9	232.6	238.5	200.9	193.8	182.4	212.8	203.4	179.5	177.6	203.6	245.9	2542.9
Apto Alfonso Lopez	Valledupar	Cesar	138	279.8	243.6	245.2	205.2	199.6	200.7	218.6	214.7	185.2	199.6	224.8	264.3	2681.3
Rincon El	San Diego	Cesar	350													
Motilonia Codazzi	Agustin Codazzi	Cesar	180	278.7	229.5	234.6	190.9	189.1	176.1	210.8	204.8	176.5	182.2	215.1	242.7	2531.0
Chima	Chima	Cordoba	20													
Salado El	Ciénaga de Oro	Cordoba	33													
Maracayo	Monteria	Cordoba	25													
Centro Alegre	Planeta Rica	Cordoba	99													
Planeta Rica	Planeta Rica	Cordoba	102	190.0	158.0	153.6	122.8	127.6	143.3	164.9	164.4	131.7	136.4	144.7	170.4	1807.8
Colomboy	Sahagun	Cordoba	170													
Apto Los Garzones	Monteria	Cordoba	36													
Turipana	Cerete	Cordoba	24	225.3	182.1	172.1	132.3	133.4	142.1	176.1	162.7	139.8	145.0	156.0	195.1	1962.0
San Bernardo del V	San Bernardo del V	Cordoba	22													
Cristo Rey	Puerto Escondido	Cordoba	15													
Jaraguay	Valencia	Cordoba	70	154.5	149.6	104.9	113.2	128.2	123.6	162.0	133.3	108.8	137.3	145.6	189.9	1650.9
Doctrina La	Lorica	Cordoba	20	223.6	198.4	191.2	158.6	138.7	139.7	173.9	162.2	133.0	133.2	155.1	192.6	2000.2
Galan	Monteria	Cordoba	30													

Lorica	Lorica	Cordoba	30																
Pto Nuevo	Tierralta	Cordoba	145	142.3	124.1	94.0	91.7	114.3	126.9	147.6	130.4	114.6	121.5	122.4	131.7	1461.5			
Univ de Cordoba	Monteria	Cordoba	15	228.4	195.7	192.0	156.6	140.8	152.6	189.9	174.8	149.2	158.6	178.6	183.0	2100.2			
Mercedes Las	Anapoima	Cundinamarca	810	184.7	146.0	130.7	128.0	128.6	145.9	151.1	149.4	136.6	147.9	151.3	174.5	1774.7			
Apto Palanquero	Puerto Salgar	Cundinamarca	172	138.7	104.1	108.1	132.7	167.1	151.7	191.0	180.7	160.8	150.8	147.4	140.9	1774.0			
Jerusalen	Jerusalen	Cundinamarca	300																
Pandi	Pandi	Cundinamarca	950	181.7	142.0	134.1	123.7	130.9	134.0	149.6	138.8	123.4	137.1	150.9	175.2	1721.4			
Sta Maria	Santa Maria	Huila	1300	153.5	128.8	119.0	113.7	135.9	142.3	137.7	149.0	137.3	122.0	115.7	147.0	1601.9			
San Alfonso	Villavieja	Huila	440	160.2	127.3	126.9	130.9	150.4	143.0	164.8	161.8	146.4	144.1	131.0	140.8	1727.6			
Palacio-Vegalarga	Neiva	Huila	1100	148.4	120.9	108.3	107.3	128.3	133.7	144.0	147.0	117.6	121.1	107.7	141.3	1525.6			
Sevilla	Pitalito	Huila	1320	136.9	113.2	101.3	104.3	123.8	118.7	113.5	122.8	124.6	129.8	130.8	148.0	1467.7			
Iquira	Iquira	Huila	1095	156.5	126.2	115.9	119.7	131.0	140.5	132.2	146.3	141.9	140.5	122.3	140.4	1613.4			
Esc Agr La Plata	La Plata	Huila	1070	144.3	121.1	112.1	111.9	123.1	119.7	114.5	121.4	124.0	130.7	128.5	144.9	1496.2			
Apto Benito Salas	Neiva	Huila	439	198.0	156.1	152.5	148.6	164.7	168.6	172.5	170.0	159.6	172.4	165.4	189.7	2018.1			
Zuluaga	Garzon	Huila	1305	119.9	96.3	84.0	69.6	85.5	83.7	89.9	92.4	94.8	94.8	95.0	116.7	1122.7			
Betulia La	Agrado	Huila	810																
Junca El	Palermo	Huila	460	183.1	150.5	140.4	140.7	163.4	155.8	161.5	168.5	154.8	160.2	163.6	169.5	1912.0			
San Jose	Villavieja	Huila	400																
Villavieja Fccc	Villavieja	Huila	430																
Algeciras	Algeciras	Huila	1155	147.5	114.7	120.4	92.6	109.9	98.6	102.8	117.5	106.5	100.6	115.3	137.3	1363.7			
Rosales Los	Campoalegre	Huila	553	172.3	138.1	131.1	121.8	136.1	137.1	140.2	137.7	125.8	147.7	144.1	158.8	1690.8			
Altamira El Grifo	Altamira	Huila	1350	162.2	125.2	119.7	116.0	136.6	131.3	127.0	129.1	129.7	143.0	142.3	169.8	1631.9			
Libano El	Suaza	Huila	1045																
Manila Hda La	Baraya	Huila	600																
Portal El	Tello	Huila	1300																
Apto Maicao	Maicao	La Guajira	53	226.2	223.4	238.6	185.8	182.2	216.6	239.1	234.9	183.5	194.8	177.0	209.3	2511.4			
Rancho Grande	Uribia	La Guajira	50	281.0	250.6	266.3	226.7	235.2	242.0	270.1	263.6	226.3	218.4	230.3	255.7	2966.2			
Nazareth	Uribia	La Guajira	85	207.4	186.4	200.2	151.4	166.4	206.2	239.1	234.8	204.6	181.8	177.4	177.4	2333.1			
Apto Alm Padilla	Riohacha	La Guajira	4	257.8	225.4	233.2	194.4	193.8	230.9	255.2	242.5	197.5	210.3	219.4	234.6	2695.0			
Esc Agr Carraipia	Maicao	La Guajira	118	215.5	182.8	193.0	142.2	152.0	191.8	213.3	205.8	169.1	161.4	183.1	183.8	2193.8			
Manauere	Manauere	La Guajira	1	232.7	215.4	231.5	191.8	200.3	229.5	245.4	242.0	207.5	196.6	211.3	203.8	2607.8			
Urumita	Urumita	La Guajira	255	267.8	226.6	238.6	169.2	175.3	178.4	209.6	194.2	169.5	177.5	208.0	234.4	2449.1			
Camp Intercor	Albania	La Guajira	122	268.1	216.7	220.0	168.1	186.8	209.3	246.8	222.5	215.4	182.2	222.6	234.1	2581.6			
Paulina La	Fonseca	La Guajira	170	280.2	264.4	254.6	224.5	196.9	220.0	255.7	217.8	185.7	202.8	231.0	265.4	2799.0			
Matitas	Riohacha	La Guajira	20	221.5	186.3	179.2	140.0	161.9	205.9	238.9	211.8	179.7	176.3	197.9	220.1	2319.5			
Seis El	San Sebastian de	Magdalena	50																
Media Luna	Pivjay	Magdalena	20																
Ye La	Cienaga	Magdalena	20	283.9	249.0	229.8	220.3	209.2	212.3	221.1	210.6	185.7	197.0	227.7	267.8	2714.4			
Zacapa	El Reten	Magdalena	30	233.5	217.0	193.5	172.3	174.9	166.2	198.9	181.1	152.8	162.9	186.8	225.1	2265.0			
Univ Tec Magdalena	Santa Marta	Magdalena	7																
Apto Simon Bolivar	Santa Marta	Magdalena	4	284.8	248.1	252.8	230.7	225.4	229.0	234.7	226.4	205.3	213.1	229.6	272.8	2852.7			
Parque Tayrona	Santa Marta	Magdalena	30	186.5	161.7	179.0	136.4	141.9	152.2	182.8	166.1	164.9	153.4	160.4	156.6	1941.9			
Prado Sevilla	Zona Bananera	Magdalena	18	254.5	225.9	200.4	195.2	179.9	181.6	200.7	182.2	157.1	175.5	199.9	226.9	2379.8			
Padelma	Zona Bananera	Magdalena	20	263.4	228.8	200.2	197.2	180.8	182.5	193.7	188.1	158.8	179.1	194.1	243.0	2409.7			
Abrego Centro Admo	Abrego	Norte Santander	1430	217.4	179.9	176.5	137.7	148.7	171.4	197.0	175.2	147.4	146.9	161.8	193.7	2053.6			
Risaralda	El Zulia	Norte Santander	90	135.8	128.7	121.8	115.4	155.2	155.4	192.2	178.2	172.0	145.1	137.5	117.6	1754.9			
Apto Camilo Daza	Cucuta	Norte Santander	250	202.0	163.4	157.4	143.9	181.0	175.0	202.2	211.0	196.6	194.2	189.5	194.3	2210.5			
Teorama	Teorama	Norte Santander	1160																
Carmen de Tonchala	Cucuta	Norte Santander	285	147.5	125.6	109.0	106.3	147.5	142.9	176.9	185.7	174.4	158.0	142.7	136.2	1752.7			
Sardinata	Sardinata	Norte Santander	320																
Blonay	Chinacota	Norte Santander	1235	133.3	105.6	89.7	84.7	111.4	112.2	131.3	138.6	124.5	119.9	113.4	125.4	1390.0			
Bohemia La	Pereira	Risaralda	999	207.9	168.6	171.4	148.4	149.3	153.0	191.3	186.2	167.3	157.2	163.5	184.7	2048.8			
Apto El Embrujo	Providencia	San Andres y Pr	1	229.9	226.3	260.2	256.6	232.6	187.0	210.4	232.0	196.1	188.1	181.4	191.2	2591.8			
Apto Sesquicentena	San Andres	San Andres y Pr	1	252.7	237.9	281.7	275.2	240.5	183.0	192.4	216.0	191.8	188.2	190.3	214.7	2664.4			
Capitanejo	Capitanejo	Santander	1160	242.5	203.3	210.4	182.8	190.1	179.4	211.4	207.0	184.2	186.7	200.3	230.8	2428.9			
Apto Palonegro	Lebrija	Santander	1189	214.0	159.8	145.1	134.7	148.8	140.7	170.4	155.7	150.1	151.9	149.0	182.3	1902.5			
Llano Grande	Giron	Santander	777																
Cucharo El	Pinchote	Santander	975	232.8	190.3	185.8	168.2	178.5	174.0	208.6	197.7	177.3	172.4	192.3	219.2	2297.1			
Univ Ind Santander	Bucaramanga	Santander	1018	173.9	106.9	97.7	100.1	114.9	88.3	112.4	110.9	101.2	104.4	124.5	155.8	1390.9			
Primates	Coloso	Sucre	200	195.4	187.9	198.8	133.8	123.0	126.9	151.8	137.1	135.1	130.1	148.8	182.8	1851.5			
Apto La Florida	San Marcos	Sucre	30	240.9	190.2	193.6	148.0	160.9	161.6	204.8	207.8	172.9	145.2	182.9	212.6	2221.4			
San Benito Abad	San Benito Abad	Sucre	20	242.9	197.2	193.4	161.9	164.9	178.9	221.2	207.1	156.2	178.1	179.2	220.9	2301.9			
Apto Rafael Baro	Corozal	Sucre	166	234.5	193.8	196.6	140.1	141.3	165.9	195.5	181.9	134.5	148.3	164.9	206.3	2103.6			
Anchique	Natagaima	Tolima	415	216.5	178.0	175.8	164.5	184.5	185.9	200.2	208.6	189.0	190.6	186.4	199.4	2279.4			
Jabalcon	Saldana	Tolima	425	201.6	157.6	156.8	146.0	151.9	153.5	174.5	185.4	168.7	181.0	170.9	192.0	2039.9			
Media Luna	Coyaima	Tolima	485																
Cementos Diamante	Ibague	Tolima	780	198.7	160.0	156.4	152.0	174.4	177.5	194.4	193.2	171.7	172.2	179.7	194.9	2125.1			
Chapeton	Ibague	Tolima	1300	156.8	128.1	128.8	115.8	145.8	158.9	176.5	169.8	152.6	125.0	125.1	140.3	1723.5			
Chicoral	Espinal	Tolima	475																
Quinta La	Lerida	Tolima	500	193.7	152.3	153.4	152.9	168.5	184.4	207.7	199.3	175.7	165.3	170.0	191.4	2114.6			
Guamo	Guamo	Tolima	360	196.3	152.8	145.2	136.5	158.6	159.1	184.1	178.9	161.9	174.4	163.0	180.0	1990.8			
Apto Santiago Vila	Flandes	Tolima	286	203.0	165.4	168.2	152.3	174.4	178.3	196.8	196.1	177.6	190.9	179.8	202.1	2184.9			

Esperanza La	Honda	Tolima	222	196.3	158.3	142.2	138.3	172.9	178.0	201.9	185.8	174.3	165.9	170.6	190.2	2074.7
Nataima	Espinal	Tolima	431	193.3	157.8	165.6	154.5	172.0	175.2	197.5	202.0	177.1	177.1	168.0	184.9	2125.0
Salto El	Ambalema	Tolima	450													
Apto Perales	Ibague	Tolima	928	174.9	139.1	138.2	134.7	157.2	171.8	195.5	195.7	174.6	156.0	141.7	163.4	1942.8
Perales Hato Opia	Ibague	Tolima	750	182.5	141.8	136.2	126.2	153.6	165.5	192.6	191.3	163.5	156.6	145.8	168.1	1923.7
Montana La	Dolores	Tolima	1260	161.1	137.6	124.1	118.5	136.7	162.1	175.7	170.6	139.9	123.0	118.2	138.6	1706.1
Lozania	Purificacion	Tolima	400	192.7	148.0	141.3	119.4	137.0	147.4	160.0	159.8	144.2	147.9	158.6	181.1	1837.4
Dolores Hda Madron	Dolores	Tolima	1456	186.1	145.6	137.0	129.6	154.1	161.1	179.3	184.8	156.6	144.2	133.4	168.0	1879.8
Sta Helena	Purificacion	Tolima	300													
Ing Providencia	El Cerrito	Valle	1100													
Base Aerea M F S	Cali	Valle	1002													
Cent Admo La Union	La Union	Valle	946	158.9	141.5	157.8	133.3	141.9	143.7	189.1	179.9	144.5	140.4	138.0	147.2	1816.2
Tierrablanca	Roldanillo	Valle	930	192.2	169.4	180.3	146.1	158.9	174.0	213.0	188.2	170.5	152.8	156.8	174.3	2076.5
Apto A Bonilla A	Palmira	Valle	989	180.0	155.5	161.7	142.7	141.1	153.6	184.3	179.6	156.4	151.3	148.1	165.6	1919.9
Cenicana	Florida	Valle	1050	172.8	150.6	159.6	138.2	138.4	155.2	172.6	175.0	152.7	156.8	144.2	168.9	1885.0
Potrerito	Jamundi	Valle	1010	189.5	159.5	178.9	149.7	161.8	174.1	206.0	197.5	175.6	159.3	160.1	154.9	2066.9
Arturo Gomez	Alcala	Valle	1320	165.3	143.4	147.7	129.5	125.2	139.7	179.7	163.8	139.8	125.7	130.6	140.9	1731.3
Argelia El Recreo	Argelia	Valle	1600	130.3	112.4	105.8	108.5	118.0	127.4	161.6	154.2	126.1	102.5	101.6	106.6	1455.0
Univ del Valle	Cali	Valle	1004	169.2	148.4	157.3	135.6	135.3	151.1	183.1	178.9	154.5	138.8	134.5	150.4	1837.1
Manuel M Mallarino	Trujillo	Valle	1380	152.7	134.6	136.5	117.6	118.3	133.7	171.6	166.1	137.0	113.7	114.0	135.4	1631.2
San Marcos	Bugalagrande	Valle	1065													
Palmira Ica	Palmira	Valle	1041	171.9	152.9	149.1	138.9	136.2	147.2	180.0	166.6	143.4	144.9	145.4	169.1	1845.6
Vinculo El	Guadalajara de Bu	Valle	1070	163.4	151.6	151.8	129.7	135.0	150.1	176.2	163.3	129.2	142.9	147.3	146.2	1786.7
Apto Farfan	Tulua	Valle	1012													
Mateguadua	Tulua	Valle	1114													
Promedio				208.3	176.7	173.7	151.9	156.7	162.8	187.5	180.5	156.5	155.2	164.3	189.1	2063.0

1.7.6 Humedad relativa (%)

Tabla 113 Humedad relativa promedio mensual para clima R3

ESTACIONES - CLIMA R3				HUMEDAD RELATIVA (%)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Tunez Hda	Fredonia	Antioquia	655	71	69	69	72	77	77	74	73	75	78	78	77	74
Apto Olaya Herrera	Medellin	Antioquia	1490	66	66	67	70	71	67	63	64	69	72	72	70	68
Progreso Hda El	Barbosa	Antioquia	1390	80	79	80	82	83	81	79	80	81	83	84	82	81
Tulio Ospina	Bello	Antioquia	1438	75	74	75	77	78	77	74	74	77	80	80	79	77
Mellito El	Necocli	Antioquia	10	87	85	84	85	87	87	87	88	88	88	88	88	87
Arboletes	Arboletes	Antioquia	4	81	79	78	81	84	84	83	83	83	82	83	82	82
Piunti Hda	Buritica	Antioquia	1540	79	78	78	81	83	82	79	80	82	84	84	83	81
Cotove Hda	Santafe de Antioqui	Antioquia	530	69	70	68	75	80	80	79	77	79	81	80	76	76
Apto Arauca	Arauca	Arauca	128	71	66	65	75	83	86	86	85	84	84	83	78	79
Sta Lucia Gja	Santa Lucia	Atlantico	5	75	73	73	75	80	81	79	81	84	84	83	79	79
Limon El	Manati	Atlantico	7	75	73	73	74	79	80	78	79	81	82	82	78	78
Normal Manati	Manati	Atlantico	10	79	79	77	79	82	83	82	82	84	84	84	82	82
Repelon	Repelon	Atlantico	10	70	69	68	71	77	78	75	78	81	82	81	74	75
Apto E Cortissoz	Soledad	Atlantico	14	78	77	76	78	80	81	80	81	83	84	83	80	80
Flores Las	Barranquilla	Atlantico	2	82	82	82	83	84	83	83	84	83	84	83	83	83
Juan de Acosta	Juan de Acosta	Atlantico	20	81	80	80	80	82	83	81	83	85	85	84	81	82
Carmen de Bolivar	El Carmen de Bol	Bolivar	152	73	71	71	73	78	76	75	77	79	81	80	76	76
Nueva Florida	Maria La Baja	Bolivar	13	82	81	80	82	85	85	85	85	86	87	87	85	84
Guamo El	El Guamo	Bolivar	75	71	69	68	73	79	79	77	79	81	83	82	76	76
San Pablo	Maria La Baja	Bolivar	20	79	76	76	78	83	83	82	83	85	86	86	82	81
Sincerin	Arjona	Bolivar	10	80	79	79	81	85	85	84	84	86	87	85	84	83
Apto Baracoa	Magangue	Bolivar	18	76	74	73	75	79	81	79	81	83	84	83	80	79
Pinillos	Pinillos	Bolivar	10	77	77	76	77	78	77	77	78	78	78	79	78	77
Morales-La Cruz	Morales	Bolivar	110	74	70	70	70	78	77	76	76	78	79	78	75	75
Apto Rafael Nunez	Cartagena	Bolivar	2	80	79	78	80	81	81	81	81	81	83	82	82	81
Esc Naval CIOH	Cartagena	Bolivar	1	83	82	83	83	85	84	84	85	84	86	85	85	84
Galerazamba	Santa Catalina	Bolivar	6	84	83	83	84	85	85	85	85	86	86	86	85	85
Presa Ay Grande	Maria La Baja	Bolivar	60	79	77	76	77	82	82	82	82	83	84	84	80	81
Sta Rosa D Simiti	Santa Rosa del Su	Bolivar	650	73	73	74	81	86	85	84	84	86	88	85	79	81
Norosi	Rio Viejo	Bolivar	160	73	71	71	76	80	80	78	79	81	82	81	78	78
Samaria La	Viterbo	Caldas	1020	77	78	77	79	82	80	79	78	77	81	80	79	79
Rafael Escobar	Supia	Caldas	1320	74	73	74	77	79	77	73	73	73	79	79	77	76
Japio	Santander de Quili	Cauca	1040	78	78	79	80	80	80	77	74	76	79	81	80	78
Ing Cauca	Miranda	Cauca	1009	78	78	78	79	80	79	77	76	78	80	81	80	79
Miranda	Miranda	Cauca	1156	82	81	81	82	83	81	79	78	79	81	82	82	81
Ing Bengala	Puerto Tejada	Cauca	1003	80	80	80	81	81	81	79	78	79	81	82	82	80
Fonda La Citec	Patia	Cauca	677	76	75	76	78	78	75	66	62	65	74	78	78	74
Bolivar	Bolivar	Cauca	1431	81	80	79	81	81	75	67	63	70	79	84	83	77
Mercaderes	Mercaderes	Cauca	1286	78	78	77	80	81	77	68	66	70	77	80	80	76
Pueblo Bello	Valledupar	Cesar	1000	75	73	74	78	83	82	79	82	84	84	83	79	80
Chiriguana	Chiriguana	Cesar	40	71	70	73	76	80	81	78	78	82	83	82	78	77
Callao El	Valledupar	Cesar	110	64	61	61	66	75	74	69	72	78	79	76	70	70
Aguas Claras	Aguachica	Cesar	208	75	72	73	77	82	83	81	81	83	84	83	79	79
Centenario Hda	Agustin Codazzi	Cesar	100	69	68	69	74	79	79	76	78	81	82	80	76	76
San Jose D Oriente	La Paz	Cesar	850	79	79	77	78	80	80	78	79	80	81	80	79	79
Socomba	Becerril	Cesar	170	64	65	69	73	80	79	75	78	81	83	81	73	75
Villa Rosa	Valledupar	Cesar	70	64	62	62	67	75	73	71	75	78	80	77	69	71
Guaymaral	Valledupar	Cesar	50	63	62	63	66	69	69	68	69	72	73	71	67	68
Apto Alfonso Lopez	Valledupar	Cesar	138	58	57	57	62	72	71	65	68	73	76	72	66	66
Rincon El	San Diego	Cesar	350	70	68	68	71	77	78	75	76	79	80	79	74	75
Motilonia Codazzi	Agustin Codazzi	Cesar	180	60	60	62	68	74	74	70	73	77	80	77	69	70
Chima	Chima	Cordoba	20	84	83	83	83	84	85	85	85	86	86	86	85	84
Salado El	Cienaga de Oro	Cordoba	33	82	80	79	80	84	85	83	84	85	86	85	83	83
Maracayo	Monteria	Cordoba	25	87	87	87	87	88	89	89	89	89	88	89	89	88
Centro Alegre	Planeta Rica	Cordoba	99	77	76	75	77	81	81	81	82	82	82	82	81	80
Planeta Rica	Planeta Rica	Cordoba	102	78	78	76	78	82	83	82	83	83	83	83	82	81
Colomboy	Sahagun	Cordoba	170	79	78	78	80	84	84	83	83	84	85	85	83	82
Apto Los Garzones	Monteria	Cordoba	36	76	76	75	76	80	80	80	81	81	81	82	80	79
Turipana	Cerete	Cordoba	24	80	78	77	79	83	84	83	84	85	85	85	83	82
San Bernardo del V	San Bernardo del	Cordoba	22	86	86	85	85	87	88	87	88	89	88	88	88	87

Cristo Rey	Puerto Escondido	Cordoba	15	82	79	79	81	84	85	85	85	85	86	86	84	83
Jaraquay	Valencia	Cordoba	70													
Doctrina La	Lorica	Cordoba	20	83	83	83	83	86	86	85	85	86	87	86	85	85
Galan	Monteria	Cordoba	30	80	79	79	80	83	83	83	83	84	84	83	82	82
Lorica	Lorica	Cordoba	30	82	81	80	81	86	86	85	86	87	87	86	84	84
Pto Nuevo	Tierralta	Cordoba	145	82	80	78	80	85	86	85	85	85	85	85	85	83
Univ de Cordoba	Monteria	Cordoba	15	80	79	78	80	84	84	84	84	84	85	84	83	82
Mercedes Las	Anapoima	Cundinamarca	810	77	78	80	80	81	78	74	72	73	79	82	79	78
Apto Palanquero	Puerto Salgar	Cundinamarca	172	73	73	75	76	75	74	67	68	73	77	79	77	74
Jerusalen	Jerusalen	Cundinamarca	300	67	68	69	71	72	69	64	62	66	71	74	71	69
Pandi	Pandi	Cundinamarca	950	71	71	73	77	78	74	68	65	68	74	78	76	73
Sta Maria	Santa Maria	Huila	1300	82	83	82	83	83	82	80	78	78	81	84	84	82
San Alfonso	Villavieja	Huila	440	66	65	66	71	71	63	55	54	57	68	75	72	65
Palacio-Vegalarga	Neiva	Huila	1100	77	77	79	80	79	76	73	69	71	77	81	80	76
Sevilla	Pitalito	Huila	1320	79	79	80	81	81	83	83	82	81	81	81	80	81
Iquira	Iquira	Huila	1095	77	77	78	79	77	74	70	67	68	74	79	79	75
Esc Agr La Plata	La Plata	Huila	1070	81	80	81	82	82	81	79	75	75	78	82	82	80
Apto Benito Salas	Neiva	Huila	439	69	68	70	72	70	64	58	55	57	67	75	73	66
Zuluaga	Garzon	Huila	1305	83	83	85	85	85	84	83	82	81	82	84	85	84
Betulia La	Agrado	Huila	810	80	79	80	81	79	78	75	72	71	74	78	79	77
Juncal El	Palermo	Huila	460	77	75	76	77	77	72	67	62	65	72	78	78	73
San Jose	Villavieja	Huila	400	67	66	68	70	71	66	60	57	59	68	73	72	66
Villavieja Ffcc	Villavieja	Huila	430	68	68	69	71	72	68	61	58	60	67	74	72	67
Algeciras	Algeciras	Huila	1155	76	76	77	79	79	77	74	71	71	74	78	78	76
Rosales Los	Campoalegre	Huila	553	70	69	73	73	72	66	59	56	56	66	75	74	67
Altamira El Grifo	Altamira	Huila	1350	76	77	79	79	79	78	78	75	74	76	78	78	77
Libano El	Suaza	Huila	1045	81	84	84	84	85	85	86	85	83	85	83	84	84
Manila Hda La	Baraya	Huila	600	68	68	70	72	72	66	61	57	59	68	75	74	67
Portal El	Tello	Huila	1300	79	77	79	81	80	78	76	72	72	77	82	82	78
Apto Maicao	Maicao	La Guajira	53	74	71	70	69	71	70	68	67	71	75	76	76	71
Rancho Grande	Uribia	La Guajira	50	68	67	66	66	68	67	65	66	69	73	71	69	68
Nazareth	Uribia	La Guajira	85	81	80	79	80	80	80	80	80	80	82	84	83	81
Apto Alm Padilla	Riohacha	La Guajira	4	72	71	70	73	73	67	66	70	76	79	79	74	72
Esc Agr Carraipia	Maicao	La Guajira	118	78	74	71	72	76	75	71	72	78	82	83	82	76
Manaure	Manaure	La Guajira	1	73	74	73	75	72	66	65	70	74	77	75	75	72
Urumita	Urumita	La Guajira	255	64	64	63	64	68	67	65	65	68	70	69	68	66
Camp Intercor	Albania	La Guajira	122	69	68	65	69	73	72	68	70	76	79	79	74	72
Paulina La	Fonseca	La Guajira	170	68	67	65	66	73	69	66	69	75	79	75	71	70
Matitas	Riohacha	La Guajira	20	76	75	73	75	80	75	71	75	80	83	82	78	77
Seis El	San Sebastian de	Magdalena	50	73	71	73	75	78	78	77	78	81	81	80	77	77
Media Luna	Pivjay	Magdalena	20	83	81	81	81	83	82	82	82	83	84	84	84	83
Ye La	Cienaga	Magdalena	20	70	69	70	71	75	75	74	76	78	80	79	75	74
Zacapa	El Reten	Magdalena	30	81	81	80	81	82	83	82	82	82	83	83	84	82
Univ Tec Magdalena	Santa Marta	Magdalena	7	68	67	67	70	74	74	72	76	80	82	78	72	73
Apto Simon Bolivar	Santa Marta	Magdalena	4	73	72	70	72	76	76	76	77	79	80	78	75	75
Parque Tayrona	Santa Marta	Magdalena	30	87	86	86	85	88	88	86	87	89	90	90	89	88
Prado Sevilla	Zona Bananera	Magdalena	18	79	78	77	78	81	82	81	82	83	84	83	82	81
Padelma	Zona Bananera	Magdalena	20	80	80	79	79	81	82	82	82	83	84	84	83	82
Abrego Centro Admo	Abrego	Norte Santander	1430	78	77	77	79	81	79	75	78	81	83	82	81	79
Risaralda	El Zulia	Norte Santander	90													
Apto Camilo Daza	Cucuta	Norte Santander	250	75	74	74	75	70	63	62	61	65	72	78	78	71
Teorama	Teorama	Norte Santander	1160	88	88	87	89	88	86	85	85	86	88	90	90	87
Carmen de Tonchala	Cucuta	Norte Santander	285	74	73	74	73	67	60	59	59	62	69	75	76	68
Sardinata	Sardinata	Norte Santander	320	82	81	80	82	79	73	70	70	76	82	84	84	79
Blonay	Chinacota	Norte Santander	1235	82	82	82	83	81	81	80	79	79	82	84	84	81
Bohemia La	Pereira	Risaralda	999	74	73	74	76	79	77	73	72	73	77	78	76	75
Apto El Embrujo	Providencia	San Andres y Pr	1	78	77	76	77	80	81	80	81	82	83	81	80	80
Apto Sesquicentena	San Andres	San Andres y Pr	1	80	79	78	79	82	84	83	83	83	83	83	81	82
Capitanejo	Capitanejo	Santander	1160	59	59	62	65	69	68	66	66	67	69	66	62	65
Apto Palonegro	Lebrija	Santander	1189	82	82	83	86	87	86	84	84	85	88	89	87	85
Llano Grande	Giron	Santander	777	76	76	77	78	80	79	78	77	78	79	79	78	78
Cucharo El	Pinchote	Santander	975	66	64	66	72	78	77	75	75	76	77	77	72	73
Univ Ind Santander	Bucaramanga	Santander	1018	80	80	81	83	84	83	82	81	82	84	85	82	82
Primates	Coloso	Sucre	200	80	78	78	82	86	86	84	84	85	87	85	84	83
Apto La Florida	San Marcos	Sucre	30	79	76	76	79	81	83	83	84	84	85	85	80	81
San Benito Abad	San Benito Abad	Sucre	20	80	78	77	78	81	83	82	83	83	84	84	83	81

Apto Rafael Barvo	Corozal	Sucre	166	76	76	76	78	82	83	81	83	84	85	83	79	80
Anchique	Natagaima	Tolima	415	73	73	72	75	75	68	60	58	63	71	78	77	70
Jabalcon	Saldana	Tolima	425	74	73	73	77	76	73	66	63	68	75	77	77	73
Media Luna	Coyaima	Tolima	485	69	70	71	75	76	68	57	54	62	73	78	76	69
Cementos Diamante	Ibague	Tolima	780	69	68	68	73	74	69	61	61	66	72	74	72	69
Chapeton	Ibague	Tolima	1300	81	81	82	83	83	79	74	73	77	83	85	83	80
Chicoral	Espinal	Tolima	475	70	70	71	76	77	73	66	62	67	73	76	74	71
Quinta La	Lerida	Tolima	500	73	74	74	77	76	74	70	71	73	76	76	74	74
Guamo	Guamo	Tolima	360	73	73	73	78	79	74	65	61	69	76	80	79	73
Apto Santiago Vila	Flandes	Tolima	286	65	66	68	73	75	73	64	59	65	72	74	71	69
Esperanza La	Honda	Tolima	222	76	75	76	78	78	75	67	67	72	79	81	80	75
Nataima	Espinal	Tolima	431	68	68	69	75	76	72	62	59	64	72	76	73	69
Salto El	Ambalema	Tolima	450													
Apto Perales	Ibague	Tolima	928	77	77	78	81	81	77	69	65	72	80	83	80	77
Perales Hato Opia	Ibague	Tolima	750	74	74	75	79	80	75	68	66	71	78	80	78	75
Montana La	Dolores	Tolima	1260	77	76	78	80	78	71	65	64	67	79	85	82	75
Lozania	Purificacion	Tolima	400	80	81	82	84	84	83	78	75	77	82	83	82	81
Dolores Hda Madron	Dolores	Tolima	1456	77	77	79	79	78	74	70	68	70	78	83	81	76
Sta Helena	Purificacion	Tolima	300	74	73	74	77	78	76	72	69	72	77	78	76	75
Ing Providencia	El Cerrito	Valle	1100	74	73	73	75	76	76	72	71	73	76	76	76	74
Base Aerea M F S	Cali	Valle	1002	70	71	71	74	74	73	68	66	69	72	74	74	71
Cent Admo La Union	La Union	Valle	946	70	69	70	74	76	75	70	68	71	74	74	73	72
Tierrablanca	Roldanillo	Valle	930	72	71	72	74	76	75	72	71	72	76	76	74	73
Apto A Bonilla A	Palmira	Valle	989	72	72	72	75	76	74	72	70	72	75	76	74	73
Cenicana	Florida	Valle	1050	77	77	78	80	80	78	75	75	77	79	81	79	78
Potrерito	Jamundi	Valle	1010	77	76	78	79	80	79	74	73	75	79	80	80	78
Arturo Gomez	Alcala	Valle	1320	76	76	76	79	81	79	75	74	77	80	80	79	78
Argelia El Recreo	Argelia	Valle	1600	87	87	87	88	88	87	87	86	86	88	89	88	87
Univ del Valle	Cali	Valle	1004	72	72	73	76	77	75	71	68	71	74	76	75	73
Manuel M Mallarino	Trujillo	Valle	1380	75	74	75	77	79	78	74	74	75	79	80	78	76
San Marcos	Bugalagrande	Valle	1065	78	77	78	80	81	80	78	75	77	80	81	80	79
Palmira Ica	Palmira	Valle	1041	76	75	76	78	79	78	74	73	75	77	79	77	76
Vinculo El	Guadalajara de Bu	Valle	1070	75	74	75	79	80	79	74	73	75	77	79	78	77
Apto Farfan	Tulua	Valle	1012	75	74	75	78	81	80	76	74	75	78	80	78	77
Mateguadua	Tulua	Valle	1114	82	82	81	84	84	84	82	81	82	83	83	83	83

Promedio

76	75	75	77	79	78	75	75	77	80	81	79	77

1.7.7 Velocidad del viento

Tabla 114 Velocidad del viento mensual promedio para clima R3

ESTACIONES - CLIMA R3				VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Apto Olaya Herrera	Medellin	Antioquia	1490	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	1.75	2.00	2.25	2.20
Apto Arauca	Arauca	Arauca	128	1.75	1.75	1.75	1.25	0.75	1.25	1.25	0.75	0.75	0.75	1.25	1.25	1.20
Flores Las	Barranquilla	Atlantico	2	7.50	6.50	5.50	6.50	4.50	3.25	3.25	3.75	2.75	2.75	3.25	6.50	4.70
Apto Rafael Nunez	Cartagena	Bolivar	2	3.75	3.75	4.50	3.25	3.25	2.25	5.50	5.50	1.75	2.25	5.50	5.50	3.90
Samaria La	Viterbo	Caldas	1020	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	3.25	2.25	2.25	2.75	2.25	2.25	2.25	2.40
Japio	Santander de Quilichao	Cauca	1040	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.25	1.25	0.75	0.75	0.75	0.75	0.80
Pueblo Bello	Valledupar	Cesar	1000	5.50	5.50	5.50	4.50	2.75	3.25	3.75	3.25	5.50	2.25	3.25	5.50	4.20
Maracayo	Monteria	Cordoba	25	1.75	2.25	2.25	2.25	2.25	1.25	1.75	1.75	2.25	1.75	1.25	1.25	1.80
Mercedes Las	Anapoima	Cundinamarca	810	1.75	1.75	1.75	2.25	2.25	2.75	2.25	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	2.00
Palacio-Vegalarga	Neiva	Huila	1100	1.25	1.25	1.75	1.75	1.75	3.75	2.75	3.25	2.25	1.75	1.25	1.25	2.00
Apto Alm Padilla	Riohacha	La Guajira	4	3.75	4.50	4.50	4.50	3.75	4.50	4.50	4.50	3.25	2.75	2.75	3.75	3.90
Univ Tec Magdalen	Santa Marta	Magdalena	7	2.25	2.25	2.25	2.25	1.75	1.75	1.75	2.25	1.75	1.75	1.75	2.25	2.00
Apto Camilo Daza	Cucuta	Norte Santander	250	2.25	2.25	2.75	2.25	3.25	4.50	5.50	5.50	3.75	2.75	2.25	2.25	3.30
Bohemia La	Pereira	Risaralda	999	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.80
Apto Sesquicenter	San Andres	San Andres y Pr	1	5.50	5.50	5.50	4.50	4.50	4.50	6.50	4.50	3.75	3.75	4.50	4.50	4.80
Univ Ind Santander	Bucaramanga	Santander	1018	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.80
Primates	Coloso	Sucre	200	2.75	2.75	3.25	2.75	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.50
Cementos Diaman	Ibague	Tolima	780	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.75	3.25	2.25	1.75	1.75	1.75	2.30
Base Aerea M F S	Cali	Valle	1002	1.25	1.75	1.75	1.25	1.25	1.25	1.25	1.75	1.75	1.25	1.25	1.25	1.40
Promedio				2.74	2.78	2.84	2.64	2.38	2.55	2.86	2.80	2.37	1.99	2.24	2.62	2.60

1.7.8 Radiación solar

Tabla 115 Radiación solar mensual promedio para clima R3

ESTACIONES - CLIMA R3				Radiación Solar (Wh/m2)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Apto Olaya Herrera	Medellin	Antioquia	1490	3750.00	4250.00	4250.00	3750.00	4250.00	4250.00	5250.00	4750.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	4166.70
Apto Arauca	Arauca	Arauca	128	5750.00	6250.00	6250.00	6250.00	5750.00	6250.00	6250.00	5750.00	6250.00	5250.00	4250.00	4750.00	5750.00
Flores Las	Barranquilla	Atlantico	2	5250.00	5750.00	5750.00	6250.00	5750.00	5250.00	6250.00	5750.00	5750.00	5250.00	5250.00	4750.00	5583.30
Apto Rafael Nunez	Cartagena	Bolivar	2	5750.00	5750.00	5750.00	5250.00	4750.00	4750.00	6250.00	5750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4750.00	5166.70
Samaria La	Viterbo	Caldas	1020	4750.00	5250.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	5750.00	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4625.00
Japio	Santander de Quilichao	Cauca	1040	4750.00	4750.00	4750.00	4750.00	4250.00	4750.00	5250.00	4250.00	4750.00	4750.00	3750.00	3750.00	4541.70
Pueblo Bello	Valledupar	Cesar	1000	5750.00	6250.00	6250.00	5750.00	5750.00	5750.00	6250.00	5750.00	5750.00	5250.00	5250.00	5250.00	5750.00
Maracayo	Monteria	Cordoba	25	5250.00	5750.00	5750.00	5250.00	5250.00	5250.00	5750.00	5750.00	5250.00	5250.00	4750.00	5250.00	5375.00
Mercedes Las	Anapoima	Cundinamarca	810	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3250.00	3750.00	3916.70
Palacio-Vegalarga	Neiva	Huila	1100	4750.00	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4750.00	4750.00	4750.00	4750.00	4750.00	4250.00	4583.30
Apto Alm Padilla	Riohacha	La Guajira	4	5250.00	5750.00	5750.00	5750.00	5750.00	5750.00	6750.00	6250.00	5750.00	5250.00	5250.00	5250.00	5708.30
Univ Tec Magdalen	Santa Marta	Magdalena	7	5750.00	6250.00	6250.00	6250.00	5750.00	5750.00	6250.00	5750.00	5750.00	5250.00	5250.00	5250.00	5791.70
Apto Camilo Daza	Cucuta	Norte Santander	250	3750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4750.00	4750.00	5250.00	4750.00	4750.00	4250.00	3750.00	3750.00	4375.00
Bohemia La	Pereira	Risaralda	999	4250.00	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4375.00
Apto Sesquicenter	San Andres	San Andres y Pr	1	4750.00	5250.00	6250.00	6250.00	5250.00	5250.00	5250.00	5250.00	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	5125.00
Univ Ind Santander	Bucaramanga	Santander	1018	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3791.70
Primates	Coloso	Sucre	200	5250.00	5750.00	5750.00	5250.00	5250.00	5200.00	6250.00	5250.00	5250.00	4750.00	4750.00	5250.00	5329.20
Cementos Diaman	Ibague	Tolima	780	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	4250.00	4250.00	4750.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	4125.00
Base Aerea M F S	Cali	Valle	1002	4750.00	4750.00	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	5250.00	4750.00	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4625.00
Promedio				4855.30	5144.70	5171.10	4934.20	4802.60	4800.00	5513.20	5039.50	4907.90	4592.10	4355.30	4434.20	4879.20

1.8 INFORMACIÓN CLIMÁTICA REGIÓN R4

1.8.1 Altura sobre el nivel del mar

Tabla 116 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R4

ESTACIONES - CLIMA R4								
CODIGO	TIPO	NOMBRE_EST	MUNICIPIO	CORRIENTE	DPTO	ELEV	LONGITUD	LATITUD
2702503	CO	Anori	Anori	Anori	Antioquia	1610	-75.15	7.07
1102501	CO	Mansa La	Ciudad Bolívar	Atrato	Antioquia	1870	-76.09	5.88
2618502	CO	Mesopotamia	La Unión	Buey	Antioquia	2250	-75.32	5.88
2701526	AM	Salada La	Caldas	Medellín	Antioquia	1770	-75.62	6.05
1111504	CO	Musinga	Frontino	Musinga	Antioquia	1330	-76.21	6.78
2621501	CO	Concordia	Concordia	Q Magallo	Antioquia	2032	-75.92	6.04
2308516	CO	Corrientes	San Vicente	Rionegro	Antioquia	1890	-75.25	6.31
2308511	CO	Penol El	Penol	Rionegro	Antioquia	1915	-75.24	6.21
2619501	CO	Miguel Valencia	Jardín	San Juan	Antioquia	1570	-75.85	5.53
3507504	CP	Inst Agr Macanal	Macanal	Bata	Boyaca	1300	-73.32	4.98
3519505	CO	Corinto	Pajarito	Cusiana	Boyaca	1550	-72.72	5.42
3508502	CO	Rondon	Rondon	Mueche	Boyaca	2120	-73.21	5.36
2401502	CO	Bertha	Moniquira	Suarez	Boyaca	1700	-73.60	5.88
2302501	CO	Llanadas	Manzanares	Guarino	Caldas	1420	-75.13	5.20
2602509	CO	Venta de Cajibío	Cajibío	Cajibío	Cauca	1873	-76.57	2.59
2603503	SP	Apto G L Valencia	Popayan	Cauca	Cauca	1757	-76.61	2.46
5202505	CO	Sierra La	La Sierra	Guachicón	Cauca	1870	-76.75	2.20
2114507	CO	Legiosa La	Colombia	Ambica	Huila	1475	-74.70	3.31
2103502	CO	Resina	Guadalupe	Suaza	Huila	2035	-75.68	1.91
1501506	CP	San Lorenzo	Santa Marta	Piedra	Magdalena	2200	-74.06	11.11
5102502	CP	Ricaurte	Ricaurte	Guiza	Narino	1181	-77.99	1.23
5204503	CO	San Bernardo	San Bernardo	Juanambu	Narino	2305	-77.03	1.55
4701508	CO	Monopamba	Puerres	Sucio	Narino	1718	-77.31	0.81
2613507	CO	Cedral El	Pereira	Otun	Risaralda	2120	-75.53	4.78
2613506	CO	Jazmin El	Santa Rosa de Cabal	San Eugenio	Risaralda	1600	-75.63	4.92
2613511	CO	Veracruz	Santa Rosa de Cabal	San Eugenio	Risaralda	1770	-75.63	4.87
5401501	CO	Pueblo Rico	Pueblo Rico	Tatama	Risaralda	1515	-76.03	5.23
2401528	CO	Gambita	Gambita	Lenguaruco	Santander	1900	-73.34	5.94
2402504	CO	Esc Agr Mogotes	Mogotes	Mogoticos	Santander	1667	-72.97	6.47
2312506	CO	Albania	Albania	Q Canutillo	Santander	1690	-73.92	5.76
2125512	CO	Villahermosa	Villahermosa	Lagunilla	Tolima	2029	-75.12	5.03
2125513	CO	Trinidad La	Libano	Recio	Tolima	1430	-75.07	4.92
2612513	CO	Cumbarco	Sevilla	La Vieja	Valle	1731	-75.83	4.19
2610509	CO	Heraclio Uribe	Sevilla	La Vieja	Valle	1540	-75.92	4.27

Promedio **1757**

1.8.2 Precipitación media

Tabla 117 Precipitación media mensual y anual para clima R4

ESTACIONES - CLIMA R4				PRECIPITACION (MM)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	V. ANUAL
Anori	Anori	Antioquia	1610	61	111	132	281	307	301	305	303	305	295	220	114	2734
Mansa La	Ciudad Bolivar	Antioquia	1870	131	140	161	240	287	245	220	220	236	241	188	135	2442
Mesopotamia	La Union	Antioquia	2250	150	182	220	299	389	365	328	360	375	305	216	182	3371
Salada La	Caldas	Antioquia	1770	114	108	174	250	306	262	173	199	261	304	220	151	2522
Musinga	Frontino	Antioquia	1330	71	97	90	219	306	275	211	210	219	246	211	119	2274
Concordia	Concordia	Antioquia	2032	73	92	128	234	260	230	172	201	230	274	208	134	2235
Corrientes	San Vicente	Antioquia	1890	83	131	148	281	288	266	262	273	301	295	211	123	2663
Penol El	Penol	Antioquia	1915	82	104	154	242	269	203	188	236	286	317	207	133	2421
Miguel Valencia	Jardin	Antioquia	1570	89	99	158	214	239	170	157	180	217	234	177	112	2047
Inst Agr Macanal	Macanal	Boyaca	1300	27	79	89	195	318	366	386	287	208	165	87	48	2254
Corinto	Pajarito	Boyaca	1550	49	66	134	267	347	368	403	315	355	319	219	62	2903
Rondon	Rondon	Boyaca	2120	37	62	94	188	249	264	271	227	164	192	175	81	2003
Bertha	Moniquira	Boyaca	1700	61	83	141	237	296	194	160	162	206	241	179	83	2043
Llanadas	Manzanares	Caldas	1420	156	197	252	325	317	152	132	172	283	350	279	193	2807
Venta de Cajibío	Cajibío	Cauca	1873	245	218	245	241	191	95	56	65	134	235	294	263	2283
Apto G L Valencia	Popayan	Cauca	1757	202	181	221	203	166	82	52	62	125	248	330	251	2121
Sierra La	La Sierra	Cauca	1870	300	227	245	231	169	71	40	54	126	318	397	353	2530
Legiosa La	Colombia	Huila	1475	63	79	121	198	260	319	336	242	169	169	170	102	2227
Resina	Guadalupe	Huila	2035	87	115	155	200	242	262	300	220	198	182	152	104	2217
San Lorenzo	Santa Marta	Magdalena	2200	15	24	25	154	271	309	309	367	412	375	234	87	2582
Ricaurte	Ricaurte	Narino	1181	385	311	353	380	405	271	179	189	259	472	389	398	3991
San Bernardo	San Bernardo	Narino	2305	204	189	204	215	174	72	54	47	101	232	304	242	2037
Monopamba	Puerres	Narino	1718	204	192	197	267	372	392	466	368	242	185	147	190	3222
Cedral El	Pereira	Risaralda	2120	211	200	270	294	247	134	101	107	163	369	339	251	2687
Jazmin El	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1600	187	175	222	288	249	192	154	178	200	281	279	174	2578
Veracruz	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1770	180	191	240	268	255	210	149	167	219	306	272	197	2652
Pueblo Rico	Pueblo Rico	Risaralda	1515	123	124	139	209	191	197	156	163	182	257	253	154	2148
Gambita	Gambita	Santander	1900	112	139	200	282	308	166	142	163	207	329	256	160	2464
Esc Agr Mogotes	Mogotes	Santander	1667	52	117	135	290	334	252	242	261	294	334	221	108	2641
Albania	Albania	Santander	1690	127	164	225	344	281	143	106	126	197	350	300	192	2555
Villahermosa	Villahermosa	Tolima	2029	146	160	212	278	266	114	102	115	231	269	212	152	2256
Trinidad La	Libano	Tolima	1430	120	129	180	244	261	134	83	118	227	292	205	128	2121
Cumbarco	Sevilla	Valle	1731	149	162	233	264	241	142	90	96	196	311	255	170	2308
Heraclio Uribe	Sevilla	Valle	1540	109	137	201	251	235	123	97	115	180	290	244	155	2136
Promedio				130	141	179	252	273	216	194	193	227	282	237	162	2485

1.8.3 Días con lluvia

Tabla 118 Días promedio de lluvia mensual para clima R4

ESTACIONES - CLIMA R4				NUMERO DE DIAS CON LLUVIA												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Anorí	Anorí	Antioquia	1610	11	13	14	21	25	22	22	22	23	24	20	14	231
Mansa La	Ciudad Bolívar	Antioquia	1870	16	17	18	23	25	21	19	20	23	26	24	19	253
Mesopotamia	La Unión	Antioquia	2250	22	20	23	25	27	23	20	22	25	26	26	23	281
Salada La	Caldas	Antioquia	1770	13	13	17	22	23	19	16	19	22	24	22	16	226
Musinga	Frontino	Antioquia	1330	12	13	13	22	25	23	21	22	23	26	24	18	241
Concordia	Concordia	Antioquia	2032	11	12	15	20	22	18	17	17	20	23	21	15	211
Corrientes	San Vicente	Antioquia	1890	13	14	15	22	21	18	19	20	21	23	21	16	224
Penol El	Penol	Antioquia	1915	15	16	20	24	24	20	19	21	24	26	23	19	251
Miguel Valencia	Jardín	Antioquia	1570	15	15	19	23	26	21	19	21	24	26	23	16	248
Inst Agr Macanal	Macanal	Boyacá	1300	8	12	15	22	26	27	28	27	24	22	18	13	242
Corinto	Pajarito	Boyacá	1550													
Rondon	Rondon	Boyacá	2120	10	12	15	21	25	27	28	27	23	23	22	16	248
Bertha	Moniquirá	Boyacá	1700	11	13	17	24	26	22	20	21	23	25	21	15	236
Llanadas	Manzanara	Caldas	1420	17	17	21	22	23	14	12	15	19	24	23	17	225
Venta de Cajibío	Cajibío	Cauca	1873	19	18	20	22	21	15	9	10	15	22	23	21	216
Apto G L Valencia	Popayán	Cauca	1757	17	16	19	20	21	14	9	10	16	23	24	21	211
Sierra La	La Sierra	Cauca	1870	19	16	20	22	21	15	9	9	14	23	25	23	215
Legiosa La	Colombia	Huila	1475	12	12	18	24	27	27	27	26	23	24	24	18	263
Resina	Guadalupe	Huila	2035	17	17	22	25	27	26	27	26	25	25	22	19	278
San Lorenzo	Santa Marta	Magdalena	2200	3	3	5	13	22	21	20	24	26	25	19	8	190
Ricaurte	Ricaurte	Nariño	1181	28	24	26	25	27	25	21	20	22	28	26	27	298
San Bernardo	San Bernardo	Nariño	2305	19	18	21	21	21	16	15	13	13	21	23	22	222
Monopamba	Puerres	Nariño	1718	25	23	25	28	29	27	29	28	26	26	22	25	311
Cedral El	Pereira	Risaralda	2120	18	19	22	25	24	19	16	16	20	26	25	21	252
Jazmin El	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1600	17	16	20	23	25	21	18	19	22	25	22	18	247
Veracruz	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1770	17	16	20	23	25	23	17	18	23	25	22	19	249
Pueblo Rico	Pueblo Rico	Risaralda	1515	16	16	18	22	23	22	20	21	20	23	23	18	243
Gambita	Gambita	Santander	1900	14	16	22	24	25	19	18	20	21	25	23	19	247
Esc Agr Mogotes	Mogotes	Santander	1667	9	13	15	23	27	24	24	24	25	28	21	14	246
Albania	Albania	Santander	1690	13	15	19	22	21	16	13	14	18	23	22	17	214
Villahermosa	Villahermosa	Tolima	2029	15	15	18	21	22	14	13	12	18	22	20	17	206
Trinidad La	Libano	Tolima	1430	13	15	18	22	20	14	11	13	17	23	20	16	202
Cumbarco	Sevilla	Valle	1731	14	15	19	22	22	17	12	12	17	23	22	17	214
Heraclio Uribe	Sevilla	Valle	1540	13	14	17	21	21	17	12	14	18	24	20	16	208
Promedio				15	15	18	22	24	20	18	19	21	24	22	18	238

1.8.4 Temperatura media

Tabla 119 Temperatura media mensual y anual para clima R4

ESTACIONES - CLIMA R4				TEMPERATURA MEDIA												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Anorí	Anorí	Antioquia	1610	18.4	18.5	18.8	19.1	19.5	19.7	19.8	19.7	19.2	18.9	18.7	18.7	19.1
Mansa La	Ciudad Bolívar	Antioquia	1870	16.5	16.6	16.9	16.9	16.9	16.9	16.7	16.6	16.4	16.3	16.3	16.5	16.6
Mesopotamia	La Unión	Antioquia	2250	14.3	14.5	14.7	15.0	15.1	15.0	14.9	14.9	14.7	14.5	14.5	14.5	14.7
Salada La	Caldas	Antioquia	1770	18.6	18.7	18.5	18.4	18.2	18.5	18.7	18.7	18.2	18.3	18.0	18.6	18.4
Musinga	Frontino	Antioquia	1330	19.8	19.9	20.1	20.1	20.0	19.9	19.9	19.9	19.8	19.7	19.8	19.9	19.9
Concordia	Concordia	Antioquia	2032	18.4	18.6	18.6	18.4	18.2	18.6	18.9	18.7	18.3	17.7	17.7	18.0	18.3
Corrientes	San Vicente	Antioquia	1890	16.8	17.1	17.2	17.5	17.6	17.4	17.1	17.2	17.1	17.0	16.9	16.9	17.1
Penol El	Penol	Antioquia	1915	17.6	17.8	18.0	18.3	18.6	18.7	18.6	18.5	18.2	17.8	17.8	17.6	18.1
Miguel Valencia	Jardín	Antioquia	1570	19.0	19.4	19.7	19.7	19.5	19.5	19.4	19.2	18.8	18.6	18.8	18.8	19.2
Inst Agr Macanal	Macanal	Boyacá	1300	17.5	17.7	17.9	17.7	17.3	16.6	16.0	16.4	16.9	17.3	17.6	17.3	17.2
Corinto	Pajarito	Boyacá	1550	18.8	19.0	19.0	19.0	18.9	18.4	17.9	18.0	18.3	18.6	18.7	18.8	18.6
Rondon	Rondon	Boyacá	2120	16.7	16.8	16.8	16.5	16.1	15.4	15.0	15.2	15.8	16.1	16.4	16.4	16.1
Bertha	Moniquira	Boyacá	1700	18.9	19.2	19.4	19.3	19.1	18.9	18.7	18.8	18.8	18.9	19.1	19.0	19.0
Llanadas	Manzanares	Caldas	1420	19.4	19.6	19.6	19.9	20.2	20.5	20.4	20.1	19.8	19.4	19.5	19.4	19.8
Venta de Cajibío	Cajibío	Cauca	1873	18.3	18.3	18.5	18.5	18.6	18.8	19.0	19.2	18.8	18.3	18.1	18.3	18.6
Apto G L Valencia	Popayán	Cauca	1757	18.9	19.0	19.1	19.1	19.0	19.1	19.2	19.3	18.9	18.7	18.5	18.7	19.0
Sierra La	La Sierra	Cauca	1870	17.5	17.6	17.9	17.8	17.9	18.1	18.2	18.5	18.3	17.6	17.2	17.3	17.8
Legiosa La	Colombia	Huila	1475	19.3	19.7	19.5	19.2	18.9	18.0	17.4	18.1	18.8	19.1	19.1	19.1	18.8
Resina	Guadalupe	Huila	2035	16.1	16.0	16.1	16.1	16.0	15.6	14.9	15.2	15.7	16.0	16.1	16.2	15.8
San Lorenzo	Santa Marta	Magdalena	2200	12.6	13.0	13.4	13.9	14.2	14.4	14.2	14.0	13.6	13.4	13.3	12.7	13.5
Ricaurte	Ricaurte	Nariño	1181	19.3	19.6	19.9	20.1	19.9	19.8	19.6	19.6	19.6	19.5	19.5	19.5	19.7
San Bernardo	San Bernardo	Nariño	2305	15.4	15.6	15.7	15.8	15.8	15.6	15.2	15.3	15.6	15.5	15.3	15.3	15.5
Monopamba	Puerres	Nariño	1718	16.8	16.9	17.1	17.0	16.8	16.0	15.3	15.8	16.5	16.9	17.3	17.1	16.6
Cedral El	Pereira	Risaralda	2120	15.1	15.0	15.2	15.2	15.2	15.3	15.3	15.3	15.0	14.5	14.7	14.8	15.1
Jazmin El	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1600	19.8	19.9	20.0	19.4	19.2	19.5	19.8	19.8	19.2	18.5	18.8	19.3	19.4
Veracruz	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1770	18.8	19.0	19.1	18.7	18.6	18.7	18.9	18.7	18.5	18.1	18.4	18.4	18.6
Pueblo Rico	Pueblo Rico	Risaralda	1515	18.2	18.2	18.5	18.8	18.8	18.6	18.6	18.5	18.4	18.3	18.2	18.2	18.4
Gambita	Gambita	Santander	1900	17.7	17.6	17.9	17.8	17.8	17.7	17.7	17.6	17.6	17.7	17.8	17.6	17.7
Esc Agr Mogotes	Mogotes	Santander	1667	18.6	18.8	19.0	19.0	18.8	18.6	18.3	18.4	18.4	18.4	18.6	18.4	18.6
Albania	Albania	Santander	1690	18.5	18.6	18.7	18.8	18.8	18.7	18.6	18.9	18.7	18.4	18.5	18.3	18.6
Villahermosa	Villahermosa	Tolima	2029	16.4	16.6	16.7	17.0	17.1	17.0	16.8	16.9	16.8	16.6	16.5	16.5	16.7
Trinidad La	Libano	Tolima	1430	19.8	19.9	20.2	20.0	20.0	19.9	20.1	20.4	20.1	19.5	19.6	19.6	19.9
Cumbarco	Sevilla	Valle	1731	18.8	18.8	18.7	18.7	18.7	18.9	19.1	19.3	18.7	18.3	18.2	18.5	18.7
Heracio Uribe	Sevilla	Valle	1540	19.1	19.3	19.5	19.2	19.1	19.3	19.6	19.6	19.1	18.5	18.6	18.7	19.1
Promedio				17.8	18.0	18.1	18.1	18.1	18.0	17.9	17.9	17.8	17.7	17.7	17.7	17.9

1.8.5 Brillo solar

Tabla 120 Brillo solar mensual promedio para clima R4

ESTACIONES - CLIMA R4				BRILLO SOLAR (HRS/MES)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Anorí	Anorí	Antioquia	1610	135.3	103.6	102.8	88.6	112.1	147.8	182.3	165.2	117.0	96.9	101.9	109.3	1462.8
Mansa La	Ciudad Bolívar	Antioquia	1870	150.4	139.9	150.8	127.9	148.3	159.2	187.4	190.5	149.3	132.4	126.7	139.1	1801.9
Mesopotamia	La Unión	Antioquia	2250	175.8	142.6	137.9	127.3	149.5	178.4	224.0	206.6	164.3	122.4	130.0	161.0	1919.8
Salada La	Caldas	Antioquia	1770	146.5	122.6	118.6	87.1	101.2	124.6	160.0	152.4	113.2	103.8	106.1	132.6	1468.7
Musinga	Frontino	Antioquia	1330	159.2	131.0	126.0	93.3	99.3	111.7	141.1	118.2	92.5	109.6	122.7	150.6	1455.1
Concordia	Concordia	Antioquia	2032	161.1	141.8	128.9	110.4	115.4	144.3	177.8	157.6	140.3	103.0	103.6	133.6	1617.8
Corrientes	San Vicente	Antioquia	1890	186.1	156.6	136.7	126.5	167.0	181.1	215.6	207.4	162.2	138.1	133.7	159.7	1970.7
Penol El	Penol	Antioquia	1915													
Miguel Valencia	Jardín	Antioquia	1570	157.8	143.5	140.8	131.7	132.0	164.3	191.7	172.3	136.0	119.3	129.2	148.7	1767.3
Inst Agr Macanal	Macanal	Boyaca	1300	178.2	135.3	116.6	94.2	93.2	82.7	83.7	92.5	123.8	145.4	145.8	173.9	1465.3
Corinto	Pajarito	Boyaca	1550													
Rondon	Rondon	Boyaca	2120	169.0	131.5	127.2	85.2	84.0	53.6	55.4	69.6	107.2	124.9	130.6	134.8	1273.0
Bertha	Moniquirá	Boyaca	1700	179.9	147.4	127.3	117.7	114.1	118.4	142.7	142.8	122.9	128.0	140.6	168.6	1650.4
Llanadas	Manzanares	Caldas	1420	125.1	109.9	104.5	109.4	131.5	130.6	166.1	158.6	141.2	118.7	109.8	112.9	1518.3
Venta de Cajibío	Cajibío	Cauca	1873	123.7	107.2	114.5	98.2	113.6	143.1	169.6	165.2	125.7	111.8	100.4	108.6	1481.6
Apto G L Valencia	Popayan	Cauca	1757	157.7	125.3	125.0	105.7	111.4	146.8	172.7	166.6	126.6	114.0	119.0	140.9	1611.7
Sierra La	La Sierra	Cauca	1870	133.9	108.0	108.7	99.6	105.4	132.0	163.5	162.8	125.4	109.1	93.7	121.2	1463.4
Legiosa La	Colombia	Huila	1475	154.6	125.2	102.7	88.5	95.6	77.3	83.0	110.7	132.8	131.3	124.5	146.7	1372.8
Resina	Guadalupe	Huila	2035	107.9	89.3	83.8	80.8	93.2	101.8	96.5	108.4	105.0	90.3	83.0	99.6	1139.7
San Lorenzo	Santa Marta	Magdalena	2200	97.3	80.3	92.3	78.9	76.1	85.7	104.8	96.9	67.7	54.7	58.3	78.5	971.4
Ricaurte	Ricaurte	Narino	1181	64.6	61.0	72.9	74.1	78.5	75.9	108.4	101.9	84.3	69.9	67.4	70.2	929.1
San Bernardo	San Bernardo	Narino	2305	122.1	94.1	100.2	104.5	118.1	135.1	162.2	162.4	133.8	121.6	104.8	121.3	1480.2
Monopamba	Puerres	Narino	1718	80.1	56.7	46.3	42.0	52.0	37.4	36.7	46.9	55.1	77.5	95.9	96.4	722.9
Cedral El	Pereira	Risaralda	2120	90.2	74.8	72.5	65.1	61.7	80.5	110.0	105.5	78.5	57.7	64.1	75.3	935.9
Jazmin El	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1600	146.0	124.1	118.7	103.2	103.2	121.6	155.4	143.8	119.7	99.1	103.7	127.8	1466.3
Veracruz	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1770	144.0	122.4	116.9	91.2	97.4	107.2	133.6	128.0	103.5	101.5	108.0	125.3	1378.9
Pueblo Rico	Pueblo Rico	Risaralda	1515	124.6	94.6	95.8	82.5	94.7	103.9	130.0	124.3	89.9	90.6	100.2	119.1	1250.2
Gambita	Gambita	Santander	1900													
Esc Agr Mogotes	Mogotes	Santander	1667	214.5	174.3	171.8	145.1	146.4	148.0	182.7	176.1	156.3	150.3	162.2	198.8	2026.5
Albania	Albania	Santander	1690	140.7	114.5	96.4	78.0	98.5	95.3	130.3	131.2	116.5	106.7	105.9	132.9	1347.0
Villahermosa	Villahermosa	Tolima	2029	129.9	108.9	109.6	105.2	129.0	155.2	187.2	179.2	148.0	121.3	106.8	122.7	1603.0
Trinidad La	Libano	Tolima	1430	139.9	108.5	104.5	92.3	112.2	147.4	186.7	186.9	153.7	104.3	105.2	123.9	1565.5
Cumbarco	Sevilla	Valle	1731	131.2	102.1	104.8	88.2	85.7	109.7	137.7	142.2	99.8	87.1	88.0	102.4	1278.8
Heraclio Uribe	Sevilla	Valle	1540	106.5	99.1	101.2	90.2	92.7	113.5	152.3	138.4	108.4	85.2	82.3	92.1	1261.8
Promedio				139.8	115.4	111.5	97.2	106.9	119.8	146.2	142.3	119.4	107.3	108.2	126.7	1440.6

1.8.6 Humedad relativa (%)

Tabla 121 Humedad relativa promedio mensual para clima R4

ESTACIONES - CLIMA R4				HUMEDAD RELATIVA (%)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Anorí	Anorí	Antioquia	1610	89	90	89	90	89	86	83	84	87	88	90	90	88
Mansa La	Ciudad Bolívar	Antioquia	1870	87	87	87	88	88	87	86	86	87	89	89	88	87
Mesopotamia	La Unión	Antioquia	2250	87	87	87	86	86	84	82	82	85	86	86	87	86
Salada La	Caldas	Antioquia	1770	82	82	82	84	85	83	80	79	81	82	83	83	82
Musinga	Frontino	Antioquia	1330	88	88	88	89	90	90	90	89	90	89	89	89	89
Concordia	Concordia	Antioquia	2032	81	80	80	83	84	83	78	79	81	85	86	84	82
Corrientes	San Vicente	Antioquia	1890	85	84	84	85	84	83	81	81	83	84	86	85	84
Penol El	Penol	Antioquia	1915	85	85	85	85	84	81	79	80	82	85	86	86	84
Miguel Valencia	Jardín	Antioquia	1570	78	77	77	79	82	80	78	78	80	82	81	80	79
Inst Agr Macanal	Macanal	Boyacá	1300	85	84	84	88	90	91	92	90	88	88	88	87	88
Corinto	Pajarito	Boyacá	1550	86	86	87	90	90	91	92	91	90	89	90	89	89
Rondon	Rondon	Boyacá	2120	84	83	84	87	89	91	91	89	87	86	87	86	87
Bertha	Moniquira	Boyacá	1700	75	74	75	78	80	78	75	75	77	79	79	77	77
Llanadas	Manzanares	Caldas	1420	82	82	82	82	80	78	75	75	79	83	82	82	80
Venta de Cajibío	Cajibío	Cauca	1873	85	85	85	85	85	82	80	80	82	85	86	86	84
Apto G L Valencia	Popayán	Cauca	1757	80	80	80	81	81	77	71	70	75	80	83	83	78
Sierra La	La Sierra	Cauca	1870	88	88	88	89	88	85	78	75	79	85	90	90	85
Legiosa La	Colombia	Huila	1475	81	80	82	85	84	85	86	84	82	82	84	83	83
Resina	Guadalupe	Huila	2035	85	86	86	87	87	87	87	86	86	87	88	87	86
San Lorenzo	Santa Marta	Magdalena	2200	86	88	89	91	92	91	91	91	92	93	92	88	90
Ricaurte	Ricaurte	Nariño	1181	90	90	89	89	90	90	89	89	89	90	90	90	90
San Bernardo	San Bernardo	Nariño	2305	85	84	85	85	84	81	78	77	77	82	86	86	82
Monopamba	Puerres	Nariño	1718	90	90	89	90	91	92	92	91	89	89	89	89	90
Cedral El	Pereira	Risaralda	2120	86	86	87	88	89	87	84	84	86	89	88	87	87
Jazmin El	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1600	80	81	81	83	85	83	79	79	82	84	84	82	82
Veracruz	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1770	86	85	84	87	88	87	85	85	86	87	87	85	86
Pueblo Rico	Pueblo Rico	Risaralda	1515	93	92	91	92	92	92	91	91	92	92	93	92	92
Gambita	Gambita	Santander	1900	79	80	81	82	83	83	81	81	80	82	82	82	82
Esc Agr Mogotes	Mogotes	Santander	1667	79	79	79	82	84	84	83	83	83	84	84	82	82
Albania	Albania	Santander	1690	86	87	87	84	87	86	83	82	85	87	88	87	86
Villahermosa	Villahermosa	Tolima	2029	89	88	88	89	89	88	85	84	87	89	90	89	88
Trinidad La	Libano	Tolima	1430	83	82	82	86	87	82	75	73	79	86	87	85	82
Cumbarco	Sevilla	Valle	1731	84	84	85	86	86	85	83	81	84	86	86	85	85
Heracio Uribe	Sevilla	Valle	1540	82	81	82	84	85	83	79	79	82	85	85	84	83
Promedio				84	84	84	86	86	85	83	82	84	86	87	86	85

1.8.7 Velocidad del viento

Tabla 122 Velocidad del viento mensual promedio para clima R4

ESTACIONES CLIMA R4				VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Penol El	Penol	Antioquia	1915	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.75	1.50	1.25	1.00	1.25	1.25	1.29
Bertha	Moniquira	Boyaca	1700	2.25	2.25	1.00	2.25	2.25	2.75	2.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.60
Llanadas	Manzanares	Caldas	1420	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	3.25	4.25	3.50	2.75	2.75	2.50	2.50	2.94
Apto G L Valencia	Popayan	Cauca	1757	0.75	1.00	0.75	0.75	0.75	1.00	1.25	1.25	1.00	0.75	0.75	0.75	0.90
San Lorenzo	Santa Marta	Magdalena	2200	2.25	2.25	2.00	2.00	1.75	1.75	1.75	2.00	1.75	1.75	1.75	2.00	1.92
Monopamba	Puerres	Narino	1718	1.50	1.50	1.50	1.50	1.75	2.25	2.25	2.50	2.25	1.75	1.50	1.25	1.79
Jazmin El	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1600	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.75	2.75	2.50	2.00	2.00	2.00	2.42
Esc Agr Mogotes	Mogotes	Santander	1667	2.25	2.25	2.25	1.75	1.75	1.75	2.25	2.00	2.25	2.00	1.75	2.00	2.02
Trinidad La	Libano	Tolima	1430	3.00	2.75	2.75	2.75	3.00	3.00	4.25	4.25	3.00	2.75	2.50	2.50	3.04
Heraclio Uribe	Sevilla	Valle	1540	1.25	1.25	1.25	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.25	1.00	0.75	0.75	1.08
Promedio				1.98	1.98	1.80	1.85	1.88	2.05	2.45	2.18	1.88	1.65	1.55	1.58	1.90

1.8.8 Radiación solar

Tabla 123 Radiación solar mensual promedio para clima R4

ESTACIONES CLIMA R4				Radiación Solar (Wh/m2)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Penol El	Penol	Antioquia	1915	3750.00	4250.00	4250.00	4000.00	4250.00	4750.00	5250.00	4750.00	4750.00	4000.00	3750.00	3750.00	4291.70
Bertha	Moniquira	Boyaca	1700	4750.00	4750.00	4750.00	4500.00	4250.00	4250.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4437.50
Llanadas	Manzanares	Caldas	1420	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	4000.00	4750.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3500.00	3916.70
Apto G L Valencia	Popayan	Cauca	1757	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	4500.00	5000.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4333.30
San Lorenzo	Santa Marta	Magdalena	2200	5500.00	6000.00	6250.00	6250.00	5750.00	6000.00	6250.00	5750.00	5750.00	5250.00	5250.00	5250.00	5770.80
Monopamba	Puerres	Narino	1718	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	4250.00	3750.00	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	3916.70
Jazmin El	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	1600	4750.00	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4416.70
Esc Agr Mogotes	Mogotes	Santander	1667	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4000.00	4000.00	4750.00	4250.00	4250.00	4000.00	4250.00	4250.00	4312.50
Trinidad La	Libano	Tolima	1430	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	4000.00	4750.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3500.00	4000.00
Heraclio Uribe	Sevilla	Valle	1540	3500.00	5250.00	4500.00	5000.00	4750.00	5000.00	5250.00	5250.00	5250.00	5500.00	4250.00	4250.00	4812.50
Promedio				4350.00	4575.00	4425.00	4375.00	4225.00	4450.00	4975.00	4500.00	4550.00	4325.00	4200.00	4100.00	4420.80

1.9 INFORMACIÓN CLIMÁTICA REGIÓN R5

1.9.1 Altura sobre el nivel del mar

Tabla 124 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R5

ESTACIONES - CLIMA R5								
CODIGO	TIPO	NOMBRE_EST	MUNICIPIO	CORRIENTE	DPTO	ELEV	LONGITUD	LATITUD
1111502	CO	Canasgordas	Canasgordas	Canasgordas	Antioquia	1200	-76.03	6.76
2617503	CP	Nacional Gja La	Tamesis	Cartama	Antioquia	1120	-75.69	5.72
2625504	CP	Cacaoteras del Diq	Caucasia	Cauca	Antioquia	55	-75.11	7.98
1201506	CO	Tulenapa	Carepa	Chigorodo	Antioquia	30	-76.67	7.77
2307501	CP	Rio Claro	Sonson	Claro	Antioquia	423	-74.85	5.83
2309501	CP	Apto Pto Berrio	Puerto Berrio	Magdalena	Antioquia	150	-74.41	6.47
2502514	CO	Nechi	Nechi	Nechi	Antioquia	200	-74.77	8.10
2308508	CP	Nus Gja Exp El	San Roque	Nus	Antioquia	872	-74.84	6.49
2317502	SS	Apto Otu	Remedios	Otu	Antioquia	630	-74.71	7.01
2620502	CP	Rosario El	Venecia	Q Mina	Antioquia	1600	-75.72	5.93
2701519	CO	Guayabito	Santo Domingo	Rosario	Antioquia	1700	-75.15	6.54
2619502	CO	Ita Andes	Andes	San Juan	Antioquia	1250	-75.88	5.70
2308521	CP	Violetas Las	San Rafael	San Lorenzo	Antioquia	952	-75.00	6.35
1202504	CO	Turbo	Turbo	Turbo	Antioquia	2	-76.72	8.09
1201507	SP	Apto Los Cedros	Carepa	Vijagual	Antioquia	20	-76.72	7.82
2310503	CO	Vegachi	Vegachi	Volcan	Antioquia	965	-74.80	6.78
1201502	AM	Uniban	Apartado	Zungo	Antioquia	23	-76.65	7.83
3704501	CO	Saravena	Saravena	Cno La Pava	Arauca	148	-71.89	6.95
2320502	CO	Col Cooperativo	San Pablo	Magdalena	Bolivar	165	-73.93	7.48
2320505	CO	Canelos	Santa Rosa del Sur	Q La Fria	Bolivar	1000	-74.24	7.89
2311501	CO	Pto Boyaca	Puerto Boyaca	Magdalena	Boyaca	350	-74.60	5.98
2312508	CO	Otanche	Otanche	Q Tambrias	Boyaca	1070	-74.18	5.67
2615502	CP	Cenicafe	Chinchina	Chinchina	Caldas	1310	-75.58	4.98
2615514	CO	Luker Gja	Palestina	Chinchina	Caldas	1020	-75.68	5.08
2613505	CP	Naranjal	Chinchina	Chinchina	Caldas	1400	-75.70	4.97
2615509	CP	Santagueda	Palestina	Chinchina	Caldas	1010	-75.67	5.08
4601501	CP	San Vicente Caguan	San Vicente del Caguan	Caguan	Caqueta	300	-74.77	2.15
4601502	CO	Sta Rosa Caguan	San Vicente del Caguan	Caguan	Caqueta	240	-74.79	1.74
4413501	CP	Araracuara	Solano	Caqueta	Caqueta	150	-72.38	-0.62
4603501	CO	Maguare	El Doncello	Guayas	Caqueta	270	-75.16	1.64
4403502	SS	Apto G Artunduaga	Florencia	Hacha	Caqueta	244	-75.56	1.59
4403503	AM	Macagual	Florencia	Orteguaza	Caqueta	280	-75.66	1.50
4404503	CO	Mono La	Belen de Los Andaquies	Pescado	Caqueta	300	-75.81	1.31
4404502	CO	Valparaiso	Valparaiso	Pescado	Caqueta	270	-75.71	1.19
3522502	CO	Modulos	Orocue	Cno San Miguel	Casanare	130	-71.46	4.94
3521501	CP	Apto Yopal	Yopal	Cravo Sur	Casanare	325	-72.39	5.32
3519502	CO	Tauramena	Tauramena	Cusiana	Casanare	460	-72.75	5.02
3519503	CO	Aguazul	Aguazul	Unete	Casanare	380	-72.55	5.18
2603504	ME	Salvajina La	Suarez	Cauca	Cauca	1130	-76.71	2.94
2321505	CO	Mata La	La Gloria	Q La Sabana	Cesar	163	-73.64	8.62
1113501	CO	Sautata	Riosucio	Atrato	Choco	2	-77.15	7.85
5402501	CO	San Jose Palmar	San Jose del Palmar	Ingara	Choco	1000	-76.23	4.90
1112501	CO	Teresita La	Riosucio	Truando	Choco	50	-77.51	7.02

2502515	CO	Ayapel	Ayapel	Cga Ayapel	Cordoba	33	-75.17	8.30
2502516	CO	Cuba Hda	Montelibano	San Jorge	Cordoba	50	-75.40	8.00
3505501	CO	Japon El	Paratebueno	Humea	Cundinamarca	280	-73.30	4.38
2306513	CO	Montelibano	Yacopi	Moras	Cundinamarca	1340	-74.37	5.47
2306511	CO	Yacopi	Yacopi	Moras	Cundinamarca	1347	-74.35	5.48
3109502	CO	San Fernando D Ata	Inirida	Orinoco	Guainia	90	-67.67	4.02
3101501	CO	Trueno El	San Jose del Guaviare	Cno Grande	Guaviare	150	-72.72	2.42
2502509	SP	Apto Las Flores	El Banco	Magdalena	Magdalena	34	-73.98	9.04
3207504	CO	Holanda La	Granada	Ariari	Meta	360	-73.72	3.52
3504502	CO	Cabana Hda La	Cumaral	Guacavia	Meta	305	-73.36	4.30
3203501	CP	Macarena La	La Macarena	Guayabero	Meta	350	-73.80	2.19
3207505	CO	Mesetas	Mesetas	Guejar	Meta	620	-74.04	3.38
3207503	CO	Vista Hermosa	Vistahermosa	Guejar	Meta	325	-73.72	3.08
3303501	AM	Carimagua	Puerto Gaitan	Muco	Meta	200	-71.34	4.57
3502502	AM	Libertad La	Villavicencio	Negro	Meta	336	-73.47	4.07
3512501	CO	Margaritas Hda Las	Puerto Lopez	Yucao	Meta	150	-72.21	4.34
5103501	SS	Apto La Florida	Tumaco	Caunapi	Narino	3	-78.74	1.80
5102501	AM	Mira El Gja	Tumaco	Caunapi	Narino	75	-78.70	1.55
1603502	CO	Petrolea	Tibu	Cno Picho	Norte Santander	62	-72.58	8.49
1601504	CO	Sta Isabel	Cucuta	Pamplonita	Norte Santander	90	-72.43	8.23
1602504	CP	Cinera-Villa Olga	Cucuta	Q La Floresta	Norte Santander	100	-72.48	8.17
1602506	CO	Francisco Romero	Salazar	Salazar	Norte Santander	1000	-72.80	7.77
1602503	CP	Salazar	Salazar	Salazar	Norte Santander	860	-72.82	7.78
1604502	CO	Tarra El	El Tarra	Tarra	Norte Santander	180	-73.08	8.59
1603501	CO	Tibu	Tibu	Tibu	Norte Santander	50	-72.72	8.64
4411502	AM	Tagua La	Leguizamo	Caqueta	Putumayo	153	-74.67	-0.06
4704501	SP	Pto Leguizamo	Leguizamo	Putumayo	Putumayo	147	-74.78	-0.20
2612506	SP	Apto El Eden	Armenia	Quindio	Quindio	1247	-75.77	4.46
2612507	CO	Bella La	Calarca	Santo Domingo	Quindio	1450	-75.67	4.52
2612508	CP	Paraguaycito	Buenavista	Santo Domingo	Quindio	1250	-75.73	4.38
2613504	SP	Apto Matecana	Pereira	Otun	Risaralda	1367	-75.74	4.82
2312513	CO	Landazuri	Landazuri	Agua Miel	Santander	1085	-73.81	6.22
2312505	CO	Carare	Puerto Parra	Carare	Santander	168	-74.06	6.65
2319517	CO	Provincia	Sabana de Torres	Lebrija	Santander	172	-73.45	7.42
2315503	SP	Apto Yariquies	Barrancabermeja	Magdalena	Santander	126	-73.81	7.03
2315504	CO	Centro El	Barrancabermeja	Magdalena	Santander	162	-73.76	6.86
2314502	CO	Carmen El	El Carmen de Chucuri	Oponcito	Santander	815	-73.51	6.70
2402505	CO	Charala	Charala	Pienta	Santander	1350	-73.15	6.27
2312504	CO	Campo Capote	Puerto Parra	Q Capote	Santander	180	-73.92	6.62
2318501	CP	Villa Leiva	Sabana de Torres	Q Stos Gutierrez	Santander	328	-73.54	7.46
2312512	CO	Cimitarra	Cimitarra	Q Toraba	Santander	300	-73.95	6.31
2406501	CO	Brisas Hda Las	Puerto Wilches	Sogamoso	Santander	138	-73.80	7.24
2401526	CO	Chima	Chima	Suarez	Santander	1090	-73.37	6.36
2401525	CO	Laja La	Guadalupe	Suarez	Santander	1400	-73.42	6.24
2502524	CP	Majagual	Majagual	Cno Mojana	Sucre	20	-74.63	8.55
2204501	CO	Demostracion Gja	Chaparral	Amoya	Tolima	1040	-75.51	3.73
2206505	ME	Limon El	Chaparral	Amoya	Tolima	1000	-75.50	3.72
2202501	CP	Apto Planadas	Planadas	Ata	Tolima	1355	-75.64	3.21
2301504	SS	Apto Mariquita	Mariquita	Guali	Tolima	475	-74.88	5.22
2205502	CO	Mesa de Pole	Ataco	Saldana	Tolima	500	-75.54	3.46
2206504	CO	San Antonio Quinta	San Antonio	Tetuan	Tolima	1500	-75.49	3.91

3401501	SP	Gaviotas Las	Cumaribo	Cno Urimica	Vichada	171	-70.93	4.57
3801503	SP	Apto Pto Carreno	Puerto Carreno	Orinoco	Vichada	50	-67.50	6.17
3403502	CO	Tapon El	Cumaribo	Tomo	Vichada	315	-69.13	5.08
3403501	CO	Tuparro Bocas Tomo	Cumaribo	Tomo	Vichada	250	-67.86	5.34

Promedio

534

1.9.2 Precipitación media

Tabla 125 Precipitación media mensual y anual para clima R5

ESTACIONES - CLIMA R5				PRECIPITACION (MM)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	V. ANUAL
Canasgordas	Canasgordas	Antioquia	1200	74	90	122	246	267	194	153	181	250	328	272	136	2312
Nacional Gja La	Tamesis	Antioquia	1120	78	102	130	217	278	198	164	200	279	312	220	136	2313
Cacaoteras del Diq	Caucasia	Antioquia	55	26	34	75	217	289	349	366	341	317	297	217	80	2606
Tulenapa	Carepa	Antioquia	30	91	83	92	244	298	322	278	281	332	334	309	211	2874
Rio Claro	Sonson	Antioquia	423	151	222	246	377	409	265	215	264	370	428	443	289	3679
Apto Pto Berrio	Puerto Berrio	Antioquia	150	44	93	158	291	278	219	217	227	338	301	165	83	2413
Nechi	Nechi	Antioquia	200	58	68	90	266	367	300	462	419	486	512	336	135	3498
Nus Gja Exp El	San Roque	Antioquia	872	51	89	113	231	265	213	185	224	283	280	175	82	2191
Apto Otu	Remedios	Antioquia	630	59	79	105	259	299	304	271	341	356	344	237	122	2776
Rosario El	Venecia	Antioquia	1600	86	97	154	238	328	226	173	231	279	303	244	142	2500
Guayabito	Santo Domingo	Antioquia	1700	131	158	228	374	466	355	367	388	450	455	302	177	3851
Ita Andes	Andes	Antioquia	1250	79	106	161	218	243	190	170	186	223	224	181	122	2100
Violetas Las	San Rafael	Antioquia	952	134	166	178	351	359	296	250	359	470	471	323	197	3553
Turbo	Turbo	Antioquia	2	84	58	78	250	270	258	215	256	197	196	234	171	2268
Apto Los Cedros	Carepa	Antioquia	20	120	112	134	261	354	351	357	293	295	366	337	224	3204
Vegachi	Vegachi	Antioquia	965	27	71	94	247	248	185	199	224	284	240	139	60	2017
Uniban	Apartado	Antioquia	23	87	87	98	234	317	280	252	262	273	323	273	191	2678
Saravena	Saravena	Arauca	148	42	82	121	266	362	416	323	346	315	310	189	102	2874
Col Cooperativo	San Pablo	Bolivar	165	28	67	95	221	339	294	285	339	350	297	188	60	2562
Canelos	Santa Rosa del Sur	Bolivar	1000	42	77	105	178	247	206	222	242	230	246	201	82	2079
Pto Boyaca	Puerto Boyaca	Boyaca	350	64	112	153	246	234	154	143	155	239	295	191	99	2086
Otanche	Otanche	Boyaca	1070	158	207	247	383	360	207	188	189	281	463	369	234	3285
Cenicafe	Chinchina	Caldas	1310	168	155	203	270	266	177	160	169	214	299	257	158	2496
Luker Gja	Palestina	Caldas	1020	117	111	146	218	257	178	152	173	212	240	228	110	2142
Naranjal	Chinchina	Caldas	1400	177	157	207	309	304	216	194	215	206	296	278	150	2708
Santagueda	Palestina	Caldas	1010	110	126	160	223	269	183	144	164	203	239	225	124	2170
San Vicente Caguan	San Vicente del Cag	Caqueta	300	52	130	202	327	299	344	270	215	198	213	132	67	2448
Sta Rosa Caguan	San Vicente del Cag	Caqueta	240	52	151	250	327	334	357	319	236	211	275	145	66	2723
Araracuara	Solano	Caqueta	150	144	204	253	369	424	352	297	265	258	280	229	181	3255
Maguare	El Doncello	Caqueta	270	81	150	283	375	363	344	330	234	240	283	203	102	2986
Apto G Artunduaga	Florencia	Caqueta	244	104	189	282	391	467	495	448	347	311	296	234	137	3700
Macagual	Florencia	Caqueta	280	103	202	290	426	477	454	443	324	295	316	230	141	3700
Mono La	Belen de Los Andaq	Caqueta	300	138	201	296	411	411	419	355	277	268	314	262	161	3514
Valparaiso	Valparaiso	Caqueta	270	113	195	285	397	385	370	356	249	237	247	212	138	3184
Modulos	Orocue	Casanare	130	14	41	70	236	299	384	313	296	221	212	154	37	2276
Apto Yopal	Yopal	Casanare	325	8	52	81	268	335	288	312	257	272	250	127	22	2270
Tauramena	Tauramena	Casanare	460	15	50	120	340	422	469	391	352	329	326	176	50	3038
Aguazul	Aguazul	Casanare	380	18	74	90	281	389	404	406	306	300	302	160	60	2790
Salvajina La	Suarez	Cauca	1130	162	162	212	269	244	148	87	100	188	280	293	224	2371
Mata La	La Gloria	Cesar	163	36	77	138	247	373	252	188	313	482	390	297	99	2890
Sautata	Riosucio	Choco	2	52	43	51	127	212	266	233	229	232	229	220	113	2009
San Jose Palmar	San Jose del Palmar	Choco	1000	296	292	267	301	357	257	206	257	270	439	484	346	3773
Teresita La	Riosucio	Choco	50	60	73	85	217	296	254	286	288	235	293	243	151	2482
Ayapel	Ayapel	Cordoba	33	22	30	41	142	250	278	357	390	312	272	180	48	2321
Cuba Hda	Montelibano	Cordoba	50	14	37	62	146	294	308	339	338	311	283	148	68	2348
Japon El	Paratebueno	Cundinamarca	280	38	97	168	422	554	491	441	373	336	401	301	109	3730
Montelibano	Yacopi	Cundinamarca	1340	119	153	207	341	346	190	161	189	245	355	247	165	2718
Yacopi	Yacopi	Cundinamarca	1347	103	165	210	318	346	204	154	164	251	340	253	154	2662
San Fernando D Ata	Inirida	Guainia	90	82	95	111	207	370	485	502	321	299	212	161	103	2946
Trueno El	San Jose del Guaviar	Guaviare	150	61	93	205	319	379	367	368	269	255	267	208	125	2915
Apto Las Flores	El Banco	Magdalena	34	27	30	63	162	219	213	149	237	290	333	225	53	2002
Holanda La	Granada	Meta	360	36	77	160	328	414	311	282	239	231	275	200	62	2615
Cabana Hda La	Cumara	Meta	305	33	109	150	409	498	427	397	306	324	355	287	92	3386
Macarena La	La Macarena	Meta	350	40	94	148	304	295	344	329	230	221	182	154	80	2422

Mesetas	Mesetas	Meta	620	71	111	145	350	391	391	346	310	290	281	200	92	2976
Vista Hermosa	Vistahermosa	Meta	325	32	97	178	332	398	357	301	217	214	271	190	82	2668
Carimagua	Puerto Gaitan	Meta	200	14	46	93	245	321	398	328	255	276	245	137	51	2408
Libertad La	Villavicencio	Meta	336	25	76	146	350	419	387	309	257	274	307	196	70	2816
Margaritas Hda Las	Puerto Lopez	Meta	150	5	36	77	210	298	310	306	254	226	243	151	20	2133
Apto La Florida	Tumaco	Narino	3	294	212	218	321	284	285	127	111	92	81	73	139	2237
Mira El Gja	Tumaco	Narino	75	332	268	277	364	435	344	225	152	176	165	123	176	3036
Petrolea	Tibu	Norte Santander	62	77	95	137	283	255	153	193	246	299	332	330	195	2595
Sta Isabel	Cucuta	Norte Santander	90	123	105	166	249	252	125	157	196	260	365	302	258	2556
Cinera-Villa Olga	Cucuta	Norte Santander	100	116	114	124	246	197	88	126	124	230	321	294	240	2221
Francisco Romero	Salazar	Norte Santander	1000	143	127	153	289	258	65	74	149	272	450	360	249	2590
Salazar	Salazar	Norte Santander	860	123	128	153	290	257	81	89	146	291	452	420	246	2675
Tarra El	El Tarra	Norte Santander	180	95	90	137	203	196	190	208	235	295	328	274	283	2633
Tibu	Tibu	Norte Santander	50	77	106	136	312	265	168	193	231	281	355	286	178	2587
Tagua La	Leguizamo	Putumayo	153	107	199	212	285	333	317	256	228	208	218	184	121	2667
Pto Leguizamo	Leguizamo	Putumayo	147	110	209	224	299	337	395	318	241	245	240	211	138	2965
Apto El Eden	Armenia	Quindio	1247	138	156	202	256	222	136	99	110	180	242	255	166	2163
Bella La	Calarca	Quindio	1450	158	160	237	246	203	89	70	92	147	266	300	217	2185
Paraguaycito	Buenavista	Quindio	1250	157	138	219	254	207	96	72	98	169	284	291	173	2156
Apto Matecana	Pereira	Risaralda	1367	138	136	202	223	250	186	125	129	194	269	272	177	2301
Landazuri	Landazuri	Santander	1085	111	166	202	285	350	334	267	259	328	350	284	165	3099
Carare	Puerto Parra	Santander	168	57	110	159	286	313	220	213	261	355	409	307	127	2817
Provincia	Sabana de Torres	Santander	172	43	91	177	292	310	190	145	243	264	289	276	129	2449
Apto Yariquies	Barrancabermeja	Santander	126	44	118	159	281	332	257	204	262	332	407	282	92	2771
Centro El	Barrancabermeja	Santander	162	71	127	174	250	279	215	177	220	324	329	271	101	2538
Carmen El	El Carmen de Chucu	Santander	815	83	112	144	250	259	214	189	214	247	267	235	123	2338
Charala	Charala	Santander	1350	88	173	202	309	283	181	170	204	270	360	254	127	2621
Campo Capote	Puerto Parra	Santander	180	72	121	183	256	307	196	178	222	327	375	334	131	2702
Villa Leiva	Sabana de Torres	Santander	328	40	87	159	286	294	233	181	249	288	387	280	106	2590
Cimitarra	Cimitarra	Santander	300	100	167	238	304	224	176	140	183	293	336	307	171	2638
Brisas Hda Las	Puerto Wilches	Santander	138	50	89	170	300	357	297	274	299	376	435	257	101	3004
Chima	Chima	Santander	1090	100	176	218	346	331	196	216	252	320	399	294	156	3007
Laja La	Guadalupe	Santander	1400	108	170	199	349	395	254	270	263	330	400	328	172	3237
Majagual	Majagual	Sucre	20	16	28	44	144	306	295	335	356	257	361	260	93	2495
Demostracion Gja	Chaparral	Tolima	1040	190	196	241	294	286	139	92	99	193	351	338	280	2697
Limon El	Chaparral	Tolima	1000	227	193	269	301	325	149	103	124	178	400	343	254	2867
Apto Planadas	Planadas	Tolima	1355	190	186	222	225	198	114	58	62	129	232	247	196	2059
Apto Mariquita	Mariquita	Tolima	475	94	129	175	243	239	116	128	150	229	364	264	199	2329
Mesa de Pole	Ataco	Tolima	500	186	189	235	250	238	107	65	81	147	308	297	219	2320
San Antonio Quinta	San Antonio	Tolima	1500	91	143	187	233	262	145	108	117	187	239	182	119	2013
Gaviotas Las	Cumaribo	Vichada	171	25	57	125	279	362	434	345	297	280	268	199	87	2760
Apto Pto Carreno	Puerto Carreno	Vichada	50	9	18	38	133	270	458	459	347	195	177	100	31	2233
Tapon El	Cumaribo	Vichada	315	32	78	103	240	365	438	412	361	309	301	216	92	2947
Tuparro Bocas Tomo	Cumaribo	Vichada	250	31	45	81	184	349	450	436	338	225	211	164	74	2587

Promedio

89	119	163	277	317	269	244	240	269	309	245	137	2678

1.9.3 Días con lluvia

Tabla 126 Días promedio de lluvia mensual para clima R5

ESTACIONES - CLIMA R5				NUMERO DE DIAS CON LLUVIA												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Canasgordas	Canasgordas	Antioquia	1200	10	10	12	19	21	17	16	16	20	24	21	13	201
Nacional Gja La	Tamesis	Antioquia	1120	11	13	15	20	22	17	14	16	21	23	21	15	207
Cacaoteras del Diq	Caucasia	Antioquia	55	5	5	6	14	20	20	20	22	21	21	17	8	179
Tulenapa	Carepa	Antioquia	30	9	7	8	15	20	21	20	22	20	21	19	13	196
Rio Claro	Sonson	Antioquia	423													
Apto Pto Berrio	Puerto Berrio	Antioquia	150	6	10	12	18	19	17	18	18	20	19	15	9	182
Nechi	Nechi	Antioquia	200													
Nus Gja Exp El	San Roque	Antioquia	872	11	13	15	22	24	22	20	22	23	24	20	16	231
Apto Otu	Remedios	Antioquia	630	10	10	11	17	19	18	18	20	22	23	19	12	199
Rosario El	Venecia	Antioquia	1600	13	14	17	21	23	18	15	19	21	25	23	17	227
Guayabito	Santo Domingo	Antioquia	1700	15	15	18	23	25	22	20	23	25	26	23	18	252
Ita Andes	Andes	Antioquia	1250	14	15	17	22	24	20	18	19	23	25	20	16	232
Violetas Las	San Rafael	Antioquia	952	13	15	16	23	23	19	19	20	23	25	24	17	237
Turbo	Turbo	Antioquia	2	5	6	7	12	16	16	17	17	14	15	13	9	146
Apto Los Cedros	Carepa	Antioquia	20	10	11	12	19	22	22	23	23	22	22	19	15	220
Vegachi	Vegachi	Antioquia	965	6	9	11	20	22	18	18	20	22	22	17	10	194
Uniban	Apartado	Antioquia	23	9	9	9	18	22	21	22	22	21	21	19	14	207
Saravena	Saravena	Arauca	148	6	8	11	16	20	23	23	22	19	18	16	10	192
Col Cooperativo	San Pablo	Bolivar	165	2	5	7	14	17	16	15	18	19	19	12	6	149
Canelos	Santa Rosa del Sur	Bolivar	1000	6	9	11	14	17	17	17	16	17	19	15	8	166
Pto Boyaca	Puerto Boyaca	Boyaca	350	7	11	13	18	20	18	16	16	19	21	16	10	183
Otanche	Otanche	Boyaca	1070	15	16	20	23	23	19	18	17	20	25	23	19	238
Cenicafe	Chinchina	Caldas	1310	16	15	20	23	24	21	17	19	21	25	22	18	242
Luker Gja	Palestina	Caldas	1020	14	13	16	20	21	18	15	16	19	21	20	15	209
Naranjal	Chinchina	Caldas	1400	17	16	20	23	25	22	18	19	21	25	22	18	247
Santagueda	Palestina	Caldas	1010	13	14	17	20	22	19	16	17	19	21	20	16	214
San Vicente Caguan	San Vicente del Cag	Caqueta	300													
Sta Rosa Caguan	San Vicente del Cag	Caqueta	240	5	10	15	20	21	22	18	17	16	17	13	7	180
Aracuara	Solano	Caqueta	150	13	16	18	23	25	23	23	21	19	19	18	15	232
Maguare	El Doncello	Caqueta	270	8	12	17	22	23	24	23	20	19	19	16	10	214
Apto G Artunduaga	Florencia	Caqueta	244	12	15	20	24	27	26	25	23	21	21	19	14	246
Macagual	Florencia	Caqueta	280	11	14	20	23	26	26	24	22	20	21	17	14	238
Mono La	Belen de Los Andag	Caqueta	300	12	15	20	23	24	23	23	19	19	19	18	13	228
Valparaiso	Valparaiso	Caqueta	270	11	14	18	21	22	23	22	20	18	17	15	12	210
Modulos	Orocue	Casanare	130	2	5	7	15	21	21	21	21	16	16	10	5	161
Apto Yopal	Yopal	Casanare	325	1	5	7	15	17	18	18	17	15	15	10	5	142
Tauramena	Tauramena	Casanare	460	3	5	8	17	20	21	22	18	17	15	12	6	164
Aguazul	Aguazul	Casanare	380	2	6	8	17	20	21	21	19	17	15	10	3	158
Salvajina La	Suarez	Cauca	1130	15	15	17	20	20	15	11	11	16	22	21	18	202
Mata La	La Gloria	Cesar	163	3	4	6	12	16	13	12	16	20	18	14	5	138
Sautata	Riosucio	Choco	2	5	4	5	11	17	18	18	18	18	18	16	9	156
San Jose Palmar	San Jose del Palmar	Choco	1000	24	22	22	24	26	24	23	22	24	26	27	26	289
Teresita La	Riosucio	Choco	50	8	7	9	16	24	23	25	25	23	24	22	15	220
Ayapel	Ayapel	Cordoba	33	3	4	5	11	17	18	20	22	19	19	15	6	158
Cuba Hda	Montelibano	Cordoba	50	3	4	5	10	17	15	19	18	17	17	11	5	141
Japon El	Paratebueno	Cundinamarca	280	6	7	12	21	24	25	26	22	19	20	18	10	209
Montelibano	Yacopi	Cundinamarca	1340	15	16	20	24	26	20	17	18	22	25	23	19	245
Yacopi	Yacopi	Cundinamarca	1347	14	15	20	22	25	19	16	17	21	25	22	18	235
San Fernando D Ata	Inirida	Guainia	90	11	10	13	18	25	25	27	25	21	17	16	15	223
Trueno El	San Jose del Guavai	Guaviare	150	5	9	13	19	23	24	25	22	19	19	17	11	206
Apto Las Flores	El Banco	Magdalena	34	2	3	5	10	14	11	10	15	16	17	12	4	118

Holanda La	Granada	Meta	360	5	7	12	19	22	21	22	19	16	18	15	6	183
Cabana Hda La	Cumaral	Meta	305	5	9	11	21	23	23	24	21	18	18	16	8	197
Macarena La	La Macarena	Meta	350	5	9	12	19	21	23	22	21	17	15	15	11	189
Mesetas	Mesetas	Meta	620	7	8	13	21	24	25	24	22	20	20	18	9	211
Vista Hermosa	Vistahermosa	Meta	325	5	8	14	20	23	22	21	19	18	18	15	9	191
Carimagua	Puerto Gaitan	Meta	200	3	4	8	17	22	23	23	21	19	17	11	5	172
Libertad La	Villavicencio	Meta	336	5	7	11	19	23	23	22	20	18	18	15	8	188
Margaritas Hda Las	Puerto Lopez	Meta	150	1	5	8	14	18	19	18	16	13	14	10	3	139
Apto La Florida	Tumaco	Narino	3	18	14	14	17	20	19	14	13	14	12	9	15	180
Mira El Gja	Tumaco	Narino	75	24	22	21	24	27	26	23	20	22	22	17	22	270
Petrolea	Tibu	Norte Santander	62	8	7	9	14	13	11	12	14	16	18	16	11	150
Sta Isabel	Cucuta	Norte Santander	90	11	10	12	14	15	14	15	15	16	17	16	14	169
Cinera-Villa Olga	Cucuta	Norte Santander	100	11	10	11	15	14	13	13	13	15	16	17	13	161
Francisco Romero	Salazar	Norte Santander	1000	13	12	14	17	17	13	14	15	17	21	20	16	189
Salazar	Salazar	Norte Santander	860	14	13	15	17	16	13	14	14	17	22	21	18	194
Tarra El	El Tarra	Norte Santander	180	8	7	10	12	14	12	13	15	16	17	17	14	157
Tibu	Tibu	Norte Santander	50	9	9	10	16	16	14	14	15	16	18	16	14	168
Tagua La	Leguizamo	Putumayo	153	10	11	14	19	21	21	20	18	17	16	14	11	190
Pto Leguizamo	Leguizamo	Putumayo	147	11	14	18	22	25	24	23	21	19	19	16	15	226
Apto El Eden	Armenia	Quindio	1247	12	12	14	18	18	14	10	11	16	19	18	14	178
Bella La	Calarca	Quindio	1450	13	14	17	20	21	14	11	12	16	22	21	17	198
Paraguaycito	Buenavista	Quindio	1250	14	14	17	20	20	15	10	12	17	22	21	16	200
Apto Matecana	Pereira	Risaralda	1367	16	15	19	22	23	21	18	17	21	24	23	18	236
Landazuri	Landazuri	Santander	1085	14	16	18	22	25	24	24	24	25	25	21	18	256
Carare	Puerto Parra	Santander	168	6	9	12	17	18	19	17	18	20	19	17	10	183
Provincia	Sabana de Torres	Santander	172	3	4	8	12	12	10	9	12	12	13	12	5	110
Apto Yarguies	Barrancabermeja	Santander	126	6	9	13	18	20	17	16	19	21	21	17	9	187
Centro El	Barrancabermeja	Santander	162	6	10	13	16	18	16	16	18	19	20	16	8	178
Carmen El	El Carmen de Chucuma	Santander	815	10	13	15	21	23	22	21	22	23	22	20	15	226
Charala	Charala	Santander	1350	12	15	18	24	26	22	22	23	25	27	23	14	251
Campo Capote	Puerto Parra	Santander	180	7	10	14	17	20	18	19	20	22	20	18	11	197
Villa Leiva	Sabana de Torres	Santander	328	4	7	10	17	19	15	14	17	19	20	16	7	166
Cimitarra	Cimitarra	Santander	300	8	11	15	18	19	17	15	17	20	19	17	12	188
Brisas Hda Las	Puerto Wilches	Santander	138	4	7	10	16	18	15	15	18	20	20	15	6	163
Chima	Chima	Santander	1090	11	15	17	24	24	21	22	23	23	25	21	13	240
Laja La	Guadalupe	Santander	1400	12	15	18	24	25	22	23	23	23	25	22	14	244
Majagual	Majagual	Sucre	20	2	3	4	9	15	14	14	15	13	16	13	7	124
Demostracion Gja	Chaparral	Tolima	1040	17	16	18	21	20	15	13	12	16	22	23	20	214
Limon El	Chaparral	Tolima	1000	18	16	18	21	21	16	15	15	16	23	24	21	224
Apto Planadas	Planadas	Tolima	1355	17	16	19	22	21	17	15	13	15	22	23	20	221
Apto Mariquita	Mariquita	Tolima	475	9	10	12	17	15	10	9	9	16	20	18	14	159
Mesa de Pole	Ataco	Tolima	500	15	16	17	19	19	13	11	10	14	20	22	18	193
San Antonio Quinta	San Antonio	Tolima	1500	16	16	19	22	22	18	16	15	18	22	21	18	222
Gaviotas Las	Cumaribo	Vichada	171	5	6	10	19	24	25	26	23	20	20	15	8	201
Apto Pto Carreno	Puerto Carreno	Vichada	50	2	3	5	13	20	25	25	25	20	17	10	4	168
Tapon El	Cumaribo	Vichada	315	4	6	8	17	22	23	24	22	19	19	15	9	188
Tuparro Bocas Tomo	Cumaribo	Vichada	250	3	5	6	13	20	23	23	21	16	17	13	8	168

Promedio

9	10	13	18	21	19	18	18	19	20	17	12	197

1.9.4 Temperatura media

Tabla 127 Temperatura media mensual y anual para clima R5

ESTACIONES - CLIMA R5				TEMPERATURA MEDIA												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Canasgordas	Canasgordas	Antioquia	1200	21.5	21.5	21.8	21.6	21.5	21.6	21.6	21.7	21.4	21.0	21.2	21.3	21.5
Nacional Gja La	Tamesis	Antioquia	1120	22.7	23.3	23.6	23.0	22.5	22.6	22.7	22.8	22.3	21.8	21.9	22.1	22.6
Cacaoteras del Diq	Caucasia	Antioquia	55	27.2	27.8	28.1	28.1	27.7	27.7	27.8	27.6	27.2	27.0	27.1	27.1	27.5
Tulenapa	Carepa	Antioquia	30	26.6	26.7	26.8	27.2	26.9	26.8	26.7	26.6	26.6	26.6	26.3	26.5	26.7
Rio Claro	Sonson	Antioquia	423	26.0	26.2	26.2	26.2	26.3	26.3	26.6	26.6	26.1	25.7	25.5	25.8	26.1
Apto Pto Berrio	Puerto Berrio	Antioquia	150	28.8	28.9	28.8	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.1	27.9	28.0	28.4	28.5
Nechi	Nechi	Antioquia	200	27.8	28.4	28.6	28.1	27.7	27.7	27.8	27.6	27.3	27.3	27.6	27.5	27.8
Nus Gja Exp El	San Roque	Antioquia	872	23.0	23.4	23.5	23.4	23.4	23.3	23.3	23.4	23.1	22.8	22.7	22.8	23.2
Apto Otu	Remedios	Antioquia	630	24.4	24.7	24.8	24.8	24.7	24.9	25.0	25.0	24.6	24.4	24.4	24.4	24.7
Rosario El	Venecia	Antioquia	1600	20.3	20.6	20.8	20.4	20.0	20.3	20.7	20.4	19.8	19.1	19.3	19.6	20.1
Guayabito	Santo Domingo	Antioquia	1700	20.7	20.9	21.2	21.1	21.1	21.2	21.3	21.3	21.0	20.6	20.6	20.6	21.0
Ita Andes	Andes	Antioquia	1250	22.1	22.5	22.6	22.3	21.9	21.8	22.0	21.9	21.6	21.6	21.7	21.7	22.0
Violetas Las	San Rafael	Antioquia	952	22.4	22.5	22.8	23.1	23.3	23.2	23.1	23.2	23.0	22.8	22.6	22.7	22.9
Turbo	Turbo	Antioquia	2	27.1	27.1	27.2	27.4	27.3	27.3	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.1	27.2
Apto Los Cedros	Carepa	Antioquia	20	27.0	27.0	27.1	27.5	27.4	27.5	27.4	27.4	27.2	27.1	27.1	27.1	27.2
Vegachi	Vegachi	Antioquia	965	22.0	22.3	22.5	22.5	22.6	22.7	22.7	22.7	22.3	22.0	21.9	21.9	22.3
Uniban	Apartado	Antioquia	23	26.4	26.5	26.7	27.0	26.8	26.7	26.6	26.6	26.5	26.3	26.4	26.5	26.6
Saravena	Saravena	Arauca	148	25.4	25.9	26.0	25.8	25.6	24.6	24.7	25.0	25.4	25.6	25.6	25.3	25.4
Col Cooperativo	San Pablo	Bolivar	165	28.2	28.3	28.5	27.9	27.6	27.8	28.0	27.8	27.4	27.1	27.2	27.8	27.8
Canelos	Santa Rosa del Sur	Bolivar	1000	21.4	21.7	22.0	22.0	21.9	22.1	22.1	22.0	21.7	21.4	21.3	21.4	21.7
Pto Boyaca	Puerto Boyaca	Boyaca	350	28.1	28.1	27.8	27.7	27.8	27.9	28.4	28.3	27.6	27.0	27.2	27.6	27.8
Otanche	Otanche	Boyaca	1070	22.1	22.2	22.5	22.5	22.6	22.7	22.6	22.8	22.5	22.2	22.0	22.1	22.4
Cenicafe	Chinchina	Caldas	1310	21.4	21.7	21.7	21.3	21.1	21.2	21.4	21.4	20.9	20.4	20.6	21.0	21.2
Luker Gja	Palestina	Caldas	1020	22.8	23.2	23.4	23.1	22.9	22.9	23.0	23.0	22.7	22.2	22.4	22.5	22.8
Naranjal	Chinchina	Caldas	1400	21.0	21.2	21.4	21.1	20.9	21.0	21.2	21.1	20.8	20.3	20.4	20.7	20.9
Santagueda	Palestina	Caldas	1010	22.8	23.1	23.4	23.2	22.8	22.8	22.9	23.0	22.7	22.3	22.3	22.5	22.8
San Vicente Caguan	San Vicente del Cag	Caqueta	300	26.4	26.7	26.3	25.6	25.4	24.8	24.3	24.9	25.1	25.4	25.8	26.2	25.6
Sta Rosa Caguan	San Vicente del Cag	Caqueta	240	26.5	26.4	26.1	25.4	25.2	24.6	24.1	24.7	25.3	25.7	25.9	26.2	25.5
Araracuara	Solano	Caqueta	150	25.9	26.2	26.3	25.8	25.4	25.0	24.7	25.2	25.7	26.0	25.8	26.2	25.7
Maguare	El Doncello	Caqueta	270	26.5	26.4	25.8	25.1	24.9	24.3	24.0	24.6	25.1	25.4	25.6	26.0	25.3
Apto G Artunduaga	Florencia	Caqueta	244	26.4	26.1	25.7	25.3	25.1	24.6	24.1	24.7	25.2	25.6	25.8	26.1	25.4
Macagual	Florencia	Caqueta	280	26.0	25.7	25.4	24.9	24.9	24.2	23.7	24.2	24.8	25.1	25.3	25.7	25.0
Mono La	Belen de Los Andag	Caqueta	300	25.9	25.6	25.3	24.8	24.7	24.3	23.9	24.4	25.1	25.4	25.5	25.7	25.0
Valparaiso	Valparaiso	Caqueta	270	26.4	26.2	25.9	25.5	25.3	25.0	24.7	25.0	25.5	25.8	25.9	26.2	25.6
Modulos	Orocue	Casanare	130	27.4	28.0	28.3	27.0	26.1	25.6	25.3	25.8	26.4	26.7	27.0	26.9	26.7
Apto Yopal	Yopal	Casanare	325	27.8	28.0	28.0	26.3	25.5	24.9	24.6	24.9	25.6	25.9	26.4	26.9	26.2
Tauramena	Tauramena	Casanare	460	25.8	26.1	26.3	25.4	25.1	24.9	24.3	24.7	25.0	25.4	25.4	25.6	25.3
Aguazul	Aguazul	Casanare	380	27.4	27.3	27.6	26.5	25.9	25.0	24.8	25.4	25.6	26.0	26.5	27.0	26.2
Salvajina La	Suarez	Cauca	1130	23.2	23.0	23.3	22.9	22.6	23.0	23.5	23.6	23.3	22.8	23.0	23.0	23.1
Mata La	La Gloria	Cesar	163	28.5	28.7	28.6	28.2	27.9	28.0	28.1	27.8	27.4	27.3	27.5	28.0	28.0
Sautata	Riosucio	Choco	2	26.8	27.0	27.2	27.3	27.2	27.3	27.2	27.2	26.8	26.8	26.6	26.6	27.0
San Jose Palmar	San Jose del Palmar	Choco	1000	20.5	20.6	20.9	21.1	21.1	21.0	20.9	20.9	20.5	20.4	20.4	20.5	20.7
Teresita La	Riosucio	Choco	50	26.2	26.4	26.5	26.6	26.2	26.2	26.1	26.0	25.9	25.7	25.7	26.0	26.1
Ayapel	Ayapel	Cordoba	33	27.4	28.1	28.5	28.2	27.7	27.6	27.7	27.4	27.1	26.9	27.1	27.2	27.6
Cuba Hda	Montelibano	Cordoba	50	27.0	27.2	27.4	27.5	27.0	27.1	27.0	27.0	26.8	26.8	26.7	26.9	27.0
Japon El	Paratebueno	Cundinamarca	280	27.3	27.7	27.3	26.1	25.4	24.8	24.3	24.9	25.6	25.9	26.1	26.5	26.0
Montelibano	Yacopi	Cundinamarca	1340	19.9	20.1	20.2	20.2	20.3	20.5	20.9	20.9	20.4	19.9	20.0	19.8	20.3
Yacopi	Yacopi	Cundinamarca	1347	20.6	20.8	20.9	20.9	21.1	21.3	21.5	21.5	21.2	20.6	20.5	20.5	21.0
San Fernando D Ata	Inirida	Guainia	90	28.4	28.7	29.0	28.3	27.3	26.6	26.5	27.2	27.7	28.0	28.3	28.2	27.8
Trueno El	San Jose del Guaviar	Guaviare	150	26.2	26.2	26.1	25.5	25.0	24.5	24.0	24.4	25.0	25.2	25.4	25.6	25.3
Apto Las Flores	El Banco	Magdalena	34	28.3	28.6	29.3	29.2	28.5	28.7	28.9	28.6	28.0	27.6	27.6	27.8	28.4

Holanda La	Granada	Meta	360	26.5	26.6	26.5	25.8	25.3	24.7	24.3	24.6	25.3	25.4	25.5	25.8	25.5
Cabana Hda La	Cumaral	Meta	305	26.6	26.7	26.5	25.5	25.1	24.6	24.1	24.8	25.3	25.4	25.6	25.8	25.5
Macarena La	La Macarena	Meta	350	26.7	26.6	26.4	25.5	25.2	24.4	24.0	24.6	25.2	25.4	25.8	26.1	25.5
Mesetas	Mesetas	Meta	620	25.1	25.2	25.1	24.4	24.0	23.5	23.0	23.4	24.1	24.3	24.4	24.8	24.3
Vista Hermosa	Vistahermosa	Meta	325	27.4	27.4	26.6	25.6	25.4	24.6	24.4	25.0	25.5	25.7	26.0	26.6	25.8
Carimagua	Puerto Gaitan	Meta	200	27.0	27.8	27.9	26.5	25.5	24.8	24.6	24.9	25.5	25.9	26.4	26.5	26.1
Libertad La	Villavicencio	Meta	336	26.8	27.2	26.9	25.6	25.1	24.3	24.0	24.7	25.2	25.4	25.6	25.8	25.5
Margaritas Hda Las	Puerto Lopez	Meta	150	28.2	28.6	28.5	27.1	26.2	25.5	25.3	25.8	26.3	26.4	26.7	27.1	26.8
Apto La Florida	Tumaco	Narino	3	25.9	26.2	26.5	26.5	26.3	26.1	26.0	25.7	25.7	26.0	25.9	25.9	26.0
Mira El Gja	Tumaco	Narino	75	25.4	25.7	26.1	26.0	25.8	25.6	25.3	25.1	25.0	25.1	25.0	25.2	25.4
Petrolea	Tibu	Norte Santander	62	27.1	27.4	27.5	27.7	28.2	28.3	28.0	28.1	28.4	28.1	28.0	27.3	27.8
Sta Isabel	Cucuta	Norte Santander	90	26.1	26.4	26.6	27.1	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.4	27.2	26.3	27.1
Cinera-Villa Olga	Cucuta	Norte Santander	100	26.2	26.4	26.9	27.2	27.9	27.9	27.9	28.0	28.1	27.5	26.9	26.3	27.3
Francisco Romero	Salazar	Norte Santander	1000	21.0	21.3	21.7	22.1	22.5	22.4	22.4	22.7	22.6	22.1	21.7	21.0	22.0
Salazar	Salazar	Norte Santander	860	21.5	21.7	22.0	22.7	23.0	22.9	22.8	23.2	23.2	22.7	22.3	21.6	22.5
Tarra El	El Tarra	Norte Santander	180	26.1	26.5	26.3	26.9	27.2	27.3	27.2	27.2	27.2	27.1	26.4	26.3	26.8
Tibu	Tibu	Norte Santander	50	26.3	26.9	27.2	27.6	27.6	27.6	27.4	27.7	27.5	27.1	26.9	26.3	27.2
Tagua La	Leguizamo	Putumayo	153	26.5	26.3	25.9	25.3	24.8	24.5	24.2	24.9	25.4	25.6	26.1	26.4	25.5
Pto Leguizamo	Leguizamo	Putumayo	147	26.5	26.4	26.0	25.4	25.1	24.5	24.0	24.9	25.3	25.6	26.2	25.9	25.5
Apto El Eden	Armenia	Quindio	1247	22.1	22.2	22.2	22.0	21.9	22.1	22.4	22.4	21.9	21.5	21.5	21.8	22.0
Bella La	Calarca	Quindio	1450	20.5	20.8	20.8	20.6	20.5	20.8	21.0	21.1	20.3	19.8	19.8	20.2	20.5
Paraguaycito	Buenavista	Quindio	1250	21.8	22.0	22.1	21.9	21.7	21.9	22.2	22.2	21.7	21.1	21.2	21.4	21.8
Apto Matecana	Pereira	Risaralda	1367	21.6	21.8	21.7	21.4	21.2	21.3	21.6	21.8	21.2	20.7	20.8	21.2	21.4
Landazuri	Landazuri	Santander	1085	22.8	22.8	22.9	22.9	23.1	23.0	23.1	23.2	22.9	22.5	22.5	22.6	22.9
Carare	Puerto Parra	Santander	168	28.0	28.3	28.2	27.8	27.7	27.8	28.0	27.9	27.6	27.4	27.6	27.9	27.8
Provincia	Sabana de Torres	Santander	172	27.6	27.9	28.2	27.8	27.8	27.8	27.8	27.9	27.7	27.1	27.3	27.6	27.7
Apto Yarguies	Barrancabermeja	Santander	126	28.4	28.6	28.4	27.9	27.6	27.7	28.0	27.8	27.4	27.0	27.1	27.7	27.8
Centro El	Barrancabermeja	Santander	162	27.5	27.7	27.7	27.5	27.4	27.3	27.4	27.5	27.2	26.8	26.9	27.1	27.3
Carmen El	El Carmen de Chucuma	Santander	815	24.3	24.3	24.2	24.0	24.2	24.2	24.3	24.2	23.8	23.5	23.5	23.7	24.0
Charala	Charala	Santander	1350	21.3	21.3	21.2	21.1	21.1	20.9	20.7	20.9	20.8	20.8	21.0	21.1	21.0
Campo Capote	Puerto Parra	Santander	180	26.7	26.8	26.8	26.9	26.9	26.9	27.0	27.0	26.7	26.3	26.4	26.6	26.7
Villa Leiva	Sabana de Torres	Santander	328	27.5	28.1	28.1	27.8	27.6	27.6	27.7	27.6	27.2	26.8	26.8	27.1	27.5
Cimitarra	Cimitarra	Santander	300	27.0	27.1	27.2	27.0	27.0	27.0	27.1	27.2	27.0	26.8	26.8	26.9	27.0
Brisas Hda Las	Puerto Wilches	Santander	138	28.4	28.6	28.4	28.4	28.3	28.4	28.4	28.4	28.2	28.1	28.0	28.2	28.3
Chima	Chima	Santander	1090	23.3	23.3	23.4	23.2	23.1	23.1	22.9	22.9	22.9	23.0	23.1	23.2	23.1
Laja La	Guadalupe	Santander	1400	21.3	21.4	21.6	21.4	21.3	21.2	21.0	21.0	21.0	20.8	20.9	21.2	21.2
Majagual	Majagual	Sucre	20	28.9	28.9	29.3	29.1	28.8	28.9	28.9	28.7	28.6	28.3	28.6	28.7	28.8
Demostracion Gja	Chaparral	Tolima	1040	24.0	24.2	24.3	24.2	24.2	24.4	24.8	25.3	24.9	23.8	23.4	23.5	24.2
Limon El	Chaparral	Tolima	1000	22.5	22.7	22.9	22.7	22.9	22.9	23.1	23.4	23.2	22.4	22.4	22.4	22.8
Apto Planadas	Planadas	Tolima	1355	22.1	22.2	22.2	22.0	21.9	22.2	22.4	22.8	22.6	21.9	21.8	21.8	22.2
Apto Mariquita	Mariquita	Tolima	475	26.5	26.3	26.4	26.2	26.1	26.3	27.0	27.0	26.5	25.7	25.7	25.9	26.3
Mesa de Pole	Ataco	Tolima	500	25.8	25.9	25.9	25.7	25.6	25.9	26.4	26.8	26.6	25.7	25.4	25.5	25.9
San Antonio Quinta	San Antonio	Tolima	1500	21.0	21.2	21.4	21.3	21.2	21.3	21.4	21.6	21.6	21.0	20.7	20.8	21.2
Gaviotas Las	Cumaribo	Vichada	171	27.3	28.2	27.8	26.3	25.5	24.8	24.4	24.9	25.4	25.8	26.1	26.3	26.1
Apto Pto Carreno	Puerto Carreno	Vichada	50	29.1	30.2	30.7	29.3	27.6	26.6	26.3	26.6	27.1	27.7	28.2	28.6	28.2
Tapon El	Cumaribo	Vichada	315	27.8	28.3	28.0	26.7	25.9	25.3	25.0	25.3	25.8	26.1	26.5	26.9	26.5
Tuparro Bocas Tomo	Cumaribo	Vichada	250	28.6	29.0	29.0	27.9	26.7	26.0	25.8	26.2	26.7	27.1	27.4	27.6	27.3

Promedio

25.2	25.4	25.5	25.2	25.0	24.8	24.8	24.9	24.9	24.7	24.8	24.9	25.0

1.9.5 Brillo solar

Tabla 128 Brillo solar mensual promedio para clima R5

ESTACIONES - CLIMA R5				BRILLO SOLAR (HRS/MES)												TOTAL
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Canasgordas	Canasgordas	Antioquia	1200	188.7	143.2	168.0	104.6	116.9	134.9	162.4	146.2	118.7	114.5	139.5	165.2	1702.8
Nacional Gja La	Tamesis	Antioquia	1120	197.6	167.5	173.3	140.1	138.9	163.3	196.8	188.1	149.9	133.0	145.2	170.5	1964.2
Cacaoteras del Diq	Caucasia	Antioquia	55	208.5	177.2	163.0	151.6	163.0	161.8	202.9	186.0	160.3	163.9	162.1	179.3	2079.6
Tulenapa	Carepa	Antioquia	30	174.2	147.3	130.9	112.7	126.4	124.0	149.6	143.1	130.5	142.4	143.1	159.8	1684.0
Rio Claro	Sonson	Antioquia	423	150.3	123.5	103.7	123.5	143.9	159.0	193.5	174.0	136.6	131.9	130.7	140.2	1710.8
Apto Pto Berrio	Puerto Berrio	Antioquia	150	212.8	167.8	142.2	155.0	178.0	199.1	225.8	209.7	183.8	175.1	170.2	199.1	2218.6
Nechi	Nechi	Antioquia	200	201.7	166.6	169.0	150.4	160.3	161.4	181.0	189.2	154.7	147.6	156.6	174.8	2013.3
Nus Gja Exp El	San Roque	Antioquia	872	183.9	148.8	123.5	133.9	165.1	181.4	220.6	207.7	168.9	155.5	146.0	163.9	1999.2
Apto Otu	Remedios	Antioquia	630	183.0	142.3	127.6	112.4	136.9	154.6	202.4	181.4	146.8	131.3	142.3	163.7	1824.7
Rosario El	Venecia	Antioquia	1600	197.9	170.2	167.3	143.7	149.7	187.4	224.6	201.5	162.0	131.4	141.7	173.7	2051.1
Guayabito	Santo Domingo	Antioquia	1700	176.5	145.3	126.9	123.9	149.6	170.9	206.2	197.4	143.1	129.7	135.2	151.8	1856.5
Ita Andes	Andes	Antioquia	1250	175.9	151.9	134.8	119.2	124.9	141.8	175.3	155.7	127.7	126.4	140.4	155.1	1729.1
Violetas Las	San Rafael	Antioquia	952	143.6	129.2	124.6	132.6	152.8	162.8	198.1	187.8	151.0	137.8	124.5	124.5	1769.3
Turbo	Turbo	Antioquia	2													
Apto Los Cedros	Carepa	Antioquia	20	180.5	146.8	144.2	119.5	120.8	111.7	131.8	133.5	123.5	138.1	139.7	146.0	1636.1
Vegachi	Vegachi	Antioquia	965	182.6	134.7	112.4	117.3	142.9	172.1	204.6	196.5	153.8	149.1	139.3	151.3	1856.6
Uniban	Apartado	Antioquia	23	164.9	136.0	126.5	103.4	122.3	92.0	133.6	134.9	113.8	127.8	136.0	139.4	1530.6
Saravena	Saravena	Arauca	148	147.4	112.0	85.5	78.0	102.3	86.2	108.3	126.9	139.1	148.4	151.9	142.4	1428.4
Col Cooperativo	San Pablo	Bolivar	165													
Canelos	Santa Rosa del Sur	Bolivar	1000	176.1	137.6	107.7	82.1	109.6	122.4	165.7	154.1	111.1	105.9	115.5	157.5	1545.3
Pto Boyaca	Puerto Boyaca	Boyaca	350													
Otanche	Otanche	Boyaca	1070													
Cenicafe	Chinchina	Caldas	1310	180.0	148.1	153.5	127.7	123.9	139.6	171.9	163.0	137.0	125.2	136.9	161.0	1767.8
Luker Gja	Palestina	Caldas	1020	189.7	166.2	175.5	142.7	145.3	163.4	201.0	188.9	156.0	145.5	156.1	169.0	1999.3
Naranjal	Chinchina	Caldas	1400	173.5	140.9	139.6	117.8	113.4	128.3	166.3	155.3	130.0	118.1	131.5	153.5	1668.2
Santagueda	Palestina	Caldas	1010	197.4	165.6	165.2	143.4	142.3	144.8	188.7	178.5	154.8	141.8	155.4	175.9	1953.8
San Vicente Caguan	San Vicente del Cag	Caqueta	300	181.9	138.8	124.7	94.8	123.9	106.6	117.2	133.7	147.5	164.6	169.8	182.7	1686.2
Sta Rosa Caguan	San Vicente del Cag	Caqueta	240													
Araracuara	Solano	Caqueta	150	157.1	135.7	121.9	111.6	123.3	106.6	127.0	148.4	144.5	144.9	152.0	171.2	1644.2
Maguare	El Doncello	Caqueta	270	176.0	120.3	102.1	90.2	105.6	93.5	102.0	128.3	143.7	145.4	146.3	178.8	1532.3
Apto G Artunduaga	Florencia	Caqueta	244	166.8	120.2	109.2	97.7	109.7	101.1	100.2	125.7	138.9	147.4	149.3	176.2	1542.4
Macagual	Florencia	Caqueta	280	164.7	116.5	107.9	94.9	109.5	99.8	106.7	130.9	142.0	144.6	147.2	174.2	1538.9
Mono La	Belen de Los Andaq	Caqueta	300	156.5	111.7	103.3	101.9	113.0	101.0	103.7	125.8	143.7	150.0	141.8	163.1	1515.5
Valparaiso	Valparaiso	Caqueta	270	161.3	107.3	100.9	94.7	103.6	93.1	99.9	117.6	133.7	134.8	152.4	173.6	1472.9
Modulos	Orocue	Casanare	130	255.0	191.9	164.3	129.2	126.7	122.5	126.1	134.9	152.2	171.1	186.9	241.7	2002.5
Apto Yopal	Yopal	Casanare	325	228.7	178.4	158.9	119.9	136.4	112.6	115.8	136.0	155.7	164.5	176.3	232.0	1915.2
Tauramena	Tauramena	Casanare	460													
Aguazul	Aguazul	Casanare	380	215.1	179.2	142.4	119.1	126.7	111.0	130.9	144.9	164.3	168.4	171.9	194.0	1867.9
Salvejina La	Suarez	Cauca	1130	153.0	136.0	141.1	120.6	126.2	143.2	169.4	149.7	132.9	121.0	123.8	121.9	1638.8
Mata La	La Gloria	Cesar	163													
Sautata	Riosucio	Choco	2													
San Jose Palmar	San Jose del Palmar	Choco	1000	51.6	48.1	58.6	63.1	94.4	89.0	117.8	107.3	69.3	69.4	64.3	57.4	890.2
Teresita La	Riosucio	Choco	50	117.5	123.1	110.5	92.5	98.1	81.3	108.3	93.3	91.7	76.0	89.4	94.6	1176.4
Ayapel	Ayapel	Cordoba	33	184.6	158.5	144.8	124.3	129.7	125.7	179.2	162.0	141.8	137.1	138.8	167.9	1794.4
Cuba Hda	Montelibano	Cordoba	50													
Japon El	Paratebueno	Cundinamarca	280	169.4	135.7	102.0	95.5	109.6	94.4	104.3	127.4	144.9	152.1	142.6	154.3	1532.2
Montelibano	Yacopi	Cundinamarca	1340	156.0	127.5	122.8	115.9	135.3	147.2	188.3	168.7	147.6	133.2	134.6	144.4	1721.5
Yacopi	Yacopi	Cundinamarca	1347	150.8	116.7	105.8	105.4	130.4	155.2	189.4	170.6	130.8	128.2	131.0	139.1	1653.4
San Fernando D Ata	Inirida	Guainia	90	196.1	188.4	203.3	138.1	130.1	121.6	140.0	149.1	159.0	166.1	171.8	202.9	1966.5
Trueno El	San Jose del Guaviar	Guaviare	150	187.1	149.1	131.7	104.3	110.4	95.5	104.6	120.4	142.7	140.8	133.1	138.8	1558.5
Apto Las Flores	El Banco	Magdalena	34	253.3	218.5	217.6	175.9	172.0	190.2	221.5	210.9	168.6	166.2	186.0	222.7	2403.4
Holanda La	Granada	Meta	360	176.0	129.8	101.4	97.7	124.6	117.4	115.9	136.8	149.7	151.8	158.2	189.1	1648.4
Cabana Hda La	Cumaral	Meta	305	157.4	129.7	103.0	101.9	105.5	93.9	98.3	119.5	143.1	139.6	144.3	168.7	1504.9
Macarena La	La Macarena	Meta	350	199.2	148.3	125.9	99.3	109.5	90.1	99.9	128.2	132.6	143.8	143.9	186.6	1607.3
Mesetas	Mesetas	Meta	620	174.8	132.6	98.0	100.5	114.0	108.6	102.4	119.4	138.1	138.8	137.1	172.3	1536.6
Vista Hermosa	Vistahermosa	Meta	325	178.0	135.8	111.5	107.5	114.9	102.5	108.5	132.2	141.5	154.6	157.7	184.4	1629.1

Carimagua	Puerto Gaitan	Meta	200	256.1	210.4	173.7	135.3	130.5	115.7	126.7	143.1	151.6	175.1	190.5	236.7	2045.4
Libertad La	Villavicencio	Meta	336	179.5	141.6	115.7	113.4	137.8	100.3	125.2	143.9	149.6	162.7	163.1	185.6	1718.4
Margaritas Hda Las	Puerto Lopez	Meta	150													
Apto La Florida	Tumaco	Narino	3													
Mira El Gja	Tumaco	Narino	75	82.4	90.6	113.5	103.0	90.3	60.0	94.5	77.4	60.8	67.6	63.3	73.2	976.8
Petrolea	Tibu	Norte Santander	62													
Sta Isabel	Cucuta	Norte Santander	90	152.8	135.6	117.7	118.3	172.4	174.9	200.8	208.2	185.0	177.9	146.7	135.7	1926.0
Cinera-Villa Olga	Cucuta	Norte Santander	100	149.2	123.7	105.2	105.9	161.7	171.2	194.6	200.8	176.6	171.5	150.7	130.4	1841.5
Francisco Romero	Salazar	Norte Santander	1000	103.9	89.0	77.9	77.8	118.5	116.8	157.9	158.1	146.0	117.9	100.7	100.5	1365.0
Salazar	Salazar	Norte Santander	860	141.8	99.8	102.8	94.4	128.1	143.1	163.6	177.0	157.6	152.9	135.1	140.6	1636.8
Tarra El	El Tarra	Norte Santander	180													
Tibu	Tibu	Norte Santander	50	147.2	124.8	117.4	115.2	152.1	176.3	198.1	199.1	162.2	152.5	135.3	126.1	1806.3
Tagua La	Leguizamo	Putumayo	153	162.0	119.2	81.9	79.9	74.9	75.0	86.0	116.7	123.0	128.8	140.9	152.6	1340.8
Pto Leguizamo	Leguizamo	Putumayo	147	171.3	123.9	111.9	93.3	106.3	99.7	108.2	131.8	138.8	147.6	145.3	152.9	1531.0
Apto El Eden	Armenia	Quindio	1247	168.9	133.6	144.9	127.4	122.4	129.3	182.0	189.3	139.7	141.3	135.9	154.7	1769.4
Bella La	Calarca	Quindio	1450	138.5	112.8	118.1	99.0	98.3	112.6	144.3	138.0	113.5	97.0	98.2	110.9	1381.1
Paraguaycito	Buenavista	Quindio	1250	180.1	148.2	140.6	124.5	122.7	139.4	168.0	157.8	135.1	125.6	133.2	156.9	1732.1
Apto Matecana	Pereira	Risaralda	1367	188.7	159.9	160.1	131.9	134.6	147.6	185.1	183.4	143.4	142.5	149.1	172.2	1898.5
Landazuri	Landazuri	Santander	1085													
Carare	Puerto Parra	Santander	168													
Provincia	Sabana de Torres	Santander	172	221.2	175.4	159.7	139.7	163.3	169.5	198.1	175.4	163.3	145.5	162.9	203.0	2077.0
Apto Yariques	Barrancabermeja	Santander	126	223.2	168.7	152.4	143.5	166.9	174.0	216.3	204.1	178.9	166.6	164.7	194.8	2154.1
Centro El	Barrancabermeja	Santander	162													
Carmen El	El Carmen de Chucú	Santander	815													
Charala	Charala	Santander	1350	211.2	170.4	159.4	132.0	135.2	141.0	159.4	149.4	137.7	159.5	164.8	197.5	1917.5
Campo Capote	Puerto Parra	Santander	180	173.8	148.4	130.6	135.0	157.1	164.8	201.1	186.4	166.9	151.7	142.1	168.6	1926.5
Villa Leiva	Sabana de Torres	Santander	328	226.2	173.9	149.9	143.3	159.1	166.3	203.9	191.0	165.7	164.4	163.5	208.1	2115.3
Cimitarra	Cimitarra	Santander	300	191.3	146.7	128.8	138.7	169.0	173.4	195.1	181.0	174.1	171.1	154.5	180.3	2004.0
Brisas Hda Las	Puerto Wilches	Santander	138													
Chima	Chima	Santander	1090													
Laja La	Guadalupe	Santander	1400													
Majagual	Majagual	Sucre	20	212.5	180.1	170.0	136.6	135.7	149.1	191.3	181.3	152.6	152.2	163.7	175.0	2000.1
Demostracion Gja	Chaparral	Tolima	1040	180.7	150.6	143.9	153.3	171.3	172.1	175.1	180.7	163.5	160.1	148.8	178.0	1978.1
Limon El	Chaparral	Tolima	1000	147.0	122.3	119.0	116.3	145.3	144.9	154.3	151.8	138.5	125.8	109.9	135.8	1610.9
Apto Planadas	Planadas	Tolima	1355	143.1	112.9	105.7	97.7	113.5	116.4	124.7	121.9	120.2	98.0	115.0	146.0	1415.1
Apto Mariquita	Mariquita	Tolima	475													
Mesa de Pole	Ataco	Tolima	500	150.0	118.3	122.0	112.5	134.4	137.0	140.8	140.6	131.9	126.8	128.5	145.7	1588.5
San Antonio Quinta	San Antonio	Tolima	1500	170.3	125.5	134.2	114.9	144.3	141.8	149.3	157.8	142.5	143.0	129.9	165.9	1719.4
Gaviotas Las	Cumaribo	Vichada	171	249.9	205.3	176.6	135.6	125.8	105.6	117.8	130.0	145.8	166.9	180.2	226.8	1966.3
Apto Pto Carreno	Puerto Carreno	Vichada	50	259.7	231.5	231.4	173.3	142.5	119.0	141.2	146.0	158.0	195.2	210.9	243.4	2252.1
Tapon El	Cumaribo	Vichada	315	250.6	203.6	195.7	133.5	112.4	107.5	118.5	122.3	141.5	146.1	172.2	218.8	1922.7
Tuparro Bocas Tomo	Cumaribo	Vichada	250	233.8	211.0	200.5	147.2	125.9	99.7	129.9	136.8	148.5	167.2	185.8	218.6	2004.9

Promedio	179.5	145.5	134.3	118.2	130.7	131.3	155.1	155.9	143.7	142.5	145.1	166.0	1747.9

1.9.6 Humedad relativa (%)

Tabla 129 Humedad relativa promedio mensual para clima R5

ESTACIONES - CLIMA R5				HUMEDAD RELATIVA (%)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Canasgordas	Canasgordas	Antioquia	1200	86	85	84	86	87	87	85	85	85	86	87	86	86
Nacional Gja La	Tamesis	Antioquia	1120	81	80	79	83	86	85	82	81	84	86	86	85	83
Cacaoteras del Diq	Caucasia	Antioquia	55	81	78	78	80	83	84	83	83	84	85	85	83	82
Tulenapa	Carepa	Antioquia	30	84	85	84	84	87	88	87	88	87	87	87	88	86
Rio Claro	Sonson	Antioquia	423	82	83	82	83	82	82	76	78	82	85	86	85	82
Apto Pto Berrio	Puerto Berrio	Antioquia	150	77	77	78	80	80	80	79	79	81	82	82	80	80
Nechi	Nechi	Antioquia	200													
Nus Gja Exp El	San Roque	Antioquia	872	82	81	82	84	85	84	82	82	84	86	87	86	84
Apto Otu	Remedios	Antioquia	630	85	83	84	85	85	85	83	84	85	85	86	86	85
Rosario El	Venecia	Antioquia	1600	72	70	70	75	78	75	70	71	75	79	80	76	74
Guayabito	Santo Domingo	Antioquia	1700	83	82	82	84	85	84	81	81	83	86	86	85	84
Ita Andes	Andes	Antioquia	1250	78	76	77	78	80	80	78	79	79	79	80	80	79
Violetas Las	San Rafael	Antioquia	952	86	86	86	87	86	85	84	84	85	87	88	87	86
Turbo	Turbo	Antioquia	2	85	85	85	86	87	87	86	86	86	86	87	81	85
Apto Los Cedros	Carepa	Antioquia	20	82	82	81	82	83	82	82	82	82	82	82	82	82
Vegachi	Vegachi	Antioquia	965	86	86	86	88	87	86	85	85	87	88	89	88	87
Uniban	Apartado	Antioquia	23	86	85	83	85	87	87	87	87	87	86	87	87	86
Saravena	Saravena	Arauca	148	80	80	80	83	85	87	86	86	85	85	83	82	84
Col Cooperativo	San Pablo	Bolivar	165	76	72	75	79	80	79	78	79	80	81	81	78	78
Canelos	Santa Rosa del Sur	Bolivar	1000	87	87	87	89	89	88	87	87	89	89	89	89	88
Pto Boyaca	Puerto Boyaca	Boyaca	350	76	76	78	80	80	78	75	74	78	81	81	79	78
Otanche	Otanche	Boyaca	1070	88	88	88	89	89	88	86	85	87	89	89	89	88
Cenicafe	Chinchina	Caldas	1310	75	75	76	79	81	79	75	76	78	80	79	78	78
Luker Gja	Palestina	Caldas	1020	73	71	72	75	76	76	72	73	74	77	76	75	74
Naranjal	Chinchina	Caldas	1400	77	76	77	79	81	79	76	76	77	80	80	78	78
Santagueda	Palestina	Caldas	1010	74	73	73	76	77	77	74	74	75	77	77	76	75
San Vicente Caguan	San Vicente del Cag	Caqueta	300	74	74	80	85	86	86	87	86	85	84	83	79	82
Sta Rosa Caguan	San Vicente del Cag	Caqueta	240	76	78	83	87	87	88	88	86	85	85	84	79	84
Araracuara	Solano	Caqueta	150	86	87	87	88	89	89	89	86	86	86	87	87	87
Maguare	El Doncello	Caqueta	270	77	78	83	87	87	88	87	85	84	84	83	80	84
Apto G Artunduaga	Florencia	Caqueta	244	79	80	83	85	86	87	86	84	83	82	83	81	83
Macagual	Florencia	Caqueta	280	82	83	86	88	88	88	88	86	85	85	85	83	85
Mono La	Belen de Los Andaqu	Caqueta	300	83	84	86	87	87	88	88	86	85	85	85	84	86
Valparaiso	Valparaiso	Caqueta	270	82	83	85	87	87	88	87	86	85	84	85	82	85
Modulos	Orocue	Casanare	130	73	70	71	80	86	86	86	85	84	83	82	78	80
Apto Yopal	Yopal	Casanare	325	61	65	65	78	82	84	82	80	82	80	76	72	76
Tauramena	Tauramena	Casanare	460	77	76	71	82	83	84	84	83	83	81	82	80	81
Aguazul	Aguazul	Casanare	380	70	70	71	78	81	84	84	83	82	82	79	74	78
Salvajina La	Suarez	Cauca	1130													
Mata La	La Gloria	Cesar	163	75	73	74	77	79	80	77	79	79	80	80	78	78
Sautata	Riosucio	Choco	2	83	83	81	84	87	86	86	86	86	86	86	86	85
San Jose Palmar	San Jose del Palmar	Choco	1000	93	93	92	91	91	92	90	91	91	92	93	93	92
Teresita La	Riosucio	Choco	50	85	84	84	85	88	88	87	87	88	89	89	88	87
Ayapel	Ayapel	Cordoba	33	79	76	75	78	83	84	84	85	85	85	85	83	82
Cuba Hda	Montelibano	Cordoba	50	85	85	83	84	86	86	86	86	87	87	88	88	86
Japon El	Paratebueno	Cundinamarca	280	69	67	72	80	84	85	84	83	81	80	80	76	78
Montelibano	Yacopi	Cundinamarca	1340	84	84	84	85	85	81	74	75	81	86	86	86	83
Yacopi	Yacopi	Cundinamarca	1347	89	88	89	89	89	85	81	82	86	89	90	90	87
San Fernando D Ata	Inirida	Guainia	90													
Trueno El	San Jose del Guaviar	Guaviare	150													
Apto Las Flores	El Banco	Magdalena	34	73	72	72	74	79	79	78	78	80	82	82	78	77

Holanda La	Granada	Meta	360	74	75	76	81	83	85	85	84	82	83	83	80	81
Cabana Hda La	Cumaral	Meta	305	73	75	78	84	86	87	87	84	84	84	84	80	82
Macarena La	La Macarena	Meta	350	78	77	82	87	89	91	91	88	87	87	86	83	85
Mesetas	Mesetas	Meta	620	77	77	79	85	87	88	89	86	85	85	85	82	84
Vista Hermosa	Vistahermosa	Meta	325	69	70	75	83	84	85	85	83	81	81	80	76	79
Carimagua	Puerto Gaitan	Meta	200	71	68	72	81	86	88	87	86	85	83	81	77	80
Libertad La	Villavicencio	Meta	336	68	66	70	82	84	86	85	82	81	81	81	76	78
Margaritas Hda Las	Puerto Lopez	Meta	150	70	68	70	78	83	85	86	85	82	82	82	78	79
Apto La Florida	Tumaco	Narino	3	85	85	85	86	86	86	84	84	84	84	85	86	85
Mira El Gja	Tumaco	Narino	75	88	88	87	88	89	89	89	88	88	88	88	89	88
Petrolea	Tibu	Norte Santander	62	84	83	83	83	84	85	82	83	84	84	84	86	84
Sta Isabel	Cucuta	Norte Santander	90	84	84	83	83	82	81	80	80	81	82	83	85	82
Cinera-Villa Olga	Cucuta	Norte Santander	100	83	83	83	82	80	80	76	77	78	82	83	84	81
Francisco Romero	Salazar	Norte Santander	1000	81	81	82	82	79	76	74	74	76	81	83	83	79
Salazar	Salazar	Norte Santander	860	83	83	84	82	80	78	76	75	77	80	83	84	80
Tarra El	El Tarra	Norte Santander	180													
Tibu	Tibu	Norte Santander	50	83	81	81	83	84	83	82	81	83	84	87	88	83
Tagua La	Leguizamo	Putumayo	153	81	83	84	87	89	88	88	86	86	85	85	82	85
Pto Leguizamo	Leguizamo	Putumayo	147	81	82	86	89	89	89	89	86	86	85	85	85	86
Apto El Eden	Armenia	Quindio	1247	80	80	80	82	83	82	79	78	81	83	83	81	81
Bella La	Calarca	Quindio	1450	80	80	80	83	83	81	77	77	81	83	84	82	81
Paraguaycito	Buenavista	Quindio	1250	77	76	77	79	80	79	74	74	77	80	80	79	78
Apto Matecana	Pereira	Risaralda	1367	74	74	76	78	79	78	74	73	76	79	79	77	76
Landazuri	Landazuri	Santander	1085	87	88	88	88	88	87	85	85	87	89	89	89	87
Carare	Puerto Parra	Santander	168	81	80	81	83	83	82	82	82	83	84	84	84	82
Provincia	Sabana de Torres	Santander	172													
Apto Yariquies	Barrancabermeja	Santander	126	73	74	76	80	81	81	78	79	81	83	82	79	79
Centro El	Barrancabermeja	Santander	162	80	81	83	85	84	84	82	82	83	85	86	84	83
Carmen El	El Carmen de Chucú	Santander	815	84	84	84	84	84	84	83	83	85	86	86	86	84
Charala	Charala	Santander	1350	79	79	81	83	84	84	83	83	83	84	84	83	83
Campo Capote	Puerto Parra	Santander	180	82	82	83	83	84	84	82	82	83	85	85	84	83
Villa Leiva	Sabana de Torres	Santander	328	81	79	80	83	84	84	83	84	85	86	86	84	83
Cimitarra	Cimitarra	Santander	300	84	85	85	86	86	86	85	85	85	87	86	86	86
Brisas Hda Las	Puerto Wilches	Santander	138	78	78	77	79	79	80	79	77	79	80	80	80	79
Chima	Chima	Santander	1090	75	75	75	76	77	77	77	76	77	77	77	76	76
Laja La	Guadalupe	Santander	1400	80	80	80	82	83	82	81	81	82	82	83	81	81
Majagual	Majagual	Sucre	20	87	86	83	86	87	87	85	87	88	88	87	87	86
Demostracion Gja	Chaparral	Tolima	1040	78	77	78	79	79	74	67	64	70	78	83	81	76
Limon El	Chaparral	Tolima	1000	80	80	81	81	80	78	74	72	75	81	83	82	79
Apto Planadas	Planadas	Tolima	1355	74	75	76	79	78	74	70	67	68	75	78	77	74
Apto Mariquita	Mariquita	Tolima	475	77	79	79	81	80	78	72	71	76	82	82	80	78
Mesa de Pole	Ataco	Tolima	500	76	76	77	78	78	76	72	71	71	76	78	78	75
San Antonio Quinta	San Antonio	Tolima	1500	75	75	76	77	77	74	72	69	71	76	80	79	75
Gaviotas Las	Cumaribo	Vichada	171	66	63	69	81	86	88	87	86	85	84	82	76	80
Apto Pto Carreno	Puerto Carreno	Vichada	50	60	56	56	66	76	80	79	78	77	75	73	67	70
Tapon El	Cumaribo	Vichada	315	70	68	73	84	88	90	89	88	87	86	84	78	82
Tuparro Bocas Tomo	Cumaribo	Vichada	250	72	70	72	80	85	87	86	85	84	83	82	78	80

Promedio

79	79	79	82	84	84	82	81	82	83	83	82	82

1.9.7 Velocidad del viento

Tabla 130 Velocidad del viento mensual promedio para clima R5

ESTACIONES CLIMA R5				VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Turbo	Turbo	Antioquia	2	4.50	3.75	3.75	3.25	2.75	2.25	2.50	2.50	2.25	2.25	2.75	3.25	2.98
Saravena	Saravena	Arauca	148	2.25	2.00	2.00	1.75	1.25	2.75	2.75	2.75	1.75	1.75	1.75	2.25	2.08
Col Cooperativo	San Pablo	Bolivar	165	1.25	1.50	1.75	1.75	1.25	2.50	4.75	4.75	2.50	3.00	3.00	1.25	2.44
Pto Boyaca	Puerto Boyaca	Boyaca	350	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.25	0.50	0.75	0.75	0.50	0.75	0.67
Cenicafe	Chinchina	Caldas	1310	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.75	1.75	1.75	1.94
Macagual	Florencia	Caqueta	280	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Apto Yopal	Yopal	Casanare	325	4.50	4.50	4.50	3.25	2.75	2.75	2.75	2.50	2.25	2.25	3.50	2.75	3.19
Salvajina La	Suarez	Cauca	1130	1.50	1.25	1.25	1.00	1.25	1.25	1.25	1.50	1.25	1.50	1.25	1.50	1.31
Mata La	La Gloria	Cesar	163	6.50	6.50	5.50	5.50	3.75	3.25	3.75	4.00	2.75	2.75	3.00	5.50	4.40
Sautata	Riosucio	Choco	2	3.00	2.75	2.75	2.75	2.25	1.75	2.25	2.25	2.25	2.00	2.00	2.25	2.35
Ayapel	Ayapel	Cordoba	33	0.75	1.00	1.25	1.25	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	1.00	0.75	0.75	1.02
Montelibano	Yacopi	Cundinamarca	1340	0.75	0.75	1.25	0.75	0.25	1.00	1.00	1.25	1.00	0.75	0.75	0.50	0.83
Trueno El	San Jose del Guaviare	Guaviare	150	3.25	2.75	2.25	1.25	1.75	1.25	1.25	1.25	1.25	1.75	2.75	3.25	2.00
Apto Las Flores	El Banco	Magdalena	34	6.50	6.00	6.50	6.50	4.50	4.50	4.50	4.50	3.25	3.25	3.75	6.50	5.02
Libertad La	Villaavicencio	Meta	336	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Apto La Florida	Tumaco	Narino	3	0.75	1.75	1.25	1.75	1.75	2.75	2.25	2.75	1.75	2.25	2.25	2.25	1.96
Sta Isabel	Cucuta	Norte Santander	90	2.25	2.25	2.50	2.25	3.00	5.00	5.50	5.50	3.75	2.75	2.25	2.25	3.27
Tagua La	Leguizamo	Putumayo	153	1.75	1.75	1.50	1.75	1.50	1.50	1.75	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.58
Apto El Eden	Armenia	Quindio	1247	1.00	1.00	1.25	1.00	1.00	1.00	1.50	1.25	1.00	0.75	0.75	0.75	1.02
Apto Matecana	Pereira	Risaralda	1367	2.00	2.00	1.75	1.75	1.75	1.75	2.00	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.81
Apto Yariguies	Barrancabermeja	Santander	126	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.50	2.50	2.50	2.25	2.00	1.75	1.75	1.92
Majagual	Majagual	Sucre	20	1.25	1.25	1.50	1.50	1.75	1.25	1.50	1.50	1.50	1.50	1.25	1.00	1.40
Limon El	Chaparral	Tolima	1000	1.75	1.75	2.00	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	2.25	1.75	1.75	1.75	2.02
Apto Pto Carreno	Puerto Carreno	Vichada	50	2.75	2.75	2.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	2.75	1.71
Promedio				2.29	2.25	2.23	2.03	1.81	1.98	2.22	2.25	1.81	1.77	1.84	2.09	2.05

1.9.10 Radiación solar

Tabla 131 Radiación solar mensual promedio para clima R5

ESTACIONES CLIMA R5				Radiación Solar (Wh/m2)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Turbo	Turbo	Antioquia	2	4000.00	4250.00	4500.00	4500.00	4250.00	4250.00	5000.00	4500.00	4750.00	4500.00	3750.00	3750.00	4333.33
Saravena	Saravena	Arauca	148	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4750.00	5250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4375.00
Col Cooperativo	San Pablo	Bolivar	165	4750.00	5750.00	5750.00	5750.00	5250.00	5250.00	5750.00	5750.00	5750.00	5750.00	4250.00	4250.00	5333.33
Pto Boyaca	Puerto Boyaca	Boyaca	350	5250.00	5750.00	5750.00	5750.00	5250.00	5250.00	5750.00	5750.00	5750.00	5750.00	4000.00	3750.00	5312.50
Cenicafe	Chinchina	Caldas	1310	4750.00	5250.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	5250.00	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4583.33
Macagual	Florencia	Caqueta	280	4750.00	4750.00	4250.00	4000.00	3750.00	3750.00	4250.00	3750.00	4250.00	4250.00	3750.00	4000.00	4125.00
Apto Yopal	Yopal	Casanare	325	5250.00	5250.00	4750.00	4250.00	4250.00	4000.00	4500.00	4250.00	4750.00	4250.00	3750.00	4250.00	4458.33
Salvajina La	Suarez	Cauca	1130	4750.00	4750.00	4750.00	4500.00	4250.00	4250.00	5250.00	4250.00	4500.00	4500.00	4250.00	4250.00	4520.83
Mata La	La Gloria	Cesar	163	4500.00	4750.00	4750.00	4000.00	4000.00	4000.00	5000.00	4500.00	4750.00	4250.00	4250.00	4000.00	4395.83
Sautata	Riosucio	Choco	2	4250.00	4750.00	4750.00	4250.00	3750.00	3750.00	4750.00	3750.00	4250.00	3750.00	3250.00	3250.00	4041.67
Ayapel	Ayapel	Cordoba	33	5000.00	5250.00	5250.00	5000.00	4750.00	4750.00	5750.00	5250.00	5250.00	4750.00	4750.00	4750.00	5041.67
Montelibano	Yacopi	Cundinamarca	1340	4000.00	4250.00	4000.00	4250.00	4250.00	4250.00	5000.00	4250.00	4250.00	4250.00	4000.00	4250.00	4250.00
Trueno El	San Jose del Guaviare	Guaviare	150	5250.00	4750.00	4750.00	4250.00	3750.00	3750.00	4250.00	3750.00	4750.00	4250.00	3750.00	3750.00	4250.00
Apto Las Flores	El Banco	Magdalena	34	5250.00	5500.00	5500.00	5250.00	5000.00	5250.00	5750.00	5250.00	5250.00	5000.00	4750.00	4750.00	5208.33
Libertad La	Villavicencio	Meta	336	5000.00	5250.00	5250.00	5250.00	4750.00	5000.00	5250.00	4500.00	5250.00	4750.00	3750.00	3750.00	4812.50
Apto La Florida	Tumaco	Narino	3	4250.00	4250.00	4250.00	4000.00	3750.00	3750.00	4250.00	3500.00	3750.00	3750.00	3250.00	3250.00	3833.33
Sta Isabel	Cucuta	Norte Santander	90	4000.00	4250.00	4250.00	4500.00	4750.00	4500.00	5250.00	4500.00	4750.00	4250.00	3750.00	3750.00	4375.00
Tagua La	Leguizamo	Putumayo	153	4750.00	4500.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	4250.00	3750.00	4250.00	4250.00	3750.00	4250.00	4104.17
Apto El Eden	Armenia	Quindio	1247	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	4750.00	4500.00	4250.00	4250.00	4000.00	4250.00	4208.33
Apto Matecana	Pereira	Risaralda	1367	4500.00	4750.00	4750.00	4250.00	4000.00	4000.00	5000.00	4500.00	4500.00	4500.00	4250.00	4250.00	4437.50
Apto Yariguies	Barrancabermeja	Santander	126	4750.00	4750.00	5000.00	4500.00	4250.00	4500.00	5250.00	5000.00	5250.00	4750.00	4250.00	4250.00	4708.33
Majagual	Majagual	Sucre	20	5250.00	5750.00	5250.00	5250.00	4750.00	5250.00	5750.00	5250.00	5250.00	5000.00	4750.00	4750.00	5187.50
Limon El	Chaparral	Tolima	1000	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	4250.00	3750.00	3750.00	3500.00	3500.00	3250.00	3791.67
Apto Pto Carreno	Puerto Carreno	Vichada	50	5250.00	5750.00	5750.00	6250.00	5250.00	5750.00	5750.00	5250.00	5750.00	5250.00	4250.00	4650.00	5408.33
Promedio				4677.08	4875.00	4770.83	4583.33	4322.92	4395.83	5052.08	4520.83	4750.00	4500.00	4020.83	4079.17	4545.66

1.10 INFORMACIÓN CLIMÁTICA REGIÓN R6

1.10.1 Altura sobre el nivel del mar

Tabla 132 Altura sobre el nivel del mar promedio para clima R6

ESTACIONES - CLIMA R6								
CODIGO	TIPO	NOMBRE_EST	MUNICIPIO	CORRIENTE	DPTO	ELEV	LONGITUD	LATITUD
2308514	CO	San Francisco	San Francisco	Calderas	Antioquia	1300	-75.10	5.97
2625502	CP	Sta Isabel	Valdivia	Cauca	Antioquia	1200	-75.45	7.16
2308522	CP	San Carlos	San Carlos	Samana Norte	Antioquia	1085	-75.04	6.16
1201501	CO	Villarteaga	Mutata	Villarteaga	Antioquia	132	-76.48	7.35
2502523	CO	Montecristo	Montecristo	Q Montecristo	Bolivar	100	-74.48	8.30
3703501	CO	Tunebia	Cubara	Cobugon	Boyaca	370	-72.12	7.01
4404501	CO	San Jose de Fragua	San Jose del Fragua	Fragua	Caqueta	320	-75.96	1.33
4603502	CO	Pto Rico	Puerto Rico	Guayas	Caqueta	285	-75.15	1.92
5304501	CP	Bonanza	Guapi	Guapi	Cauca	10	-77.86	2.55
1104501	SP	Apto El Carano	Quibdo	Atrato	Choco	53	-76.64	5.70
1103501	CO	Lloro	Lloro	Atrato	Choco	90	-76.55	5.50
1108501	AM	Loma La	Bojaya	Bojaya	Choco	20	-76.98	6.54
5402502	CP	Apto Condoto	Condoto	Condoto	Choco	105	-76.68	5.07
5601501	CO	Panamericana	Bahia Solano	Pacifico	Choco	4	-77.41	6.22
1103502	CO	San Isidro	Rio Quito	Quito	Choco	45	-76.75	5.63
5408501	CO	Noanama	Istmina	San Juan	Choco	40	-76.94	4.69
3503502	SP	Apto Vanguardia	Villavicencio	Guatiquia	Meta	423	-73.62	4.16
3503503	CO	Salinas de Upin	Restrepo	Guatiquia	Meta	450	-73.58	4.28
5206502	CO	Barbacoas	Barbacoas	Telembi	Narino	32	-78.12	1.67
4401501	AM	Villagarzon	Villagarzon	Mocoa	Putumayo	405	-76.62	1.04
5407502	CO	Bajo Calima	Buenaventura	Calima	Valle	94	-76.99	3.96
5311501	SP	Apto Buenaventura	Buenaventura	Pacifico	Valle	14	-77.00	3.82
5311502	CP	Colpuertos	Buenaventura	Pacifico	Valle	10	-77.07	3.89
5407504	CO	Mision La	Buenaventura	San Juan	Valle	5	-77.28	4.23

Promedio **275**

1.10.2 Precipitación media

Tabla 133 Precipitación media mensual y anual para clima R6

ESTACIONES - CLIMA R6				PRECIPITACION (MM)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	V ANUAL
San Francisco	San Francisco	Antioquia	1300	247	264	341	469	517	344	332	405	562	594	497	340	4911
Sta Isabel	Valdivia	Antioquia	1200	140	176	204	380	518	525	610	532	501	499	372	213	4670
San Carlos	San Carlos	Antioquia	1085	173	218	291	468	440	317	266	356	463	559	433	287	4270
Villarteaga	Mutata	Antioquia	132	171	108	134	330	606	519	468	509	585	673	590	336	5027
Montecristo	Montecristo	Bolivar	100	54	90	126	347	572	419	466	519	530	617	482	228	4451
Tunebia	Cubara	Boyaca	370	140	200	231	411	532	646	595	645	472	429	355	237	4892
San Jose de Fragua	San Jose del Fragua	Caqueta	320	195	259	353	492	498	453	381	326	343	369	394	233	4296
Pto Rico	Puerto Rico	Caqueta	285	97	220	384	461	513	494	417	352	355	389	282	137	4101
Bonanza	Guapi	Cauca	10	401	346	333	426	627	535	410	350	434	417	305	360	4944
Apto El Carano	Quibdo	Choco	53	547	515	524	657	702	727	779	794	667	638	680	585	7815
Lloro	Lloro	Choco	90	541	492	494	734	761	688	679	697	701	599	657	516	7559
Loma La	Bojaya	Choco	20	337	292	234	442	436	414	435	416	325	382	412	347	4472
Apto Condoto	Condoto	Choco	105	568	515	473	558	700	575	544	640	595	646	532	549	6894
Panamericana	Bahia Solano	Choco	4	259	135	176	340	455	459	447	556	560	692	603	391	5071
San Isidro	Rio Quito	Choco	45	488	486	437	545	629	605	680	710	532	491	581	450	6632
Noanama	Istmina	Choco	40	396	363	374	509	558	522	570	635	597	571	509	458	6060
Apto Vanguardia	Villavicencio	Meta	423	64	129	227	526	627	522	439	416	396	470	411	157	4383
Salinas de Upin	Restrepo	Meta	450	60	113	207	544	667	627	545	500	414	535	408	185	4805
Barbacoas	Barbacoas	Narino	32	531	522	596	790	840	685	475	388	499	537	363	453	6679
Villagarzon	Villagarzon	Putumayo	405	315	318	370	508	534	571	516	351	359	362	352	330	4885
Bajo Calima	Buenaventura	Valle	94	430	357	452	580	723	574	659	719	781	791	725	603	7394
Apto Buenaventura	Buenaventura	Valle	14	366	277	377	487	599	514	540	621	730	785	695	539	6531
Colpuertos	Buenaventura	Valle	10	386	296	391	520	658	566	659	799	843	851	751	638	7356
Mision La	Buenaventura	Valle	5	328	249	311	442	595	584	622	693	749	725	678	605	6579
Promedio				301	289	335	498	596	537	522	539	541	567	503	382	5612

1.10.3 Días con lluvia

Tabla 134 Días promedio de lluvia mensual para clima R6

ESTACIONES - CLIMA R6				NUMERO DE DIAS CON LLUVIA												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
San Francisco	San Francisco	Antioquia	1300	17	18	19	23	23	18	18	20	24	24	25	21	250
Sta Isabel	Valdivia	Antioquia	1200	16	16	17	23	27	25	26	26	25	27	24	19	270
San Carlos	San Carlos	Antioquia	1085	16	18	20	24	25	20	18	22	25	26	25	20	259
Villarteaga	Mutata	Antioquia	132	11	10	12	18	26	25	25	26	25	26	25	18	247
Montecristo	Montecristo	Bolivar	100	5	6	7	14	21	21	21	23	21	23	20	11	191
Tunebia	Cubara	Boyaca	370	13	14	17	21	24	26	25	25	22	21	19	15	241
San Jose de Fragua	San Jose del Fragua	Caqueta	320	15	16	22	25	26	25	25	23	22	21	21	19	260
Pto Rico	Puerto Rico	Caqueta	285	9	13	19	24	25	26	25	23	20	21	19	12	237
Bonanza	Guapi	Cauca	10	23	20	20	21	24	24	24	22	24	24	21	23	270
Apto El Carano	Quibdo	Choco	53	24	21	22	25	27	26	26	27	27	27	26	26	305
Lloro	Lloro	Choco	90	20	18	17	22	22	22	23	23	23	23	22	21	256
Loma La	Bojaya	Choco	20													
Apto Condoto	Condoto	Choco	105	26	22	23	25	26	26	26	27	26	26	25	25	301
Panamericana	Bahia Solano	Choco	4	17	12	12	20	24	24	24	24	25	25	24	22	254
San Isidro	Rio Quito	Choco	45	22	20	19	23	25	24	25	26	25	25	24	24	280
Noanama	Istmina	Choco	40	25	22	22	25	27	27	27	27	27	28	25	26	307
Apto Vanguardia	Villavicencio	Meta	423	8	10	15	23	27	27	26	24	22	22	21	14	240
Salinas de Upin	Restrepo	Meta	450	9	10	17	24	27	27	26	24	22	23	22	15	247
Barbacoas	Barbacoas	Narino	32	27	24	24	27	28	27	26	25	27	26	22	26	308
Villagarzon	Villagarzon	Putumayo	405	20	20	23	25	26	26	25	21	21	22	21	21	271
Bajo Calima	Buenaventura	Valle	94	24	21	23	25	28	27	28	28	28	29	26	26	312
Apto Buenaventura	Buenaventura	Valle	14	20	17	20	21	24	25	25	25	25	25	24	22	272
Colpuertos	Buenaventura	Valle	10	25	20	22	25	27	27	28	28	28	29	26	26	312
Mision La	Buenaventura	Valle	5	23	19	20	23	26	25	26	26	26	26	25	26	290
Promedio				18	17	19	23	25	25	25	25	24	25	23	21	269

1.10.4 Temperatura media

Tabla 135 Temperatura media mensual y anual para clima R6

ESTACIONES - CLIMA R6				TEMPERATURA MEDIA												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
San Francisco	San Francisco	Antioquia	1300	21.5	21.6	21.7	21.8	21.7	22.0	21.8	21.7	21.6	21.4	21.4	21.6	21.6
Sta Isabel	Valdivia	Antioquia	1200	20.9	21.2	21.5	21.6	21.7	21.7	21.7	21.6	21.3	21.1	21.1	20.8	21.4
San Carlos	San Carlos	Antioquia	1085	21.9	22.1	22.3	22.6	22.9	23.0	23.0	23.0	22.6	22.1	21.8	21.9	22.4
Villarteaga	Mutata	Antioquia	132	25.8	26.1	26.1	26.3	26.1	26.0	25.8	25.9	25.7	25.7	25.6	25.7	25.9
Montecristo	Montecristo	Bolivar	100	27.9	28.0	27.9	28.1	27.7	27.7	27.5	27.7	27.5	27.3	27.5	27.7	27.7
Tunebia	Cubara	Boyaca	370	23.9	23.9	24.1	24.3	24.5	23.8	23.7	24.1	24.6	24.9	24.8	24.1	24.2
San Jose de Fragua	San Jose del Fragua	Caqueta	320	25.8	25.5	25.1	24.9	24.7	24.2	23.8	24.3	25.2	25.3	25.3	25.5	25.0
Pto Rico	Puerto Rico	Caqueta	285	26.9	26.7	26.1	25.5	25.2	24.7	24.2	24.9	25.5	25.7	26.0	26.3	25.6
Bonanza	Guapi	Cauca	10	25.6	25.9	26.1	26.2	26.0	25.8	25.7	25.7	25.6	25.5	25.5	25.6	25.8
Apto El Carano	Quibdo	Choco	53	26.2	26.5	26.7	26.7	26.8	26.6	26.6	26.6	26.3	26.1	26.0	26.1	26.4
Lloro	Lloro	Choco	90	25.9	26.1	26.4	26.5	26.6	26.5	26.4	26.3	26.0	26.0	26.0	25.9	26.2
Loma La	Bojaya	Choco	20	26.7	26.8	27.0	27.1	26.6	26.8	26.5	26.6	26.2	26.0	26.1	26.3	26.6
Apto Condoto	Condoto	Choco	105	25.9	26.0	26.2	26.2	26.3	26.0	26.0	25.9	25.9	25.7	25.5	25.4	25.9
Panamericana	Bahia Solano	Choco	4	25.9	26.2	26.1	26.0	25.7	25.5	25.6	25.6	25.4	25.4	25.3	25.6	25.7
San Isidro	Rio Quito	Choco	45	25.9	26.0	26.5	26.5	26.6	26.5	26.4	26.3	26.1	26.0	25.7	25.8	26.2
Noanama	Istmina	Choco	40	25.9	26.1	26.3	26.3	26.2	26.1	26.0	25.9	25.8	25.7	25.7	25.7	26.0
Apto Vanguardia	Villavicencio	Meta	423	26.3	26.8	26.5	25.5	24.9	24.3	23.9	24.5	25.2	25.2	25.2	25.5	25.3
Salinas de Upin	Restrepo	Meta	450	24.3	25.0	24.5	23.5	23.0	22.2	21.9	22.4	22.8	23.1	23.2	23.4	23.3
Barbacoas	Barbacoas	Narino	32	25.7	25.9	26.1	26.1	26.0	25.9	25.7	25.7	25.6	25.6	25.6	25.7	25.8
Villagarzon	Villagarzon	Putumayo	405	24.7	24.7	24.3	24.2	23.9	23.5	23.3	23.5	24.3	24.6	24.6	24.6	24.2
Bajo Calima	Buenaventura	Valle	94	25.6	25.7	25.9	26.0	25.9	25.7	25.6	25.5	25.4	25.2	25.3	25.4	25.6
Apto Buenaventura	Buenaventura	Valle	14	25.6	25.7	26.0	26.0	25.8	25.8	25.7	25.7	25.5	25.5	25.5	25.7	25.7
Colpuertos	Buenaventura	Valle	10	26.1	26.4	26.6	26.6	26.4	26.2	26.1	25.9	25.8	25.7	25.7	25.9	26.1
Mision La	Buenaventura	Valle	5	25.6	25.9	26.1	26.0	25.9	25.7	25.7	25.6	25.4	25.2	25.1	25.2	25.6
Promedio				25.3	25.4	25.5	25.4	25.3	25.1	24.9	25.0	25.0	25.0	25.0	25.1	25.2

1.10.5 Brillo solar

Tabla 136 Brillo solar mensual promedio para clima R6

ESTACIONES - CLIMA R6				BRILLO SOLAR (HRS/MES)												
NOMBRE_EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
San Francisco	San Francisco	Antioquia	1300													
Sta Isabel	Valdivia	Antioquia	1200	115.5	97.5	90.4	77.3	103.8	107.9	148.8	138.6	108.9	101.0	121.1	120.1	1330.9
San Carlos	San Carlos	Antioquia	1085	131.8	117.9	110.5	104.8	145.0	151.8	192.8	190.2	143.0	122.4	108.7	118.2	1637.1
Villarteaga	Mutata	Antioquia	132	133.2	108.1	93.2	74.8	83.8	76.0	85.9	81.7	74.8	92.3	86.4	102.4	1092.6
Montecristo	Montecristo	Bolivar	100													
Tunebia	Cubara	Boyaca	370													
San Jose de Fragua	San Jose del Fragua	Caqueta	320													
Pto Rico	Puerto Rico	Caqueta	285	149.3	113.4	90.6	89.0	96.3	77.8	84.2	114.4	133.5	134.6	139.1	160.1	1382.3
Bonanza	Guapi	Cauca	10	77.1	77.4	99.5	92.6	91.7	83.9	92.8	85.5	72.0	68.6	65.5	73.0	979.3
Apto El Carano	Quibdo	Choco	53	89.2	81.7	87.0	89.3	116.6	115.6	136.9	132.4	114.2	118.2	111.0	92.6	1284.6
Lloro	Lloro	Choco	90													
Loma La	Bojaya	Choco	20	85.2	68.5	83.9	76.1	79.3	85.2	94.7	93.8	82.8	79.4	77.5	63.3	969.6
Apto Condoto	Condoto	Choco	105	74.4	66.2	69.8	68.7	96.2	89.7	107.7	102.7	89.3	87.8	85.5	75.0	1013.1
Panamericana	Bahia Solano	Choco	4	79.6	87.3	91.3	70.7	68.9	54.2	76.4	73.6	53.0	56.0	52.9	58.5	822.3
San Isidro	Rio Quito	Choco	45													
Noanama	Istmina	Choco	40	74.8	70.9	79.0	80.2	93.3	88.4	105.8	93.6	75.8	77.5	76.3	71.9	987.4
Apto Vanguardia	Villavicencio	Meta	423	162.0	122.2	106.0	107.1	121.8	110.9	110.3	133.1	150.7	157.0	140.9	162.6	1584.6
Salinas de Upin	Restrepo	Meta	450	115.0	102.8	71.0	75.2	89.1	70.1	80.6	109.0	117.5	120.0	105.7	113.0	1169.1
Barbacoas	Barbacoas	Narino	32	85.6	88.5	103.7	104.6	106.3	92.8	100.8	84.5	59.5	65.8	73.1	78.8	1043.9
Villagarzon	Villagarzon	Putumayo	405	106.3	75.1	72.6	71.0	83.4	65.0	71.5	95.8	102.8	115.9	113.5	113.1	1086.0
Bajo Calima	Buenaventura	Valle	94	89.7	77.4	71.8	73.7	80.9	72.0	82.0	74.3	62.9	61.6	69.1	84.3	899.7
Apto Buenaventura	Buenaventura	Valle	14													
Colpuertos	Buenaventura	Valle	10	120.6	118.7	121.9	115.6	123.7	121.0	132.8	123.5	112.4	112.2	112.0	111.9	1426.3
Mision La	Buenaventura	Valle	5	73.9	79.9	88.2	85.2	85.9	75.5	88.2	80.5	65.4	66.7	62.0	63.7	914.9
Promedio				103.7	91.4	90.0	85.7	98.0	90.5	105.4	106.3	95.2	96.3	94.1	97.8	1154.3

1.10.6 Humedad relativa (%)

Tabla 137 Humedad relativa promedio mensual para clima R6

ESTACIONES - CLIMA R6				HUMEDAD RELATIVA (%)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
San Francisco	San Francisco	Antioquia	1300	88	88	88	88	89	89	87	87	89	90	90	90	89
Sta Isabel	Valdivia	Antioquia	1200	88	89	88	88	89	89	88	88	88	89	90	90	89
San Carlos	San Carlos	Antioquia	1085	86	85	85	86	85	82	79	80	84	86	87	87	84
Villarteaga	Mutata	Antioquia	132	87	87	86	87	88	88	88	88	88	90	90	89	88
Montecristo	Montecristo	Bolivar	100	85	84	83	84	86	85	85	85	87	87	87	86	85
Tunebia	Cubara	Boyaca	370	81	81	82	85	84	87	87	86	84	82	83	84	84
San Jose de Fragua	San Jose del Fragua	Caqueta	320	82	82	85	87	86	88	87	86	84	84	85	84	85
Pto Rico	Puerto Rico	Caqueta	285	76	77	83	86	87	88	87	85	83	84	83	80	83
Bonanza	Guapi	Cauca	10	94	93	92	92	92	93	93	93	93	93	93	94	93
Apto El Carano	Quibdo	Choco	53	87	86	86	87	87	87	86	86	87	88	88	88	87
Lloro	Lloro	Choco	90	91	91	91	91	90	90	90	90	90	91	91	91	91
Loma La	Bojaya	Choco	20													
Apto Condoto	Condoto	Choco	105	91	90	90	90	90	91	89	90	90	91	91	91	90
Panamericana	Bahia Solano	Choco	4	89	89	89	89	91	91	91	91	91	92	92	91	90
San Isidro	Rio Quito	Choco	45	89	89	87	87	86	88	87	88	88	88	88	90	88
Noanama	Istmina	Choco	40	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	92	92	91
Apto Vanguardia	Villavicencio	Meta	423	69	67	72	79	82	83	83	80	78	79	80	76	77
Salinas de Upin	Restrepo	Meta	450	76	74	78	85	88	90	88	87	86	86	86	84	84
Barbacoas	Barbacoas	Narino	32	89	88	89	89	89	90	90	90	89	90	89	89	89
Villagarzon	Villagarzon	Putumayo	405	85	85	86	87	87	87	87	85	83	84	86	86	86
Bajo Calima	Buenaventura	Valle	94	89	89	89	89	89	90	89	89	89	90	90	89	89
Apto Buenaventura	Buenaventura	Valle	14	87	87	87	86	87	87	87	88	87	88	88	87	87
Colpuertos	Buenaventura	Valle	10	87	86	86	86	86	87	87	87	87	88	87	87	87
Mision La	Buenaventura	Valle	5	90	89	89	90	90	91	90	91	91	92	92	92	90
Promedio				86	85	86	87	88	88	88	87	87	88	88	88	87

1.10.7 Velocidad del viento

Tabla 138 Velocidad del viento mensual promedio para clima R6

ESTACIONES - CLIMA R6				VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Villarteaga	Mutata	Antioquia	132	2.25	2.75	3.25	3.00	1.75	2.25	2.25	2.25	1.25	1.50	2.25	2.25	2.25
Montecristo	Montecristo	Bolivar	100	1.75	1.75	2.00	2.00	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.50	1.50	1.75
Tunebia	Cubara	Boyaca	370	1.75	1.75	1.50	1.25	1.25	2.75	2.75	2.75	1.75	1.75	1.50	1.75	1.88
Pto Rico	Puerto Rico	Caqueta	285	2.00	1.50	1.25	1.25	1.50	1.25	1.50	1.50	1.25	1.25	1.50	1.50	1.44
Apto El Carano	Quibdo	Choco	53	1.75	1.75	1.75	1.50	1.50	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.71
Apto Vanguardia	Villavicencio	Meta	423	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.75	2.25	1.50	1.50	1.25	1.50	1.56
Barbacoas	Barbacoas	Narino	32	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Villagarzon	Villagarzon	Putumayo	405	3.00	3.00	2.25	2.00	2.25	1.75	2.25	3.25	3.00	2.75	2.25	2.25	2.50
Apto Buenaventura	Buenaventura	Valle	14	1.00	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.00	1.21
Promedio				1.86	1.89	1.83	1.72	1.61	1.78	1.89	2.06	1.69	1.69	1.67	1.69	1.78

1.10.8 Radiación solar

Tabla 139 Radiación solar mensual promedio clima R6

ESTACIONES - CLIMA R6				RADIACIÓN SOLAR (Wh/m2)												
NOMBRE EST	MUNICIPIO	DPTO	ELEV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Villarteaga	Mutata	Antioquia	132	4250.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	3750.00	4250.00	3500.00	3750.00	3750.00	3250.00	3250.00	3812.50
Montecristo	Montecristo	Bolivar	100	5250.00	5250.00	5250.00	4750.00	4750.00	4750.00	5750.00	5250.00	5250.00	4750.00	4750.00	4750.00	5041.70
Tunebia	Cubara	Boyaca	370	4250.00	4750.00	4500.00	4750.00	4750.00	4750.00	5250.00	4750.00	4750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4604.20
Pto Rico	Puerto Rico	Caqueta	285	4750.00	4500.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	4250.00	3750.00	4250.00	4250.00	3750.00	3750.00	4104.20
Apto El Carano	Quibdo	Choco	53	4000.00	4250.00	4250.00	4250.00	4000.00	4250.00	4750.00	4250.00	4250.00	3750.00	3250.00	3250.00	4041.70
Apto Vanguardia	Villavicencio	Meta	423	5000.00	5000.00	5000.00	4250.00	4250.00	4500.00	4500.00	4000.00	5000.00	4500.00	3750.00	3750.00	4458.30
Barbacoas	Barbacoas	Narino	32	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3500.00	4000.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00
Villagarzon	Villagarzon	Putumayo	405	4250.00	4000.00	3750.00	3750.00	3500.00	3250.00	3750.00	3750.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	3916.70
Apto Buenaventura	Buenaventura	Valle	14	3500.00	3500.00	3750.00	3500.00	3500.00	3500.00	4000.00	3500.00	3750.00	3750.00	3750.00	3500.00	3625.00
Promedio				4333.30	4361.10	4305.60	4111.10	4000.00	4000.00	4500.00	4055.60	4333.30	4111.10	3861.10	3833.30	4150.50

1.11 VALORES TÍPICOS DE MÓDULO RESILIENTE PARA MATERIALES GRANULARES NO LIGADOS Y DE SUBRASANTE

Tabla 140 Rangos de módulo resiliente para diferentes tipos de suelo

Clasificación del Material	Rango del M_r	M_r Típico
A-1-a	38,500-42,000	40,000
A-1-b	35,500-40,000	38,000
A-2-4	28,000-37,500	32,000
A-2-5	24,000-33,000	28,000
A-2-6	21,500-31,000	26,000
A-2-7	21,500-28,000	24,000
A-3	24,500-35,500	29,000
A-4	21,500-29,000	24,000
A-5	17,000-25,500	20,000
A-6	13,500-24,000	17,000
A-7-5	8,000-17,500	12,000
A-7-6	5,000-13,500	8,000
CH	5,000-13,500	8,000
MH	8,000-17,500	11,500
CL	13,500-24,000	17,000
ML	17,000-25,500	20,000
SW	28,000-37,500	32,000
SP	24,000-33,000	28,000
SW-SC	21,500-31,000	25,500
SW-SM	24,000-33,000	28,000
SP-SC	21,500-31,000	25,500
SP-SM	24,000-33,000	28,000
SC	21,500-28,000	24,000
SM	28,000-37,500	32,000
GW	39,500-42,000	41,000
GP	35,500-40,000	38,000
GW-GC	28,000-40,000	34,500
GW-GM	35,500-40,500	38,500
GP-GC	28,000-39,000	34,000
GP-GM	31,000-40,000	36,000
GC	24,000-37,500	31,000
GM	33,000-42,000	38,500

1.12 ESPESORES DE DISEÑO

Tabla 141 Espesores de diseño de las estructuras analizadas

Espesores Pavimento (cm)																									
Tipo de Suelo S1	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
CA	10	10	10	10	10	12	15	10	12	15	12	15	15	12	15	20	18	20	15	17	15	22	25	22	
BG	20	20	20	25	25	30	20	30	30	30	40	40	20	35	35	30	35	40	35	40	40	35	35	50	
SG	25	30	35	35	40	35	35	45	45	35	40	40	45	45	45	35	45	45	45	40	50	40	45	45	
Tipo de Suelo S2	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
CA	10	7.5	7.5	10	10	12	12	10	10	15	10	-	12	12	12	15	15	15	12	15	15	20	20	20	
BG	15	15	20	15	20	30	20	20	30	25	30	-	20	25	30	30	20	40	30	25	35	25	30	40	
SG	20	30	35	30	30	30	25	40	35	25	40	-	40	45	40	30	45	40	45	45	45	35	45	40	
Tipo de Suelo S3	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
CA	7.5	7.5	7.5	10	7.5	10	10	10	10	10	10	12	10	10	10	15	12	15	10	15	15	15	18	15	
BG	15	15	15	15	20	20	20	15	25	25	25	30	20	20	30	20	25	30	30	25	25	30	25	40	
SG	20	25	30	20	25	25	25	35	30	30	35	30	35	40	35	30	45	35	40	35	40	35	40	40	
Tipo de Suelo S4	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
CA	5	7.5	5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	10	10	10	10	10	12	12	12	10	15	10	15	15	12	
BG	15	15	15	15	15	20	15	15	20	20	20	30	20	20	25	25	25	30	25	15	30	20	25	40	
SG	20	15	30	20	25	25	20	25	25	35	30	25	25	30	30	25	30	35	30	35	40	35	40	40	
Tipo de Suelo S5	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
CA	5	7.5	5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	7.5	7.5	10	10	10	10	10	10	10	12	10	15	12	10	
BG	25	25	30	25	15	15	25	15	35	20	15	30	30	15	15	20	20	35	42	15	25	20	20	40	
SG					15	20		15		25	35	20		25	30	25	30	20		30	30	20	40	30	

1.13 EVALUACION DE LOS MODELOS DE DETERIORO

1.13.1 Fisuración longitudinal

Tabla 142 Valores de fisuración longitudinal de las estructuras analizadas

FISURACION LONGITUDINAL DE LAS ESTRUCTURAS EVALUADAS - (ft/mi)																								
Tipo de Suelo S1	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Fisuración longitudinal	380.1	406.6	301.2	539.08	396.9	443.6	541.62	761.5	356.2	622.6	599	847.9	1721.0	1833.4	569.9	669.94	1262.6	884.1	2141.6	1660.9	1375.6	664.0	605.3	1187.12
Tipo de Suelo S2	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Fisuración longitudinal	792.0	723.1	419.1	1033.7	674.4	512.6	1412.9	1747	821	1177.9	1614		3082.0	2546	1511	2202.6	3238	2585	3796.5	3514	2252	2075.8	2463	2348.83
Tipo de Suelo S3	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Fisuración longitudinal	922.1	912.5	609	1372	842	988	2037.0	2666	985.3	2204	2233	2157	3517.6	3752	1596	3428	3443	3353	3893.3	3738.6	3044	4486	4024	5133.76
Tipo de Suelo S4	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Fisuración longitudinal	395.9	1135	388.1	1344.5	1210	1091	2962.0	3036	1745	2741	2663	2127	4188.2	4474.9	2398	4553	4048	4619	7067.8	7831	3537	8488	7707	7470.61
Tipo de Suelo S5	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Fisuración longitudinal	535.7	949.5	540.8	1387	1456	1520	2273.9	3368	1553	3121	3303	2687	4002.0	7605	4553	7656	5837	3775	4518.8	11027	4497	9479	10538	8190.14

Los valores resaltados indican que las estructuras sobrepasan los límites admisibles de desempeño.

1.13.2 Fisuración en piel de cocodrilo

Tabla 143 Valores de fisuración por piel de cocodrilo de las estructuras analizadas

FISURACIÓN EN PIEL DE COCODRILO - (%)																								
Tipo de Suelo S1	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Fisuración Piel de cocodrilo	1.89	1.9	1.71	2.35	2.02	1.91	6.67	21.51	8.73	7.89	20.49	12.2	22.77	25.4	11.6	5.36	17.4	5	26.87	23.3	24.93	14.72	5.03	15.05
Tipo de Suelo S2	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Fisuración Piel de cocodrilo	2.09	1.75	1.54	2.89	2.24	1.79	20.90	22.95	20.98	10.82	25.43		27.80	25.21	24.17	22.37	25.49	22.96	37.51	28.71	25.5	22.49	22.39	21.59
Tipo de Suelo S3	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Fisuración Piel de cocodrilo	1.71	1.73	1.57	2.84	1.83	2.36	22.68	24.39	20.14	24.2	26.09	22.86	30.71	31.51	24.93	23.5	28.71	23.78	42.81	26.79	25.27	29.01	25.86	31.21
Tipo de Suelo S4	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Fisuración Piel de cocodrilo	1.46	1.72	1.45	2.16	2.11	1.93	23.97	24.2	21.02	22.94	25.13	24.02	30.61	31.21	25.85	28.21	28.61	30.61	51.51	31.01	43.41	33.41	33.21	47.11
Tipo de Suelo S5	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Fisuración Piel de cocodrilo	1.45	1.56	1.45	1.76	1.93	2.16	20.88	23.27	18.19	22.58	23.91	21.95	28.91	35.91	29.31	39.41	36.61	33.01	37.81	41.31	39.51	29.91	46.81	62.31

Los valores resaltados indican que las estructuras sobrepasan los límites admisibles de desempeño.

1.13.3 Deformación de la Carpeta Asfáltica CA

Tabla 144 Valores de deformación de la Carpeta Asfáltica CA de las estructuras analizadas

DEFORMACION DE LA CARPETA ASFALTICA CA - (in)																								
Tipo de Suelo S1	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Deformación CA	0.071	0.078	0.18	0.095	0.151	0.119	0.174	0.194	0.433	0.220	0.341	0.225	0.257	0.277	0.64	0.300	0.38	0.296	0.432	0.43	1.02	0.40	0.50	0.456
Tipo de Suelo S2	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Deformación CA	0.069	0.082	0.192	0.092	0.148	0.115	0.168	0.187	0.447	0.214	0.364		0.250	0.272	0.634	0.32	0.372	0.369	0.416	0.424	0.985	0.472	0.638	0.535
Tipo de Suelo S3	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Deformación CA	0.074	0.08	0.19	0.092	0.173	0.129	0.171	0.185	0.436	0.225	0.356	0.274	0.253	0.273	0.658	0.312	0.475	0.31	0.419	0.423	0.961	0.51	0.559	0.505
Tipo de Suelo S4	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Deformación CA	0.071	0.079	0.175	0.10	0.176	0.155	0.170	0.183	0.431	0.234	0.349	0.303	0.254	0.271	0.651	0.32	0.474	0.403	0.411	0.411	1.054	0.496	0.687	0.578
Tipo de Suelo S5	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Deformación CA	0.075	0.082	0.196	0.102	0.177	0.16	0.179	0.184	0.467	0.234	0.405	0.357	0.267	0.27	0.647	0.331	0.523	0.454	0.437	0.424	1.049	0.508	0.757	0.655

Los valores resaltados indican que las estructuras sobrepasan los límites admisibles de desempeño.

1.13.4 Deformación total de la estructura

Tabla 145 Valores de deformación total del pavimento de las estructuras analizadas

DEFORMACIÓN TOTAL DEL PAVIMENTO - (in)																								
Tipo de Suelo S1	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Deformación Total	0.753	0.755	0.851	0.80	0.847	0.772	0.902	0.977	1.198	0.941	1.108	0.92	1.157	1.176	1.51	1.107	1.21	1.054	1.391	1.329	2.06	1.25	1.34	1.247
Tipo de Suelo S2	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Deformación Total	0.645	0.735	0.817	0.7	0.761	0.648	0.824	0.899	1.163	0.824	1.143		1.070	1.052	1.474	1.064	1.181	1.122	1.316	1.266	1.898	1.266	1.471	1.312
Tipo de Suelo S3	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Deformación Total	0.664	0.678	0.788	0.64	0.814	0.691	0.810	0.857	1.096	0.896	1.093	0.926	1.037	1.068	1.46	1.011	1.289	1.000	1.272	1.171	1.823	1.299	1.332	1.292
Tipo de Suelo S4	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Deformación Total	0.715	0.624	0.816	0.688	0.801	0.765	0.775	0.797	1.07	0.984	1.035	0.946	0.971	0.995	1.418	1.015	1.222	1.155	1.237	1.133	1.982	1.268	1.508	1.406
Tipo de Suelo S5	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Deformación Total	0.574	0.512	0.702	0.589	0.744	0.738	0.644	0.726	0.993	0.919	1.182	1.039	0.852	0.958	1.409	1.067	1.31	1.165	1.077	1.145	1.917	1.175	1.62	1.504

Los valores resaltados indican que las estructuras sobrepasan los límites admisibles de desempeño.

1.13.5 Valores de IRI Final

Tabla 146 Valores de IRI final de las estructuras analizadas

IRI FINAL DE LAS ESTRUCTURA EVALUADAS - (in/mi)																								
Tipo de Suelo S1	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
IRI Final	291	291.3	294.8	294.01	295.7	293.4	268.55	274.2	280.3	271.8	279.7	272.8	281.14	284.3	292.4	278.20	283.0	277.6	303.04	298.8	327.1	295.7	298.5	297.8
Tipo de Suelo S2	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
IRI Final	286.76	290.5	293.3	290.1	292.4	288.3	266.97	272	280.5	267.2	284.5		281.12	279	294	278.5	285.1	282.5	307.75	299.7	321	297.46	305.2	301
Tipo de Suelo S3	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
IRI Final	287.20	288	292	287.5	294.1	290.2	267.46	270.9	277	273.6	282.6	274.8	282.11	284.2	294.1	276.6	291.2	277.9	310.28	293.9	317.3	302.27	301.3	305.8
Tipo de Suelo S4	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
IRI Final	288.73	285.6	292.7	289.1	293.5	292.8	266.43	267.9	275.8	277.1	279.1	276.3	278.78	280.5	292.4	279.7	287.9	288.2	315.56	294.4	336.6	303.1	312	321.9
Tipo de Suelo S5	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
IRI Final	282.29	280.2	287.3	284.2	290.4	291.1	257.62	263	270.2	272.8	284.2	278.3	271.33	281	293.2	289.2	296.3	289.6	295.47	300.9	329	294.9	325.4	339.9

Los valores resaltados indican que las estructuras sobrepasan los límites admisibles de desempeño.

1.13.6 Periodos de falla para cada criterio de desempeño

Tabla 147 Tiempo a partir del cual las estructuras superan los límites admisibles para cada modelo de deterioro

PERIODOS DE FALLA PARA CADA MODELO DE DETERIORO - (meses)																								
Tipo de Suelo S1	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
IRI Final																								
Fisuración longitudinal																			184.09					
Fisuración Piel de cocodrilo																								
Deformación CA															110.91						55.67		238.90	
Deformación Total															100.17				176.00	201.91	53.08		199.86	
Tipo de Suelo S2	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
IRI Final																					228.80			
Fisuración longitudinal													53.90	90.25		126.11	44.29	85.32	49.18	56.71	167.62	194.08	129.42	146.40
Fisuración Piel de cocodrilo																								
Deformación CA															112.27						58.24		162.33	216.17
Deformación Total															108.78				206.79	230.08	71.40	232.13	158.42	212.74
Tipo de Suelo S3	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
IRI Final																					239.22			
Fisuración longitudinal							151.74	84.85		130.41	127.10	136.06	39.70	34.93		40.29	42.53	40.78	48.18	49.25	81.25	33.48	35.78	24.64
Fisuración Piel de cocodrilo																								
Deformación CA															104.38						62.89	233.31	201.07	236.25
Deformación Total															113.66		164.21		229.03		82.46	218.04	204.87	220.33
Tipo de Suelo S4	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
IRI Final																					193.13			228.28
Fisuración longitudinal							64.22	61.54		78.46	85.46	140.11	27.02	24.16	105.57	22.82	29.66	22.75	15.54	11.48	58.55	9.83	12.13	14.19
Fisuración Piel de cocodrilo																			169.45		215.45			190.45
Deformación CA															107.50						53.92		136.07	191.92
Deformación Total															125.31						63.70	231.46	143.04	175.71

Tipo de Suelo S5	Nivel de Tráfico T1						Nivel de Tráfico T4						Nivel de Tráfico T6						Nivel de Tráfico T9					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
IRI Final																					209.54		219.13	193.69
Fisuración longitudinal							122.32	48.66		56.54	48.61	81.05	30.66	9.42	24.22	9.29	15.40	35.43	35.81	5.15	35.91	7.98	6.44	12.46
Fisuración Piel de cocodrilo																				228.95			191.90	125.45
Deformación CA															110.46		165.94				54.78	234.57	115.00	156.47
Deformación Total															127.46		156.58				73.15		115.08	145.09

Las casillas no resaltadas indican que la estructura llega al final de su periodo de diseño sin fallar por el modelo de deterioro tratado específicamente.