

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA,
UNAN – MANAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO “RURD”
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
CARRERA INGENIERIA CIVIL.**



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA**
UNAN - MANAGUA

Seminario de graduación para optar al título de ingeniero civil.

**“PROPUESTA DE ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO EN BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS
D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017”**

Autores:

Nº carnet

✓ Domingo Carlos Méndez Hernández	14715011
✓ Omar Salvador Castillo Alemán	14835747
✓ Carlos José Ayerdis Sequeira	14835660

• Tutor:
Ing. Francisco Ernesto Cuadra Chévez

• Asesor metodológico:
Msc. Gerardo Antonio Mendoza

Managua, marzo de 2018

DEDICATORA

Por: Domingo Carlos Méndez Hernández

A:

Ofrezco con sencillez, junto con mi honda admiración este trabajo a nuestro Dios padre todo poderoso y a nuestro salvador Jesucristo su hijo. Que son la fuente de vida de donde emanan todas las gracias para la humanidad.

A mis padres Vicente Anastasio Méndez Morales y Mercedes del Carmen Hernández Mayorga. Por instruirme siempre en mi camino brindándome todo el apoyo durante mis estudios, por enseñarme el respeto, la honradez y el carisma de servir a las personas que la necesitan y por darme todo un gran apoyo incondicional y considerarme uno de su orgullo de su vida.

Mis hijos, Xóchitl Fabiola Méndez Córdoba, Yareimy del Carmen Méndez Córdoba, Jean Carlos Méndez Córdoba. Por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Mi Esposa, por su comprensión en su momento. Y permitir culminar mis estudios.

A mis hermanos Érick, Roberto, Yader. Que han aportado un granito de arena para que yo concluyera con mis estudios universitarios. A mi hermana Mercedes, Juanita por haber sido una gran amiga en el tiempo que estuvimos juntos luchando en nuestros estudios para llegar a ser hombres y mujeres de bien con el propósito de enorgullecer a nuestros padres, gracias por la confianza que nos dieron para que todo el esfuerzo depositado en nosotros fuese de provecho.

Todos aquellos familiares y amigos que no mencione al momento de expresar esto. Ustedes saben que los tengo en mente.

Por: Omar Salvador Castillo Alemán.

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre Francisca Graciela Alemán Pérez, (QEPD) por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Mi padre Salvador Castillo, por haberme apoyado hasta el día de hoy.

Mis hijos, Norwing David Castillo Hernández, Adriana Guadalupe Castillo Rosales, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Mi Esposa, Maricela Rosales Vásquez, por haberme apoyado a seguir adelante y culminar mis estudios.

Mis hermanos, William Castillo Alemán, David Castillo Alemán, Guissel Castillo Alemán, por motivarme a seguir luchando para cumplir la meta.

Todos mis amigos, Domingo C. Méndez, Carlos Ayerdis, Arq. Douglas Gutiérrez, Leonardo Vargas, Santos José Hernández Martínez, por compartir los buenos y malos momentos.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

Por: Carlos José Ayerdis Sequeira.

A:

Jehová Dios, en nombre de Nuestro señor Jesucristo por concederme la vida y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre Sebastiana Sequeira, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por apoyarme en mi carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Mi padre Agustín Flores, por haberme apoyado hasta el día de hoy.

Mis hijos, Byron Rennie Ayerdis, David Agustín Ayerdis y Cesar Alexander Ayerdis, por estar conmigo y apoyarme siempre, a ellos mis triunfos que espero les sirva de inspiración y es el mejor legado para ellos.

Mis hermanos, Abel, Johana, Gabriella, Ajax, Ulises, Claudia y Aquiles por estar conmigo en todo momento y motivarme a seguir luchando para cumplir la meta.

Todos mis amigos, Omar Castillo Alemán, Domingo C. Méndez y a todos mis compañeros de estudio en esta etapa por compartir los buenos y malos momentos.

Al gobierno por apoyarnos a profesionalizarnos desde nuestros trabajos y a todos mis hermanos y amigos que han estado siempre conmigo apoyándome en no decaer en este proyecto tan importante tanto para mí como para la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Por: Domingo Carlos Méndez Hernández.

Agradezco a Dios padre todo poderoso por llenarme de muchas bendiciones, sabiduría y formar en mí una persona de bien y útil a la sociedad. Agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, (UNAN-MANAGUA), por haber tenido el honor de ser egresado de tan prestigiosa institución.

Al Decano. Marlon Díaz por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo y depositar su confianza y ayuda en momentos que más los necesitaba en mi vida.

Al Vice- Rector de Docencia. Hugo Gutiérrez por su apoyo en todo momento que me brido. Al acudir a sus consejos.

A mi equipo de trabajo y compañeros incondicionales, Omar Castillo, Carlos Ayerdis,

También quiero agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional me dieron ánimo para seguir adelante para este gran sueño que he culminado con su enseñanza.

A esa persona única en mi vida que me levantaron el ánimo cuando más lo necesite y me acompañó en todo momento en este trabajo y me apoyo con sus consejos para que le hiciera frente a la vida Universitaria. ¡Gracias!

Por: Omar Salvador Castillo Alemán.

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado. A la Alcaldía de Managua por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación por sus consejos, su enseñanza.

De igual manera agradecer a los diseñadores de la Alcaldía de Managua. Ing. Dayvis Vallejos, Ing. Juan Carlos Chávez, Arq. Douglas Gutiérrez. Del plantel de infraestructura de Managua.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que les encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Por Carlos José Ayerdis Sequeira.

En primer lugar, doy gracias a Dios Padre a través de nuestro Señor Jesucristo por permitirme llegar a la conclusión de mi trabajo final para conseguir la graduación de nuestra carrera de ingeniería Civil, en la prestigiosa universidad nacional Autónoma de Nicaragua a mi madre Sebastiana Sequeira Martínez, a mi padre Agustín Flores, a mi Familia por apoyarme, a mis profesores, a mis tutores como el Ing. A nuestro asesor metodológico y a todos los docentes que de manera muy particular nos condujeron por las sendas de la disciplina la responsabilidad y el sacrificio para coronar nuestras carreras.

Doy gracias por haber compartido con mis compañeros colegas de las distintas Alcaldías del País, a nuestro gobierno nacional Dirigido por el Compañero Comandante Daniel Ortega Saavedra y la Compañera Rosario Murillo, a los gobiernos locales y a la SINACAM por habernos seleccionados para emprender estos estudios de nivelación para profesionalizarnos y contribuir con los conocimientos adquiridos a emprender con calidad los proyectos que desde las distintas áreas desarrollamos en nuestras comunidades. Doy gracias a los distintos hermanos de las alcaldías que contribuyeron en brindarnos su apoyo técnico en la conclusión de nuestra tesis que estamos concluyendo.

Agradecer a mi equipo de trabajo como es son mis amigos Omar castillo y a Domingo Carlos por hacer equipo triunfador entre todos hasta la conclusión de esta encomiable tarea

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES.	2
3. JUSTIFICACION.	3
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	4
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
4.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
4.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
4.4. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
5. OBJETIVOS.	5
5.1. OBJETIVOS GENERALES.....	5
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	5
6. MARCO TEORICO.	6
6.1. PAVIMENTOS RÍGIDOS EN NICARAGUA.	6
6.1.2. CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO.	6
6.1.3. ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO.....	6
6.1.4. DISEÑOS UTILIZADOS EN NICARAGUA.	7
6.1.6. OBJETIVOS DE SELECCIÓN TÉCNICA Y DE TECNOLOGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA DE RODAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO.	9
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRÁULICO.	9
6.1.7. REQUISITO DE LOS AGREGADOS DE LA MEZCLA DE CONCRETO PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO.	10
6.1.8. RELACIÓN ENTRE RESISTENCIA Y RELACIÓN AGUA-MATERIAL CEMENTO.....	10
6.2. ESTUDIOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO. 11	
6.2.1. <i>Estudio de suelo</i>	11
6.2.2. <i>Ensayo Granulométrico</i>	12
6.2.3. <i>Ensayo del contenido de humedad</i>	14
6.2.4. <i>Ensayo de los límites de Atterberg</i>	15
6.2.5. <i>Ensayo de compactación Proctor</i>	17
6.2.6. <i>Ensayo de Valor Soporte California (CBR)</i>	18
6.2.7. ENSAYO DEL MÓDULO DE REACCIÓN (PLACA DE CARGA).	23
6.2.8. ENSAYO DE LOS AGREGADOS.....	26
6.2.9. ESTUDIOS DE SUELOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO.....	28

6.2.10. Módulo Resiliente (Mr).....	29
6.2.11. Evaluación de la base.....	31
6.2.12. Ensayos realizados al Concreto Hidráulico.....	31
6.2.13. Ensayo de Resistencia a la Flexión.	32
6.2.14. Estudio de Transito.....	33
6.2.15. Tipos de Tránsitos.	33
6.2.17. Variación de los Volúmenes de Transito.....	34
6.2.18. Patrones de los Volúmenes de Transito.	35
6.2.19. Estudio de Diseño Geométrico	36
6.2.20. Normas Generales para Alineamiento Horizontal.....	36
6.2.21. Normas Generales para el Alineamiento Vertical.	38
7. HIPOTESIS	39
8. DISEÑO METODOLOGICO.....	40
8.1. TIPO DE ESTUDIO.....	40
8.2. ÁREA DE ESTUDIO.	40
8.3. UNIVERSO Y MUESTRA.	40
8.5. PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN.	48
8.6. PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS.....	49
9. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	50
9.1. ESTUDIO DE CASO.....	50
9.2. EXTENSIÓN.....	50
9.3 CLIMA.	50
9.4. MACRO LOCALIZACIÓN DEL TRAMO DE 450 DEL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS.	51
9.5. DENSIDAD POBLACIONAL.....	53
9.6. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE RODAMIENTO EXISTENTE.	53
9.7. DERECHO DE VÍA Y OTRAS OBRAS	55
9.8. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS ACTUALES.	56
9.9. ESTADO FÍSICO DE LA VÍA.....	56
10.1. CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA SELECCIÓN DE MATERIALES Y ADITIVOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA DE RODAMIENTO DE PAVIMENTO RÍGIDO.	59
10.1.1. CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA SELECCIÓN DE MATERIALES Y ADITIVOS A UTILIZARSE EN UNA ESTRUCTURA DE RODAMIENTO CON TECNOLOGÍA DE CONCRETO HIDRÁULICO.....	59
10.1.2. Criterios para la selección del cemento portland.	59
10.1.3. Criterios físicos en la elección del cemento portland.	61
10.1.4. Criterios en la selección de los componentes y diseños de mezclas de concreto hidráulico.....	61

10.1.5. Criterios en la elección de las características de la mezcla.	62
10.1.6. Criterios en la elección de los aditivos a utilizarse en la mezcla.	64
10.1.7. Criterios tomando en cuenta la relación entre resistencia y relación agua cementante.	65
10.1.8. Criterios tomados en el curado del Concreto.	67

LOS ESTUDIOS TÉCNICOS INGENIERILES SON DE SUMA IMPORTANCIA PARA CONLLEVAR UN DISEÑO CORRECTO, TOMANDO LOS ESTUDIOS TÉCNICOS NECESARIOS, ESTUDIOS DE SUELO, ESTUDIO DE TRÁNSITO. 68

INTRODUCCIÓN.	69
10.2. TRABAJO DE CAMPO.	69
10.2.1. ESTUDIOS GEOLÓGICOS DE SUPERFICIE.	69
10.2.4. ESTUDIOS DE LABORATORIOS.	71
10.2.5. CLASIFICACIÓN HIGHWAY RESEARCH BOARD, O CLASIFICACIÓN AASHTO.	74
10.2.6. CAPACIDAD RELATIVA DE SOPORTE DEL SUELO.	75
10.2.7. ESTUDIOS DE SUELOS.	76
10.2.8. TRABAJO DE CAMPO.	76
10.2.9. TRABAJOS DE LABORATORIO.	76
10.2.10. CALIFORNIA BEARING RATIO.	77
10.2.11. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.	78
10.3. AFORO VEHICULAR.	83
10.3.1. VOLUMEN DE TRANSITO.	84
10.3.2. PERIODO DE DISEÑO.	84
10.3.3. FACTOR DE CRECIMIENTO ANUAL.	85
10.3.4. TIPOS DE TRÁNSITOS.	85
10.3.5. TIPOS DE VOLÚMENES DE TRANSITO.	85
10.3.6. VARIACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRANSITO.	85
10.3.7. PATRONES DE LOS VOLÚMENES DE TRANSITO.	86
10.3.8. CLASIFICACIÓN VEHICULAR.	87
10.3.9. VOLUMEN DE TRANSITO ABSOLUTO O TOTALES.	88
10.3.10. DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL DEL TRÁFICO.	89
10.3.11. EXPANSIÓN DE VOLÚMENES DE TRAFICO.	89
10.3.12. CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS CARRETERAS.	91
10.3.13. PERIODO DE DISEÑO.	91
10.3.14. PROYECCIONES DE TRÁNSITO.	93
10.3.15. TRATAMIENTO DE DISEÑO.	93
10.3.16. FACTOR DE CRECIMIENTO ANUAL (FCA).	93
10.3.17. FACTOR DIRECCIONAL (FD).	94

10.3.18. FACTOR CARRIL (FC).....	94
10.4 ESTUDIO DE DISEÑO GEOMÉTRICO.....	97
10.4.1 NORMAS GENERALES PARA ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	97
10.4.2. NORMAS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL.....	98
10.4.3. CRITERIOS PRINCIPALES DEL DISEÑO GEOMETRICO.....	99
10.4.5. VEHÍCULO DEL PROYECTO.....	102
10.4.6 VELOCIDAD.....	102
10.4.7. VELOCIDAD DE DISEÑO O VELOCIDAD DE PROYECTO.....	102
10.4.8. VELOCIDAD DE OPERACIÓN.....	103
10.4.9. VELOCIDAD DE MARCHA O RUEDO.....	103
10.4.10. LAS CAPACIDADES DE LA CARRETERA.....	105
10.4.11. COMPONENTES PRINCIPALES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO.....	106
10.4.12. PROPUESTA DE UNA ESTRUCTURA DE RODAMIENTO CON PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA VÍA PRINCIPAL DEL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS DEL D-III MUNICIPIO DE MANAGUA.....	107
10.4.13. METODOLOGÍA Y PRESENTACIÓN DE RESULTADO.....	108
10.4.14. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS AL DISEÑO.....	122
10.4.15. DISEÑO DE JUNTAS.....	123
11. INTEPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	130
12. CONCLUSIONES.....	134
13. RECOMENDACIONES.....	137
14. BIBLIOGRAFIA.....	138

INDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. (MASA ACUMULADA (MA) 6.2.1).....	14
ECUACIÓN 2. (PORCENTAJE DE FINO (F) 6.2.2).....	14
ECUACIÓN 3. (COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu) 6.2.3).....	14
ECUACIÓN 4. (COEFICIENTE DE CURVA (CC) 6.2.4)	14
ECUACIÓN 5. (6.2.5).....	15
ECUACIÓN 6. (6.2.6).....	17
ECUACIÓN 7. (6.2.7).....	18
ECUACIÓN 8. (6.2.8).....	18
ECUACIÓN 9. (6.2.9).....	22
ECUACIÓN 10. (6.2.10).....	22
ECUACIÓN 11. (6.2.11).....	23
ECUACIÓN 12. (6.2.12).....	23
ECUACIÓN 13. (PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (PRP) (%) 6.2.13)	26
ECUACIÓN 14. (PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (PAR) (%) 6.2.14)	26
ECUACIÓN 15. (PORCENTAJE QUE PASA CADA MALLA #4 (%) 6.2.15).....	26
ECUACIÓN 16. (MÓDULO DE FINURA 6.2.16).....	26
ECUACIÓN 17. (6.2.17).....	27
ECUACIÓN 18. (PORCENTAJE DE ABSORCIÓN 6.2.18).....	27
ECUACIÓN 19. (6.2.19).....	27
ECUACIÓN 20. (6.2.20).....	27
ECUACIÓN 21. (6.2.21).....	29
ECUACIÓN 22. (PARA CBR IGUAL O MENORES A 7.2% 6.2.22)	29
ECUACIÓN 23. (PARA CBR MAYOR A 7.2% E IGUAL O MAYOR A 20% 6.2.2)	29
ECUACIÓN 24. (PARA CBR MAYORES A 20% 6.2.24)	29
ECUACIÓN 25. (6.2.25).....	31
ECUACIÓN 26. (6.2.26).....	31
ECUACIÓN 27. (6.2.27).....	32
ECUACIÓN 28. (6.2.28).....	32
ECUACIÓN 29. (6.2.29).....	33
ECUACIÓN 30. (6.2.30).....	33
ECUACIÓN 31. (TRANSITO PROMEDIO DIARIO MENSUAL (TPDM) 6.2.31)	33
ECUACIÓN 32. (TRANSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS) 6.2.32)	33
ECUACIÓN 33. (6.2.33).....	34
ECUACIÓN 34. (6.2.34).....	34
ECUACIÓN 35. (6.2.35).....	34

ECUACIÓN 36. (6.2.36)	35
ECUACIÓN 37. (6.2.37)	35
ECUACIÓN 38. (6.2.38)	36
ECUACIÓN 39. (6.2.39)	36
ECUACIÓN 40. (LA EXPRESIÓN QUE DEFINE AL CBR, ES LA SIGUIENTE. 6.2.40)	75
ECUACIÓN 41. (6.2.41)	85
ECUACIÓN 42. (6.2.42)	86
ECUACIÓN 43.(6.2.43)	86
ECUACIÓN 44.(6.2.44)	86
ECUACIÓN 45. (6.2.45)	92
ECUACIÓN 46. (6.2.46)	94
ECUACIÓN 47. (10.4.1)	105
ECUACIÓN 48. (10.4.2)	106

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. (GEOMETRÍA DE LAS VÍAS CON PAVIMENTOS RÍGIDOS EN NICARAGUA. 6.1.5)....	8
TABLA 2. (NUMERACIÓN DE TAMICES 6.2.2).....	13
TABLA 3. (VALORES DE CBR PARA CAPAZ SUBYACENTE DE PAVIMENTO).....	22
TABLA 4. (RANGO DE VALORES "K" Y "CBR" PARA VARIOS TIPOS DE SUELOS. 6.2.7)....	24
TABLA 5. (RANGOS DE VALORES "K" "CBR" PARA VARIOS TIPOS DE SUELOS. 6.2.3).....	25
TABLA 6. (MÓDULO DE RESILIENCIA EN FUNCIÓN DEL CLIMA Y LA CALIDAD DE LA SUBRASANTE. 6.2.10)	29
TABLA 7. (ESPECIFICACIONES PARA EL CEMENTO PORTLAND ASTM C150. 10.1.2)	60
TABLA 8. (GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO FINO EN MEZCLA DE CONCRETO HIDRÁULICO. 10.1.5).....	62
TABLA 9. (CARACTERÍSTICAS DE AGUA UTILIZADA EN LAS MEZCLAS DE CONCRETO 10.1.7).....	66
TABLA 10. (TIPOS DE ENSAYOS 10.2.4).....	71
TABLA 11. (ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN (GRANULOMÉTRICO Y DE CONSISTENCIA) 10.2.5).....	72
TABLA 12. (ENSAYOS PARA AGREGADOS DE CONCRETO O MEZCLA ASFÁLTICA. 12.4) ..	73
TABLA 13. (ESPECIFICACIONES ASTM PARA ENSAYO DE SUELO 10.2.9)	76
TABLA 14. (RESULTADO CBR SEGÚN EL INFORME DE LABORATORIO DE (I.M.S) 10.2.11)	81
TABLA 15. (PERIODO DE DISEÑO EN DEPENDENCIA DE LA CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA. 10.3.12).....	92
TABLA 16. (10.3.18)	95
TABLA 17. (10.4.3).....	100
TABLA 18. (10.4.4).....	101
TABLA 19. (VELOCIDAD PROMEDIA DE RUEDO. 10.4.9).....	104
TABLA 20. (PERIODO DE DISEÑO SEGÚN CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE CONCRETO HIDRÁULICO. 10.4.12).....	107
TABLA 21. (TABLA QUE PROPORCIONA EL NUMERO DE EN UN EJE EN PARTICULAR, QUE LLEVARÍA A QUE LA LOSA FALLARA SEGÚN LA RELACIÓN (ESFUERZO/MR).....	112
TABLA 22. (COMPOSICIÓN DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND PARA PAVIMENTO SEGÚN LA RESISTENCIA. 6.1.6)	140
TABLA 23. (GRANULOMETRÍA PARA AGREGADOS FINO EN MEZCLA DE CONCRETO HIDRÁULICO. 6.1.7).....	140
TABLA 24. (RELACIÓN AGUA-CEMENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. 6.1.8).....	141

TABLA 25. (COMPOSICIÓN DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO PARA PAVIMENTO. 6.1.9).....	141
TABLA 26. (CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO. 10.2.5).....	147
TABLA 27. (RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS SONDEO MANUAL. 10.2.6).....	148
TABLA 28. (RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS SONDEO MANUAL. 10.2.6).....	149
TABLA 29. (INFORME DE PRUEBA DE CBR PARA LA MUESTRA #1. 10.2.7).....	150
TABLA 30. (INFORME DE PRUEBA DE CBR PARA LA MUESTRA #10. 10.2.8).....	151
TABLA 31. (INFORME DE PRUEBAS DE CBR PARA LA MUESTRA #13. 10.2.9).....	152
TABLA 32. (INFORME DE PRUEBA DE CBR PARA LA MUESTRA #14. 10.2.10).....	153
TABLA 33. (RESUMEN SEMANAL DE AFORO (12 HRS) 10.3)	154
TABLA 34. (ESTIMACIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO. 10.3.2).....	156
TABLA 35. (PESO MÁXIMO POR VEHÍCULO PERMISIBLES. 10.3.8)	157
TABLA 36. (FACTORES DE CRECIMIENTO DE TRAFICO. 10.3.16)	158
TABLA 37. (FACTORES DE CRECIMIENTO DE TRAFICO. 10.3.17)	158
TABLA 38. (FACTORES DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL. 10.3.18)	159
TABLA 39. (CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA VIAL PARA EL ÁREA DEL MUNICIPIO DE MANAGUA. 10.4.13)	194
TABLA 40. (RESUMEN DE ESPECIFICACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE JUNTAS. 10.4.14)	195
TABLA 41. (RECOMENDACIONES DE ESPACIO MÁXIMO PARA BARRAS DE AMARRE. 10.4.15).....	197
TABLA 42. (DIÁMETRO Y LONGITUDES RECOMENDADAS EN PASAJUNTAS. 10.4.16)	198

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CURVA DE FLUJO PARA DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO. FUENTE: (FONSECA 1998)	16
FIGURA 2. CURVA DE PENETRACIÓN PARA DISTINTOS TIPOS DE SUELOS. FUENTE: (CIVIL GEEKS, CAPACIDAD DE SOPORTE CBR DEL SUELO, 2016).	19
FIGURA 3. GRAFICA DETERMINACIÓN DE CBR.	21
FIGURA 4. ABACO PARA ESTIMAR EL MÓDULO RESILIENTE EFECTIVO. FUENTE; (SIECA, 2002).....	30
FIGURA 5. UBICACIÓN DEL SITIO.	51
FIGURA 6.	52
FIGURA 7. CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA.	54
FIGURA 8. ENTRADA A LA VÍA, COSTADO OESTE DEL HOSPITAL VÉLEZ PAIZ.	55
FIGURA 9. CONDICIONES FÍSICAS DE LA VÍA BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III.	57
FIGURA 10. CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO	109
FIGURA 11. <i>ESTRUCTURAS DE VÍAS TERRESTRES</i>	111
FIGURA 12. ESTACIÓN DE MAYOR COBERTURA 1802 SAN MARCOS, MASATEPE 2014..	113
FIGURA 13. RELACIÓN ENTRE LA CALIFICACIÓN DEL SUELO Y LOS VALORES DE C.B.R Y K	118
FIGURA 14. ESTRUCTURACIÓN DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS	119
FIGURA 15. ESTRUCTURACIÓN DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS	120
FIGURA 16. DIMENSIONAMIENTOS DE LAS JUNTAS.....	124
FIGURA 17. DIMENSIONAMIENTO DE LAS PASAJUNTAS	126
FIGURA 18. DIMENSIONAMIENTO DE LAS LOSAS Y SUS ELEMENTOS.....	126
FIGURA 19. ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS CON SUS ESPESORES.	128
FIGURA 20. SECCIÓN TÍPICA DE LA VÍA	129

ANEXOS. PAGINA 139

FIGURA 21. <i>DIAGRAMA GRANULOMÉTRICO SEMILOGARÍTMICA PARA ÁRIDOS</i>	142
FIGURA 22. <i>GRANULOMÉTRICA PARA ÁRIDOS</i>	142
FIGURA 23. <i>TAMAÑO RECOMENDADO DE MUESTRA DE ACUERDO AL TAMAÑO DEL AGREGADO</i>	143
FIGURA 24. <i>SECCIONES TÍPICAS SEGÚN TIPO DE VÍA</i>	143
FIGURA 25. <i>PARÁMETROS GEOMÉTRICOS SEGÚN EL TIPO DE VÍA. FUENTE:(REGLAMENTO VIAL DE LA ALCALDÍA DE MANAGUA)</i>	144
FIGURA 26. <i>CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA VIAL URBANO</i>	145
FIGURA 27. <i>CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA VIAL URBANO</i>	145
FIGURA 28. <i>PERIODO DE DISEÑO RECOMENDADO</i>	146
FIGURA 29. <i>ESTACIÓN DE MAYOR COBERTURA 1802</i>	155
FIGURA 30. <i>GEO REFERENCIAL SATELITAL</i>	199
FIGURA 31.	199
FIGURA 32.	200
FIGURA 33. <i>ESTADO ACTUAL DEL SITIÓ</i>	201
FIGURA 34.	201
FIGURA 35.	202
FIGURA 36.	202

1. INTRODUCCION.

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo el ante propuesta de un diseño geométrico, carpeta de rodamiento con pavimento rígido, resistente a la carga de tráfico que será inducido por otras arterias de calles cercanas a dicho proyecto para todo esto se proyecta para un periodo de vida útil en 20 años en la calle principal del barrio lomas de san judas, localizado en el D-III del municipio de Mangua, (PLANTEL DE BATAHOLA 2017). Sobre el conocimiento adquirido en la facultad con el departamento de construcción carrera de ingeniería civil de la UNAN – MANAGUA

Para el análisis de este ante proyecto se utilizará el método aplicado de las normas PCA, AASHTO, en relación con la propuesta de carpeta de rodamiento en concreto hidráulico como una medida de capacidad para brindar una superficie lisa y funcional para el usuario (AASHTO93).

El desarrollo de este documento de investigación tiene como propósito de dar los tipos de pavimentos y sus funciones, así mismo se describe de forma general cada uno de los pavimentos y criterios necesarios para la elaboración de la carpeta de rodamiento, así como las funciones de cada capa misma (SIECA, 2015).

Se indicará los materiales y agregados que deben ser usados en la carpeta de rodamiento de pavimento rígido. Por último, se abordarán los procedimientos y especificaciones para la propuesta de las mezclas y construcción, además, indicarán los equipos y herramientas requeridas para la construcción de este tipo de pavimento.

2. ANTECEDENTES.

De acuerdo a la expansión o desarrollo de la ciudad de Managua trae consigo la creación de centros poblacionales que generan la necesidad de crear nuevas vías de enlace para facilitar la movilidad de los usuarios, es decir que la ciudad de Managua ha evolucionado urbanísticamente y en términos económicos el sector comercio y servicio, ha experimentado un auge paulatino, siendo determinante la movilidad a través de la infraestructura vial, el tipo de revestimiento ha perdido la vida útil sumando a esto un programa de mantenimiento más apropiadas para conservar la estructura del rodamiento.

En la universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN – MANAGUA la facultad de ciencias e ingeniería desarrolla trabajos investigativos y monográficos sobre diseño de las estructuras de pavimento rígido en Nicaragua.

Según el inventario realizado por el MTI en el año 2017, Nicaragua tiene una red vial de aproximadamente 23,647 Km de carretera de los cuales solo el 12% esta pavimentado.

El pavimento que más es utilizado en Nicaragua es el pavimento flexible elaborado con mezcla asfáltica caliente.

Las zonas donde el volumen de transito está constituido por vehículos de carga se están construyendo con pavimento regido también en vías interurbanas donde se requiere que el pavimento dure muchos años.

3. JUSTIFICACION.

Con la elaboración de esta investigación en la calle principal del barrio lomas de san judas del D-III siendo acceso a futuro cercano del nuevo Hospital Occidental Dr. Fernando Vélez Paiz unas de las vías más importante de Managua que conecta la avenida Juan Pablo II con Carretera Sur y el barrio Frawley que recientemente se finalizó un proyecto similar a este para sufragar el congestionamiento que sufre hoy en día la ciudad capital por el aumento del parque vehicular así que con este método se da a conocer las alternativas constructivas y ventajas económicas que implica el uso del concreto hidráulico como método constructivo en las calles de Managua y así poder tener calles con más larga vida útil entre los 20 y 40 años (PLANTEL DE BATAHOLA 2017). El estado actual de la calle principal del barrio lomas de san judas es de carácter natural ya que con esto está más expuesta a los factores naturales como la erosión, escorrentía, y fuertes vientos que sufre la superficie de la calle que son atacada por estos factores antes mencionados (PLANTEL DE BATAHOLA 2017).

Este tramo de 450 metros de calle es utilizado actualmente solo por los pobladores cercano de la zona y por personas conocedoras de la intersección que los dirige a los puntos importantes para el libre acceso a otras zonas colindantes y céntrico del sector como Carretera Sur la Carretera Suburbana mediante el barrio Tierra Prometida conectando el barrio San Judas. Teniendo como derecho de vía de 23 metros que contempla en los alcances proyectado por la Alcaldía de Managua para proyectos de planes a futuro. (PLANTEL DE BATAHOLA 2017).

El ante propuesta de este proyecto vial con concreto hidráulico proporcionara el acceso con más afluencia y confort a los usuarios vehicular que se desplazaran por el nuevo paso a desnivel que actualmente se construye en la zona de Carretera Sur y peatones que transitan por el lugar. Así mismo mejorara la calidad de vida de los pobladores de barrio y del entorno (2017, VIALIDAD ALCALDIA DE MANAGUA).

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.

La vía principal del barrio lomas de san judas posee una longitud de 450 metros lineales y se encuentran en estado natural sin ningún tratamiento ni revestimiento. Es ocupada solo por desvió para los pobladores del lugar y acceso para los equipos que están en funciones de la construcción del nuevo Hospital Occidental Dr. Fernando Vélez Paiz pero por los factores climáticos esta vía está en deterioro y es casi imposible el tránsito de vehículos y peatones ya que en temporada lluviosa trae consigo en las corrientes sedimentos obstruyendo el paso en la misma es por eso se necesita este tipo de propuesta de carretera para mejorar el uso de la misma y garantizar el potencial de servicio que posee.

4.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

El barrio lomas de san judas de D-III posee una vía de 450mts que interconectan dos lugares de descongestionamiento vehicular para el sector como son el barrio san judas y carretera sur y su estado afecta tanto a conductores y peatones que deseen tomar esta ruta de fácil acceso para esos puntos antes mencionado para agilizar su destino.

4.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Con la ayuda de distintos métodos constructivos lograremos la propuesta de proyecto de vía del ante proyecto de 450 metros lineales de estructura pavimento rígido en el barrio lomas de san judas D-III del municipio de Managua 2017.

4.4. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.

Se tomará como criterio la selección de materiales y agregados a utilizar en la obra de la carpeta de rodamiento con la tecnología de concreto hidráulico y su debido estudio de suelo y tráfico necesarios, con ayuda del método PCA Y AASHTO 93.

5. OBJETIVOS.

5.1. OBJETIVOS GENERALES.

Proponer el ante proyecto de diseño geométrico de 450 metros lineales de estructura pavimento rígido en el barrio lomas de san judas D-III del municipio de Managua 2017 con los métodos PCA y AASHTO 93.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICO.

- ✓ Aplicar criterios para seleccionar los materiales y agregados que se utilizaran en la elaboración de la carpeta de rodamiento con concreto hidráulico.

- ✓ Realizar los estudios correspondientes como tráfico, suelo y diseño geométrico para la construcción de la carpeta de rodamiento con pavimento rígido.

- ✓ Diseñar una carpeta de rodamiento con pavimento rígido, resistente al volumen de carga que circulara en la vía principal del barrio lomas de san judas D-III Municipio de Managua, aplicando métodos. PCA Y AASHTO 93

6. MARCO TEORICO.

6.1. Pavimentos Rígidos en Nicaragua.

La red vial de Nicaragua hasta el 2009 estaba constituida por estructura de pavimento flexible, adoquinado, caminos revestidos y caminos de verano, sin embargo, en el 2009 se incorpora una nueva clasificación por tipo de superficie, el pavimento rígido utilizado concreto hidráulico simple esto se comenzó a utilizar en la zona norte debido a las condiciones climáticas. En los últimos años el auge del concreto hidráulico simple es notorio en los barrios de la capital y municipios donde se requiere un largo periodo de vida útil (MTI Anuario estadístico de transporte, 2017)

6.1.2. Clasificación de pavimento rígido.

Pavimento rígido sin refuerzo (concreto hidráulico simple): no posee armadura en losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño entre 2.5 y 4.5 m, las juntas pueden no tener dispositivo de transferencia de carga dovelas. El estudio se basa en este tipo de pavimento (SIECA, 2002).

Pavimento rígido con refuerzo consiste: En losas de concreto con espaciamiento mayores entre juntas de (6 y 36 m) y llevan armadura distribuidas en la losa a efectos de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción. (SIECA, 2002).

6.1.3. Elementos que integran la estructura de pavimento rígido.

- **Superficie de rodadura.**

Básicamente es una losa de concreto simple o amarrada, apoyada directamente sobre una base o subbase. Debido a su rigidez o alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de ruedas, dando como resultados tensiones muy bajas en la Subrasante (Fonseca, 1998).

- **BASE.**

Es una capa de muy alta estabilidad y densidad. Su principal propósito es el de distribuir los esfuerzos creados por las cargas rodantes que actúan sobre la superficie de rodamiento para los esfuerzos transmitidos a la Subrasante no sean tan grandes que den por resultado una excesiva deformación o desplazamiento de las capas de cimentación (FONCECA 1998).

- **Sub-rasante.**

La Subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. Su función es dar un apoyo razonablemente uniforme. Sin cambios bruscos en el valor soporte. (Rondón, 2015).

6.1.4. Diseños utilizados en Nicaragua.

En nuestro país el Ministerio de Transporte en Infraestructura, como ente normador en materia de infraestructura vial, cumple con las especificaciones técnicas y normas de diseño, establecida para nuestra región como son las de la SIECA y LA AASHTO.

Tabla 1 (Geometría de las Vías con Pavimentos Rígidos en Nicaragua. 6.1.5)

Características	Rango
Ancho de corona	7.6-10.9m
Ancho de calzada	6.7-8.4m
Derecho de vía	29.3-40m
Bombeo	2-3%
Velocidad de diseño	30-90 km/h
Pendiente máxima	3-8%
Pendiente ponderada	0.5-5.4%
Carga de puente	HS-20-44+25%

Fuente: (MTI, Manual para la revisión de diseño de pavimentos, 2009).

6.1.6. Objetivos de selección técnica y de tecnología en la construcción de la carpeta de rodamiento en pavimento rígido.

Diseño de mezclas de concreto hidráulico.

La mezcla de concreto debe diseñarse de acuerdo con la subsección 901 de las especificaciones generales de la AASHTO 1993. La mezcla diseñada deberá cumplir con los parámetros que se presentan en la tabla siguiente (ver Anexo, tabla 6.1.6) (2002 Portland Cement Association).

Elección de las características de la mezcla.

Antes que se pueda determinar las proporciones de la mezcla, se selecciona su característica considerándose el uso que se propone dar al concreto, las condiciones de exposición, tamaño y forma de los elementos y las propiedades físicas del concreto. (2002 Portland Cement Association).

Dosificación, mezclado, transporte y manejo del concreto.

Las especificaciones requieren normalmente que los materiales se midan para revolturas individuales con la siguiente precisión: material cementante $\pm 1\%$, agregados $\pm 2\%$, agua $\pm 1\%$ y aditivos $\pm 3\%$. (2002 Portland Cement Association).

6.1.7. Requisito de los agregados de la mezcla de concreto para el pavimento rígido.

Agregado fino.

Deberá cumplir con los requisitos específicos en AASHTO M-6, agregado fino para concreto de cemento portland. El módulo de finura (MF) debe de estar comprendido entre 2.3 y 3.1 debe arrojar un porcentaje de pérdida de un 10% máximo, cuando se usa SO_4Na_2 y de 15% máximo cuando se usa SO_4Mg . (2002 portland Cement Association). (Ver tabla 6.1.7).

Agregado grueso.

Deberá cumplir con los requisitos especificados en la AASHTO M80, la que indica que para la elaboración del concreto se recomienda que entre más grande sea el agregado grueso mejor, el concreto será más económico y mejor susceptible a los cambios volumétricos. (2002 Portland Cement Association)

6.1.8. Relación entre Resistencia y Relación Agua-Material Cemento.

Resistencia a la Compresión y Flexión.

El ACI-318 requiere que sea, por lo menos, 180kg/cm^2 o 17.5 MPa (2500 lb/pulg^2). Nicaragua prueba individual (promedio de los cilindros) puede tener resistencia de 36kg/cm^2 o 3.5 MPa (500 lb/pulg^2) inferior a la resistencia específica. (Civil geeks, 2015). La resistencia de diseño de concreto a la tensión por flexión ($S'c$) o el módulo de ruptura especificado a los 28 días se establecen para el proyecto en 640 psi (aproximadamente 45kg/cm^2). (Civil geeks, 2015).

Relación Agua-Material Cemento.

Se puede reducir aproximadamente 10kg/m^3 (20 lb/yd^3) para el agregado subangular, 20kg/m^3 (35 lb/yd^3) para grava con algunas partículas tributarias y 25kg/m^3 (45lb/yd^3) para grava redondeada, para que se obtenga el revestimiento enseñado (Rondón, 2015). (Ver anexo tabla 6.1.8).

Requisito para la clase y resistencia del concreto.

El concreto hidráulico para pavimento debe ser como promedio mínimo de 24.5 MPa (3500psi) y una resistencia a la flexión AASHTO T97 (ASTM C 78) promedio mínimo de 3.8 MPa (350psi). (Rondón, 2015). (Ver tabla 6.1.9).

6.2. Estudios técnicos para el diseño de una estructura de pavimento rígido.

6.2.1. Estudio de suelo

Los Ensayo de Laboratorio de suelo son de vital importancia para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, las cuales son su composición granulométrica, su estabilidad y su capacidad de soporte. Las propiedades de los suelos para subrasante, subbase y base son datos importantes para realizar los diseños de pavimentos flexibles y rígidos mediante los métodos AASHTO 93, PCA. Estos ensayos se acompañan de otros adicionales que son necesarios, los cuales son los siguientes:

- **Ensayo de granulometría.**
- **Ensayo de Contenido de Humedad.**
- **Ensayo de los Limites Atterberg.**
- **Proctor Estándar y Modificado.**
- **Ensayo del Valor Soporte California.**
- **Ensayo Modulo de Reacción.**
- **Ensayo Modulo Resiliente.**

6.2.2. Ensayo Granulométrico.

Existen diferentes procedimientos para la determinación de la composición granulométrica de un suelo. El procedimiento más común es el tamizado así también es posible su clasificación mediante los Sistemas de Clasificación de suelo AASHTO, SUCS y HRB.

Análisis de Tamices.

Para obtener la distribución de tamaños de las partículas se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente. El tamiz de tamaño más pequeño que se debe utilizar para este tipo de prueba es el tamiz N° 200. Los tamices tienen su numeración y abertura indicada en la tabla siguiente:

Tabla 2. (Numeración de Tamices 6.2.2)

N° Tamiz	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Fuente: (Rondón, 2015)

$$MA = MA_{\text{anterior}} + MA_{\text{actual}}$$

Ecuación 1. (Masa Acumulada (MA) 6.2.1)

$$\frac{\sum MA_{\text{Total}} - MA_{\text{por Tamiz}}}{\sum MA_{\text{Total}}}$$

Ecuación 2. (Porcentaje de Fino (F) 6.2.2)

La curva de distribución de tamaño de partículas puede ser utilizada para comparar diferentes sólidos. A partir de esta curva pueden determinarse también tres parámetros básicos de suelos que se usan para clasificar granular mente los suelos, estos tres parámetros son: Tamaño Efectivo, Coeficiente de Uniformidad, Coeficiente de Gradación.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Ecuación 3. (Coeficiente de Uniformidad (Cu) 6.2.3)

$$cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Ecuación 4. (Coeficiente de Curva (cc) 6.2.4)

D30: Diámetro Correspondiente al 30% más fino en la curva de distribución.

D60: Diámetro Correspondiente al 60% más fino en la curva de distribución.

6.2.3. Ensayo del contenido de humedad.

El método tradicional de determinación de la humedad del suelo en laboratorio es por medio del secado al horno, donde la humedad de un suelo es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua existente en una determinación masa de suelo y el peso de las partículas sólidas, o sea:

$$W\% = \frac{(WTara + WSueloHumedo) - (WTara + WSuelosecadoalhorno)}{(WTara + WSuelosecadoalhorno) - WTara} \times 100$$

Ecuación 5. Límite de Atterberg (6.2.5)

6.2.4. Ensayo de los límites de Atterberg.

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos a través de la transición entre los estados sólido, semisólidos, plásticos y líquidos, aunque su comportamiento varía a lo largo del tiempo.

- **Límite Líquido (LL):** Es el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso de la muestra, con la cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. De esta forma, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte y según Atterberg es de 25 g/cm².
- **Límite Plástico (LP):** Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra secado en el horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.
- **Límite de Contracción (LC):** Es el contenido de humedad entre los estados de consistencia semisólido y sólido. Esta propiedad se manifiesta cuando una pérdida de humedad no trae aparejado un cambio de volumen.
- El límite de contracción se utiliza para evaluar el comportamiento de cortes y terraplenes principalmente en el posible surgimiento de grietas.

Suelos con L.C. menor a 5%.

Suelos con L.C. entre 5% y 10%

Suelos con L.C. entre 10% y 15%

Suelos con L.C. mayor a 15%

Suelos Buenos

Suelos regulares

Suelos pobres

Suelos muy pobres

El límite es la frontera entre el estado líquido y el plástico; el límite plástico es la frontera entre el estado plástico y el semisólido y el límite de contracción separa el estado semisólido del sólido, a estos límites también se les conoce como límites de consistencia. Mediante estos límites de consistencia se puede conocer el tipo de suelo en estudio y dar una clasificación previa según la gráfica de plasticidad.

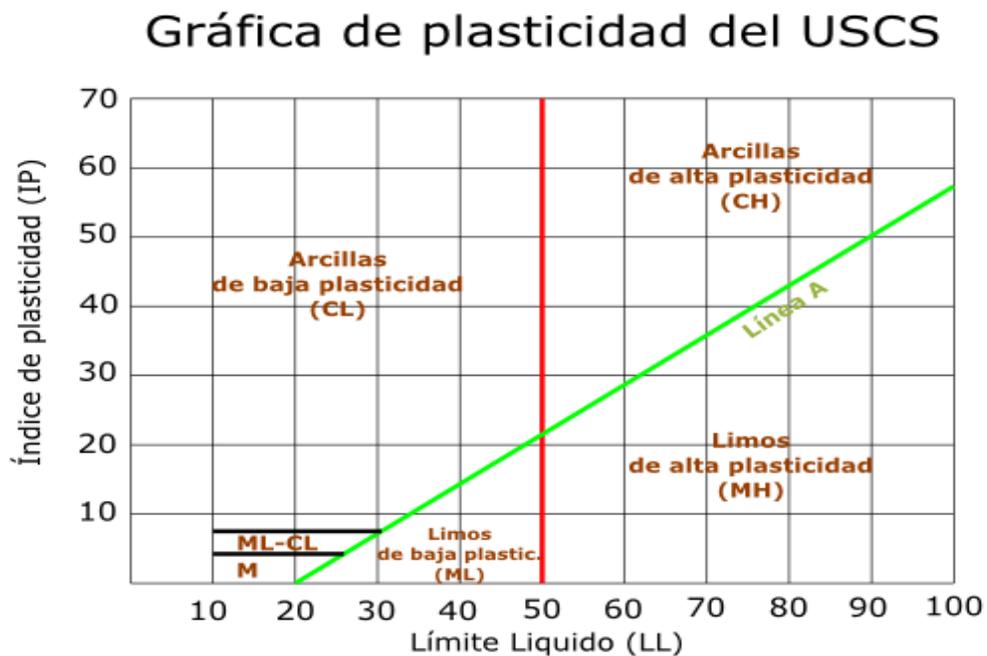


Figura 1. Curva de Flujo para Determinación del Límite Líquido. Fuente: (Fonseca 1998)

6.2.5. Ensayo de compactación Proctor.

Es uno de los más importantes de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno. A través de él es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con un grado de humedad, a una energía de compactación determinada. Existen dos tipos de ensayo Proctor normalizados; el “Ensayo Proctor Standard” y el “Ensayo Proctor Modificado”. La diferencia entre ambos se encuentra en la energía utilizada, la cual se modifica según el caso variando el número de golpe, el pisón (cambia altura y peso), el molde y número de capas. Ambos ensayos se deben al que les da nombre, Ralph R. Proctor (1933).

Prueba Proctor Standard.

La prueba Proctor estándar está dada por las normas ASTM D-698 Y AASHTO T-99, y consiste en compactar una muestra de suelo en un molde que tenga un volumen de 943.3cm³. El diámetro del molde es de 101.16mm (10.16cm). Durante la prueba de laboratorio el molde se une a una placa de base en la parte inferior y a una extensión en la parte superior. El suelo se mezcla con cantidades variables de agua y luego es compactado en tres capas iguales por un martillo que agrega 25 golpes a cada capa. El martillo debe pesar 24.4N (masa=2.5kg) y tener una caída de 304.8mm (30.488cm). Para cada prueba el peso unitario húmedo de compactación γ se puede calcular como:

$$\gamma = \frac{W}{\text{VolMolde}}$$

Ecuación 6. (6.2.6)

Dónde:

Ed = Peso Unitario Seco

γ = Peso Unitario de Compactación

W (%) = Porcentaje de Contenido de Humedad

Efectos del Esfuerzo de Compactación.

La energía de compactación por unidad de volumen “E” usada en la prueba Proctor Estándar se describe mediante la siguiente ecuación:

$$E = \frac{(NGC)(NC)(PM)(ACM)}{VolMolde}$$

Ecuación 7. (6.2.7)

Dónde: NGC = Numero de golpes por capa, NDC = Numero de capas,
ACM = Altura de Caída del Martillo. Volumen Molde = Vol. del Molde

6.2.6. Ensayo de Valor Soporte California (CBR).

El CBR de un material es en función de su densidad, textura, humedad de compactación, humedad después de la saturación, su “grado de alteración”, y su granulometría, normalmente se determinan a dos profundidades de penetración del pistón normalizado de 3pulg² de área (a 0,1 pulg. y a 0,2 pulg.), seccionando el mayor de dos valores

$$CBR = \frac{Carga Unitaria Ensayo}{Carga Unitaria Patron} \times 100\%$$

Ecuación 8. (6.2.8)

El procedimiento de ensayo CBR, ha sido normalizado por la ASTM D–1883 y por la AASHTO T–93, y en forma resumida. En la figura N° 2 se muestran curvas de penetración para distintos tipos de suelos.

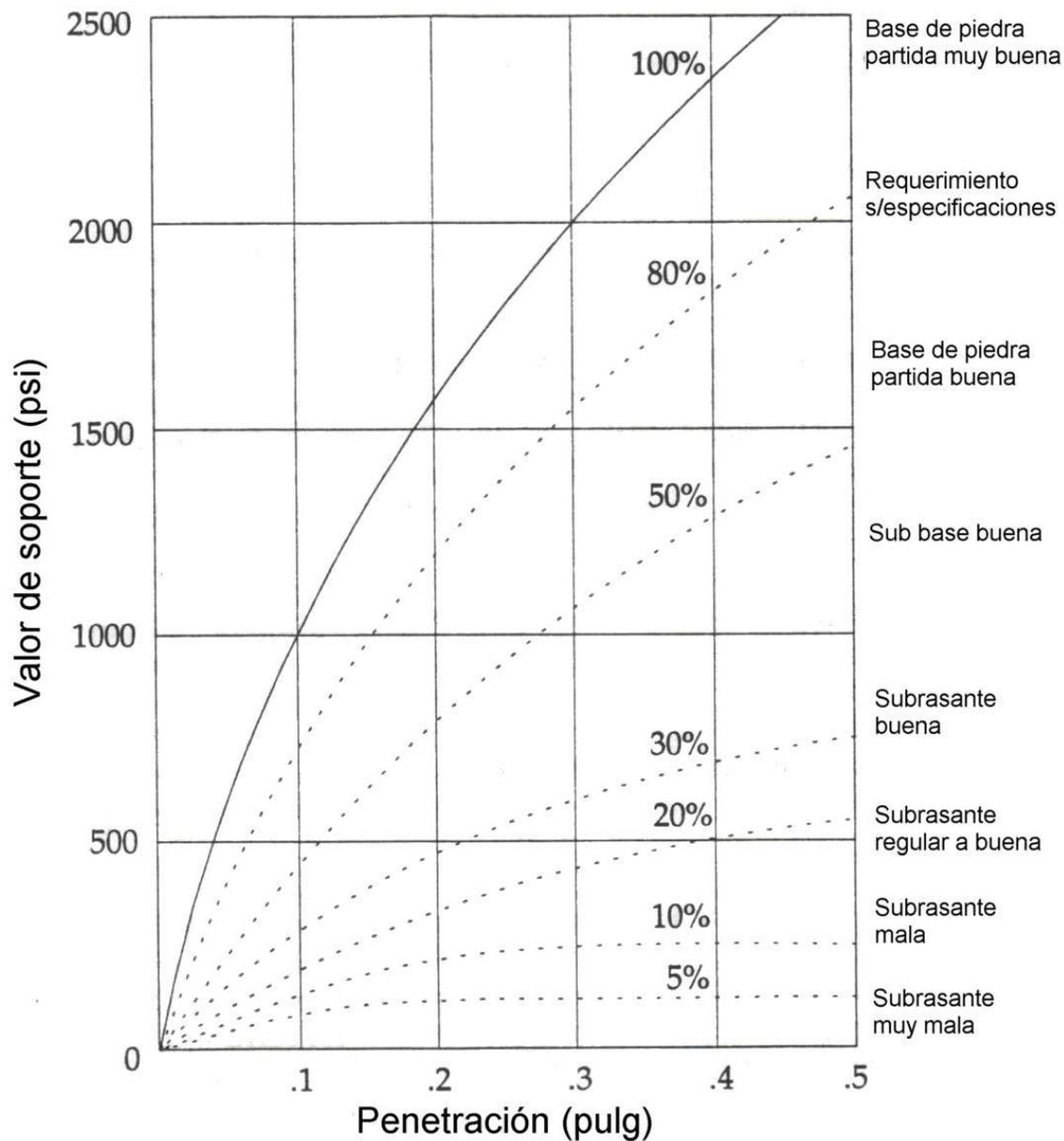


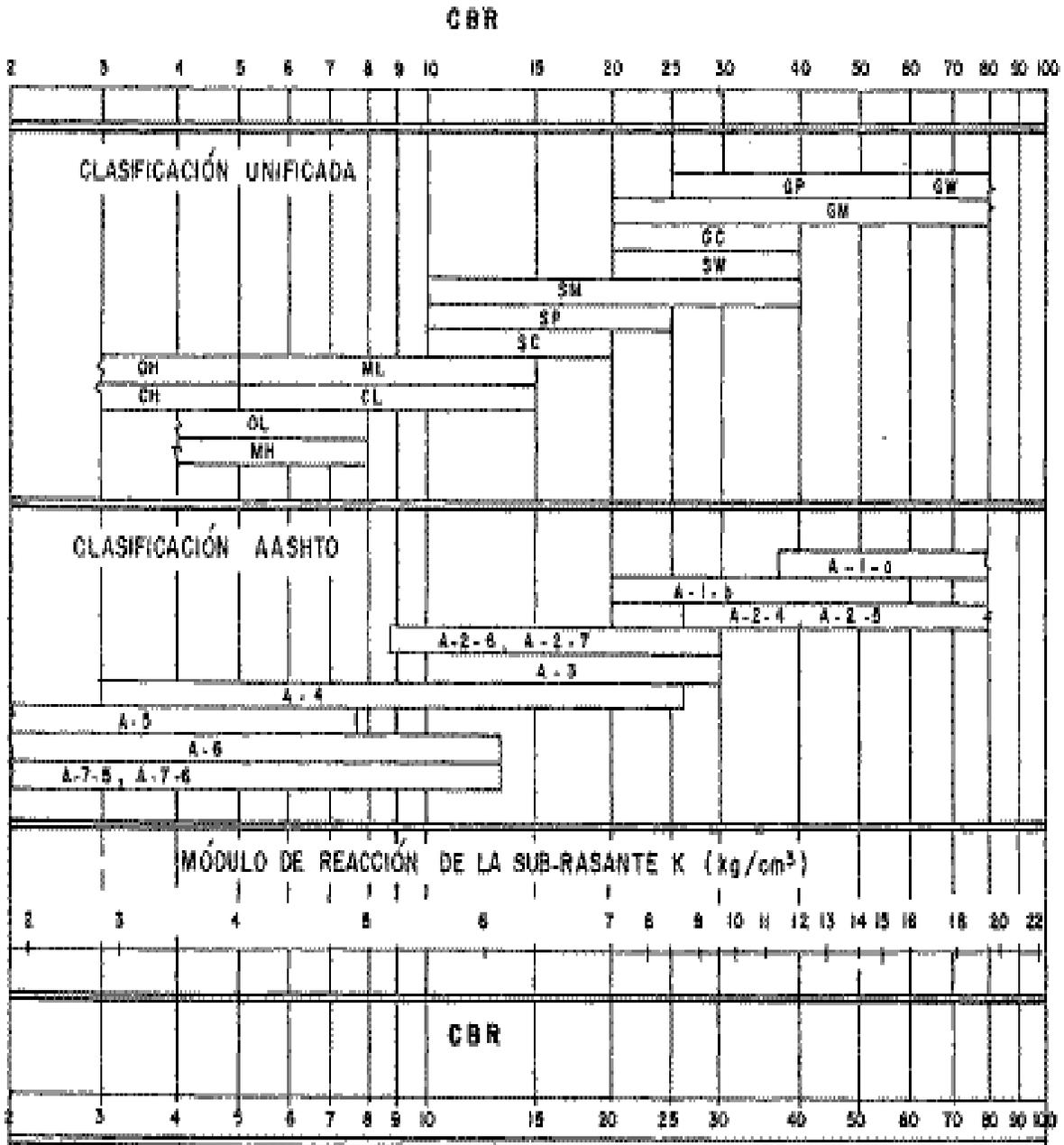
Figura 2. Curva de Penetración para Distintos tipos de Suelos. Fuente: (Civil Geeks, Capacidad de Soporte CBR del Suelo, 2016).

Para material de fundación es decir suelo fino: Realizar el ensayo de Densidad Humedad correspondiente al Proctor Estándar (AASHTO T–180). Para materiales de subbase y/o Base, es decir suelos gruesos y realizar el ensayo de Densidad Humedad correspondiente al Proctor Modificado (AASHTO T–180).

Procedimiento de realización del ensayo CBR.

- Compactación de tres muestras, cada una a la humedad optima determinación en el paso anterior, en un molde de dimensiones estándar de 15cm de ancho y aproximadamente 11,5cm de altura. Se emplea un martillo de 10lb de peso y de 18pulg de caída para compactar cada muestra en cinco (5) capas. Una briqueta se compacta con 56 golpes por capa. La otra con 25 golpes por capa, y la última con 12 golpes por capa. A cada una de estas muestras se le determinan su peso unitario seco. Las tres muestras se someten a un proceso de inmersión total durante cuatro días. Al final de los cuales se determina nuevamente su humedad.
- Previamente se ha determinado la variación en altura de las muestras. El incremento de altura multiplicado por cien (100) y dividido entre la inicial, se define como el “hinchamiento”. Durante el periodo de inmersión se coloca sobre cada muestra una sobrecarga de 10lb de peso.

Figura 3. Grafica Determinación de CBR.



Fuente: Fuente. Método AASTHO 93 para el estudio pavimentos rígidos

Tabla 3. (Valores de CBR para Capaz Subyacente de Pavimento)

CBR	Clasificación Cualitativa del Suelo	Uso
0-5	Mala	Sub-rasante
5-10	Regular	Sub-rasante
10-20	Buena	Sub-rasante
20-30	Muy Bueno	Sub-rasante
30-50	Buena	Sub-base
50-80	Buena	Base
80-100	Muy buena (Excelente)	Base

Fuente: (Universidad Católica del Norte, Chile, 2015).

- En algunas oportunidades no pueden ejecutarse los ensayos de CBR en cada una de las condiciones de humedad deseada. En estos casos se recurre a ecuaciones de correlación con las siguientes:

Módulo Resiliente Saturado=20 a 30% del Módulo Resiliente del Material en Estado

Ecuación 9. (6.2.9)

Módulo Resiliente Seco=1.6 Módulo Resiliente Húmedo

Ecuación 10. (6.2.10)

6.2.7. Ensayo del Módulo de Reacción (Placa de Carga).

Los ensayos de placa de carga permiten determinar las características de Resistencia – Deformación de un terreno.

- Determinación del módulo de reacción o coeficiente de Balastro (K) no corregido por saturación.

$$K_u = \frac{70kpa}{(DeflexionPromedio)(mm)} = (Mpa/mm)$$

Ecuación 11. (6.2.11)

- Determinación de las características de la curva carga contra deformación del suelo y obtención del coeficiente de Elasticidad del Suelo (E).

$$E = \left(\frac{q}{s}\right) \times \left(\frac{D}{4}\right) \times (1 - u) \times \pi$$

Ecuación 12. (6.2.12)

Dónde:

$\left(\frac{q}{s}\right)$ = tangente de la curva carga deformación del ensayo.

S= asiento de la placa producida por una carga “q” (cm), q= Carga aplicada (kg/cm²).

D= diámetro de la placa (cm), **U**= Coeficiente pisón del suelo.

Tabla 4. (Rango de Valores "K" y "CBR" para varios tipos de Suelos. 6.2.7)

Clasificacion AASHTO	Descripcion	Clasificacion sistema Unificado	Densidad Seca (lb/ft3)	CBR (%)	Valor K (Psi/in)
Suelos de Granos Gruesos					
A-1-a, Bien Graduada	Grava	GW, GP	125 - 140	60 - 80	300 - 450
A-1 - a, Pobremente Graduada			120 - 130	35- 60	300 - 400
A - 1 - b	Arena Gruesa	SW	110 - 130	20 - 40	200 - 400
A - 3	Arena Fina	SP	105 - 120	15 - 25	150 - 300
Suelos A - 2 (Materiales Granulares con Alto Contenido con Finos).					
A - 2 - 4, Gravoso	Grava Limosa	GM	130 - 145	40 - 80	300 - 500
A - 2 - 5, Gravoso	Grava Areno Limosa				
A - 2 - 4, Arenoso	Arena limosa	SM	120 - 135	20 - 40	300 - 400
A - 2 - 5, Arenoso	Arena Grava limosa				
A - 2 - 6, Gravoso	Grava Arcillosa	GC	120 - 140	20 - 40	200 - 450
A - 2 - 7, Gravoso	Grava Areno Arcillosa				

Fuente: (Fonseca 1998)

Tabla 5. (Rangos de Valores "K" "CBR" para varios tipos de Suelos. 6.2.3)

A - 2 - 6, Arenoso	Arcilla Arenosa	SC	105 - 130	10 - 20	150 - 350
A - 2 - 7, Arenoso	Arcilla Grava Arenosa				
Suelos de Grano Fino.					
A - 4	Limo	ML, OL	90 - 105	4 - 8	25 - 165
	Mezclas de Limo/Arena/Grava		100 - 125	5 - 15	40 - 220
A - 5	Limo mal Graduado	MH	80 - 100	4 - 8	25 - 190
A - 6	Arcilla Plastica	CL	100 - 125	5 - 15	25 - 255
A - 7 - 5	Arcilla Elastica, Moderadamente Plastica	CL, OL	90 - 125	4 - 15	25 - 215
A - 7 - 6	Arcilla Elastica Muy Pesada	CH, OH	80 - 110	3 - 5	40 - 220
Valor "k" de suelo de Grano Fino es Altamente Dependiente de Grado de saturacion.					

Fuente: (Fonseca 1998)

6.2.8. Ensayo de los Agregados.

Los agregados tienen dos usos principales dentro del campo de la ingeniería civil: Primero como material base para cimientos y pavimentos; También como ingredientes del concreto hidráulico. (SIECA, 2002).

Ensayo Granulométrico. Las especificaciones que rige este ensayo es la (ASTMC-136). Los resultados de los análisis granulométricos se dibujan en una gráfica Semilogarítmica (Ver Anexo fig. 4 y 5).

Peso Retenido (gr).

$$PRP = \frac{PR}{PT} \times 100$$

Ecuación 13. (Porcentaje Retenido Parcial (PRP) (%) 6.2.13)

$$PAR = PRA_{\text{anterior}} + PRP_{\text{actual}}$$

Ecuación 14. (Porcentaje Retenido Acumulado (PAR) (%) 6.2.14)

$$\%QP = 100 - PRA$$

Ecuación 15. (Porcentaje que pasa cada Malla #4 (%) 6.2.15)

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{Retenido Acumulado desde el tamiz N}^{\circ}4 \text{ hasta el N}^{\circ}100}{100}$$

Ecuación 16. (Módulo de Finura 6.2.16)

Ensayo del contenido de Humedad de los agregados. La especificación que detalla este ensayo es la (ASTM C 566–84). La determinación del contenido de humedad de los agregados gruesos y finos se realizan de la misma manera que para los suelos, con la acepción de los pesos recomendado a usar en el ensayo acorde a los tamaños máximos de las partículas, esto se muestra en la tabla siguiente. (Ver anexo fig. 6). (Fonseca, 1998).

Gravedad Específica y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso. La gravedad específica y la absorción de los áridos se determinan de acuerdo con la especificación ASTM C-127. (Fonseca, 1998).

$$G_s (\text{aparente}) = \frac{A}{B-C}$$

Ecuación 17. (6.2.17)

$$\text{Porcentaje Absorción} = \frac{B-A}{A} \times (100)$$

Ecuación 18. (Porcentaje de Absorción 6.2.18)

Dónde:

A: Peso Seco de la Muestra.

B: Peso de la muestra en condiciones de la saturada superficialmente seca.

Ensayo de los Pesos Unitarios Seco Suelto y Seco Compacto.

Los pesos unitarios secos suelto y secos compactos se calculan estrictamente en laboratorios empleando la siguiente ecuación: (Fonseca, 1998).

$$PVSS \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{(W_{\text{material suelto}} + W_{\text{recipiente}}) - (W_{\text{recipiente}})}{(V_{\text{recipiente}})}$$

Ecuación 19. (6.2.19)

Ensayo de Desgaste Mediante la Maquina de los Ángeles.

El ensayo de Abrasión Los Ángeles con especificaciones de diseño (ASTM C-131, C-535) evalúa la tenacidad y la resistencia a la abrasión de los agregados (Fonseca, 1998).

$$\text{Porcentaje}_{\text{desgaste}} = \left(\frac{P_1 - P_2}{P_1} \right) \times 100$$

Ecuación 20. (6.2.20)

Dónde:

P1: Masa de la muestra seca antes del ensayo,

P2: Masa de la muestra después del ensayo.

6.2.9. Estudios de suelos para la evaluación de los elementos que integran la estructura de Pavimento Rígido.

Evaluación de la Sub-Rasante.

Es la capa en la que se apoya la estructura de pavimento, la propiedad que define la característica de los materiales se conoce como módulo de Resiliencia esta propiedad depende de la granulometría, plasticidad, clasificación de los suelos, además de realizar ensayos de carga estática de baja deformación como estudios por CBR, ensayos de compresión simple, y determinación de los límites de Atterberg, (Rondón 2015). Los materiales preferentes para la Sub-Rasante son los suelos granulares según la AASHTO T-193 que no tenga características inferiores a los suelos que se encuentran presente en el tramo, de acuerdo con la AASHTO M-145. Grupo A-1: Mezclas bien graduadas de rocas trituradas o grava de gruesa a fina con un ligante no plástico o ligeramente plástico. Sin embargo, este grupo también incluye suelos gruesos sin ligante. (Rondón 2015)

Valores de CBR que indican la calidad del material que se debe de colocar en la base.

Un CBR de 0-5 indica que la Sub-Rasante es mala y que se debe remover o tratar el suelo con productos estabilizadores. Si el valor del CBR es de 5-10 indica que Sub-Rasante es regular y que se debe estabilizar, es decir, mejorar con productos estabilizadores. Si el valor del CBR es de 10-20 indica que el material existente es apto para ser usado como

Sub-Rasante y se clasifica como Sub-Rasante buena. Si el CBR está entre 20-30 el material es bueno, puede ser usado como Sub-Rasante y se clasifica como Sub-Rasante muy buena. (Método de Diseño de Pavimento Flexibles para vías de bajo volumen de tráfico. 1990).

6.2.10. Módulo Resiliente (Mr).

El módulo de elasticidad se denomina “Módulo Resiliente” (Mr se define como la relación entre esfuerzo repetido masivo (\emptyset) y la deformación axial recuperable (Σa) (SIECA, 2002).

$$Mr = \emptyset / \Sigma a$$

Ecuación 21. (6.2.21)

$$MR = 1.500 \times CBR$$

Ecuación 22. (Para CBR igual o Menores a 7.2% 6.2.22)

$$MR = 3.000 \times CBR^{0.65} \text{ (psi)}$$

Ecuación 23. (Para CBR mayor a 7.2% e igual o mayor a 20% 6.2.2)

$$MR = 4.326 \times \ln CBR + 241 \text{ (psi)}$$

Ecuación 24. (Para CBR mayores a 20% 6.2.24)

Tabla 6. (Módulo de Resiliencia en Función del Clima y la Calidad de la Subrasante. 6.2.10)

Clima	Valores Aproximados en Modulos de Resiliencia (Mr)				
	calidad Relativa del Material de Fundacion				
	Muy Pobre	Pobre	Regular	Bueno	Muy Bueno
Cálido - Humedo	2800	3700	5000	6800	9500
Arido - Seco	3200	4100	5600	7900	11700
valor de Mr en Libras por Pulgada Cuadrada (Psi)					

Fuente: (Ing. Gustavo Corredor, Apuntes de Pavimentos, 2004)

Proceso Alternativo para el Cálculo del Mr.

Se determina el Mr. para cada mes del año en campo y en laboratorio, el módulo Resiliente se debe ajustar. El Mr. se determina mediante el siguiente ábaco:

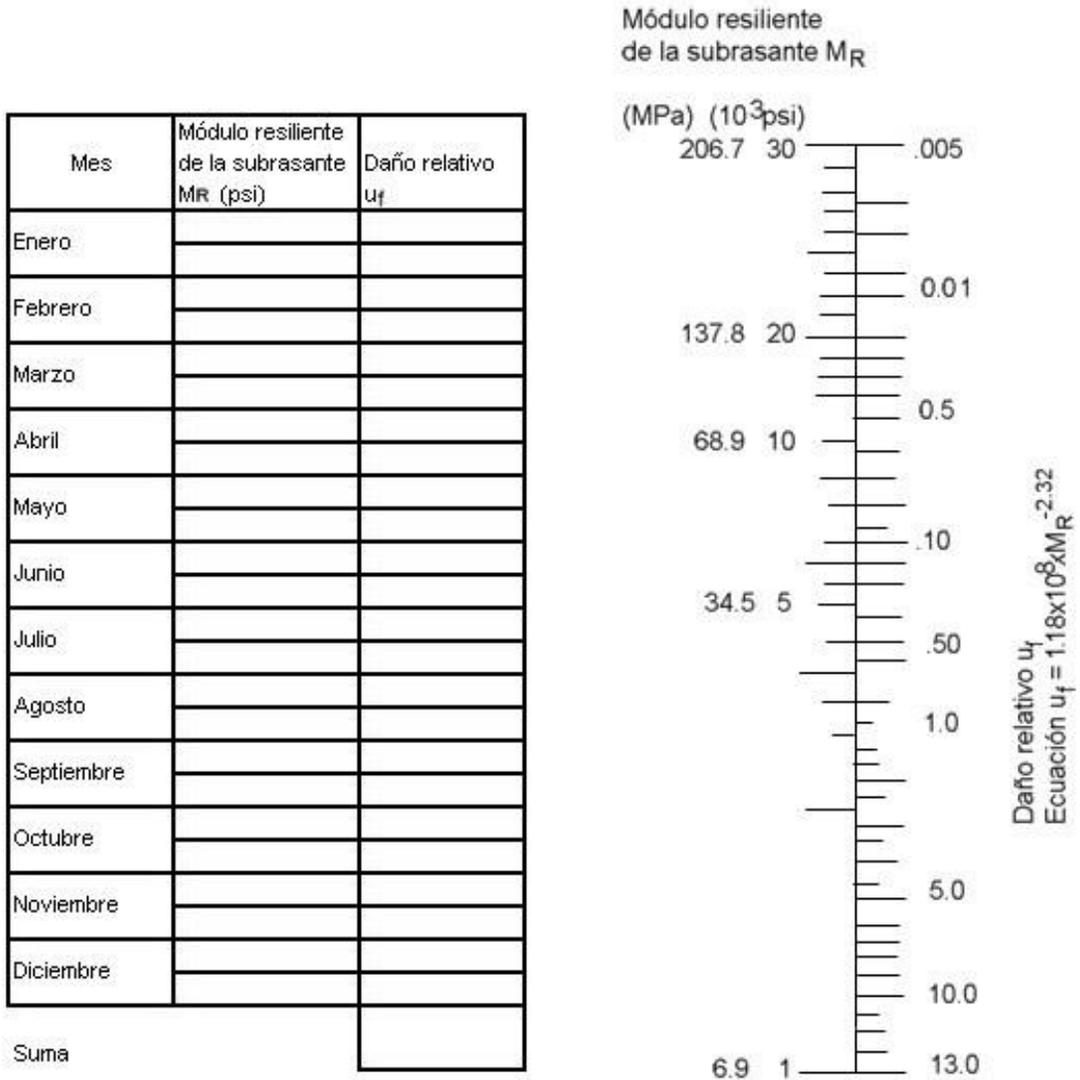


Figura 4. Abaco para Estimar el Módulo Resiliente Efectivo. Fuente; (SIECA, 2002)

Daño Relativo.

El Mr relativo de la Subrasante es la que corresponde al Uf promedio ya determinado y este es el valor que considerar en el diseño de un pavimento.

$$Uf = 1.18 \times 10^8 \times Mr^{2.32}$$

Ecuación 25. (6.2.25)

Módulo de Reacción o Coeficiente de Balastro (K).

Para los suelos de tipo A-6, el valor K depende del grado de saturación en que esto se encuentra, de acuerdo con los resultados del cálculo de humedad natural en el sitio.

6.2.11. Evaluación de la base.

Material constituido por piedra de buena calidad triturada y mezclada con material de relleno o bien por una combinación de piedras y grava con arena o suelo en estado natural. Debe cumplir con el valor soporte CBR para piedra triturada y grava, compactación AASHTO T-180 eh hinchamiento según AASHTO T-193 material libre de impureza y residuos orgánicos.

Valor de CBR que indican la calidad del material que se debe colocar en la base.

Un suelo con CBR de 50-80 se considera un suelo apto para ser utilizado como base sin embargo esto está en función del tránsito y de la importancia de la carretera por lo que se considera como base buena. Si el valor del CBR del material es de 80-100 se considera base muy buena y se utiliza en caso de que la carretera tenga un alto volumen de tránsito.

6.2.12. Ensayos realizados al Concreto Hidráulico.

Ensayo de Resistencia a la Compresión.

Los requerimientos para estructura de pavimento en 4000psi. (AASHTO T-193). La resistencia a la compresión se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$RC = \frac{P}{A}$$

Ecuación 26. (6.2.26)

Dónde:

P: Carga Máxima Aplicada (Kg).

A: Área de la Sección Transversal (Cm²)

RC: Resistencia a la Compresión del Cilindro en $\left(\frac{kg}{cm^2}\right)$

6.2.13. Ensayo de Resistencia a la Flexión.

La prueba de resistencia a la flexión (ASTM C-78) es importante para el diseño y la construcción de carreteras y pavimentos de concreto hidráulico, debido a que nos da un indicativo de cómo se comporta a la flexión el pavimento y donde sufrirá las grietas debido a la carga de los vehículos, (AASHTO-93)

$$R = \frac{M_c}{I} = \frac{P \times L}{b \times d^2}$$

Ecuación 27. (6.2.27)

Dónde:

R: Resistencia a la flexión (MPa, Psi), M: Momento Flector Máximo $\left(\frac{PL}{6}\right)$ (lb.plg).

c: (mm, pulg).

I: momento de inercia $\left(\frac{bh^4}{12}\right)$ (mm⁴, plg⁴).

$$R = (0.62 \text{ a } 0.83) \times (\sqrt{f'_c})(Mpa); \text{ para unidades del sistema internacional.}$$

$$R = (7.5 \text{ a } 10) \times (\sqrt{f'_c})(Psi); \text{ para unidades del sistema inglés.}$$

Ecuación 28. (6.2.28)

6.2.14. Estudio de Transito.

Volumen de Transito

Se define como el número de vehículos o peatones que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado de tiempo (SIECA, 2002). Y se expresa:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Ecuación 29. (6.2.29)

6.2.15. Tipos de Tránsitos.

Transito Promedio Diario.

Se define el volumen de transito diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día dividido entre el número de días del periodo (SIECA, 2002).

Transito Promedio Diario Anual.

El TPDA se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un periodo de un año.

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Ecuación 30. (6.2.30)

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

Ecuación 31. (Transito Promedio Diario Mensual (TPDM) 6.2.31)

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

Ecuación 32. (Transito Promedio Diario Semanal (TPDS) 6.2.32)

6.2.16 Tipos de Volúmenes de Transito.

Los volúmenes horarios se utilizan para proyectar detalles geométricos de la vía, efectuar análisis de circulación y regular el tránsito (SIECA, 2002).

Volumen horario de proyecto a tránsito de la hora pico o de punta (VHP).

La determinación de el volumen de tránsito de la hora pico o 30HD se grafica la curva de datos de volúmenes de transito horario registrado durante todo un año en una estación permanente de registro. (SIECA, 2002).

6.2.17. Variación de los Volúmenes de Transito.

Variación del volumen de tránsito en la hora máxima demandada.

La hora de máxima demanda, FHMD, o factor de hora pico, se define como el flujo máximo, que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora.

$$FHMD = \frac{VHMD}{N_{Qmax}}$$

Ecuación 33. (6.2.33)

Los periodos dentro de una hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10, 15. Minutos utilizándose este último como mayor frecuencia. El factor de la hora máxima demanda es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{MAX})} \text{ Para Periodos de 15 Min}$$

Ecuación 34. (6.2.34)

$$FHMD = \frac{VHMD}{12(Q_{MAX})} \text{ Para Periodos de 5 Min}$$

Ecuación 35. (6.2.35)

6.2.18. Patrones de los Volúmenes de Transito.

Volúmenes de Transito Futuro.

Los volúmenes de tránsitos futuros (TF), se derivan a partir del tránsito actual (TA), y del incremento del tránsito (IT), seleccionado se tiene que conocer que una carretera nueva se proyecta para 20 años. Para reconstrucción y rehabilitación se proyectan para 10 años. (Fonseca, 1998).

El Incremento del Tránsito (IT).

Es el volumen de transito que se espera use la carretera en el año futuro seleccionado como de proyecto. Este incremento se compone del crecimiento normal del tránsito. (CNT), del tránsito generado, (TG), y del tránsito desarrollado, (TD), por lo tanto, el crecimiento del tránsito, (IT) se expresa así:

$$IT = CNT + TG + TD$$

Ecuación 36. (6.2.36)

CNT: Crecimiento Normal del Tránsito.

TG: Tránsito Generado.

TD: Tránsito Desarrollado.

CNT: Crecimiento Normal de Tránsito.

Transito Desarrollado (TD).

En carreteras construidas con altas especificaciones, el suelo lateral tiene a desarrollarse más rápido de lo normal, generando un tránsito adicional el cual se considera como tránsito desarrollado, con valores de orden del 5% del tránsito actual. Se define por siguiente formula.

$$TD = 5\%TA$$

Ecuación 37. (6.2.37)

Factor de Proyección (FP).

El valor utilizado en el pronóstico del tránsito futuro para nuevas vías sobre la base de un periodo de proyecto de 20 años en el intervalo de 1.5 a 2.5 (Fonseca, 1998) para proyecciones de 20 años.

$$FP = \frac{TF}{TA}$$

Ecuación 38. (6.2.38)

Conocido (FP) el tránsito futuro (TF) se calcula de la siguiente forma

$$TF = FP(TA)$$

Ecuación 39. (6.2.39)

6.2.19. Estudio de Diseño Geométrico

Para la definición de los parámetros geométricos se utilizó el Manual de la SIECA y el Reglamento vial de la Alcaldía de Managua (Ver anexos fig. 7-fig 11).

6.2.20. Normas Generales para Alineamiento Horizontal.

Estas normas están reconocidas en la práctica y son importantes para lograr una circulación cómoda y segura entre las cuales se pueden citar las siguientes: (SIECA, 2002).

1. La seguridad de tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener la preferencia.
2. La topografía condicionada muy específicamente los radios de las curvaturas y velocidad de proyecto.
3. La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos por que con frecuencia la visibilidad requiere radios mayores que la visibilidad en sí.

4. El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible sin dejar de ser consistente con la topografía una línea que se adapta al terreno natural es preferible a otras con tangentes largas, pero con repelidos cortos y rellenos.

5. Para una velocidad de proyecto dada debe evitarse dentro de lo razonable, el uso de la curvatura máxima permisible. El proyectista debe tener en lo general a usar curvas suaves dejando las de la curvatura máxima permisible. El proyectista debe considerar, en lo general en Angulo central en cada curva debe de ser tan pequeño como lo permitan las condiciones físicas de manera que la carretera tenga el trazado más directo posible. Este ángulo central debe ser resuelto con las curvas más largas posibles.

6 Debe de procurarse un alineamiento uniforme que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o pasar repentinamente de tramos de curvas suaves u otras de curvas forzadas. Donde hay que introducir curvas cerradas, se hará la aproximación desde la zona de curvatura más suave, por medio de curvas cada vez más cerradas.

7 En rellenos altos y largos solo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura, pues es muy difícil para un conductor percibir alguna curva forzada y ajustar su velocidad a las condiciones prevalecientes.

6.2.21. Normas Generales para el Alineamiento Vertical.

En el perfil longitudinal de una carretera, la Sub-Rasante es la línea de referencia que define alineamiento vertical. La posición de la Sub-Rasante depende principalmente de la topografía de la zona atravesada, pero existen otros factores que deben considerarse (SIECA, 2002):

1. La condición topográfica del terreno que influye en diversas formas al definir la Sub-Rasante, así en terrenos planos, la altura de la Sub-Rasante sobre el terreno es regulada generalmente por el drenaje.
2. Una Sub-Rasantes suave con cambios graduales es consistente con el tipo de camino y el carácter del terreno, a esta clase de proyecto debe darse la preferencia, en lugar de uno con menores quiebres y pendientes de longitudes cortas, los valores de diseño son las pendientes máximas y la longitud crítica, pero la manera en que estos se aplican y se adaptan al terreno formando una línea continua, determina la adaptabilidad y la apariencia de grupo terminado.
3. Deberá evitarse la Sub-Rasante tipo “Montaña Rusa” o de presión escondida tales perfiles ocurren generalmente en alineaciones en planta relativamente rectas y donde el perfil de la carretera se ciñe mucho a la línea ondulada natural del terreno. Estos son estéticamente desagradable y peligrosas, las depresiones escondidas contribuyen a aumentar los accidentes en la maniobra de paso.

7. HIPOTESIS

Con la propuesta de una estructura de pavimento rígido, aplicando el método PCA en un tramo de vía de 450 metros del barrio Lomas de San Judas Distrito III del Municipio de Managua mejorara esta vía a usuarios y peatones por ende aumentara su importancia dentro del sistema vial de Managua. Esta calle está ubicada al oeste del Nuevo Hospital llamado Hospital Fernando Vélez Paiz y la propuesta que elevamos permitirá el acceso a este centro de servicios de manera ágil, rápida segura y adecuada para toda la población que concurra a buscar atención en términos de salud.

8. DISEÑO METODOLOGICO.

8.1. Tipo de Estudio.

El tipo de investigación es analítico por que recoge información de parámetros y cálculos que se realizan para el diseño de la propuesta de estructura de pavimento rígido. El tipo de enfoque es cuantitativo por los análisis y cálculos realizados para la propuesta de la estructura de pavimento.

8.2. Área de estudio.

El área de estudio está delimitada bajo el eje de la línea de investigación material y suelos para la construcción entrando en este punto los pavimentos rígidos.

8.3. Universo y Muestra.

El universo para determinar parámetros, variables y estudios técnicos para el Diseño de la propuesta de carpeta será el Distrito III de la ciudad de Managua, departamento de Managua.

La muestra para la realización del presente trabajo no es una muestra dependiente de la probabilística y está constituida por vía principal de 10350 m² del Barrio lomas de san judas D-III del Municipio de Managua.

8.4 Definición y Paralización de variables (MOVI).

Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariable o Dimensiones	Variable Operativa Indicador	Técnicas de recolección de Datos e Información y Actores Participantes.					
				Encuesta	Entrevista	G-Focal	Experimento	Lab	Análisis Documental.
1. Mencionar los criterios para la selección de materiales y aditivos a utilizarse en una carpeta de rodamiento construida con la Tecnología de Concreto Hidráulico.	criterios para la selección de materiales y aditivos	1.1 Normativa ASTM para material concreto y aditivo.	Estándares y especificaciones en formas de libros llamados normas ASTM (American Society for Testing and Materials) para materiales, que son utilizados en la construcción.						✓

		1.2 Manual del método de la PCA para el diseño y construcción de pavimentos rígidos.	Libros publicados por la asociación de cemento porland especificando criterios y estándares de calidad en materiales de carácter constructivo tanto en obras verticales como horizontales.						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariable O Dimensiones	Variable Operativa Indicador	Técnicas de recolección de Datos e Información y Actores Participantes.					
				Encuesta	Entrevista	G-Focal	Experimento	Lab	Analisis Documental.
2. Desarrollar los estudios técnicos correspondientes de suelo y tráfico, para el diseño de una carpeta de rodamiento con pavimento rígido.	Estudios Técnicos ingenieriles	2.1 Normativas de la AASHTO	Libros con normas de diseño y parámetros para la realización de estudios técnicos previos al diseño, estas desarrolladas por la organización AASHTO.					✓	✓

		2.2Reglamento de la SIECA (secretaria de integración económica Centroamérica).	Reglamento que rige el diseño geométrico vial y posee información sobre los estudios de tráfico y suelo a realizarse previo al diseño, el nombre del documento es "Manual Centroamerican o para diseño vial".						
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

		2.3 Anuario de Trafico y Manual de diseño de infraestructura vial del MTI	Publicaciones anuales del Mti (Ministerio de transporte e infraestructura) de Nicaragua donde se recopilan resultados de aforos y recomendacion es técnicas para los estudios de transito necesarios en el diseño de una estructura de pavimento.						
--	--	---	---	--	--	--	--	--	--

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariable o Dimensiones	Variable Operativa Indicador	Tecnicas de recolección de Datos e Información y Actores Participantes.					
				Encuesta	Entrevista	G-Focal	Experimento	Lab	Analisis Documental.
3. Diseñar una estructura de rodamiento con pavimento rígido, resistente al volumen de tráfico que circula en la vía principal del Barrio Lomas de San Judas del D-III Municipio de Managua, aplicando	Diseño de la estructura de pavimento Rígido.	3.1 normativa de la AASTHO 93.	Método desarrollado por la organización AASTHO (American Association Of State Highway And Transportation Officials) para diseño de		✓				✓

8.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Entrevista. Utilizada como técnica para el desarrollo de la presente investigación en desarrollo en este caso fue definida con anticipación delimitando los ejes centrales de interés siendo estos el diseño estructural de pavimento rígido y el diseño geométrico propuesto para la vía de 450m en el barrio Lomas de San Judas, los entrevistados fueron el Ing. Dayvis Vallejos Ruiz diseñador vial con Maestría en Diseño de pavimentos del plantel de Infraestructura de Managua, y el Ing. Juan Carlos Chávez especialistas en Diseños Horizontales y estructuras de pavimentos de ALMA (Alcaldía de Mangua).

Observación en campo del participante.

Esta técnica se utilizó periódicamente desde el inicio al final de la recolección de datos siendo como punto central recolectar información para conocer, la problemática, condiciones que enfrenta la vía en estudio, y para dar una noción del diseño y materiales adecuados que poseerá la estructura de pavimentos rígido planteada como solución en el presente trabajo investigativo.

Revisión Bibliográfica.

Para el desarrollo de la presente investigación se contó con una amplio y concreto apoyo bibliográfico iniciándose con la Normativa ASTM y Normativa AASTHO para definir criterios para los materiales constituyentes de la estructura de pavimentos rígidos, libros como pavimentos Materiales de Construcción y diseño en conjunto con Normativas del PCA, el Manual centroamericano SIECA y el Anuario estadístico de Trafico e Informe vial de Nicaragua del MTI , definirán criterios, aspectos y procedimientos específicos para la realización de los estudios técnicos ingenieriles previos al diseño. Para el diseño de pavimentos rígidos se utilizó la bibliografía el Método PCA y ASTHOO93, el libro Ingeniería Pavimentos de Fonseca Alfonso Montejo, y el Manual de diseño de pavimentos rígidos que servirán de guía para el correcto y eficiente diseño de la estructura de pavimento rígido a desarrollarse en el presente trabajo Investigativo.

Revisión documentación e Información Digital.

Esta se basará en el enfoque en el estudio técnico diseño geométrico y el diseño de la estructura de pavimentos rígidos, esto por medio de manuales y tutoriales para conocer la utilización del CIVIL3D.

8.5. Procedimientos para la recolección de Datos e Información.

El proceso de recolección de datos se llevará a cabo utilizando las técnicas de recolección ya antes mencionadas, pero siguiendo un orden cronológico coherente para obtener la mayor eficiencia en el proceso.

- La primera técnica en emplearse será una combinación en conjunto de la observación en campo y la entrevista en la vía en estado natural de 450 m en el barrio Lomas de san Judas del D-III de Managua, identificar la problemática factores y condiciones de la muestra en estudio y de las entrevistas a ingenieros diseñadores viales del plantel de Infraestructura y la Alcaldía de Managua.

- La próxima utilización será la revisión bibliográfica y la entrevista estas para acompañarse del análisis de laboratorio y por medio de software como CIVIL 3D Y AUTOCAD nos brinde como finalización los estudios técnicos ingenieriles necesarios previos al diseño.

- El siguiente procedimiento será la combinación de la revisión bibliográfica para combinar conocimientos teóricos para obtener el diseño final de la estructura.

8.6. Plan de tabulación y análisis.

El análisis de las variables se hará bajo guía principal de cada objetivo específico siguiendo el presente orden:

La primera variable es criterios para la selección de materiales y aditivos de origen cualitativo y se analizarán los resultados por medio de estadística para seleccionar los materiales y aditivos que componen una estructura de pavimento rígido.

Como segunda variable se tiene los estudios técnicos ingenieriles, esta es de origen cuantitativa y cualitativa ya que se describirán los procedimientos de laboratorio para los estudios de suelo, tráfico y diseño vial y se obtendrán datos numéricos concretos que servirán como parámetros para el posterior diseño de la estructura de pavimento rígido se describirán además por tablas, para saber variaciones y categorías obtenidos en los estudios pasados.

La tercera variable es Diseño de la estructura de pavimento rígido es una variable cuantitativa ya que se obtendrán datos numéricos que describirán las características y parámetros de diseño de pavimento rígido planteado y también se utilizarán tablas de resultados para mostrar las variaciones en el diseño elaborado por el Método PCA, AASTHOO93.

9. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

9.1. Estudio de Caso.

Diseño de la estructura de pavimento rígido de la vía colectora secundaria del barrio Lomas de san judas del D-III.

9.2. Extensión.

El Proyecto se localiza en la parte sur de la Ciudad de Managua, en el costado oeste del Nuevo Hospital Fernando Vélez Paíz, sobre la intersección pista Juan Pablo II (longitud de 450 m), entre el Barrio Lomas de San Judas y Barrio Frawley.

9.3 Clima.

La temperatura promedio anual del aire en esa región es de 79. 97°F. La precipitación media anual es de 8.81" y la velocidad de viento promedio anual es de 8.94 Millas/hora. Estos datos fueron monitoreados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) en esa región durante todo el año de 2015 y son los que se utilizaran para el diseño de las estructuras de pavimento con concreto Hidráulico.

9.4. Macro localización del tramo de 450 del barrio lomas de san judas.

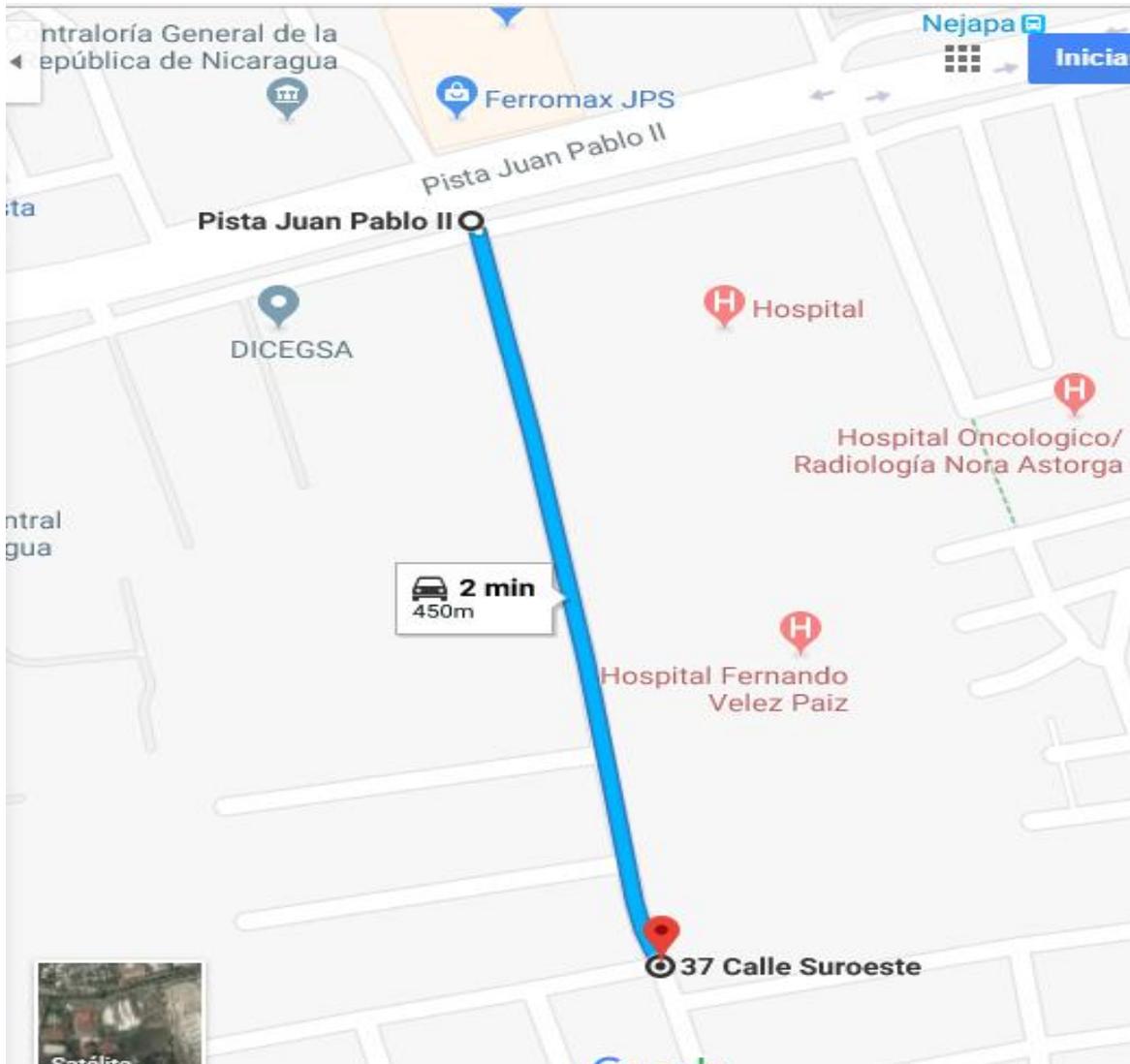


Figura 5. Ubicación del Sitio.

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

POSICION SATELITAL.

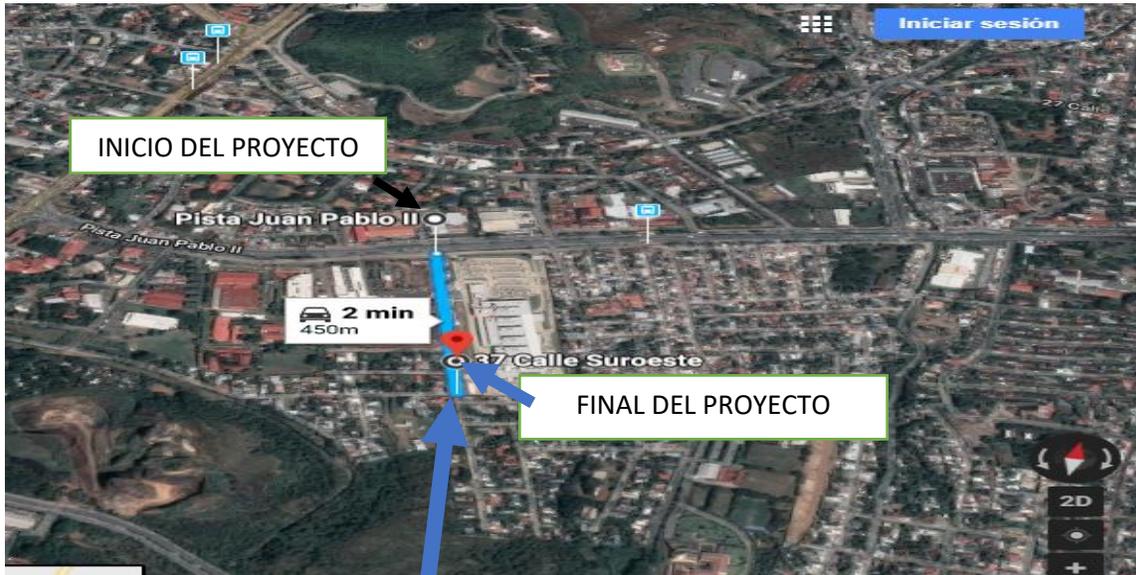
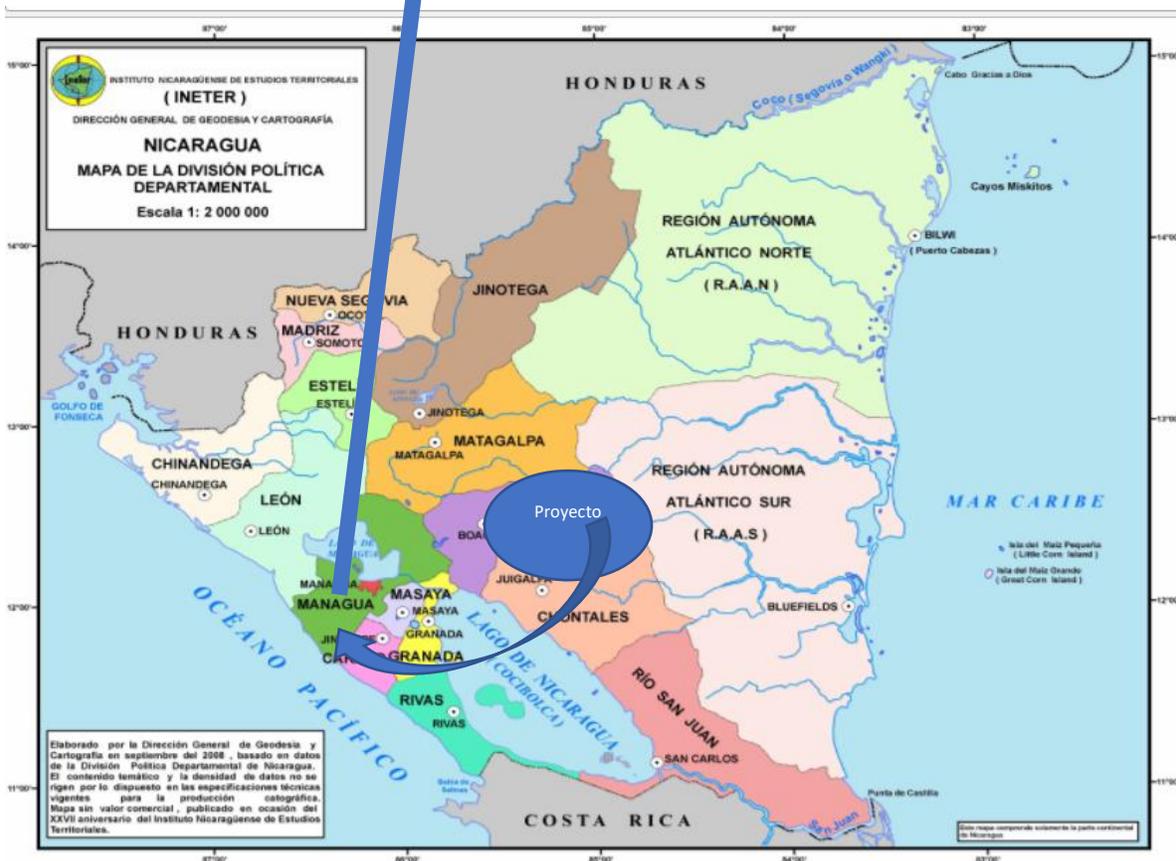


Figura 6.



9.5. Densidad poblacional.

Este proyecto está ubicado en el D-III en el barrio Lomas de San Judas y es considerada la vía principal del mismo está conformada por 372 familias, según un censo elaborada por la alcaldía de Managua en conjunto de la dirección de formulación de proyectos del mismo ente público.

9.6. Descripción de la estructura de rodamiento existente.

La estructura de pavimento existente consiste en una superficie de rodamiento en terreno natural compuesta por material de buena a regular capacidad de soporte (suelos gravosos, arenosos y limosos). No posee ninguna estructura hidráulica como cunetas, ni andenes.

Se ha encontrado de manera general las siguientes observaciones en relación al camino:

- El ancho de rodamiento de la superficie existente corresponda a 1 vía de Suelo natural de doble sentido de carriles.
- Capa de rodamiento existente es rustica, muy deteriorada, con un sistema de alcantarillas rasantes y rebosantes de aguas negras que corren sobre la superficie, es una calle muy mala y de difícil acceso después de los inviernos, que la vuelve una prioridad para la alcaldía para ponerla accesible al tráfico de peatones y vehículos que circulan hacia el barrio san judas buscando la Suburbana y la carreta sur vía barrio Frawley
- Existencia de los servicios básicos y sistemas de alcantarillados sanitarios, deficientes.
- Falta de drenaje y mantenimiento que ocasiona severos daños (grietas longitudinales y transversales, cárcavas, etc.) en la calzada del camino en épocas de invierno.

En general, son un costo de mantenimiento para la alcaldía de Managua, siendo lo más viable la realización de este proyecto para beneficio de la comunidad, ambiente sano para el Hospital colindante y bajos para la alcaldía de Managua



Figura 7. Condiciones Actuales de la Vía.

Fuente: Elaboración propia del autor.

9.7. Derecho de Vía y otras obras

En el proyecto se observa la existencia de un derecho de vía de 23m de amplio, de acuerdo a la concepción del proyecto se espera que no exista problemas con relación al derecho de vía especificada en el reglamento vial de Nicaragua de la alcaldía de Managua, que especifica que la sección típica de una vía es de 3.65m clasificando la carretera como una colectoras secundaria.

Si bien es cierto los volúmenes de tráfico justifican esta clasificación, el mal estado del camino e importancia estratégica también poseen factores influyentes en su clasificación las cual será más relevante como proyecto de desarrollo del país como es el paso a desnivel de las piedrecitas, intercepción 7 sur en este orden de ideas una clasificación colectoras secundaria es adecuada para este tramo.



Figura 8. Entrada a la Vía, Costado Oeste del Hospital Vélez Paiz.

Fuente: Elaboración propia del autor.

9.8. Características geométricas actuales.

La carretera discurre mayoritariamente a través de una topografía plana, con pocos sectores ligeramente ondulados. El alineamiento horizontal está constituido por curvas y tangentes lo que propicia el desarrollo de velocidad Máxima de 45 Km/h. En lo que respecta al alineamiento vertical no se presenta pendientes fuertes, siendo el rango de pendientes de 0.5% al 3%. El derecho de vía es amplio teniendo 23 metros y el ancho del camino actual (calzada) es superior a los 8 metros.

9.9. Estado físico de la vía.

Básicamente la estructura del camino no tiene subbase ni base, solo una superficie de suelo natural y en mal estado.

La superficie de rodamiento se encuentra deteriorada, presentando algunas zonas inestables, baches y en partes hay rasgos de material granular y material fino, lo que ocasiona grandes molestias al usuario y tiempos de recorridos excesivos.

Considerando los datos de los aforos de tráfico el vehículo representativo de la composición del tránsito es el liviano de eje simples y el liviano de carga en conjunto con el C2, no obstante, con el objeto de proveer una mayor seguridad y comodidad a los usuarios según la designación del PCA y la AASHTOO Se toma el C2.

Ancho de corona (23 metros): La distribución de los metros de corona es la siguiente 4.0 metros de andén. 4.40 de boulevard, 7.30 metros de rodamiento a ambos lados. Se consideró la necesidad de la reubicación de más de 30 familias apostadas en el borde este de la vía que representan para el nuevo Hospital un factor de condiciones no aptas para vivir, siempre y cuando el gobierno concilie con los asentados y puedan de acuerdo con las condiciones económicas futuras la reubicación para estos habitantes para llevar adelante esta propuesta para convertir este lugar en una vía de 2 carriles en ambos sentidos.

Ancho de rodamiento 14.60 metros en urbana es el factor que más influye en el costo, pero también garantizar seguridad y comodidad al usuario.

Derecho de Vía: El derecho de Vía se fijó en una franja de 50 metros (25 metros a cada lado del eje de la carretera) en correspondencia con lo establecido en las

Normas SIECA, las cuales establecen un derecho de vía entre 40 y 50 metros. Se utilizó el rango inferior considerando que la carretera es una troncal secundaria y no una carretera principal, que justifica un derecho de vía de 50 metros.



Figura 9. Condiciones Físicas de la Vía Barrio Lomas de San Judas D-III.

Fuente: Elaboración propia del autor.

Capítulo I:



Los criterios para la selección de materiales y aditivos para la construcción de pavimento rígido es uno de las variables más importante en el diseño de una vía ya que se deben de conocer los parámetros correctos.

10.1. Criterios técnicos para la selección de materiales y aditivos en la construcción de la carpeta de rodamiento de pavimento rígido.

Los criterios para la selección de materiales y aditivos para la construcción de pavimentos rígidos es una de las variables más importantes en el diseño de una vía, ya que se debe de conocer que parámetros correctos tendrá la estructura de pavimento para obtener la máxima eficiencia desde simples recomendaciones constructivas hasta parámetros que deben cumplirse con exigencia para que los materiales tengan la más adecuada operación, lo anterior vinculado a los diseños y estudios técnicos ingenieriles nos brindaran una estructura de pavimento eficiente.

10.1.1. Criterios técnicos para la selección de materiales y aditivos a utilizarse en una estructura de rodamiento con tecnología de concreto hidráulico.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en la recolección de los principales parámetros, para establecer criterios para la selección de los materiales constructivos y aditivos a utilizarse en la construcción de pavimentos con tecnología de concreto hidráulico específicamente en la capa de rodamiento, esto nos permitió obtener de manera resumida que factores principales se toman en cuenta como indicadores de calidad y utilidad que brindaran mayor eficiencia al implementarse en los pavimentos rígidos.

10.1.2. Criterios para la selección del cemento portland.

- Los cementos hidráulicos deben ajustarse a las normas AASHTO M-85 para los cementos portland y a las normas AASHTO M-240, para cementos hidráulicos mezclados. Debe cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla

Tabla 7. (Especificaciones para el Cemento Portland ASTM C150. 10.1.2)

Requisito	Valor
Oxido de magnesio (MgO), Max%	6.0.
Trióxido de azufre (SO ₃), Max%	
Si 3CaO.AL ₂ O ₃ es 8% o menos	3.0
Si 3CaO.AL ₂ O ₃ es mayor 8%	3.5
Perdida por ignición, Max%	3.0
Residuo insoluble, Max%	0.75

- Indicar su clase de resistencia en MPa o, según sea el caso, 21, 28, 35 y 42 MPa (3000, 4000, 5000 y 6000 lb. /pulg²), que corresponde a una resistencia lbs/pulg² mínima a 28 días.
- Cuando no se especifique el cemento a usar, estos deberán tener una clase de resistencia de 28 MPa (4000 lb. /pulg²) o mayor.
- El cemento que utilizar en proyectos con tecnología de pavimentos rígidos será de bajo calor de hidratación y por tanto se establece como tipo GU o tipo II: cemento que ofrece protección contra el ataque moderado de los sulfatos contenidos en el suelo o en el agua subterránea.

10.1.3. Criterios físicos en la elección del cemento portland.

- El peso específico del cemento se encuentra entre 3.0 y 3.15 gr/cm³. Es utilizado en el cálculo de proporciones de una mezcla de hormigón.
- La finura del cemento brindara porcentaje de hidratación cercanos, puesto que a mayor será la cantidad de que se hidratara, pues la superficie total expuesta será mayor. (ASTM-151).
- La finura también brinda porcentajes de resistencia, entre más fino sea desarrollara mayor resistencia en menor tiempo.
- Según especificaciones, el tiempo de fraguado inicial para un cemento normal debe ser superior a 45 minutos. Para permitir una buena manejabilidad del concreto.

10.1.4. Criterios en la selección de los componentes y diseños de mezclas de concreto hidráulico.

- La mezcla de concreto debe diseñarse de acuerdo con la subsección 901 de las especificaciones generales de la AASHTO 1993.
- Se debe tomar en cuenta la evaporación del concreto ya que los valores de temperatura no siempre serán constantes todos los días de trabajo.
- Los valores de revenimiento que se indica en la tabla están susceptibles a cambios según el rendimiento de los equipos de trabajo ya que de esto depende el diseño de la mezcla.
- Selección del asentamiento (slump) se escoge de acuerdo con las características de la obra por construir, para pavimentos es de 75 mm máximo y 25 mínimo.

10.1.5. Criterios en la elección de las características de la mezcla.

- Antes que se pueda determinar las proporciones de la mezcla, se seleccionan sus características considerándose el uso que se propone dar al concreto, las condiciones de exposición, tamaño y forma de los elementos y las propiedades físicas del concreto (tales como resistencia a la congelación y resistencia mecánica) requeridas para la estructura de pavimento.
- Para dosificación las especificaciones normalmente requieren que los materiales se midan para revolturas individuales con la siguiente precisión: material cementante $\pm 1\%$, agregados $\pm 2\%$, agua $\pm 1\%$ y aditivos $\pm 3\%$.
- El agregado fino. Deberá cumplir con los requisitos especificados en AASHTO M-6, agregado fino para concreto de cemento portland.
- Se recomienda que no sea mayor de 1/3 del espesor del pavimento por construir.
- Las partículas que conformen el agregado fino deberán ser limpias, duras, resistentes, sanas, estables, libres raíces y de restos vegetales. No contendrán otras sustancias nocivas que pudiesen perjudicar al concreto.

Tabla 8. (Granulometría para Agregado fino en Mezcla de Concreto Hidráulico. 10.1.5)

Características	Limite
Terrones de arcilla y partículas deleznales	$\leq 1 \%$
Material que pasa por el tamiz No. 200	$\leq 5 \%$
Cantidad de partículas livianas	$\leq 0,5 \%$
Contenido de sulfatos (SO ₄)	$\leq 1,2 \%$

Fuente: (Association, 2002 Portland Cement Association).

- El módulo de finura (MF) debe estar comprendido entre 2.3 y 3.1. y el equivalente de arena (AASHTO T 175) deberá ser mínimo de 75%.
- El agredo grueso para la elaboración del concreto se recomienda cumpla con las especificaciones de la AASHTO M 80.
- Entre más grande sea el agregado grueso mejor, el concreto será más económico y menos susceptibles a los cambios volumétricos, la AASHTO M43 propone la malla No. 57 y la No. 67 si embargo esto también se podría evaluar a través de una curva granulométrica.
- La composición del agregado grueso debe consistir en grava o piedra triturada, trituradas parcialmente o sin triturar.
- La resistencia al desgaste de un agregado se usa con frecuencia como indicador general de la calidad del agregado. Las especificaciones limitan el porcentaje de desgaste a máximo 40%.
- Las partículas livianas afectan la resistencia y la durabilidad del concreto, así como la manejabilidad de las mezclas y pueden producir concretos de mala apariencia. Agregado gruesos es 0.5%.
- Partículas deleznable el carbón de piedra o lignito, terrones de arcilla u otros materiales que desmoronan fácilmente afectan la resistencia y la durabilidad del concreto; si estas impurezas están cerca de la superficie pueden reventarse, desintegrarse, o producir manchas. 1.0% y para agregado grueso 0.25%.

10.1.6. Criterios en la elección de los aditivos a utilizarse en la mezcla.

- Los aditivos químicos deben usarse cuando se necesita ayuda en los diferentes procesos de construcción, siendo estos: inclusores de aire según AASHTO M-159, reductores de agua según AASHTO M-194.
- Se emplearán adiciones como material inerte, para corregir la carencia de finos de la arena (adición). (ASTM C618).
- Se emplearán adiciones como material inerte, para corregir la carencia de finos de la arena (adición). (ASTM C618).
- Se emplearán aditivos como complemento del efecto ligante del cemento, que aporta resistencia al final del periodo. (ASTM C618).

En el concreto fresco y concreto endureciendo se utilizan los siguientes razonamientos para hacer aplicación de los mismos:

- En pavimentos, el aditivo más empleado es el inclusor de aire para mejorar la durabilidad del concreto.
- Los aditivos modificadores del fraguado (acelerantes y retardantes) y los reductores de agua o plastificantes solo se emplean en circunstancias específicas.
- Aditivo inclusor de aire solo se emplea para proteger el concreto del daño caudado por los ciclos de congelamiento / descongelamiento.
- Aditivos acelerantes del fraguado y desarrollo de la resistencia del concreto. Este tipo de aditivo se emplea en climas muy fríos o cuando hay premura por abrir la vía al tránsito.
- Aditivos retardantes del fraguado su empleo es en pavimentos construidos en climas cálidos o cuando las distancias de transporte del concreto entre la producción y la puesta en obra son excepcionalmente largas.
- Se recomienda emplear aditivos de un solo fabricante y siempre respetándolas máximas dosificaciones recomendadas por el mismo.

10.1.7. Criterios tomando en cuenta la relación entre resistencia y relación agua cementante.

La resistencia (comprensión o flexión) es el indicador de la calidad del concreto más universalmente utilizado. Es proporcional a la relación agua cemento o agua-material cementante.

- La dureza de las partículas del agregado influye en la resistencia del concreto, si el material está compuesto por una cantidad apreciable de partículas blandas la resistencia disminuirá como mínimo debe presentar el 5.0%.
- El concreto de cemento hidráulico para pavimentos debe ser como mínimo clase 24.5 (3500) con una resistencia a la compresión AASHTO T22 (ASTM C39) promedio mínimo de 24.5 MPa (3500 psi), determinadas sobre especímenes preparados según AASHTO T 126 (ASTM C 129) y T 23 (ASTM C 31) ensayados a los 28 días.
- La relación agua-material cementante elegida para un diseño de mezcla debe ser el menor valor necesario para resistir a las condiciones de exposición anticipadas.
- El agua permita la hidratación del cemento y hacer manejable la mezcla. Debe ser limpia y libre de cualquier sustancia perjudicial al pavimento terminado.
- En general, se considera adecuada el agua que sea apta para el consumo humano o potable.

Tabla 9. (Características de Agua Utilizada en las Mezclas de Concreto 10.1.7)

Características	Limite
pH	≥ 5
Sustancias disueltas	≤ 15 g/l
Contenido de Sulfatos (SO ₄)	≤ 1 g/l
Sustancias orgánicas solubles en éter	≤ 15 g/l
Contenido de ion cloro	≤ 6 g/l
Hidratos de Carbono (azucres) 0	0

Fuente: (Association, 2002 Portland cement Association).

- El agua de mar y de pantanos, no deben usarse para concreto y el agua proveniente de abastecimiento o sistemas de distribución de agua potable, puede usarse sin ensayos previos.
- En el clima frio, se deben realizar, anticipadamente, medida para el calentamiento, la cobertura, el aislamiento, del concreto o el cerramiento del ambiente.
- Trabajo en clima cálido puede requerir cautelas especiales contra la evaporación y del secado rápido y altas temperaturas.

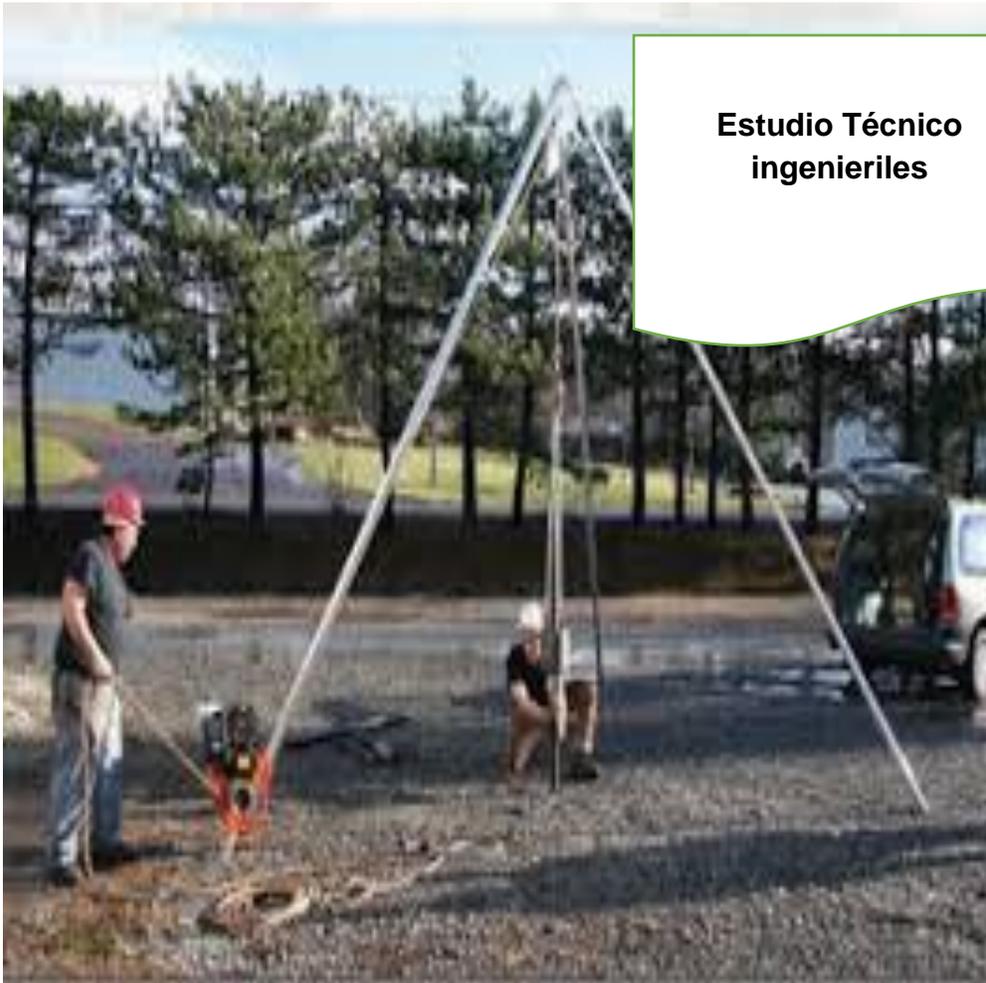
10.1.8. Criterios tomados en el curado del Concreto.

- El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial. Esta operación se efectuará siguiendo uno de los métodos establecidos, por membrana impermeable o por humedad.

- Para el curado de la superficie del concreto recién colada deberá emplearse un líquido de color claro, el que deberá cumplir con los requisitos de calidad que se describen en la norma ASTM C171.

- Un curado interino y excepcional y será efectuado mediante el rocío de agua en forma de neblina

Capitulo II



Los estudios técnicos ingenieriles son de suma importancia para conllevar un diseño correcto, tomando los estudios técnicos necesarios, estudios de suelo, estudio de tránsito.

Introducción.

El estudio geotécnico tiene por finalidad analizar y cuantificar las características geométricas de los terrenos atravesados o afectados por las obras y su entorno o zona de influencia.

Un estudio geotécnico se compone de varias fases empezando por el establecimiento de la campaña geotécnica a realizar y siguiendo con las proporciones de campo, ensayos de laboratorios, perfiles estratigráficos, conclusiones y recomendaciones.

En este capítulo se describen los procedimientos a seguir para la caracterización geotécnica de los suelos que conforman estratos del terreno de cimentación a lo largo de la vía, así como las fuentes de materiales a fin de determinar su uso en el diseño de la estructura de pavimento en función de su calidad. Los estudios geotécnicos se realizan en dos etapas.

10.2. Trabajo de Campo.

El manual para la revisión de los estudios geotécnicos del MTI, indica que los trabajos del campo deben incluir

10.2.1. Estudios Geológicos de superficie.

Estos comprenden:

- La descripción visual de los diferentes tipos de afloramientos de rocas, el grado de meteorización, las fallas y otros defectos que puedan detectarse en dichas rocas.
- La descripción visual de los diferentes tipos de suelo.
- La ubicación de las fuentes de materiales a ser investigada a fin de determinar su calidad para su posible uso en la construcción de la vía.

El estudio debe abarcar una zona suficiente amplia a ambos lados del eje de la vía que permita la identificación de las unidades geomorfológicas de la zona tales como causes, áreas de inundación, desprendimiento, laderas de reptación y señalar los puntos vulnerables donde necesite efectuar una investigación más detallada.

10.2.3 Exploraciones del suelo.

La exploración a lo largo del trazado de la vía varía según la clasificación funcional del camino a investigar y consistirá.

- En caminos totalmente nuevos, estudio de prefactibilidad, estudios de factibilidad, camino de penetración (caminos rurales) se harán como mínimo cuatro sondeos manuales por kilómetro, con una profundidad de 1.20 a 1.50 metros.
- En caminos que serán adoquinados la cantidad de sondeo será cuatro por kilómetros con una profundidad de 1.50 metros.
- En caminos en que la capa de rodamiento será de mezcla asfáltica o de concreto hidráulico la distancia entre sondeo será de 100 metros (10 sondeo por kilómetro), con una profundidad de 1.50 metros.

La profundidad de los sondeos, estarán referida al nivel de la subrasante proyectada para cada tipo de camino a investigar.

De encontrarse problemas de filtraciones, un alto freático, suelos muy arcillados o con diferencia notorias en las características de los estratos entre sondeos contiguos, la separación de sondeos puede ser menor a fin de definir el área afectada por dichas características teniendo como mínimo un sondeo adicional entre sondeos.

Si se encuentran estratos rocosos y se garantiza la continuidad de dichos estratos, la profundidad de los sondeos puede ser menor.

Todas las muestras tomadas deberán ser llevadas al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes y así poder dar una clasificación a los suelos y conocer sus características físicas y mecánicas.

10.2.4. Estudios de laboratorios.

Los ensayos de laboratorio y estudios de suelo para carretera se deben realizar conforme las normas AASHTO o ASTM, los cuales serán:

- Clasificación visual de todas las muestras.
- Ensayos de muestras representativas (análisis del orden del 33% del total de las muestras) provenientes de los ensayos efectuados a lo largo del trazado de la vía proyectada, para su clasificación, indicando el índice de grupo (16) correspondiente, para lo cual se efectuarán:

Tabla 10. (Tipos de Ensayos 10.2.4)

Ensayos de laboratorio y designación AASHTO y ASTM

TIPO DE ENSAYO	DESIGNACION	
	AASHTO	ASTM
Análisis Granulométrico de los suelos	T-88	D-422
Limite liquido de los suelos	T-89	D-423
Limite plástico e índice de plasticidad de los suelos	T-90	D-424
Clasificación Highway Research Board, o clasificación AASTHO	M-145	D-3282
Humedad natural		D-2216
Capacidad de soporte (CBR)	T-193	D-1883

Fuente: Manual para la revisión de estudios geotécnicos. pág. 8

Tabla 11. (Ensayos de Clasificación (Granulométrico y de Consistencia) 10.2.5)

TIPO DE ENSAYO	DESIGNACION	
	AASHTO	ASTM
Análisis Granulométrico de los suelos	T-88	D-422
Limite liquido de los suelos	T-89	D-423
Limite plástico e índice de plasticidad de los suelos	T-90	D-424
Clasificación Highway Research Board, o clasificación AASTHO	M-145	D-3282
Humedad natural		D-2216
Capacidad de soporte (CBR)	T-193	D-1883
Pesos volumétricos		C-29
Desgaste Los ángeles en muestra de materiales para base	T-104	C-131

Fuente: Manual para la revisión de estudios geotécnicos, pág. 9

Tabla 12. (Ensayos para Agregados de Concreto o Mezcla Asfáltica. 12.4)

TIPO DE ENSAYOS	DESIGNACION	
	AASHTO	ASTM
Análisis Granulométrico de los suelos	T-88	C-136
Pesos volumétricos	T-19	C-29
Desgaste Los Ángeles en muestra de materiales para base	T-96	C-131
Sanidad (interperismo con sulfato de sodio)	T-104	C-38
Densidad	T-84 Y T-85	C-127 Y C-128
Absorción	T-84 Y T-85	C-127 Y C-128
Materia Orgánica (arenas para concreto)	T-21	C-40
Adherencia asfáltica (agregando	T-182	D-1664

Fuente: Manual para la revisión de estudios geotécnicos, pág. 9

10.2.5. Clasificación Highway Research Board, o clasificación AASHTO.

La clasificación AASHTO agrupa los suelos en función de comportamiento como capa de soporte o asiento al firme. Es el sistema más utilizado en la clasificación de los suelos en carreteras.

En esta, los suelos se clasifican en siete grupos, según su granulometría y plasticidad. Más concretamente, en función del porcentaje que pasa por los tamices No.200, 40 y 10, y de los límites de Atterberg de la fracción que pasa por el tamiz No. 40. Estos siendo grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelos, suelos granulares (con no más del 35% que pasa por el tamiz No.200) y suelos limo-arcillosos (más del 35% que pasa por el tamiz No.200). La tabla 12.5. (ver anexo) muestra la clasificación de los suelos según el sistema AASHTO. La categoría de los suelos granulares; gravas, arenas y zahorras; está compuesta por los grupos A-1, A-2, A-3, y su comportamiento en explanadas es en general, de bueno a excelente, salvo los subgrupos A-2-6 y A-2-7, que se comportan como los suelos arcillosos debido a la alta plasticidad de los finos que contienen, siempre que el porcentaje de estos supere el 15%. La categoría de los limo-arcillosos está compuesta por grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, cuyo comportamiento en explanadas va de regular a malo. En esta categoría los suelos se clasifican en los distintos grupos atendiendo únicamente a su límite líquido y a su índice de plasticidad.

La clasificación realizada de esta manera se complementa con el índice de grupo (IG), que permita caracterizar mejor cada suelo dentro de los grupos, ya que estos admiten suelos con porcentajes finos y plasticidad muy diferentes.

El IG se expresa en números enteros positivos (un número negativo se expresa como $IG = 0$) y se escribe en paréntesis a continuación de los símbolos de grupo o subgrupo correspondiente, generalmente cuando menor es el IG de un suelo, mejores son las cualidades del suelo como explanada o capa de asiento del firme. Los suelos de los grupos A-1, A-3, A-2-4, y A-2-5, se pueden clasificar de buenos a excelentes, tienen un $IG=0$. Un $IG=20$ o mayor corresponde a un suelo de mala calidad, en condiciones medidas de drenaje y compactación.

10.2.6. Capacidad relativa de soporte del suelo.

El CBR (California Bearing Ratio), es la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un porcentaje de la relación de soporte. El porcentaje CBR, está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a una misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material.

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga Unitaria Patron}} * 100$$

Ecuación 40. (La Expresión que Define al CBR, es la Siguiente. 6.2.40)

Usualmente el CBR, se basa en la relación de carga para una penetración de 2.5 mm. (0.1"), Sin embargo, si el valor de CBR a una penetración de 5 mm. (0.5") es mayor el ensayo debe repetirse. A menudo se compactan dos moldes de suelo: uno para penetración inmediata y otro para penetración después de dejarlo saturar por un periodo de 96 horas; este último se sobrecarga con un peso similar al pavimento, pero en ningún caso menor que 4.5 kg. Es necesario durante este periodo tomar registro de expansión para instantes escogidos arbitrariamente. En ambos ensayos, se coloca una sobrecarga sobre la muestra de la misma magnitud de la que se utiliza durante el ensayo de expansión. El ensayo sobre la muestra saturada cumple dos propósitos:

- Dar información sobre la expansión esperada en el suelo bajo la estructura de pavimento cuando el suelo se satura.
- Dar indicación de la perdida de resistencia debida a la saturación en el campo.

10.2.7. Estudios de Suelos.

En este capítulo se presentan los resultados del estudio de los suelos, efectuado a lo largo de la vía colectora secundaria de 450 metros del Bo Lomas de San Judas D-III del Municipio de Managua. Estos datos se obtuvieron del estudio geotécnico realizado por la empresa constructora: **Ingeniería y Suelos (IMS)** a solicitud de la **Alcaldía de Managua (ALMA)** a través de la **Dirección de Desarrollo Urbano**.

10.2.8. Trabajo de Campo.

Consistió en la ejecución sistemática de perforaciones en el terreno con el objeto de determinar la cantidad, extensión de los diferentes tipos de suelos y la forma como estos están dispuestos en estratos.

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de 6 sondeos manuales, con una profundidad de 1.5 metros, distribuidos a lo largo del tramo en estudio. En todos los sondeos realizados fueron tomadas muestras de suelos encontrados, las cuales fueron trasladadas al laboratorio para su respectivo análisis.

10.2.9. Trabajos de Laboratorio.

Las muestras obtenidas en los sondeos realizados se sometieron a los siguientes ensayos de laboratorio, de acuerdo a las especificaciones ASTM cada uno de los procedimientos y criterios tomados con anterioridad en el marco teórico.

Tabla 13. (Especificaciones ASTM para Ensayo de Suelo 10.2.9)

Tipo de Ensayo	Especificación ASTM
Análisis granulométrico de los suelos	D-423
Limite liquido de los suelos	D-423
Limite plástico e índice de plasticidad	D-424
California Bearing Ratio (C.B.R)	D-1883

Fuente: Elaboración propia del autor.

En base a los resultados obtenidos, las muestras se clasificaron de acuerdo al sistema ASTM D-3282. (Ver anexos tabla 10.2.5)

10.2.10. California Bearing Ratio.

Dos suelos diferentes constituidos por partículas diferentes, alcanzan densidades secas y húmedas óptimas diferentes en el ensayo de compactación, por ello se hace necesario un parámetro adicional que considere la capacidad de soporte del suelo en sí mismo para esas condiciones de compactación.

El CBR como se explicó con anterioridad es obtenido como la relación de la carga unitaria (por pulgada cuadrada), para lograr una cierta profundidad de penetración dentro de la muestra de suelo compactada a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria, requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado.

El ensayo de CBR es ejecutado sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para el suelo determinado utilizando el ensayo de compactación Proctor estándar, se compactan dos moldes de suelo:

Uno para penetración inmediata y otro para penetración después de dejarlo saturar por un periodo de 96 horas; este último se sobrecarga con un peso similar al del pavimento, pero en ningún caso menor que 4,5 kg. Es necesario durante este periodo tomar registros de expansión para instantes escogidos arbitrariamente.

En ambos ensayos, se coloca una sobrecarga sobre la muestra de la misma magnitud de la que se utiliza durante el ensayo de expansión. El ensayo sobre la muestra saturada cumple dos propósitos:

- Dar información sobre la expansión esperada en el suelo bajo la estructura de pavimento cuando el suelo se satura.
- Dar indicación de la pérdida de resistencia debida a la saturación en el campo.

10.2.11. Análisis de los resultados obtenidos.

Una vez obtenidos los reportes técnicos de campo y los resultados de laboratorio las 16 muestras tomadas en los 7 sondeos, se conoció que pertenecen a suelos granulares y los 9 restantes a suelos finos, los cuales se detallan a continuación:

Suelos granulares.

Son aquellos que tienen 35% o menos, del material fino que pasa el tamiz N°200. Estos suelos según el sistema de clasificación de la **AASHTO** pertenecen a los **grupos A-1, A-2 y A-3**. Los que a su vez se consideran como muy buenos o buenos para ser utilizados en terracería de estructuras de pavimento.

Los suelos granulares que se encontraron en el informe de laboratorio que proporciono el laboratorio I.M.S. se describen a continuación:

A-1-a: Dos muestras pertenecen a este subgrupo, este tipo de suelo está conformado por fragmentos de grava, piedra y arena con o sin material ligante bien graduado. Cabe señalar que los valores de índice de plasticidad (IP) corresponden a 4 y 6 respectivamente. El índice de grupo (IG) para este tipo de suelos es cero.

A-1-a: Cinco muestras pertenecen a este subgrupo, estos tipos de suelos están conformados por arena gruesa bien graduado con o sin material ligante. Los valores de índice de plasticidad (IP) corresponden a 6, 1, 5, 2 y 4 respectivamente. El índice de grupo (IG) para este tipo de suelos es cero.

Suelos Finos.

Se considera como fino cuando más del 35% del material pasa el tamiz N°. 200. Estos suelos constituyen los **grupos A-4, A-5, A-6 y A-7** se caracterizan como malos para ser utilizados como material de terracería en estructuras de pavimento.

A-4: Tres muestras pertenecen a este subgrupo cuyas características son limosas poco o nada plástica, que tienen un 75% o más del material fino que pasa el tamiz N°. 200. Además, influyen en este grupo las mezclas de limos con grava y arenas hasta en un 64%. Los valores del límite líquido (LL) corresponden a 30 y 39, los índices de plasticidad (IP) tiene un valor de 7, 10, 4. Los valores de índice de grupo (IG) corresponden a 1 respectivamente.

A-6: Cinco muestras pertenecen a este tipo de suelo cuya composición típica es arcilla plástica. Por lo menos el 75% de estos suelos deben pasar el tamiz N°.200 pero se incluyen también las mezclas arcilla arenosa cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%. Los valores límite líquido (LL) corresponden a 34, 34, 38,39 y 34, los índices de plasticidad (IP) tiene un valor de 13, 11, 13,15 y 13. Los valores de índice grupo (IG) corresponden a 1, 0, 4,1 y 1 respectivamente.

A-7-5: Una muestra pertenecen a este tipo de suelo; los suelos del grupo A-7 son semejantes a los suelos A-6, son elásticos, sus límites líquidos son elevados y los índices de plasticidad no son muy altos con respecto a sus límites líquidos. Los valores del límite líquido (LL) corresponden a 42, el valor del índice de plasticidad (IP) es de 13 y el índice de grupo (IG) corresponden a 6.

La clasificación y las características de los suelos ensayados se muestran detalladamente en (anexos tabla 10.2.6). El método seleccionado para la determinación del CBR de diseño, fue el de las secciones homogéneas. Este método consiste generalmente en agrupar muestras con las mismas características.

Se realiza un estudio a lo largo del alineamiento de la vía con el fin de identificar la extensión y la condición de los diferentes tipos de suelos que se encuentren, esto se realiza mediante perforaciones como mínimo 50cm bajo el nivel subrasante, en intervalos definidos de acuerdo con la variabilidad del terreno, la longitud y la importancia del proyecto.

A partir de las clasificaciones de los suelos de subrasante encontrados se elabora un perfil estratégico. Se determina la longitud en la cual predomina cada suelo y delimitan áreas homogéneas de tipo longitudinal para efectos de diseño teniendo en cuenta el tránsito del proyecto.

El valor de CBR de diseño utilizando para la subrasante es de 53% obteniendo a un 95% de compactación Proctor estándar, que corresponde al tipo de suelo A-1-b, de la muestra N°1.

En el informe de la prueba de CBR para la muestra N°1 se muestra en (tabla 10.2.11). Además, se muestra el método para clasificar los suelos usados (ver anexos tablas 10.2.5).

El método AASHTO-1993 sugiere que se utilice un valor de $MR=45\text{Kg/cm}^2$ para la superficie de rodamiento en el pavimento rígido. Los valores de CBR para las muestras N° 1, N°10, N° 11, N°12 se observan a manera de resumen en la tabla.

Tabla 14. (Resultado CBR según el Informe de Laboratorio de (I.M.S) 10.2.11)

Muestra N°	CBR Alcanzando a 95 % de Compactación Proctor Estándar	Tipo de suelo
1	53%	A-1-b (0)
10	7%	A-7-5(6)
13	22%	A-4(1)
14	75%	A-1-b (0)

Fuente: Informe de laboratorio IMS.

CAPITULO III



Estudio de Transito

10.3. Aforo Vehicular.

Para la realización del aforo vehicular, se procedió a ubicar las estaciones de conteo en zonas con adecuada visibilidad de modo que se permitirá captar el tráfico en ambos sentidos de la vía (ver anexo tabla 10.3). El conteo y la clasificación vehicular fue realizado por la alcaldía de Managua y los autores de este estudio de investigación monográfico se realizó durante 5 días, iniciando lunes y finalizando viernes durante 12Hrs continuas entre las 6:00 am a 6:00 Pm. Estando ubicada la estación de conteo en la intersección de 7 sur (Entra al Banco Central) y km 7 ¹/₂ entrada al Barrio Frawley.

Para obtener resultados precisos, se contó y clasifico el 100% de los vehículos que circulan en ambas direcciones, los resultados del aforo realizado en el periodo se muestran en la tabla. Los datos obtenidos reflejan que el 82.53% del total de vehículos eran livianos, el 1.96% son vehículos de transporte público de pasajeros mientras que los vehículos pesados de carga representan el 15.51% de este total, la estructura porcentual del TPD (transito promedio diario) de 12Hrs presenta como mayoritariamente a los autos con el 36.66% predominando sobre los diferentes tipos de vehículos.

obtener el TPDA, se necesita conocer el número total de vehículos que pasan durante todo un año por un punto de referencia, para lograr esto los volúmenes de tráfico diario de 12Hrs se expandieron a tráfico de 24Hrs, haciendo uso de factor expansión día por tipo de vehículo de la estación sumaria N°1802

Del sistema de administración de pavimento (PMS) del MTI, localizado en el tramo San Marcos, Masatepe.

Además, debido a que la investigación de campo se realizó durante 5 días se hizo uso del factor de expansión sumaria de la estación sumaria de conteo volumétrico de la estación N°1802 (Ver anexo tabla 10.4) cabe señalar que los factores utilizados de esta estación fueron los antes mencionados, factor día y factor semana.

Presenta los factores de ajuste por tipo de vehículo, debido a que esta es la estación maestra de la zona y son los datos más recientes disponibles y garantizan una mayor variedad para la desestacionalización de los datos obtenidos de campo, no haciéndose uso de los factores días y semanas de esta estación permanente, debido a que al realizarse 24Hrs continuas y 7 días de la semana, estos factores son iguales a uno.

10.3.1. Volumen de Transito.

Se define como el número de vehículos o peatones que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado de tiempo (SIECA, 2002).

10.3.2. Periodo de Diseño.

Puesto que es difícil predecir el tránsito con suficiente aproximación para un tiempo largo, comúnmente se toma un lapso de 20 años como período para el diseño de pavimentos rígidos, sin olvidar que, en determinados casos, puede resultar económicamente justificado el empleo de períodos menores o mayores.

La selección definitiva del período de diseño para un proyecto específico debe basarse tanto en el juicio ingenieril como en un análisis económico de los costos del pavimento y el servicio que este proporcione a lo largo de todo el período. Por lo tanto, se tomará como período de diseño 20 años.

Es el incremento anual de volumen de tránsito en una vía, expresado en porcentaje. En el presente proyecto se calculó la tasa de crecimiento de 1.32% (Ver Anexos tabla 10.3.2) que se aplicó al crecimiento normal, producto de la evaluación de correlaciones de series históricas de las siguientes variables macroeconómicas:

- Población de Managua.
- Producto Interno Bruto.
- Valor Bruto de producción de obras de Ingeniería.
- Compra de bienes y servicios de la Alcaldía de Managua.

10.3.3. Factor de crecimiento anual.

Una vez estimada la tasa de crecimiento, es probable que se incremente la cantidad de vehículos livianos más rápidamente y en menor escala vehículos tales como buses, C2, C3, entre otros. Cabe destacar que, al diseñar para tráfico pesado, el tráfico liviano no tiene incidencia alguna en el comportamiento del pavimento.

10.3.4. Tipos de Tránsitos.

- **Transito Promedio Diario.**

Se define el volumen de transito diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día dividido entre el número de días del periodo (SIECA, 2002).

- **Transito Promedio Diario Anual.**

El TPDA se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un periodo de un año.

10.3.5. Tipos de Volúmenes de Transito.

Los volúmenes horarios se utilizan para proyectar detalles geométricos de la vía, efectuar análisis de circulación y regular el tránsito (SIECA, 2002).

Volumen horario de proyecto a tránsito de la hora pico o de punta (VHP).

La determinación de el volumen de tránsito de la hora pico o 30HD se grafica la curva de datos de volúmenes de transito horario registrado durante todo un año en una estación permanente de registro. (SIECA, 2002).

10.3.6. Variación de los Volúmenes de Transito.

Variación del volumen de tránsito en la hora máxima demandada.

La hora de máxima demanda, FHMD, o factor de hora pico, se define como el flujo máximo, que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora.

$$FHMD = \frac{VHMD}{N_{Qmax}}$$

Ecuación 41. (6.2.41)

Los periodos dentro de una hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10, 15. Minutos utilizándose este último como mayor frecuencia. El factor de la hora máxima demanda es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{MAX})} \text{ Para Periodos de 15 Min}$$

Ecuación 42. (6.2.42)

$$FHMD = \frac{VHMD}{12(Q_{MAX})} \text{ Para Periodos de 5 Min}$$

Ecuación 43. (6.2.43)

10.3.7. Patrones de los Volúmenes de Transito.

Volúmenes de Transito Futuro.

Los volúmenes de tránsitos futuros (TF), se derivan a partir del tránsito actual (TA), y del incremento del tránsito (IT), seleccionado se tiene que conocer que una carretera nueva se proyecta para 20 años. Para reconstrucción y rehabilitación se proyectan para 10 años. (Fonseca, 1998).

El Incremento del Tránsito (IT).

Es el volumen de tránsito que se espera use la carretera en el año futuro seleccionado como de proyecto. Este incremento se compone del crecimiento normal del tránsito. (CNT), del tránsito generado, (TG), y del tránsito desarrollado, (TD), por lo tanto, el crecimiento del tránsito, (IT) se expresa así:

$$IT = CNT + TG + TD$$

Ecuación 44. (6.2.44)

CNT: Crecimiento Normal del Tránsito.

TG: Tránsito Generado.

TD: Tránsito Desarrollado.

CNT: Crecimiento Normal de Tránsito.

Unas de las variables más importantes para el diseño de una vía es la distribución de tránsito y su proyección al periodo de diseño seleccionado, puesto que el volumen, dimensione de los vehículos y su distribución en el tiempo influya en el diseño geométrico de la carretera, el número y el peso de los ejes es el parámetro a tomar en cuenta en el diseño de pavimento o carpeta de rodamiento.

Los estudios de transporte tienen como demanda presentar el soporte para tomar decisiones sobres los diferentes aspectos específicos del proyecto, tales como;

- Necesidad impuesta por la capacidad del proyecto.
- Especificaciones del diseño geométrico y estructural de la vía en horizonte de 10,15 y 20 años.
- Elaboración de planos constructivos y especificaciones del proyecto.

10.3.8. Clasificación Vehicular.

La tabla 10.3.8 (ver anexo), presenta la tipología de vehículo y su descripción de conformidad con el sistema de administración de pavimento (PMS) del MTI. Los diferentes volúmenes de tráfico que se obtienen de las estaciones programadas durante el año en nuestro país y que clasifican los contadores de tráfico por tipo de vehículo en ambos sentidos de circulación, se caracterizan en tres grupos.

- Vehículo de pasajeros
- Vehículo de carga
- Equipo pesado

Para los propósitos de diseño es importante clasificar y cuantificar los tipos de vehículos que circulan por la vía, ya que el buen diseño solo puede lograrse si se dispone de la adecuada información sobre la intensidad del movimiento vehicular que se utiliza y se utilizara hasta el término del periodo de diseño seleccionado, sea que se trate de una nueva carretera o de una carretera existente

10.3.9. Volumen de transito absoluto o totales.

Es el número total de vehículos que pasan durante el lapso de tiempo determinado, dependiendo de la duración, se tiene los siguientes volúmenes de transito absoluto o totales:

- ✓ Transito Anual (TA): Es el número total de vehículos que pasan durante un año.
- ✓ Transito Mensual (TM): Es el número total de vehículos que pasan durante un mes.
- ✓ Transito Semanal (TS): Es el número de vehículo que pasan durante una semana.
- ✓ Transito Diario (TD): Es el número total de vehículos que pasan durante un día.
- ✓ Transito Horario (TH): Es el número total de vehículos que pasan durante una hora.
- ✓ Tasa de flujo o flujo (q): Es el número total de volumen que pasa durante un periodo inferior a una hora en este caso, $T < 1$ hora

En todos los casos anteriores los periodos especificados, un año, un mes, una semana, un día, una hora o menos de una hora, no necesariamente son de orden cronológico por lo tanto pueden ser 365 días seguidos, 30 días seguidos, 7 días seguidos, 24 horas seguidas y periodos en minutos seguidos inferiores a una hora.

Transito Promedio Diario.

Es el número total de vehículos que pasan durante un periodo de tiempo dado los días completos igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo. De acuerdo al número de días de este periodo, se presenta los siguientes volúmenes de transito promedio diario dado en vehículo por día

1. Transito Promedio Anual (TPDA): $TPDA = \frac{TA}{365}$
2. Transito Promedio Diario (TPDM): $TPDM = \frac{TM}{28,29,30,31}$
3. Transito Promedio Diario (TPDS): $TPDS = \frac{TS}{7}$

Seguido el TPDA uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras

Tránsito de Hora Pico o de Punta.

Recoge la necesidad de referir el diseño a una hora intermedio que admite cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas, que podrían quedar insatisfechos o con menores niveles de comodidad para la conducción. El volumen de tránsito para la hora pico se sitúa normalmente entre el 12 y el 18% de TPDA en el caso de carreteras rurales, con un término medio bastante representativo del 15% de dicho TPDA.

En carreteras urbanas este volumen se ubica entre 8 y 12% del TPDA por lo que es válida la práctica de utilizar un 10% del TPDA como valor de diseño.

Factor Hora Pico (FHP)

La relación que siempre será igual o menor que la unidad, entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante el lapso de 15 minutos dentro de dicha hora pico. Los volúmenes horarios pueden ser afectados por este factor, en general, cuando es menor de 0.85.

10.3.10. Distribución Direccional del Tráfico.

Durante la hora pico una carretera de dos o múltiples carriles, uno de los sentidos se encuentra más cargados de vehículos que su sentido contrario llegando a ser este superior al 60% en algunos casos, ya que se tiene que generar la cantidad de carriles suficiente para mantener el nivel de servicio de la vía.

10.3.11. Expansión de Volúmenes de Tráfico.

En las mayorías de las vías, no siempre se dispone de toda la información de volúmenes a través de periodos largos como un año, por lo tanto, es necesario contar con estaciones maestras de aforo permanente o periódico, que permitan determinar factores de expansión y ajustes aplicables a otros lugares que tengan comportamientos similares, en los cuales se efectuaría la medición de aforo en periodos cortos. Existen 3 tipos de estaciones que ayudan a realizar ajustes de expansión al volumen del tráfico aforado.

Estaciones permanentes o de mayor cobertura: se realizan aforos dos o tres veces al año durante 24 horas, de esta forma se conoce la intensidad del tráfico durante los periodos de verano e invierno. Estas estaciones permiten un conocimiento de las variaciones típicas del tráfico y de las frecuencias de las intensidades horarias a lo largo del año, así como la abstención de la tendencia de este a largo plazo.

Estación de control: tiene por objetivo conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales para establecer unas leyes que puedan aplicar a un grupo de estaciones similares o a fines. En nuestro país estas estaciones se realizan en caminos de adoquinados y asfalto, en tramo donde el tráfico es menor que en una estación permanente.

Estaciones sumarias: en este tipo de estación se realizan como mínimo un aforo anual durante 12 horas diarias (6:00am a 6:00pm) en periodo de tres días (martes, miércoles y jueves) generalmente en todo el transcurso del año y se efectúan en época de verano y/o invierno. A diferencia de las estaciones de control, en estas se realizan aforos en caminos que no han sido pavimentados, pero que tienen una afluencia vehicular moderada.

El volumen de transito se determina partiendo de los datos de conteo vehicular realizados en un periodo de días determinado en un tiempo de 12 horas consecutivas. Como ya se había mencionado anteriormente. Debido a la duración del periodo de conteo, los resultados deben ajustarse y ser multiplicado por los factores que son determinados por las estaciones muestras para tomar en cuenta la variación diaria, semanal y estacional del tráfico, y de esta manera obtener la proyección del TPDA.

Factores de expansión.

Cuando los conteos no son realizados durante las 24 horas o durante largos periodos de tiempo, se hace uso de los factores de expansión, tales como: factor de expansión día, factor de expansión semana y factor de expansión temporada. Cada uno de estos factores es calculado para cada tipo de vehículo que exista dentro de la clasificación que se utiliza en los conteos volumétricos.

10.3.12. Clasificación funcional de las carreteras.

Clasificación de las carreteras a nivel regional. En la clasificación funcional de las carreteras regionales, se establecen 5 tipos entre rurales y suburbanas, los límites en los que respeta a volúmenes de tránsito para diseño, que por el rango inferior no debe ser a los 500 vehículos promedio diario, por consiguiente, están fuera de consideración las carreteras urbanas, al igual que los caminos vecinales o locales.

- **Autopistas Regionales:** las autopistas regionales deben construirse cuando los volúmenes de tránsito para diseño resulten mayores de 20,000 vehículos promedio diario (VPD).
- **Troncales Suburbanas:** las carreteras dentro de esta clasificación están diseñadas fundamentalmente para atender demandas de tránsito que, al término del periodo de diseño llegan alcanzar volúmenes comprendidos entre 10,000 y 20,000 vehículos promedios diario (VPD).
- **Troncales Rurales:** las carreteras clasificadas en esta categoría constituyen los ejes principales y de mayor significación en la estructura de la red regional centroamericana. Los rangos de los volúmenes de tránsito de este tipo son variables los cuales al año de diseño podrían llegar hasta los 20,000 vehículos por día promedio.
- **Colectoras Suburbanas:** este tipo de carreteras atienden una demanda de tránsito que pueden alcanzar hasta los 10,000 VPD, aunque la demanda vehicular puede disminuir sensiblemente.
- **Colectoras Rurales:** este tipo de carreteras generalmente sirven al tránsito con recorridos de mucha distancia relativas, que se mueve entre ciudades, pueblos y villas, sirven así mismo como alimentador de las arterias troncales y de las colectoras suburbanas. Sus volúmenes de tránsito para diseño se ubican entre los 10,000 y 500 por día.

10.3.13. Periodo de Diseño.

Se refiere al periodo que debe cubrir una estrategia de diseño. De 20 años hasta fines del año 1976.

En la actualidad. Para establecer el periodo de diseño de una vía, se deben de tomar en cuenta distintas consideraciones como la evaluación del costo del

proyecto, lo cual no está contemplado en este documento, y el volumen que circula por la vía puede considerarse usar un periodo largo de diseño para incluir una rehabilitación o cuando el volumen de tráfico en autopistas urbanas es alto.

Es conveniente recordar que el periodo de diseño lo define el diseñador. Para la realización de los cálculos de proyecciones del tránsito, se ha tomado un periodo de diseño de 20 años, ya que la carretera se ha clasificado como una colectoras suburbana.

En la siguiente tabla se muestran los periodos de diseño en dependencia de la clasificación de la carretera.

Tabla 15. (Periodo de Diseño en Dependencia de la Clasificación de la Carretera. 10.3.12)

Tipo de carretera	Periodo de diseño (Años)
Auto pista regional	30 = 50
Troncal Suburbana	15= 30
Troncal rural	
Colectora suburbana	10 = 20
Colectora rural	

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales SIECAL 2001.

Calculo de las proyecciones del tránsito.

Para el cálculo de las proyecciones del tránsito se debe partir por el modelo exponencial expresado mediante la siguiente formula.

$$TPDA_{final} = TPDA_{inicial} \times (1 + i)^n$$

Ecuación 45. (6.2.45)

Dónde: $TPDA_{final}$ =Transito promedio diario anual al final del periodo del diseño.

$TPDA_{inicial}$ =Transito promedio diario anual al inicio del periodo de diseño.

n= periodo de diseño.

i= Tasa anual del crecimiento del tránsito.

10.3.14. Proyecciones de tránsito.

Para la determinación del volumen del tráfico hasta el horizonte del proyecto, el cual es de 20 años, se hizo un análisis de los flujos de tráfico que serán producidos al entrar en operación la carretera y durante su vida útil.

10.3.15. Tratamiento de diseño.

El tránsito de diseño o número de las repeticiones esperada de los vehículos es uno de los factores principales que se toma en cuenta para el diseño de la estructura del pavimento.

El método de diseño que se utiliza para el cálculo del espesor del pavimento es el de la asociación del cemento portland (PCA por sus siglas en inglés) y este método recomienda que se considera únicamente el tráfico pesado, como microbuses +15 pasajeros y camiones con 6 ruedas o más, es decir que se desprece todo tráfico ligero, como automóviles, de 4 llantas y microbuses de -15 pasajeros. Es conveniente para propósito de diseño calcular el número total de vehículos de diseño calcular el número total de vehículos pesado esperado durante el periodo de diseño.

Toda la información referente al tráfico termina siendo empleada para conocer el número de repeticiones esperada durante todo el periodo de diseño de cada tipo de eje. Para conocer estos valores tendremos que conocer varios factores referentes al tránsito, como lo es el tránsito promedio diario anual en el año base (TPDA) el periodo de diseño seleccionado, la tasa anual de crecimiento el porcentaje que representa cada tipo de eje en el TPDA, el factor direccional y el factor de distribución por carril.

Las cargas más pesadas por eje, que se esperan durante el periodo de diseño son las que definen los esfuerzos a los que va a estar sometido el pavimento.

10.3.16. Factor de crecimiento anual (FCA).

Se procede a realizar una estimación de tráfico por cada tipo de vehículo, también es necesario realizar estimación del peso de los vehículos por eje y la clasificación de acuerdo con la tabla de pesos y dimensiones del MTI.

Para obtener el factor de crecimiento anual del tráfico es necesaria la siguiente expresión.

$$FCA = \frac{(1 + g)^n - 1}{(g)(n)}$$

Ecuación 46. (6.2.46)

Dónde: FCA=Factor de crecimiento anual.

g= Tasa de crecimiento anual

n= Periodo de diseño en años.

La tasa de crecimiento. (Ver tabla 10.3.16 anexos)

Aunque normalmente estas estructuras se diseñaban para periodos mayores de 20 años, este es el comúnmente empleado en el procedimiento de diseño de pavimentos.

Donde como resultado el factor de crecimiento anual para los vehículos livianos y pesados de pasajeros.

10.3.17. Factor direccional (FD).

El factor direccional o factor de sentido se emplea para diferenciar las vialidades de un sentido de las de doble sentido, de manera que para vialidades en doble sentido, se utiliza un factor de 0.5, o en otro caso se determinara mediante la condición más crítica del tráfico.

10.3.18. Factor carril (FC).

Después de verse afectado el tráfico por el factor sentido, también debe de analizarse el número de carriles por sentido mediante el factor carril.

La AASHTO recomienda algunos valores para determinar el factor carril y se presenta en la siguiente tabla. En la vía de dos carriles en el sentido de circulación de diseño se toma el factor carril que oscila entre 0.8-1, por lo tanto, según la tabla este factor será igual a 1 para este caso tomando el límite superior.

Tabla 16. (10.3.18)

Número de carriles una sola dirección	FC
1	1
2	0.8-1
3	0.60-0.80
4	0.80-0.75

Fuente: Aristo Guide for Design of Pavement Structures 93, cap. Ll pag. Ll-9

CAPITULO IV.



10.4 Estudio de Diseño Geométrico.

Para la definición de los parámetros geométricos se utilizó el Manual de la SIECA y el Reglamento vial de la Alcaldía de Managua (Ver anexos fig. 7-fig 11).

10.4.1 Normas Generales para Alineamiento Horizontal.

Estas normas están reconocidas en la práctica y son importantes para lograr una circulación cómoda y segura entre las cuales se pueden citar las siguientes: (SIECA, 2002).

1. La seguridad de tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener la preferencia.
2. La topografía condicionada muy específicamente los radios de las curvaturas y velocidad de proyecto.
3. La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos por que con frecuencia la visibilidad requiere radios mayores que la visibilidad en sí.
4. El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible sin dejar de ser consistente con la topografía una línea que se adapta al terreno natural es preferible a otras con tangentes largas, pero con repelidos cortos y rellenos.
5. Para una velocidad de proyecto dada debe evitarse dentro de lo razonable, el uso de la curvatura máxima permisible. El proyectista debe tener en lo general a usar curvas suaves dejando las de la curvatura máxima permisible. El proyectista debe considerar, en lo general en Angulo central en cada curva debe de ser tan pequeño como lo permitan las condiciones físicas de manera que la carretera tenga el trazado más directo posible. Este ángulo central debe ser resuelto con las curvas más largas posibles.
6. Debe de procurarse un alineamiento uniforme que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o pasar repentinamente de tramos de curvas suaves u otras de curvas forzadas. Donde hay que introducir curvas cerradas, se hará la aproximación desde la zona de curvatura más suave, por medio de curvas cada vez más cerradas.

7. En rellenos altos y largos solo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura, pues es muy difícil para un conductor percibir alguna curva forzada y ajustar su velocidad a las condiciones prevalecientes.

10.4.2. Normas Generales para el Alineamiento Vertical.

En el perfil longitudinal de una carretera, la Sub-Rasante es la línea de referencia que define alineamiento vertical. La posición de la Sub-Rasante depende principalmente de la topografía de la zona atravesada, pero existen otros factores que deben considerarse (SIECA, 2002):

1. La condición topográfica del terreno que influye en diversas formas al definir la Sub-Rasante, así en terrenos planos, la altura de la Sub-Rasante sobre el terreno es regulada generalmente por el drenaje.
2. Una Sub-Rasantes suave con cambios graduales es consistente con el tipo de camino y el carácter del terreno, a esta clase de proyecto debe darse la preferencia, en lugar de uno con menores quiebres y pendientes de longitudes cortas, los valores de diseño son las pendientes máximas y la longitud crítica, pero la manera en que estos se aplican y se adaptan al terreno formando una línea continua, determina la adaptabilidad y la apariencia de grupo terminado.
3. Deberá evitarse la Sub-Rasante tipo “Montaña Rusa” o de presión escondida tales perfiles ocurren generalmente en alineaciones en planta relativamente rectas y donde el perfil de la carretera se ciñe mucho a la línea ondulada natural del terreno. Estos son estéticamente desagradable y peligrosas, las depresiones escondidas contribuyen a aumentar los accidentes en la maniobra de paso.

Las normas de diseño a utilizar en nuestro proyecto son las contenidas en los manuales:

- A policy on geometric design of highways and streets de la American association of state highway and transportation officials (AASHTO) en su version 2004.

- Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA 2da Edición).

Cabe mencionar que además de basarnos en las normas contenidas en los manuales de diseño descritos anteriormente, también tomaremos como referencia los criterios estipulados en el manual para la revisión de diseños geométricos el cual es autorizado por el ministerio de transporte e infraestructura.

10.4.3. CRITERIOS PRINCIPALES DEL DISEÑO GEOMETRICO.

Vehículos de diseño

Los vehículos de diseño son los vehículos automotores predominantes y de mayores exigencias en el tránsito que se desplaza por las carreteras regionales, por lo que, al tipificar las dimensiones, pesos y características de operación de cada uno de ellos, se brinda al diseñador los controles y elementos a los que se deben ajustar los diseños para posibilitar y facilitar su circulación irrestricta.

La AASHTO en su manual para el diseño geométrico clasifica seis tipos de vehículos para el diseño de las carreteras regionales, los cuales se especifican en la tabla (10.4.3) a la vez se muestran las dimensiones típicas de estos seis tipos de vehículos.

Tabla 17. (10.4.3)

Vehículo de diseño	simbología	altura	ancho	Longitud	Voladizo delantero	Voladizo trasero	WB 1	WB 2
Vehículo liviano de pasajeros y de carga	P	1.3	2.1	5.8	0.9	1.5	3.4	
Vehículo transporte colectivo	BUS	4.1	2.6	12.1	2.1	2.4	7.6	
Camión de 2 y 3 ejes	SU	4.1	2.6	9.2	1.2	1.8	6.1	
Cabezal de 2 ejes y semirremolques de más ejes	WB-15	4.1	2.6	16.8	0.9	0.6	6.1	9.2
Cabezal de 3 ejes y semirremolques de más ejes	WB-19	4.1	2.6	21	1.2	0.9	6.1	12.8
Semirremolques interestatales	WB-20	4.1	2.6	22.5	1.2	0.9	6.1	14.3

Fuente: Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA), 2da edición. Cuadro 2.1 cap.2pag.2-4. Policy on geometric design on highways and streets AASHTO 2004. Pág. 16.

La tabla (10.4.4) muestra las dimensiones típicas de los vehículos (valores expresados en metros), datos que se deben tomar en cuenta para proyectos en carreteras, calles e intersecciones.

Dónde:

WB-1: Distancias entre ejes extremos, aplicable a vehículos no articulados.

WB-2: Distancias entre ejes extremos, aplicable solamente a vehículos articulados.

La tabla, (10.4.4) muestra la dimensión de los radios mínimos de giro de los vehículos que deben realizarse a velocidades menores de 15 kilómetros por hora.

Tabla 18. (10.4.4)

VEHICULO	TIPO	RADIO INTERIOR (mt)	RADIO DE DISEÑO (mt)
Vehículo liviano	P	4.2	7.3
Autobús sencillo	BUS	7.4	12.8
Camión sencillo	SU	8.5	12.8
Camión articulado	WB-15	5.8	13.7
Camión articulado	WB-19	2.8	13.7
Camión articulado	WB-20	0	13.7

Fuente: Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA), 2da edición. Cuadro 2.2 cap.2pag.2-4. Policy on geometric design on highways and streets AASHTO 2004. Pág. 16.

10.4.5. Vehículo del proyecto.

De cada tipo de Vehículo utilizado para el diseño, se seleccionan a propósito para adoptar las condiciones más desfavorables, aquellos de mayores dimensiones físicas y de radios de giros mayores dentro de su clasificación tipológica.

10.4.6 Velocidad.

Para el conductor, la velocidad es uno de los elementos críticos a considerar en la selección de la ruta a transitar o la escogencia de un determinado modo de transporte. La velocidad tiene una relación directa con cuatro factores, distintos a los que particularizan al conductor y su vehículo, que son las características físicas de la carretera, las condiciones climáticas en su entorno. La presencia o indiferencia de otros vehículos en la corriente de tránsito y los límites vigentes de velocidad.

El diseño, en todo caso, busca satisfacer los requerimientos de los usuarios en los relativos a velocidades, bajo condiciones de seguridad y economía en las operaciones.

De las distintas medidas de la velocidad, las que se utilizan en el diseño geométrico son las siguientes:

10.4.7. Velocidad de diseño o velocidad de proyecto.

La velocidad de diseño, también conocida como velocidad directriz, es la máxima velocidad que, en condiciones de seguridad, puede ser mantenida en una determinada sección de una carretera, cuando las condiciones son tan favorables como para hacer prevalecer las características del diseño utilizado.

La velocidad de diseño determina aquellos componentes de una carretera como curvatura, sobreelevación, distancias de visibilidad, pendiente máxima y longitud mínima de curva, son los elementos de los que depende la operación segura de los vehículos. Aunque otros elementos de diseño, como decir al ancho de la calzada, los hombros y las distancias a que deben estar los muros y las restricciones laterales a la vía, no depende directamente de la velocidad de diseño. Pará la selección de una adecuada velocidad de diseño, se deben tomar en consideración los siguientes aspectos.

- Distribución de las velocidades.
- Tendencia de las velocidades.
- Tipo de área: rural, urbana.
- Condiciones de terreno: plano, ondulado o montañoso.
- Volúmenes de tránsito
- Consistencia en el diseño de carreteras similares o complementarias.
- Condiciones ambientales.

10.4.8. Velocidad de operación.

Se entiende como velocidad de operación de un determinado elemento geométrico, como la velocidad segura y cómoda a la que un vehículo aislado circularía por él, sin condicionar la elección de la velocidad con ningún factor relacionado con la intensidad del tránsito, ni la meteorología, es decir, asumiendo un determinado nivel de velocidad en función de las características físicas de la vía y su entorno, apreciables por el conductor.

10.4.9. Velocidad de marcha o ruedo.

Denominada también velocidad de cruceo es la velocidad promedio de un vehículo en determinado tramo de carretera, se calcula al dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento bajo las condiciones existentes del tránsito y las características físicas de la vía. Los valores promedios de la velocidad de rueda para cada velocidad de diseño se presentan en la siguiente tabla (10.4.9)

Tabla 19. (Velocidad Promedia de Ruedo. 10.4.9)

VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	VELOCIDAD DE RUEDO (KPH)
20	20
30	30
40	40
50	47
60	55
70	63
80	70
90	77
100	85
110	91
120	98

FUENTE: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial. Ed. 2011, cap. 3 – Elementos de diseño pág. 3 – 10, cuadro 3.5.

10.4.10. Las capacidades de la carretera.

La capacidad es el máximo volumen horario de tránsito que puede, de manera razonable, circular por un punto o una sección de la carretera, bajo las condiciones prevalecientes y el tránsito vehicular. La capacidad sirve para el diseño de cualquier carretera, tanto para establecer el tipo a que corresponde diseñarla, como para seleccionar los elementos que la conforman y sus dimensiones, tales como número y ancho de carriles, alineamiento, restricciones laterales, etcétera.

Las condiciones ideales se alcanzan con flujos ininterrumpidos, sin interferencia lateral de vehículos o peatones, sin mezcla de vehículos pesados en la corriente del tránsito, con carriles normales de 3.60 metros de ancho, hombros de ancho apropiado, altas velocidades de diseño y carencia de restricciones en la distancia de visibilidad de adelantamiento o de rebase.

El cálculo de la capacidad o flujo de servicio (SF) para carreteras de dos carriles se puede realizar utilizando la siguiente ecuación:

$$SF = C * \frac{V}{C} * F_d * F_w * F_{nv}$$

Ecuación 47. (10.4.1)

Dónde:

C: Capacidad total. Se recomienda utilizar un valor de 2,800 para vías de dos carriles, un carril por circulación.

V/C: Relación del volumen entre capacidad.

F_d: Factor de ajuste por distribución direccional del tráfico.

F_w: Factor de ajuste por ancho de carriles y ancho de hombros.

F_{nv}: Factor de ajuste por la procedencia de vehículos pesados.

Este último parámetro se calcula a través de la siguiente expresión:

$$f_{hv} = \frac{1}{[1 + PT(ET - 1) + PB(EB - 1) + PR(ER - 1)]}$$

Ecuación 48. (10.4.2)

Dónde:

PT: Porcentaje de vehículos (camiones) del tráfico total.

PB: Porcentaje de vehículos (buses).

PR: Porcentaje de vehículos recreaciones. Normalmente este valor es igual a cero.

Los parámetros para el cálculo de la capacidad se encuentran en las tablas.

El flujo vehicular de servicio para el diseño es el máximo volumen horario de tránsito que una carretera puede acomodar, sin que el grado de congestión alcance los niveles preseleccionados por el diseñador, tras conciliar los intereses de los conductores, esto se debe a que las carreteras se diseñan para operar a volúmenes horarios por debajo de la capacidad.

10.4.11. Componentes principales del diseño geométrico.

Distancia de visibilidad en carreteras.

Distancia de visibilidad de parada (Dvn).

Esta es la distancia requerida de un conductor para detener su vehículo en marcha cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto. Es la distancia de visibilidad mínima con la que se debe diseñar la geometría de la carretera.

10.4.12. Propuesta de una estructura de rodamiento con pavimento rígido para la vía principal del Barrio Lomas de San Judas del D-III Municipio de Managua.

- **Consideraciones para el diseño.**

En el diseño de pavimento rígido debemos considerar las siguientes variables de diseño: Período de Diseño, Ejes Equivalentes (repeticiones esperadas), Resiliente de la subrasante, Módulo de elasticidad del Concreto, Módulo de ruptura de concreto a flexión. Módulo de elasticidad de la capa de base, Módulo de reacción de la Sub rasante, Módulo de Reacción K compuesto, la temperatura.

- **Periodo de diseño.**

El periodo de diseño será de 20 años siguiendo las especificaciones del SIECA, ya que la carretera se ha clasificado como una colectora suburbana, mostrados en la siguiente tabla y ver anexo.

Tabla 20. (Periodo de Diseño según Clasificación Funcional de Concreto Hidráulico. 10.4.12)

Tipo de carretera	Periodo de diseño
Auto pista Regional	20 a 40 años
Troncales, Sub- urbanas	15 a 30 años
Troncales Rurales	15 a 30 años
Colectoras , sub - urbanas	10 a 20 años
Colectoras Rurales	10 a 20 años

Fuente: (AASHTO93).

10.4.13. Metodología y Presentación de Resultado.

La metodología describe los procedimientos utilizados en los estudios de campo desarrollados durante el estudio de tránsito, esto incluye conteos volumétricos de tráfico tomando en cuenta su clasificación, cálculo del tránsito promedio anual (TPDA) y su proyección al periodo de diseño seleccionada para el cálculo del tránsito para el diseño geométrico y la estructura del pavimento de la vía.

Calculo de las Repeticiones Esperadas por tipo de Vehículo.

$$Re=TPDA \times \%TC \times FD \times FC \times FCA \times 365$$

TPDA= Transito Promedio Diario Anual

%TC=Transito Cargado para cada tipo de Eje

FD= Factor Direccional

FC= Factor Carril

PD= Periodo de Diseño

FCA= Factor de Crecimiento Anual

365= Días en un Año

Calcular Factor de Crecimiento Anual del Tráfico

G= i =Tasa de Crecimiento

TPDA inicial= 9366 vdp

TPDA final= 377,444 vpd

$$FCA = \frac{(1 + g)^n - 1}{(g)(n)}$$

$$TPDA_{final} = TPDA_{inicial} \times (1 + i)^n$$

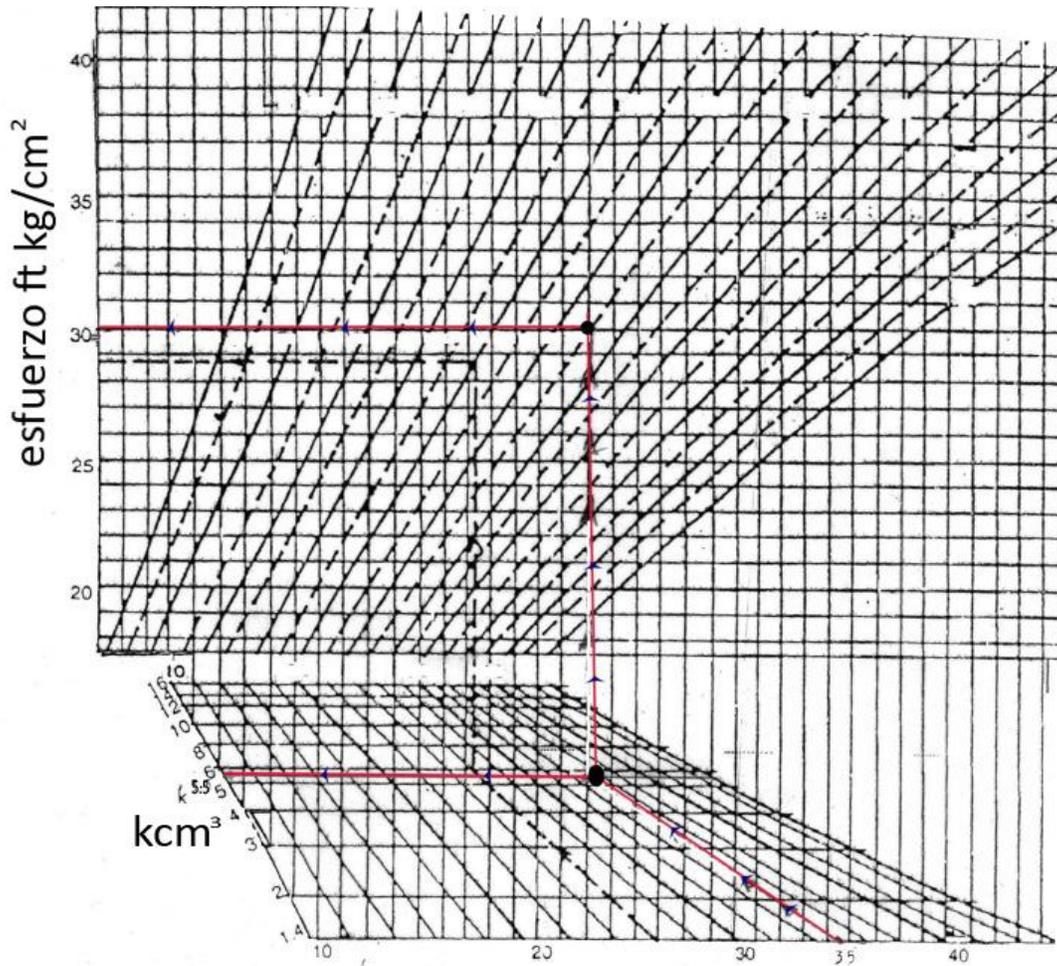
Calculo de las repeticiones esperadas

<i>Tipo de vehículo</i>	<i>Tipo de eje</i>	<i>Peso de eje kip</i>	<i>R. e por vehículo</i>	<i>R. e por eje</i>
<i>Jeep</i>	<i>Sencillo</i>	2.2	3,636,072	3,636,072
	<i>Sencillo</i>	2.2		3,636,072
<i>Camioneta</i>	<i>Sencillo</i>	2.2	3,847,520	3,847,520
	<i>Sencillo</i>	4.4		3,847,520
<i>M.Bus > 15</i>	<i>Sencillo</i>	4.4	82,921	82,921
	<i>Sencillo</i>	8.8		82,921
<i>M.Bus < 15</i>	<i>Sencillo</i>	8.8	576,299	576,299
	<i>Sencillo</i>	17.60		576,299
<i>Bus</i>	<i>sencillo</i>	11.00	111,943	111,943
	<i>Sencillo</i>	22.00		111,943
<i>Liv. C₂</i>	<i>Sencillo</i>	8.8	128,527	128,527
	<i>Sencillo</i>	17.60		128,527
<i>C₃</i>	<i>Sencillo</i>	11.00	5,501,788	5,501,788
	<i>Sencillo</i>	22.00		5,501,788
<i>C₃</i>	<i>Sencillo</i>	11.00	182,426	182,426
	<i>sencillo</i>	35.00		182,426
Re TOTALES:			14.067496×10⁶	28.134992×10⁶

Figura 10. Calculo de los espesores de la estructura del pavimento rígido

Estructuras de vías terrestres

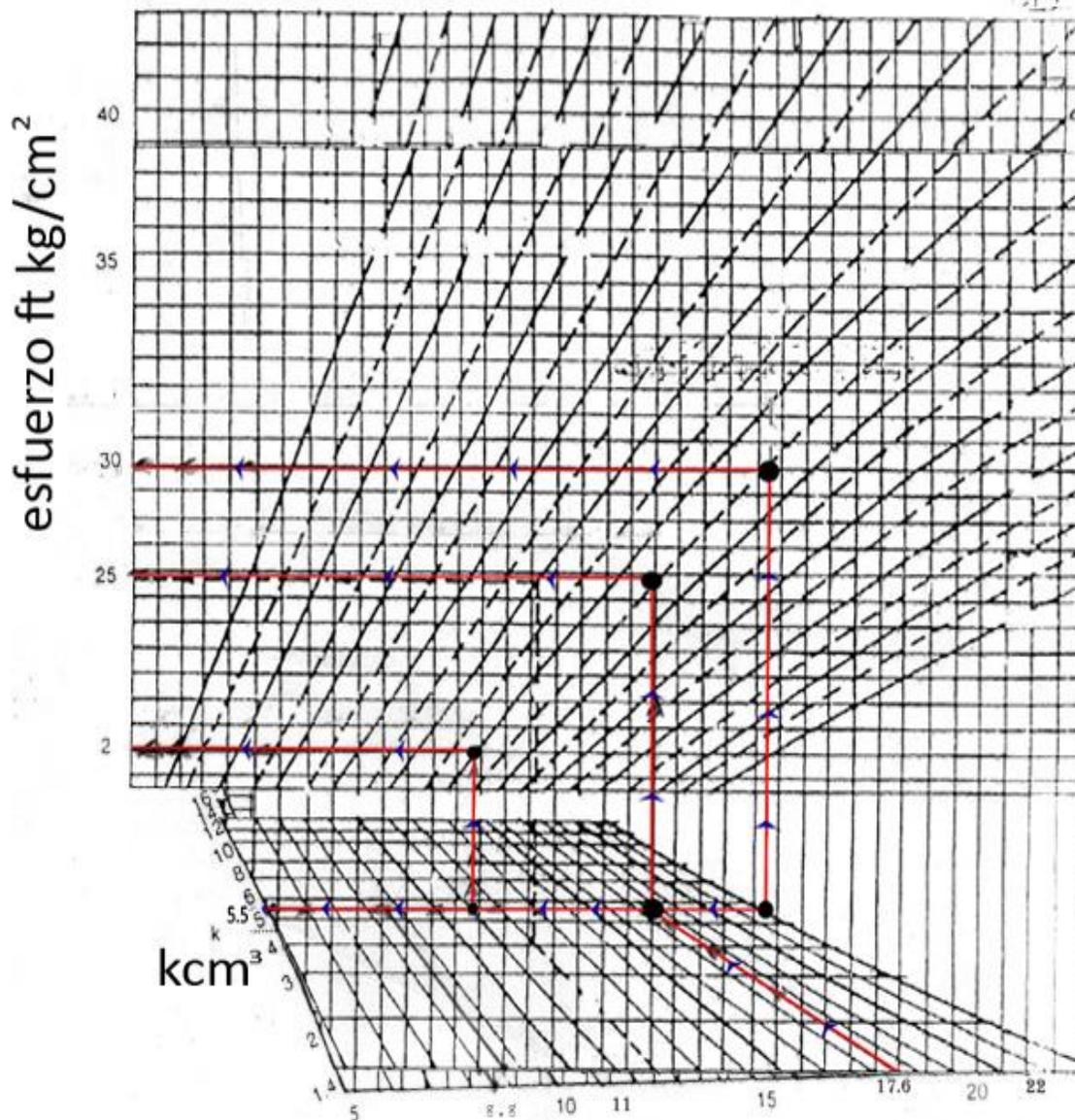
Espesor de losa, cm



Monograma para encontrar los esfuerzos que los ejes tándem causan en una losa de concreto hidráulico, en función de la carga aumentada por impacto, el módulo de reacción corregido en el espesor supuesto de la losa (PCA).

Figura 11. Estructuras de vías terrestres

Espesor de losa, cm



Monograma para encontrar los esfuerzos que los ejes sencillos causan en una losa de concreto hidráulico, en función de la carga aumentada por impacto, el módulo de reacción corregido en el espesor supuesto de la losa (PCA).

Tabla 21. (Tabla que Proporciona el Numero de en un Eje en Particular, que llevaría a que la losa Fallara según la Relación (Esfuerzo/MR)

Relación de Esfuerzos ft/MR	Núm. de Repeticiones admisibles	Reacción de Esfuerzos ft/MR	Núm. de Repeticiones admisibles
0.50	Infinitas	0.68	3 500
0.51	400 000	0.69	2 500
0.52	300 000	0.70	2 000
0.53	240 000	0.71	1 500
0.54	180 000	0.72	1 100
0.55	130 000	0.73	850
0.56	100 000	0.74	650
0.57	75 000	0.75	490
0.58	57 000	0.76	360
0.59	42 000	0.77	270
0.60	32 000	0.78	210
0.61	24 000	0.79	160
0.62	18 000	0.80	120
0.63	14 000	0.81	90
0.64	11 000	0.82	70
0.65	8 000	0.83	50
0.66	6 000	0.84	40
0.67	4 500	0.85	30

Figura 12. Estación de mayor cobertura 1802 San Marcos, Masatepe 2014
Factores del segundo cuatrimestre Mayo - Agosto

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx- Sx<=4	Tx- Sx>5	Cx- Rx<=4	Cx- Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.31	1.49	1.33	1.32	1.26	1.16	1.23	1.23	1.22	1.21	1.00	1.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06
Factor Semana	1.00	1.07	1.02	0.99	0.97	0.99	0.96	0.89	0.96	0.80	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.09
Factor Fin de Semana	1.01	0.85	0.95	1.02	1.08	1.04	1.11	1.47	1.10	2.64	1.00	1.64	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82
Factor Expansión a TPDA	0.99	1.01	0.98	0.99	0.98	1.07	0.96	0.93	0.88	0.91	1.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

Resumen semanal por tipo de vehículo expandido a 24Hrs

Día	Vehículos livianos				Pesado de pasajeros			Pesado de carga				Vehículo pesado		Otros	Total, VPD
	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus >12 p	MB> 15 p	Bus<1 5	LivC2	C2	C3	T3s2	Veh Const.	VEH Agric.		
<i>Factor Día</i>	1.31	1.49	1.33	1.32	1.18	1.27	1.23	1.23	1.22	1.21	1	1	1	1	<i>Total, vdp</i>
<i>Lunes</i>	2437	3959	1343	1245	74	248	30	32	2151	61	0	0	0	54	11634
<i>Martes</i>	2227	3856	1248	1379	5	116	30	31	1987	48	0	0	0	50	10977
<i>Miércoles</i>	1965	3618	145	380	5	100	30	31	172	42	0	0	0	50	6538
<i>Jueves</i>	2053	3592	1519	1321	5	116	21	31	2169	36	0	0	0	55	10918
<i>viernes</i>	2122	3779	130	315	9	116	26	32	157	31	0	0	0	47	6764
<i>Total</i>	10804	18804	4385	4640	98	696	137	157	6636	218	0	0	0	256	46831
<i>TPDS 24Hrs VPD</i>	2161	3761	877	928	20	139	27	31	1327	44	0	0	0	51	9366
<i>Composición del TPDS por tipo de vehículo %</i>	23.07	40.15	9.4	9.91	0.20	1.48	0.28	0.33	14.17	0.47	0	0	0	0.54	100
<i>TPDA (PVD)</i>	2161	3761	877	928	20	139	27	31	1327	44	0	0	0	51	9366
<i>TPDA (%)</i>	23.07	40.15	9.4	9.91	0.20	1.48	0.28	0.33	14.17	0.47	0	0	0	0.54	100
	VL= 83.53%				Pp= 1.96%			Pc= 15.51%							

Asumimos el 100% para los vehículos cargados TC=100%

<i>Tipo de vehículo</i>	TPDA	% TC	FD	FC	P/Diseño	FCA	Diseño a un año	Repeticiones Esperadas
<i>Jeep</i>	877	100	0.5	1	20	1.1359	365	3,636,072
<i>Camioneta</i>	928	100	0.5	1	20	1.1359	365	3,847,520
<i>Micro B > 15</i>	20	100	0.5	1	20	1.1359	365	82,921
<i>Micro B < 15</i>	139	100	0.5	1	20	1.1359	365	576,299
<i>Bus</i>	27	100	0.5	1	20	1.1359	365	111,943
<i>C₂=Liv</i>	31	100	0.5	1	20	1.1359	365	128,527
<i>C₂</i>	1327	100	0.5	1	20	1.1359	365	5,501,788
<i>C₃</i>	44	100	0.5	1	20	1.1359	365	182,426

Tomamos como factor direccional **FD=0.5**

La vía está compuesta de dos carriles de circulación dos por sentido. Por medio de la tabla el factor es igual a 1

Número de carriles en una sola dirección	F_c
1	1
2	0.8–1.00
3	0.6–0.8
4	0.5–0.75

Repeticiones Esperadas por tipo de ejes y peso

<i>Tipo de vehículo</i>	<i>Tipo de eje</i>	<i>Peso de eje kip</i>	<i>R.e por vehículo</i>	<i>R.e por eje</i>
<i>Jeep</i>	<i>Sencillo</i>	2.2	3,636,072	3,636,072
	<i>Sencillo</i>	2.2		3,636,072
<i>Camioneta</i>	<i>Sencillo</i>	2.2	3,847,520	3,847,520
	<i>Sencillo</i>	4.4		3,847,520
<i>M.Bus > 15</i>	<i>Sencillo</i>	4.4	82,921	82,921
	<i>Sencillo</i>	8.8		82,921
<i>M.Bus < 15</i>	<i>Sencillo</i>	8.8	576,299	576,299
	<i>Sencillo</i>	17.60		576,299
<i>Bus</i>	<i>sencillo</i>	11.00	111,943	111,943
	<i>Sencillo</i>	22.00		111,943
<i>Liv. C₂</i>	<i>Sencillo</i>	8.8	128,527	128,527
	<i>Sencillo</i>	17.60		128,527
<i>C₃</i>	<i>Sencillo</i>	11.00	5,501,788	5,501,788
	<i>Sencillo</i>	22.00		5,501,788
<i>C₃</i>	<i>Sencillo</i>	11.00	182,426	182,426
	<i>sencillo</i>	35.00		182,426
<i>Re TOTALES:</i>			14.067496×10 ⁶	28.134992×10 ⁶

SUMATORIAS DE LAS REPETICIONES DE VEHICULO PESADO

<i>Repeticiones Esperadas Por Ejes</i>		
<i>Tipo de Ejes</i>	<i>Peso en KIP</i>	<i>Total, de repeticiones esperadas</i>
<i>Sencillo</i>	<i>8.8</i>	<i>787,747</i>
	<i>11</i>	<i>5,613,731</i>
	<i>17.6</i>	<i>6,078,087</i>
	<i>22</i>	<i>294,369</i>
<i>Doble</i>	<i>35</i>	<i>182,426</i>
	<i>Total</i>	<i>12.956360×10⁶</i>

Según la tabla las repeticiones esperadas por ejes de los vehículos pesados en toda la vía, equivale a 12, 956,360 (12.956360×10⁶)

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

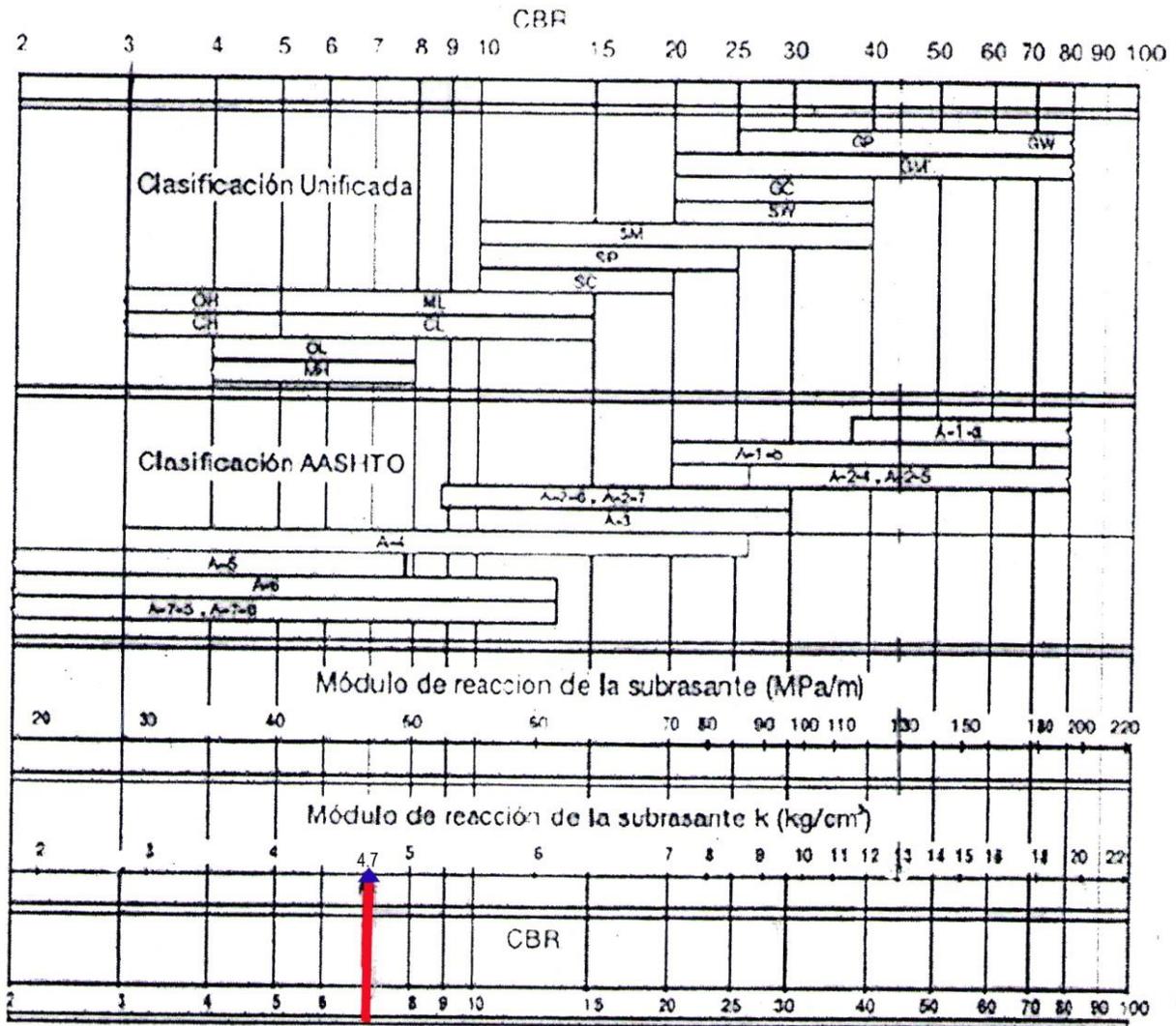


Figura 13. Relación entre la calificación del suelo y los valores de C.B.R y K

Fuente. Método AASTHO 93 para el estudio pavimentos rígidos

Espesor de subbase granular

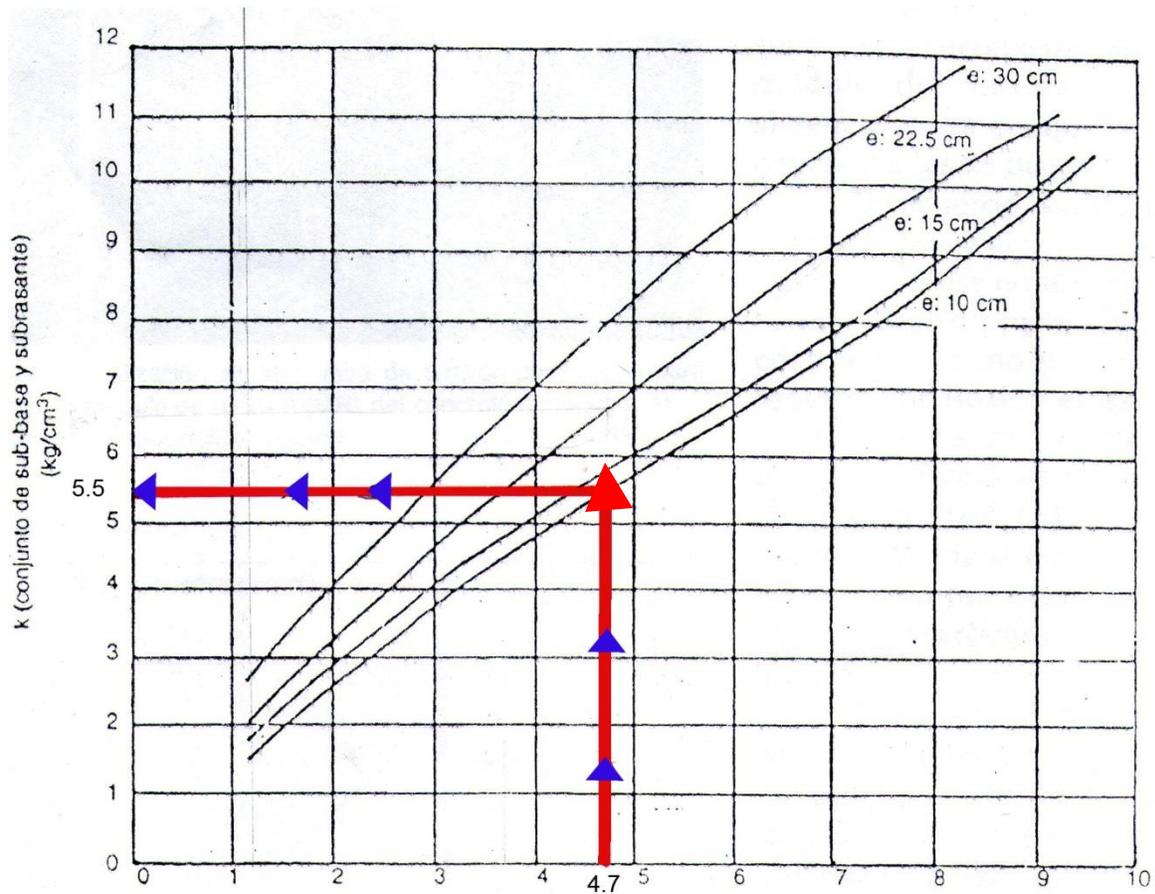


Figura. 14. Estructuración de los pavimentos rígidos

K (Subrasante) (kg/cm³)

Monograma para encontrar el módulo de reacción corregido para una Subrasante, de acuerdo con el espesor de la sub-base natural.

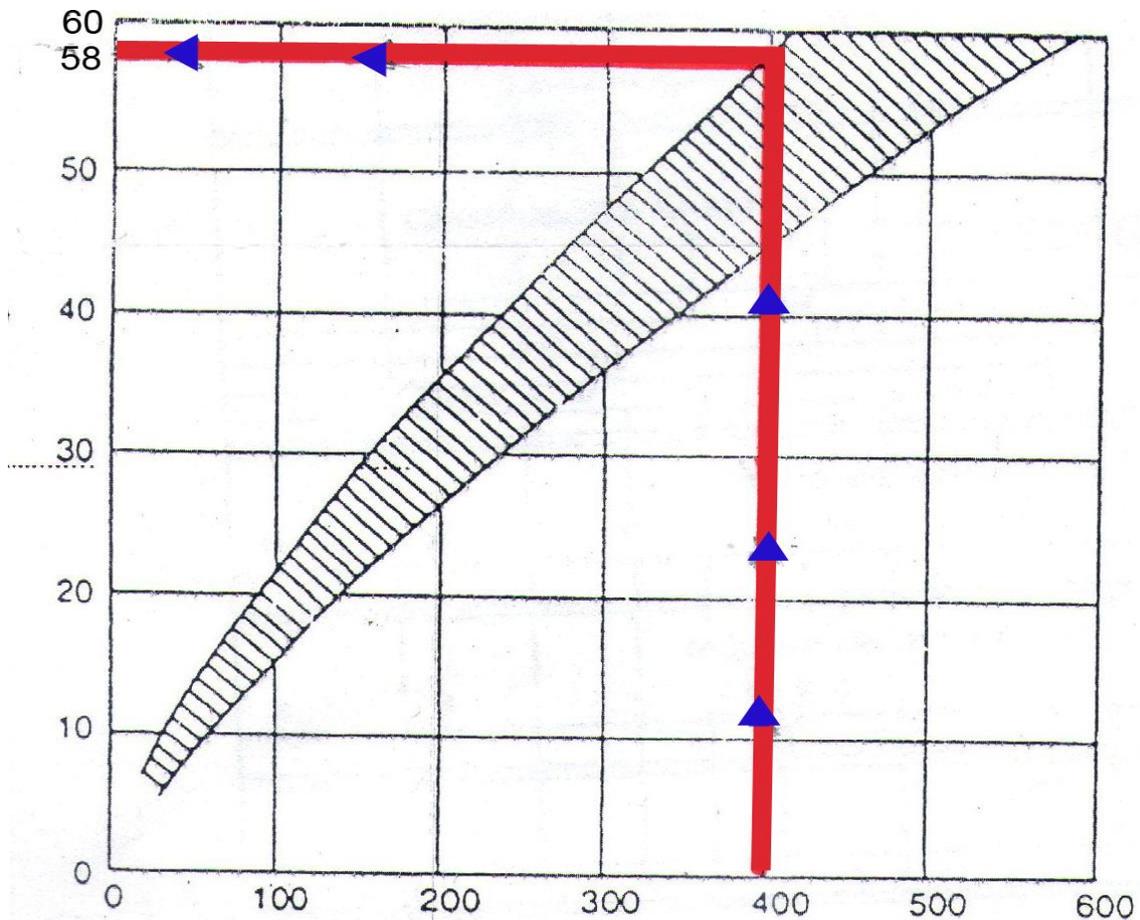


Figura 15. Estructuración de los pavimentos rígidos

Resistencia a la compresión. Kg/mc^2

Grafica entre la correlación entre el módulo de ruptura (MR) y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico a 28 días (f'_{c28}), para proporcionar los elementos pétreos y la pasta de agua-cemento.

ESTRUCTURACION DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS

Hoja de Resultado Final, Calculo del espesor de los pavimentos de concreto

Obra Pavimento de Concreto Hidráulico Tramo 450 ML

K. de la subrasante: 4.7 Kg / Cm³ (psi). Sub – base 15 cm de material granular sin tratar

K. Combinado: 5.5 Kg / Cm³ (psi). Factor de seguridad por carga: (FSC) 1

Espesor de losa propuesto 21cm, Modulo de ruptura propuesto (MR): 58 Kg /Cm²

Procedimiento:

Llene las columnas de 1.2 y 6 poniendo las cargas en orden decreciente

Analice el espesor de losa propuesto, Complementando las columnas 3, 4,5 y 7

Analice otros espesores de losa variado el Mr, espesor y/u otro tipo de subbase

1	2	3	4	5	6	7
Cargas por eje (Kips) Ton	Cargas por eje por FSC (Kips) Ton	Esfuerzos (Psi) kg/cm ²	Relaciones de esfuerzo	Repeticiones permisibles No	Repeticiones esperadas No	Resistencia a la fatiga consumida %

Ejes Sencillos

22	22	30	0.52	300000	294,369	98
17.6	17.6	25.9	0.45	infinitos	6,078,087	0
11	11	19	0.33	infinitos	5,613,731	0
8.8	8.8	19	.019	infinitos	787,747	0

Ejes de tándem

35	35	29	0.5	Infinitos	182,426	0
----	----	----	-----	-----------	---------	---

Total = 98

Interpretación del resultado Formas para calcular de espesores de losa de pavimento rígido, de acuerdo con el método de la asociación de Cemento Portland (PCA).

10.4.14. Aspectos complementarios al diseño.

En esta sección se definen aspectos que integran el diseño, por no estar directamente en el rubro del diseño de espesores.

- **Modulación de losas.**

La modulación de la losa se refiere a definir la forma que tendrán los tableros de losas de pavimento. Esta forma se da base a la separación entre juntas tanto transversales como longitudinales.

La modulación de losas va a estar regida por la separación de las juntas transversales que a su vez depende del espesor del pavimento. La siguiente expresión basada en el manual centroamericano de diseño de pavimentos permite dimensionar los tableros para inducir el agrietamiento controlado bajo sus cortes. El procedimiento para obtener manualmente el espesor satisfactorio se muestra en la (tabla ver anexos 10.4.14).

Normalmente se utiliza el 21, cuando tenemos mayor fricción entre la base y el pavimento de concreto, como en los casos en donde tenemos bases estabilizadas, bases con textura muy cerrada o whitetopping. El valor de 24 se utiliza cuando la fricción entre la base y el pavimento corresponde a valores normales, como en el caso de bases granulares.

En la modulación de losas se usará el valor de 24, debido que la base (en contacto con la losa) es de material triturado. Como la junta longitudinal lo que hace es partir en dos tramos iguales la losa de concreto, y el carril tiene 7.30 metros de ancho entre la cara del bordillo, la mitad es 3.65 m. esta es la dimensión Y. la Dimensión X es la separación entre las juntas transversales. X/Y debe de estar en los valores 0.71 y 1.40.

SJT: Separación de juntas transversales ($\leq 1.5\text{cm}$).

D: Espesor del pavimento en metros (0.21m).

$$(21-24) * D = 5 \leq 5.5\text{m.}$$

Para facilitar la ubicación de los cortes en el proceso constructivo de juntas transversales se considera una longitud de 504 cm.

La otra dimensión relacionada con la modulación de losas es la separación de juntas longitudinales. La forma ideal de un tablero de losa es la cuadrada, sin embargo, debido a que el actual ancho de carril de la vía se encuentra ya definido en 3.65 metros, se considera un tablero rectangular que cumple con la condición de diseño.

La relación entre largo ($L=504$ cm) y ancho ($A=365$ cm) de un tablero de losas no deberá estar fuera de los límites 0.71 a 1.4. En la modulación de la losa la relación del tablero da como resultado:

$$0.71 \leq 1.3 \leq 1.4$$

10.4.15. Diseño de juntas.

Tiene como objetivo principal el control de la configuración y agrietamiento natural que sufre el concreto durante el proceso constructivo y de uso. Además, tiene las siguientes funciones:

- Controla el agrietamiento transversal y longitudinal.
- Divide el pavimento en secciones adecuadas para el proceso constructivo.
- Permite el movimiento y alabeo de las losas por efecto de las cargas de tránsito.
- Permite transferencia de cargas entre losas.

De acuerdo a la (tabla en anexos, 10.4.15, 10.4.16) se establece para un espesor de (21cm) los siguientes dimensionamientos:

- La profundidad de corte de la junta (A), equivalente a de 1/3 del espesor de la losa, resultando 7 cms.
- El ancho del corte de la junta (B), equivalente a de 1/10 de la profundidad de la junta, resultando 0.70 cms.
- La profundidad del material de sellado (C), es 1/5 de la profundidad de la junta, resultando 1.40 cms.

El sellado tiene como propósito minimizar la filtración de agua superficial dentro de las juntas y las capas subyacentes. Así como, la entrada de materiales incompresibles que puedan ocasionar fisuras en las esquinas y daños mayores.

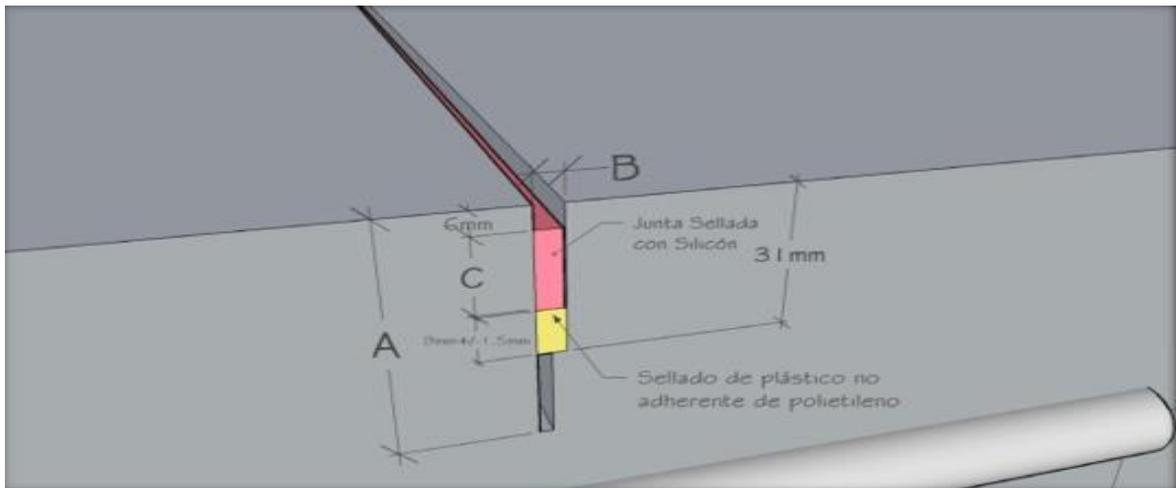


Figura 16. Dimensionamientos de las juntas.

Fuente: Elaboración propia de los autores

Diseño de las barras de amarre.

Las barras de amarre se colocan en las juntas longitudinales y su función principal es mantener el alineamiento de dos losas longitudinales continuas (una de cada carril de rodaje) esto ayudado con la existencia de hombros de concreto a ambos lados de la vía que sirven como apoyo lateral a la estructura de pavimento.

Se usará barras #4¹⁰ corrugada separada cada 76 cm. En la junta longitudinal cercana al hombro y en la junta longitudinal que divide ambos carriles de circulación, todas estas barras serán de acero de grado 40 y longitud de 73 cm. Las barras de amarre se ubicarán a una profundidad de $\frac{1}{2}$ del espesor (ver en anexos tabla 10.4.16).

Diseño de pasa juntas.

La barra pasa juntas o dovelas se colocan en las juntas transversales y su función principal es transferir la carga de una losa a la otra, para que cuando pase el vehículo no exista lo que se conoce como escalonamiento; y la llanta del vehículo impacte con el canto o borde de la otra losa produciendo un descascaramiento del borde y con el tiempo el fracturamiento de la losa en esa densidad.

De acuerdo a la figura (18) se establece para un espesor de (21cm) los siguientes dimensionamientos:

- El diámetro de las pasas juntas (E) equivale a 1.25 pulgada (varilla #10).
- El largo de las pasas juntas (F) 46 cm.
- La profundidad de instalación de las pasas juntas (G) es $\frac{1}{2}$ del espesor de la losa (D), equivalente a 9cms.
- La separación recomendable entre pasa juntas es de 30 cm.

No se propone otro diámetro, puesto que el método ya ha realizado una revisión integral para cada tipo de espesor y la barra a utilizar. (En la figura 18) se ilustra el dimensionamiento de la losa y sus elementos.

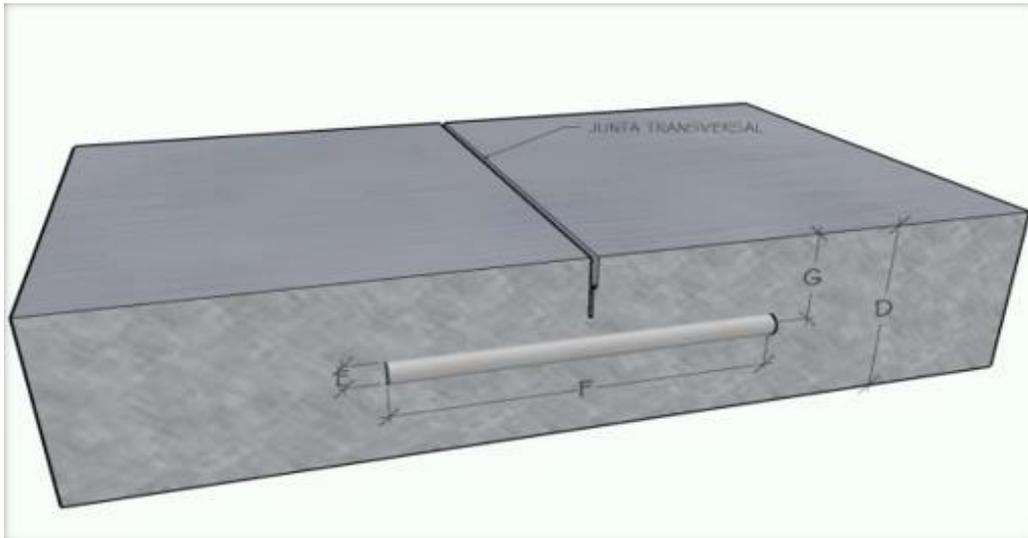


Figura 17. Dimensionamiento de las pasajuntas

Fuente: Elaboración de los autores

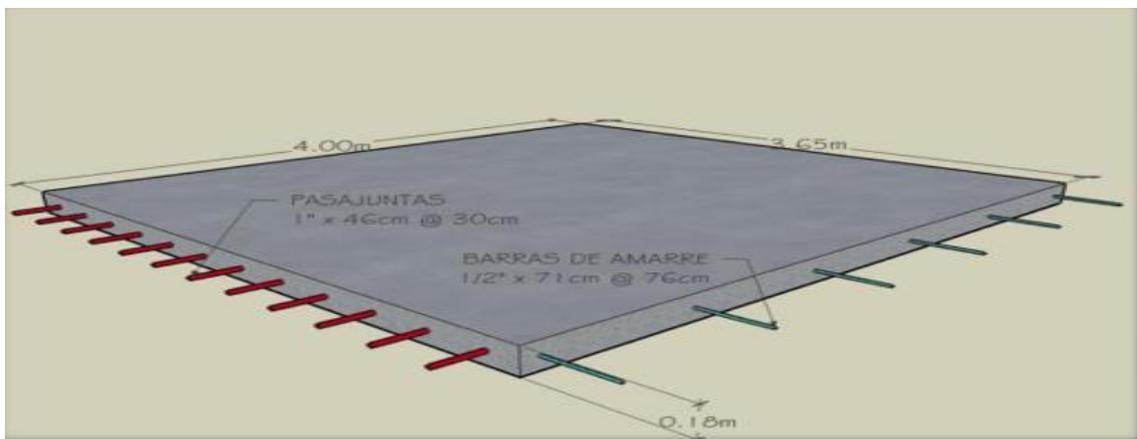


Figura 18. Dimensionamiento de las losas y sus elementos

Fuente: Elaboración propia de los autores

Propuesta de pavimento rígido con base granular.

Según las indicaciones por la guía de la AASHTO 93. El espesor mínimo sugerido para la capa base está en función del número de ESALS (**Ejes Equivalentes**), indicando que para ESA'Ls de 2, 000,000 a 7, 000,000 el espesor mínimo debe ser 15 cm, en nuestro diseño de pavimento rígido tendremos un espesor de 15 cm, dándole utilidad al terreno natural por lo que el valor de C.B.R es de 7% que nos indica un suelo útil para buena base (ver estudios de suelos anexos tabla)

Espesores recomendados para la capa base en dependencia del número ESA'Ls.

Numero de ESA'Ls	Espesor mínimo de la base
Menos de 50000	10 cm
50000 – 150000	10 cm
150000 – 500000	10 cm
500000 – 2000000	15 cm
2000000 – 7000000	15 cm
Más de 7000000	15 cm

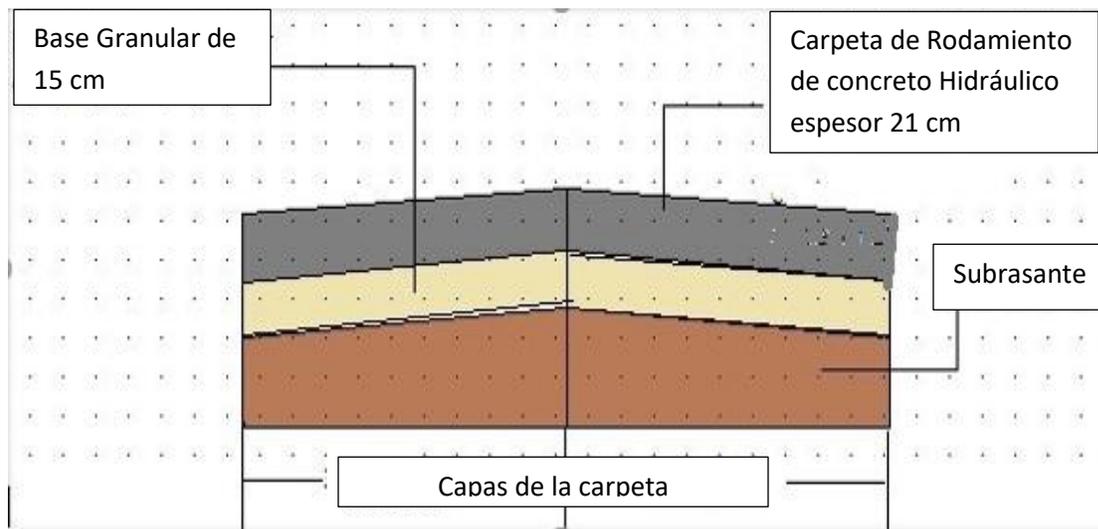


Figura 19. Estructura de pavimentos rígidos con sus espesores.

Fuente; Elaboración propia de los autores

Resultados obtenidos sobre los espesores de la estructura de pavimento rígido.

Concepto	Espesor en pulgadas	Espesor en centímetros
Losa de concreto	8.27	21
Base granular	5.91	15
Total	14.18	36

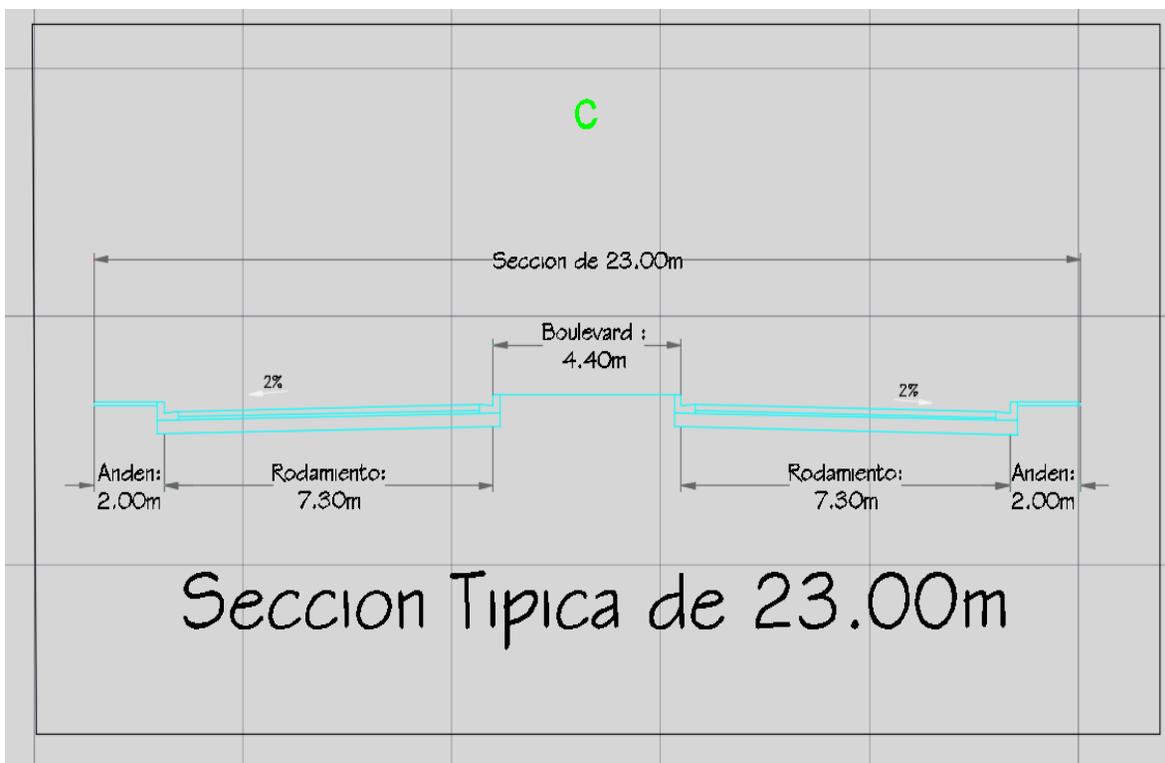


Figura 20. Sección típica de la vía

Fuente: Elaboración propia de los autores

11. INTEPRETACIÓN DE RESULTADOS.

En el capítulo I se establecieron criterios para la selección de los Materiales Constructivos y aditivos a utilizarse en la construcción de pavimentos con tecnología de concreto Hidráulico, esto nos permitió obtener de manera resumida que factores principales se toman en cuenta como Indicadores de calidad y utilidad que brindaran mayor eficiencia al implementarse en los pavimentos rígidos.

Los factores Principales en la elección del cemento Portland son los siguientes:

- Verificación cumplimiento de las especificaciones Químicas y Físicas Técnicas establecidas.
- Cumplimiento de la Clase de Resistencia.
- Corroboración del Tipo de Concreto a Utilizarse.
- Tiempo de Fraguado y Manejabilidad.

En esta etapa los factores que influyen son relacionados directamente a la elección correcta de los Agregados a utilizarse en el Concreto.

- Cumplimiento del Agregado y Fino Grueso de las Especificaciones establecidas (Análisis de Laboratorio).
- Proporción Agregado –Espesor de Pavimento.
- Pureza y Resistencia de los Agregados.
- Verificación de la Resistencia al Desgaste de los agregados (Calidad).

Después de tomar en cuenta los factores anteriores se toman criterios de selección de aditivos según las necesidades presentes en uso de la tecnología de concreto Hidráulico.

- Cumplimiento de las especificaciones Técnicas regidas por la PCA y AASTHO M-194.

- Durabilidad del Concreto.
- Tiempo de Fraguado para la elección de acelerantes y Desacelerones.
- Congelamiento y Descongelamiento del Concreto.
- Temperatura y clima del Proyecto en estudio.
- Homogeneidad de los Aditivos.

Para obtener la máxima utilización y eficiencia de los Materiales utilizados en la Tecnología de Concreto Hidráulico es necesario tomar con consideración la Relación Agua cemento y Resistencia que tendrán los Materiales que seleccionaremos como utilidades constructivas. Entre se obtuvo las siguientes:

- Verificación de la Resistencia a Flexión o Compresión según ACI (318 Calidad del concreto)
- Dureza de las Partículas (Mayor Resistencia Obtenida)
- Temperatura y exposición Natural del Proyecto en estudio.
- Agua apta para utilizarse (calidad, Potable)

El proceso de Curado es lo que dará la optimización directa de los Materiales seleccionados anteriormente y por lo tanto se deben tener en cuenta factores que permitan que este proceso se efectúe de manera eficiente:

- Acción inmediata del curado después del acabado Final.
- La Membrana Impermeable debe cumplir con especificaciones Establecidas.
- Método de Curado por Roció o Vapor.
- Homogeneidad y Optimización de la selección de los Materiales por medio de Procesos Anteriores Intervendrán en un Correcto Curado.

Los resultados obtenidos en el informe de suelo nos brindaron resultados que nos darán una perspectiva para saber con qué tipo de suelo estamos tratando el cual a simple vista es tomado como un suelo gravoso según los resultados obtenidos el suelo de la Subrasante es de tipo A-1-b (o) son usados como material de excelentes a buenos para ser utilizados como material de estructura de Subrasante.

La granulometría nos brindó el resultado más a profundidad obteniéndose que el suelo Grava con fragmentos arenar con grava, arena y piedra y posteriormente se analizaron los límites de Atterberg para analizar la plasticidad que al ser menor de 6 nos indica que el CBR será mayor del 20%.

El valor obtenido en el ensayo de CBR está en el rango de mayor del 20% lo que nos indica que es una Subrasante es considerada idónea para la estructura de pavimento.

El CBR de diseño es elegido al indicar el valor más bajo de resistencia en el tipo de suelo, el cual se considerará como crítico para el diseño de espesor de pavimento siendo de 7 %.

El estudio de tránsito nos permitió obtener un volumen total de vehículos que circulan en la vía en estudio siendo de 46831 vehículos en un periodo de 24 horas, se obtuvo que los vehículos predominantes son los tipos livianos y c-2 y c-3, utilizándose los camiones como vehículos de diseño de pavimentos al ser factores decisivos en el índice determinante del espesor.

El estudio de tránsito fue realizado por 5 días con un porcentaje de tráfico de 6884, resultando que el porcentaje para calcular el tránsito expandido a 24 horas se utilizó las estaciones de mayor cobertura del MTI. La tasa de crecimiento teniendo en cuenta la tasa económica, la tasa de crecimiento vehicular y poblacional y el crecimiento de la construcción civil en Nicaragua obteniendo un valor de 1.32 %. Posteriormente el diseño dejó como resultado un espesor de pavimento de 21 cm, obtenido por la selección de parámetros en guía con datos obtenidos de los estudios técnicos y el Método PCA y la AASTHO93

El periodo de diseño es de años por la clasificación de la vía por ser una colectora suburbana. La resistencia del concreto es de 4000 PSI.

Otro resultado obtenido para la determinación del espesor anteriormente descrito fue la **repetición esperada de diseño (ESALS)** es de **14.067496×10⁶**

La Modulación de losa deo como resultado un tablero de 504 cm x 3.65 cm cada una con una separación de 0.70cm y juntas selladas con silicón de 31 mm de profundidad, las barras de amarre serán No 4 a cada 76 cm y pasa juntas de 1 in * 46 cm a cada 30 cm.

12. CONCLUSIONES.

El diseño de la estructura de pavimento rígido de 450 m del tramo de lomas de San Judas del D-III, se basó en las siguientes conclusiones.

ESTUDIOS DE SUELOS.

Se realizó una revisión de los estudios de suelos elaborados por el laboratorio ingeniería de materiales y suelos (IMS), análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, resultando que los materiales de la sub-rasante son suelos tipo A-1-b (0) y A-1-a (0) de características granulares, considerados en rango que van de bueno a muy bueno como material de terracería de estructura de pavimento.

El CBR de diseño se obtuvo analizando las muestras representativas del tramo, siendo el tipo de suelo predominante catalogo como A-1-b encontrándose a profundidades que oscilan de 0.15 m a 0.60 m, con CBR para este tipo de suelos de 7%, obtenido a un 95% de compactación Proctor Estándar considerándose un valor conservador de CBR de diseño igual a 7% para capacidad de soporte del suelo donde se apoyara la losa.

Este valor de CBR se utilizó para correlacionarlo con el módulo de reacción de la sub-rasante (k), obteniéndose un valor de $K=4.7 \text{ kg/Cm}^3$.

ESTUDIO DE TRANSITO.

Se realizó un conteo vehicular, el cual se ejecutó por 12 horas en un periodo de 5 días continuos, analizándose los dos sentidos de la vía y clasificando los vehículos según lo establece el MTI.

Si interpretamos todo lo descrito en esta tesis se puede llegar a la conclusión de que nuestro país está en constante conexión con las mejoras, desarrollos y utilización de nuevos sistemas constructivos que ayudan a mejorar o complementar los sistemas clásicos que han sido utilizados durante el desarrollo que se ha dado en nuestro país.

Uno de estos nuevos sistemas que se han estado llevando a cabo en nuestro país es, la utilización de concreto hidráulico como superficie de rodamiento para las calles urbanas y carreteras interurbanas.

Es por esta razón que se ha planteado una serie de objetivos para nuestra tesis cumpliendo exitosamente el desarrollo de los estudios correspondientes de suelo y tráfico, que son los principales necesarios para lograr obtener un diseño que cumpla con las especificaciones para los diseños de mezclas de concreto hidráulico y demás especificaciones establecidas en la AASHTO 93 y tenga la capacidad de resistir el volumen de tráfico que a futuro tiende incrementar de manera exponencial.

Finalizando con el diseño de la estructura de pavimento rígido tomando en cuenta además de los criterios anteriormente mencionados, los valores de temperaturas del país, precipitación media anual y CBR de los suelos, siendo estos los principales aspectos que se pueden tomar en cuenta por su gran influencia pues con el tiempo son capaces de deteriorar la estructura.

Es por esa razón y basados en la información presentada se logra obtener un resultado para el espesor de la superficie de rodamiento con un valor de 21 cm.

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO.

El concreto utilizado para el diseño es de resistencia a la compresión de 4,000 PSI y un módulo de ruptura de 58 kg/cm².

Los resultados de los estudios anteriores sirvieron de parámetros de diseño para determinar el espesor necesario de la estructura de pavimento, obteniéndose un valor de 21 Cm que garantizan la seguridad del firme ante la erosión y fatiga, cumpliendo así con las exigencias del método PCA Y todas las normas AASTHOO 93. No obstante, en el diseño se consideró elementos complementarios que coadyuvan a garantizar la calidad del pavimento como son las barras de amarre y las pasa juntas.

13. RECOMENDACIONES.

La capa de material a utilizar como terreno de apoyo necesita ser compactado al menos al 95% Proctor estándar, con el propósito de garantizar los valores de soporte óptimos considerados en el diseño.

Se recomienda a través de la supervisión, cumplir estrictamente con el espesor de diseño de la estructura de pavimento propuesto, así como el valor de resistencia a la compresión del concreto y las dimensiones de los elementos complementarios al diseño, para así garantizar la calidad y la seguridad durante el periodo de diseño.

Por motivos de conclusión de una jornada laboral o por retraso de fabricación del concreto, se recomienda que las juntas de construcción coincidan con las juntas transversales y longitudinales del proyecto.

Con el fin de obtener una adherencia o fricción entre la superficie de contacto del neumático y el concreto, se recomienda aplicar texturizado a la superficie de la losa, este nos permitirá la rápida evacuación del agua de la superficie de rodamiento. La profundidad del texturizado se define de 3.0 mm a 6.0 mm.

Los cortes de las juntas de la losa, se deben realizar cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes que se produzcan agrietamientos no controlados, por lo general de 4 a 6 horas después del colado, según las condiciones atmosféricas. La profundidad de corte a considerar equivale a 1/3 del espesor de la losa.

14. BIBLIOGRAFIA.

- (2014, MTI red vial de Nicaragua)
- AASHTO93. (s.f).método para el diseño de pavimento rígido Estados Unidos.
- (s.f). ALCALDIA DE MANAGUA 2017.
- Association, P.C.A (2002 Portland cement Association). Diseño y control de mezclas de concreto.
- Manual de diseño de pavimentos rígidos.
- Fonseca, A. M. (1998). Ingeniería de pavimentos (Vol. 2).
- MTI. (2009). Manual para la revisión de diseños de pavimentos.
- MTI. (2014). Anuario estadístico de transporte.
- MTI. (2015). Red vial de Nicaragua.
- Rondón, H. A. (2015). Pavimentos materiales de construcción y diseño.
- SIECA. (2002). Manual centroamericano para diseño de pavimentos rígidos.

ANEXOS



Tabla 22. (Composición del Concreto de Cemento Portland para Pavimento según la Resistencia. 6.1.6)

Relación agua/cemento máxima	Temperatura del concreto	Revenimiento	Tamaño de agregado AASHTO M43	Resistencia a la compresión a los 28 días.	Resistencia a flexo tracción
0.49	20-10 °C	60±20 mm	No. 57 o 67	28 mpa	4.5MPa

Fuente: (Association, 2002 Potrland Cement Association) .

Tabla 23. (Granulometría para Agregados Fino en Mezcla de Concreto Hidráulico. 6.1.7)

Numero de malla	% que pasa AASHT T27 y T11
9.5 mm	100
No. 4	95-100
No. 8	80-100
No. 16	50-85
No. 30	25-60
No. 50	10-30
No. 100	2-10

Fuente: (Association, 2002 Potrland Cement Association) .

Tabla 24. (Relación Agua-Cemento y Resistencia a la Compresión. 6.1.8)

Resistencia a la compresión a los 28 días		Relación agua-material cementante en masa			
Kg/cm ²	MPa	Concreto sin aire incluido		Concreto con aire incluido	
450	45	0.38	0.38	0.31	0.3
400	40	0.43	0.42	0.34	0.34
350	35	0.48	0.47	0.4	0.39
300	30	0.55	0.54	0.46	0.45
250	25	0.62	0.61	0.53	0.52
200	20	0.7	0.69	0.61	0.6
150	15	0.8	0.79	0.72	0.7

Fuente: (Association, 2002 Potrland Cement Association).

Tabla 25. (Composición del Concreto de Cemento Hidráulico para Pavimento. 6.1.9)

Relación Agua/Cemento	Temperatura del Concreto	Asentamiento AASHTO T-119	Contenido de Aire Mínimo	Tamaños de Agregados AASHTO M-43	Resistencia a la Compresión AASHTO T-22	Resistencia a la Flexión AASHTO T-97
0.49	20°C - 10°C	40±20	4.50%	N° 57 o N° 67	28Mpa (4000psi)	4.5MPa (650psi)

Fuente: (Association, 2002 Potrland Cement Association).

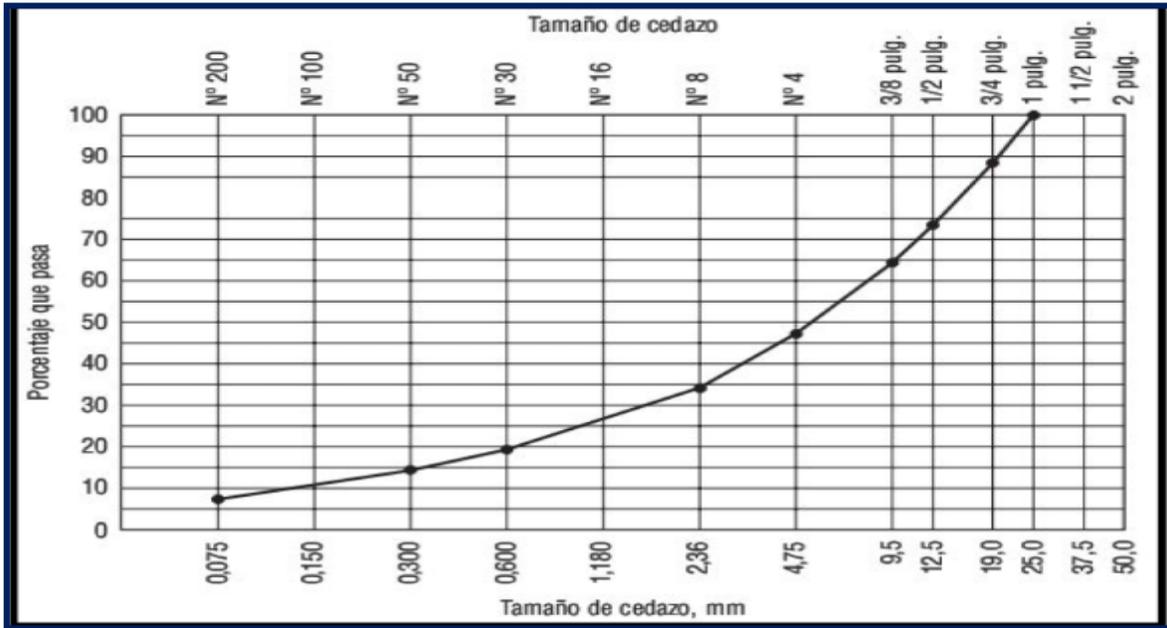


Figura 21. Diagrama Granulométrico Semilogarítmica para Áridos

Fuente: (Fonseca, 1998).

Numeración y Abertura de Tamices			
Tamiz (ASTM)	Tamiz (mm)	Abertura Real (mm)	Tipo de Suelo
3"	80	76.12	Grava
2"	50	50.8	Grava
1 1/2"	40	38.1	Grava
1"	25	25.4	Grava
3/4"	20	19.05	Grava
3/8"	10	9.52	Grava
Nº 4	5	4.76	Arena Gruesa
Nº 10	2	2	Arena Media
Nº 20	0.9	0.84	Arena Media
Nº 40	0.5	0.42	Arena Media
Nº 60	0.3	0.25	Arena Fina
Nº 140	0.1	0.105	Arena Fina
Nº 200	0.08	0.074	Arena Fina

Figura 22. Granulométrica para Áridos

Fuente: (SIECA, 2002)

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

Tamaño Máximo del Agregado (mm) (plg)	Peso Recomendado de Muestra Húmeda a Usar (kg)
4.75, 0.187 (N°4)	0.5
9.5, 0.375 (3/8")	1.5
12.5, 0.5 (1/2")	2
19, 0.75 (3/4")	3
25, 1 (1")	4
37.5, 1.5 (1 1/2")	6

Figura 23. Tamaño recomendado de muestra de acuerdo al Tamaño del Agregado

Fuente: (SIECA, 2002)

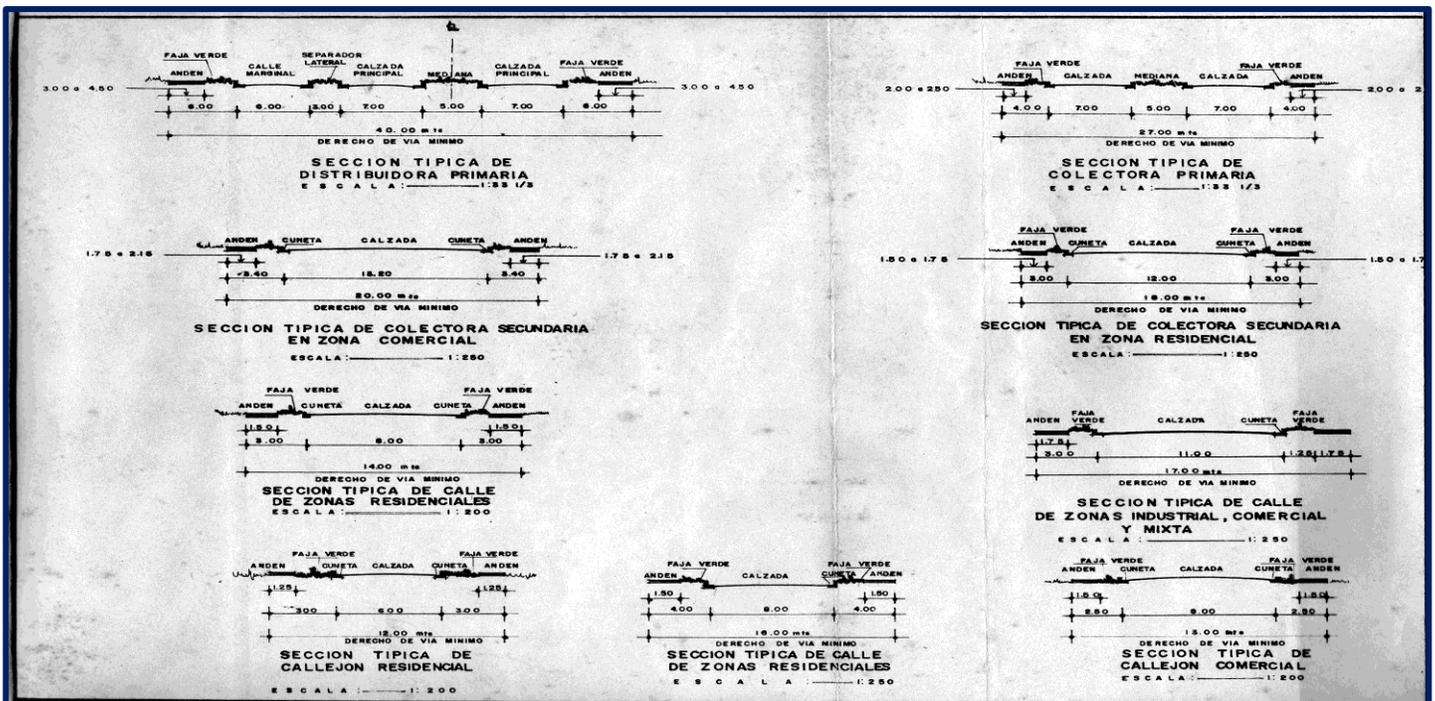


Figura 24. Secciones Típicas según Tipo de vía

Fuente: (Reglamento Vial de la Alcaldía de Managua).

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

RADIO DE CURVA DEL DERECHO DE VIA EN LAS INTERSECCIONES						
(Deflexión de 90°)						
TIPO DE VIA	DISTRIBUIDORA PRIMARIA	COLECTORA PRIMARIA	COLECTORA SECUNDARIA	CALLE	CALLEJON	
Distribuidora primaria	34.00 mts.	30.00 mts.	26.00 mts.	4.00 mts.	2.00 mts.	
Colectora primaria	30.00 mts.	30.00 mts.	20.00 mts.	4.00 mts.	2.00 mts.	
Colectora secundaria	26.00 mts.	20.00 mts.	10.00 mts.	4.00 mts.	2.00 mts.	
Calle	4.00 mts.	4.00 mts.	4.00 mts.	4.00 mts.	2.00 mts.	
Callejón Comercial ó Residencial	2.00 mts.	2.00 mts.	2.00 mts.	2.00 mts.	2.00 mts.	

TABLA No. 3						
RADIO DE CURVA DE CUNETAS EN LAS INTERSECCIONES						
(Deflexiones a 90°)						
TIPO DE VIA	DISTRIBUIDORA PRIMARIA	COLECTORA PRIMARIA	COLECTORA SECUNDARIA	CALLE	CALLEJON	
Distribuidora primaria	40.00 mts.	35.00 mts.	30.00 mts.	6.00 mts.	4.00 mts.	
Colectora primaria	35.00 mts.	35.00 mts.	24.00 mts.	6.00 mts.	4.00 mts.	
Colectora Secundaria	30.00 mts.	24.00 mts.	12.00 mts.	6.00 mts.	4.00 mts.	
Calle	6.00 mts.	6.00 mts.	6.00 mts.	6.00 mts.	4.00 mts.	
Callejón Comercial ó Residencial	4.00 mts.	4.00 mts.	4.00 mts.	4.00 mts.	4.00 mts.	

Figura 25. Parámetros Geométricos según el tipo de vía.

Fuente: (Reglamento Vial de la Alcaldía de Managua).

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

RADIO DE CURVA DEL DERECHO DE VIA EN LAS INTERSECCIONES
(Deflexión de 90°)

TIPO DE VIA	DISTRIBUIDORA PRIMARIA	COLECTORA PRIMARIA	COLECTORA SECUNDARIA	CALLE	CALLEJON
Distribuidora primaria	34.00 mts.	30.00 mts.	26.00 mts.	4.00 mts.	2.00 mts.
Colectora primaria	30.00 mts.	30.00 mts.	20.00 mts.	4.00 mts.	2.00 mts.
Colectora secundaria	26.00 mts.	20.00 mts.	10.00 mts.	4.00 mts.	2.00 mts.
Calle	4.00 mts.	4.00 mts.	4.00 mts.	4.00 mts.	2.00 mts.
Callejón Comercial & Residencial	2.00 mts.	2.00 mts.	2.00 mts.	2.00 mts.	2.00 mts.

TABLA No. 3
RADIO DE CURVA DE CUNETAS EN LAS INTERSECCIONES
(Deflexiones a 90°)

TIPO DE VIA	DISTRIBUIDORA PRIMARIA	COLECTORA PRIMARIA	COLECTORA SECUNDARIA	CALLE	CALLEJON
Distribuidora primaria	40.00 mts.	35.00 mts.	30.00 mts.	6.00 mts.	4.00 mts.
Colectora primaria	35.00 mts.	35.00 mts.	24.00 mts.	6.00 mts.	4.00 mts.
Colectora secundaria	30.00 mts.	24.00 mts.	12.00 mts.	6.00 mts.	4.00 mts.
Calle	6.00 mts.	6.00 mts.	6.00 mts.	6.00 mts.	4.00 mts.
Callejón Comercial & Residencial	4.00 mts.	4.00 mts.	4.00 mts.	4.00 mts.	4.00 mts.

Figura 26. Clasificación del sistema vial urbano.

Fuente: (Reglamento Vial de la Alcaldía de Managua).

Tabla No. 1
CLASIFICACION FUNCIONAL DEL SISTEMA VIAL URBANO
(CONTINUACION)

CRITERIOS	SISTEMA DISTRIBUIDOR PRIMARIO	SISTEMA COLECTOR PRIMARIO	SISTEMA COLECTOR SECUNDARIO	SISTEMA DE CALLES	SISTEMA DE CALLEJONES	SISTEMA RECREACIONAL
Longitud de viaje	5 - 10 kms.	2 - 5 kms.	1 - 2 kms.	100 - 500 mts.	100 mts.	—
Velocidad de operación	50 - 65 kms/H.	50 - 65 kms/H.	40 - 50 kms/H.	20 - 30 kms/H.	Máxima 20 kms/H.	30 kms/H.
Demanda de viaje	20.000 - 40.000 veh/día	5.000 - 20.000 veh/día	3.000 - 8.000 veh/día	1.000 - 3.000 veh/día	200 veh/día	3.000 - 8.000 veh/día
Acceso a la propiedad privada.	Controlado por calles marginales y/o por normas estipuladas en el Reglamento de Estacionamiento de Vehículo.	Controlado por normas estipuladas en el Reglamento de Estacionamiento de Vehículo.	DIRECTO		DIRECTO	Controlado por normas estipuladas en el Reglamento de Estacionamiento de Vehículo.
Continuidad del sistema	Si	Si	Si	Si	No	Si
Estacionamiento en la calzada.	No se permite	No se permite	No se permite	Un carril de estacionamiento mínimo controlado bajo regulación.	Espacios de estacionamiento en ambos sentidos	Sólo en bahías especialmente diseñadas.
Retiros frontales	De acuerdo al Reglamento de Zonificación y Uso del Suelo para el Area del Municipio de Managua.					
Espaciamento	1.5 kms.	Menos de 1.5 kms.	500 - 750 metros	100 - 200 metros	100 metros	No definido

Figura 27. Clasificación del sistema vial urbano.

Fuente: (Reglamento Vial de la Alcaldía de Managua).

Según la clasificación de las carreteras

Periodo de Diseño	
Tipo de Carretera	Periodo de Diseño
Autopista Regional	20 - 40 años
Troncales Suburbanas	15 - 30 años
Troncales Rurales	
Colectoras Suburbanas	10 - 20 años
Colectoras Rurales	

Figura 28. Periodo de Diseño Recomendado

Fuente: (AASHTO93)

ANEXO CAPITULO II

Tabla 26. (Clasificación de Suelos Según AASHTO. 10.2.5)

Clasificación General		Materiales Granulares que el 35% o menos del total pasa el tamiz N.º 200							Materiales Limo – Arcillosos más del 35% del total pasa el tamiz Nº200				
Clasificación de Grupo		A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
		A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5	A - 7 - 6
% Que Pasa Tamiz N°	10	50 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	30 máx.	50 máx.	51 min.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
	Limite Líquido (LL)	-	-	-	40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	41 min.
Límites de Atterberg	Índice Plástico (IP)	6 máx.	6 máx.	N.P.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.	11 min.
	Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.	20 máx.
Características del Material		Fragmentos de Grava, Arena y Piedra		Arena Fina	Limo Arcilloso, Gravilla y Arena			Suelo Limoso	Suelo Arcilloso				
Calificación		Excelente a Bueno							Regular a Malo				

Fuente: Road Administration Classification System (ASTM D – 3282).

Estudio de Suelos.
INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

Tabla 27. (Resultados de Ensayes de Suelos Sondeo Manual. 10.2.6)

Estación (km)	Desviación (m)	Profundidad (cm)	Espesor del Estrato (cm)	Muestra N.º	% Que Pasa Tamiz				L.L. %	I.P. %	Clasificación H.B.R.	Descripción del Suelo
					N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200				
Sondeo N.º 1												
		0 - 35	40	1	82	66	24	8	23	6	A - 1-b (0)	Fragmento de grava, piedra y arena.
	1.50 Izquierda	35 - 55	15	2	90	83	66	42	35	7	A - 4 (1)	Suelos limosos
		55 - 75	20	3	78	69	50	37	34	13	A - 6 (1)	Suelo arcilloso
		75 - 150	75	4	84	74	36	15	24	1	A - 1 - b (0)	Fragmento de grava, piedra y arena.
Sondeo N.º 2												
0+ 200	1.50 Derecha	0 - 68	60	5	73	52	14	4	24	5	A - 1 - b (0)	Fragmento de grava, piedra y arena.
		68 - 130	37	6	80	72	52	36	34	11	A - 6 (0)	Suelo arcilloso
		130 - 150	53	7	94	88	69	50	38	13	A - 6 (4)	Suelo arcilloso
Sondeo N.º 3												
0+ 300	1.50 Izquierda	36 - 65	61	8	81	66	31	17	22	4	A - 1 - b (0)	Fragmento de grava, piedra y arena.
		65 - 150	89	9	92	84	60	54	39	15	A - 6(1)	Suelo arcilloso

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

Tabla 28. (Resultados de Ensayes de Suelos Sondeo Manual. 10.2.6)

Estación (km)	Desviación (m)	Profundidad (cm)	Espesor del Estrato (cm)	Muestra N.º	% Que Pasa Tamiz				L.L. %	I.P. %	Clasificación H.B.R.	Descripción del Suelo
					N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200				
Sondeo N.º 4												
	1.50 Izquierda	0 - 47	60	10 3	76	46	16	6	20	4	A - 1 - a (0)	Fragmento de grava, piedra y arena.
		47 - 85	35	11	93	82	66	57	42	13	A - 7-5 (6)	Suelo arcilloso
		75 - 150	55	12	96	80	51	42	35	10	A - 4-(1)	Suelo limoso
Sondeo N.º 5												
0+ 420	1.50 Derecha	0 - 66	68	13	72	54	12	6	24	5	A - 1 - b (0)	Fragmento de grava, piedra y arena.
		66 - 150	82	14	75	67	50	35	34	13	A - 6 (1)	Suelo arcilloso
Sondeo N.º 6												
0+ 500	1.50 Izquierda	0 - 75	82	15	81	66	31	17	22	6	A - 1 - a (0)	Fragmento de grava, piedra y arena.
		75 - 150	68	16	92	77	45	24	39	4	A - 4 (1)	Suelo limoso

Tabla 29. (Informe de Prueba de CBR para la Muestra #1. 10.2.7)

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO
Muestra N. ° 1

Análisis Granulométrico del Material.								
% Que Pasa Tamiz						L.L.	I.P.	Clasificación H.B.R.
¾	3/8	N.º 4	Nº10	N.º 40	N.º 200			
93	85	82	66	24	8	23	6	A - 1 - b (0)

Prueba Proctor Estándar	
Peso Volumétrico Seco Máximo	1780 kg/m³
Humedad Optima	9.2 %

Pruebas C.B.R. Saturado			
Método de Compactación	Dinámica		
	Empleado		
% de Compactación	90	95	100
Peso Volumétrico Seco (Kg/m³)	1520	1635	1725
C.B.R. Saturado	30	53	76
% Hinchamiento	0.06	0.03	0.02
Tiempo de Saturación (Hrs)	96	96	96

Fuente: Ingeniería de Materiales y Suelos. IMS

Tabla 30. (Informe de Prueba de CBR para la Muestra #10. 10.2.8)

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

Muestra N.º 11

Análisis Granulométrico del Material.								
% Que Pasa Tamiz						L.L.	I.P.	Clasificación H.B.R.
3/4	3/8	N.º 4	Nº10	N.º 40	N.º 200			
-	-	93	82	66	57	42	13	A - 7 - 5 (6)

Prueba Proctor Estándar	
Peso Volumétrico Seco Máximo	1450 kg/m ³
Humedad Optima	28 %

Pruebas C.B.R. Saturado			
Método de Compactación Empleado	Dinámica		
	% de Compactación	90	95
Peso Volumétrico Seco (Kg/m ³)	1190	1285	1350
C.B.R. Saturado	5	7	9
% Hinchamiento	0.07	0.06	0.04
Tiempo de Saturación (Hrs)	96	96	96

Fuente: Ingeniería de Materiales y Suelos. IMS.

Tabla 31. (Informe de Pruebas de CBR para la Muestra #13. 10.2.9)

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

Muestra N.º 13

Análisis Granulométrico del Material.								
% Que Pasa Tamiz						L.L.	I.P.	Clasificación H.B.R.
3/4	3/8	N.º 4	Nº10	N.º 40	N.º 200			
-	-	96	80	51	42	35	10	A - 4 (1)

Prueba Proctor Estándar	
Peso Volumétrico Seco Máximo	1560 kg/m ³
Humedad Optima	17%

Pruebas C.B.R. Saturado			
Método de Compactación Empleado	Dinámica		
	% de Compactación	90	95
Peso Volumétrico Seco (Kg/m ³)	1250	1370	1480
C.B.R. Saturado	15	22	30
% Hinchamiento	0.02	0.03	0.02
Tiempo de Saturación (Hrs)	96	96	96

Fuente: Ingeniería de Materiales y Suelos. IMS.

Tabla 32. (Informe de Prueba de CBR para la Muestra #14. 10.2.10)

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

Muestra N. ° 14

Análisis Granulométrico del Material.								
% Que Pasa Tamiz						L.L.	I.P.	Clasificación H.B.R.
3/4	3/8	N.º 4	Nº10	N.º 40	N.º 200			
96	83	72	54	12	6	24	5	A - 1 - b (0)

Prueba Proctor Estándar	
Peso Volumétrico Seco Máximo	1720 kg/m ³
Humedad Optima	15.5 %

Pruebas C.B.R. Saturado			
Método de Compactación Empleado	Dinámica		
	% de Compactación	90	95
Peso Volumétrico Seco (Kg/m ³)	1400	1585	1675
C.B.R. Saturado	50	75	99
% Hinchamiento	0.03	0.02	0.007
Tiempo de Saturación (Hrs)	96	96	96

Fuente: Ingeniería de Materiales y Suelo

ANEXOS CAPITULO III

Tabla 33. (Resumen Semanal de Aforo (12 Hrs) 10.3)

<i>Día</i>	Vehículos livianos				Pesado de pasajero			Pesado de carga				Vehículo Pesado		Otros	Total (VPD)
	Motos	autos	JEEP	CTA	M.Bus >12P	MB >15P	BUS <15P	Liv. C2	C2	C3	T3S2	VEH Cons.	VEH Agric.		
<i>Lunes</i>	1,860	2,657	1,010	943	63	195	24	26	1,763	50	0	0	0	54	8,645
<i>Martes</i>	1,700	2,588	938	1,045	4	91	24	25	1,629	40	0	0	0	50	8,134
<i>Miércoles</i>	1,500	2,428	109	288	4	76	24	25	141	35	0	0	0	50	4,683
<i>Jueves</i>	1,567	2,411	1142	1,001	4	91	17	25	1,778	30	0	0	0	55	8,121
<i>Viernes</i>	1,620	2,536	98	239	8	91	21	26	129	26	0	0	0	47	4,841
<i>Total</i>	8,247	12,620	3,297	3,516	83	547	110	127	5,440	181	0	0	0	256	34,424
<i>TPD 12hrs V p d</i>	1,650	2,524	659	703	17	109	22	25	1,088	36	0	0	0	51	6884
<i>Composición del TPDS por tipo de vehículo %</i>	23.96	36.66	9.57	10.21	0.24	1.58	0.31	0.36	15.80	0.52	0	0	0	0.74	99.95

ESTACION DE MAYOR COBERTURA 1802
SAN MARCOS - MASATEPE
FACTORES - 2014

Factores del segundo cuatrimestre del año Mayo - Agosto

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx- Sx<=4	Tx- Sx=>5	Cx- Rx=<4	Cx- Rx=>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.31	1.49	1.33	1.32	1.26	1.16	1.23	1.23	1.22	1.21	1.00	1.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06
Factor Semana	1.00	1.07	1.02	0.99	0.97	0.99	0.96	0.89	0.96	0.80	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.09
Factor Fin de Semana	1.01	0.85	0.95	1.02	1.08	1.04	1.11	1.47	1.10	2.64	1.00	1.64	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82
Factor Expansión a TPDA	0.99	1.01	0.98	0.99	0.98	1.07	0.96	0.93	0.88	0.91	1.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97

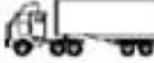
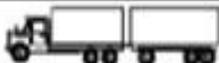
Figura 29. Estación de Mayor Cobertura 1802.

Tabla 34. (Estimación de la Tasa de Crecimiento. 10.3.2)

Indicadores Macroeconómicos y Poblacional									
Parámetro	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Tasa de Crecimiento
PIB precio de 1994 (tasa de crecimiento)	3.00	0.80	2.50	5.30	4.30	3.90	3.80	3.37	2.01
Valor bruto de producción: Obras de ingeniería civil (millones de córdobas 1994)	1,93.90	747.80	825.00	1,046.70	974.60	697.80	696.40	868.88	0.99
Compras de Bienes y servicios Alcaldía de Managua (millones de córdobas 1994)	105.90	100.10	153.80	221.80	270.00	338.40	405.80	227.97	1.17
Población de Managua	879,721.00				973,087.00				1.11
Tasa de Crecimiento a Considerar									1.32

Fuente: Anuario de Estadísticas Económicas. Banco Central de Nicaragua 2008, Instituto Nicaragüense de estadísticas y Censos.

Tabla 35. (Peso Máximo por Vehículo Permisibles. 10.3.8)

TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	PESO MAXIMO AUTORIZADO						Peso Máximo Total (t) Ton - Met.
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	
C2		5.00	10.00					15.00
C3		5.00	14.50					21.50
			8.25	8.25				
C4		5.00	20.00					25.00
			6.67	6.66	6.66			
T2-S1		5.00	9.00	9.00				23.00
T2-S2		5.00	9.00	14.00				30.00
				8.00	8.00			
T2-S3		5.00	9.00	20.00				34.00
				6.67	6.66	6.66		
T3-S1		5.00	14.00		9.00			30.00
			8.00	8.00				
T3-S2		5.00	14.00		14.00			37.00
			8.00	8.00	8.00	8.00		
T3-S3		5.00	14.00		20.00			41.00
			8.00	8.00	6.67	6.66	6.66	
C2-R2		4.50	9.00	4.0 a	4.0 a			21.50
		4.50	9.00	6.5 b	6.5 b			24.50
C3-R2		5.00	14.00		4.0 a	4.0 a		29.00
		5.00	8.00	8.00	6.5 b	6.5 b		34.00
C3-R3		5.00	14.00		4.0 a	5.0 a	5.0 a	35.00
		5.00	8.0 b	8.0 b	6.5 b	5.0 b	5.0 b	37.50

NOTA: El peso máximo permisible será el menor entre el especificado por el fabricante y el contenido en esta columna.

a : Eje sencillo llanta sencilla.
b : Eje sencillo llanta doble.

Fuente: (MTI, Red Vial de Nicaragua, 2015).

Tabla 36. (Factores de Crecimiento de Trafico. 10.3.16)

Periodo de Diseño (Años)	Factor de Crecimiento	Tasa de Crecimiento Anual (Porcentaje) r.						
		2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Fuente: (MTI, Red Vial de Nicaragua , 2015).

Tabla 37. (Factores de Crecimiento de Trafico. 10.3.17)

Factor de Distribución por Dirección	
Número de Carriles en Ambas Direcciones	LD (%)
2	50
4	45
6 o mas	40

Fuente: (AASHTO93).

Tabla 38. (Factores de Distribución por Carril. 10.3.18)

Factor de Distribución por Carril	
Número de Carriles en una Sola Dirección	LC
1	1.00
2	0.80 - 1.00
3	0.60 - 0.80
4	0.50 - 0.75

Fuente: (AASHTO93)

ANEXOS CAPITULO IV

TABLA 10.4

Levantamiento Topográfico.				
punto	coordenada x	coordenada y	elevación	Descripción
1	575286.8840	1340074.8439	153.4215	1ee5a
2	575362.7649	1340100.2802	153.4215	1ee5a
3	575410.5650	1340114.9441	153.4215	1ee5a
4	575362.7649	1340100.2802	153.4301	1ee5b
5	575363.5386	1340096.1656	153.4305	1ee5b
7	575369.7856	1340062.9358	153.4306	1ee5b
8	575393.8939	1339934.7793	153.4305	1ee5b
9	575406.0225	1339870.5863	153.4307	1ee5b
10	575406.0225	1339870.5863	153.4308	1ee5b
11	575413.6970	1339836.6486	153.4400	1ee5b
12	575425.9866	1339772.0192	153.4403	1ee5b
13	575435.8073	1339708.1043	153.4405	1ee5b
14	575443.2656	1339667.0676	153.4408	1ee5b
15	575451.9800	1339649.6000	154.4410	1ee5b
16	575453.5716	1339645.0609	154.4560	1ee5b
17	575451.9800	1339649.6000	154.4562	1ee5f
18	575392.9797	1339635.4069	154.4566	1ee5f
19	575403.5285	1340112.2610	154.4568	55
20	575403.2389	1340113.2576	154.4569	e4
21	575403.2389	1340113.2576	154.4570	e4
22	575380.9993	1340106.3925	154.4580	e4

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

23	575353.8878	1340098.0000	154.4590	e4
24	575324.5162	1340088.1456	154.4592	e4
25	575294.5685	1340078.0543	154.4555	e4
26	575294.8995	1340077.0118	154.4550	e4
27	575324.8468	1340087.1424	154.4551	e4
28	57554.1567	1340097.0332	154.4560	a32
29	575381.2373	1340105.4311	154.4561	a33
30	575306.3247	1340092.1373	154.4566	18a
31	575306.6270	1340092.5719	154.4555	a31
32	575293.7834	1340087.8764	154.4580	80e
33	575315.3909	1340093.8934	154.2541	af
34	575338.9688	1340102.7154	154.0011	1b3
35	575353.7331	1340106.5735	154.0255	B1
36	575367.7315	1340112.5227	154.1244	1b7
37	575375.0590	1340115.0083	154.2525	1c1
38	575393.3847	1340121.0954	154.2288	1b9
39	575396.3617	1340121.0954	154.2514	1bb
40	575301.7295	1340064.7393	155.225	9e
41	575312.5949	1340067.9116	155.2488	1c9
42	575314.8317	1340067.6235	155.4878	1c7
43	575321.5633	1340070.6448	155.2536	a7
44	575359.1914	1340083.1064	155.2457	a9
45	575358.2165	1340083.5793	155.2547	1c5
46	575378.2624	1340089.1680	156.2235	1c3
47	575377.5645	1340091.4391	156.547	ab
47	575391.9592	1340093.3945	156.2547	1bf
49	575365.4755	1340051.4060	156.2534	1cb
50	575375.3610	1340002.4547	156.2458	1cf
51	575385.9987	1339948.9615	156.3333	1d1
52	575397.3846	1339941.1108	155.2456	120

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

53	575398.0702	1339886.9296	156.5878	1cd
54	575408.9908	1339836.2365	156.4477	1d3
55	575416.5602	1339798.1607	156.2544	1d5
56	575419.7168	1339766.2882	156.2220	1d7
57	575426.1903	1339747.2790	156.0011	1d9
58	575423.6975	1339746.8100	156.2454	b5
59	575396.6000	1339698.1670	156.2233	1db
60	575411.8421	1339699.6000	156.2451	b7
61	575428.9465	1339703.7010	156.2424	1dd
62	575430.9167	1339703.2120	156.4100	b9
63	575381.2797	1340106.0757	156.2100	3d
64	575386.5142	1340107.7101	156.2320	3e
65	575392.0246	1340109.4251	156.2451	3f
66	575396.7785	1340110.5557	156.5550	40
67	575313.5637	1340070.9989	156.4400	56
68	575316.4894	1340072.3901	156.4411	58
69	575364.2787	1340088.0213	156.3333	5 ^a
70	575372.4785	1340082.4936	156.0011	9c
71	575385.3167	1340094.5251	156.3300	5c
72	575392.7095	1340095.9145	156.2311	5e
73	575397.6590	1340097.6862	156.2544	60
74	575391.8771	1339973.9618	156.0022	110
75	575393.8745	1339963.3514	156.2454	64
76	575425.4692	1339795.8646	156.3325	170
77	575422.2392	1339759.1880	156.2101	24f
78	575422.7281	1339755.8780	156.0101	251
79	575423.9176	1339756.2550	156.0202	253
80	575430.5793	1339702.6680	156.0302	1df
81	575431.5554	1339702.7390	156.0214	1e1
82	575297.1160	1340078.2950	156.0201	25

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

83	575303.3207	1340080.3162	156.2321	31
84	575309.4730	1340082.4765	156.2121	32
85	575315.4681	1340084.6531	156.2124	33
86	575321.5344	1340086.5321	156.2321	34
87	575328.0071	1340088.7524	156.2524	35
88	575333.2349	1340090.6175	156.2425	36
89	575338.6704	1340092.3954	155.4878	37
90	575343.7396	1340094.0122	155.2536	38
91	575350.7137	1340096.4377	155.5499	39
92	575357.0938	1340098.5127	155.2658	3 ^a
93	575363.1910	1340100.2408	155.5854	226
94	575369.2669	1340102.3446	155.5658	3b
95	575375.5967	1340104.2616	155.6987	3c
96	575438.1106	1339660.9370	155.3625	bb
97	575432.7327	1339699.7380	155.2456	826
98	575434.1491	1339690.8410	155.6655	828
99	575434.9651	1339685.4490	155.2546	82c
100	575440.6430	1339653.7070	155.2521	1e3
101	575440.3496	1339653.3590	155.5456	1e5
102	575452.3545	1339657.0120	155.5544	1eb
103	575452.3545	1339657.0120	155.2458	1eb
104	575424.9928	1339647.3140	155.2458	bd
105	575395.2585	1339640.1560	155.2354	1e9
106	575393.8361	1339639.6860	155.2554	bf
107	575449.9906	1339645.5370	155.5545	c1
108	575454.0489	1339650.7970	163.5455	c3
109	575362.765	1340100.28	163.5857	c4
110	575362.89	1340099.68	163.5858	c4
111	575362.894	1340099.65	163.5478	c5
112	575363.536	1340096.18	163.5544	c5

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

113	575364.213	1340092.63	163.5547	c5
114	575364.221	1340092.58	163.2564	c1
115	575364.629	1340090.41	163.2544	c2
116	575365.1	1340087.91	163.0012	a4
117	575365.656	1340084.94	163.0001	bd
118	575365.826	1340084.04	163.5954	bd
119	575383.088	1339982.39	163.5458	bd
120	575439.315	1339996.97	163.5848	f1
121	575420.981	1339970.52	163.4875	der
122	575387.236	1339961.77	163.5848	1er
123	575425.987	1339772.02	163.5544	56
124	575422.881	1339771.48	165.8989	55
125	575422.324	1339771.33	165.5640	56
126	575419.681	1339770.93	163.2524	57
127	575416.12	1339770.31	163.2548	58
128	575406.303	1339768.62	165.0128	58
129	575396.435	1339766.94	165.0233	59
130	575386.583	1339765.2	165.0555	54
131	575376.717	1339763.49	165.3235	57
132	575366.286	1339761.69	165.0215	25
133	575435.807	1339708.1	165.5848	15
134	575428.909	1339706.89	165.2535	12
135	575425.944	1339706.41	165.0123	15
136	575416.063	1339704.67	165.5552	36
137	575406.243	1339702.98	165.5848	38
138	575396.39	1339701.28	165.2548	39
139	575386.546	1339699.57	165.2524	37
140	575376.662	1339697.86	165.5748	25
141	575451.98	1339649.6	165.8989	36
142	575392.98	1339635.41	165.2535	d1

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

143	575365.476	1340002.45	165.3858	d2
144	575375.361	1339948.96	165.2526	d3
145	575385.999	1339886.93	165.4455	de
146	575398.07	1339836.24	165.2547	d5
147	575408.991	1339798.16	166.7422	d3
148	575416.56	1339766.29	166.5847	d2
149	575419.717	1339747.28	166.5868	ef5
150	575426.19	1339747.28	166.5857	ef6
151	575428.956	1339703.7	166.2547	ef4
152	575430.583	1339702.67	166.5687	dd1
153	575431.553	1339702.73	164.6969	66
154	575440.353	1339653.36	164.5854	67
155	575440.642	1339653.71	164.5848	68
156	575432.902	1339649.09	164.5858	69
157	575395.25	1339640.13	164.5253	70
158	575452.336	1339657.04	164.5232	71
159	575452.39	1339656.68	164.2525	47
160	575423.698	1339746.81	164.5285	48
161	575430.921	1339703.21	164.5848	79
162	575411.852	1339699.59	164.5582	25
163	575438.129	1339660.94	164.5845	80
164	575425.009	1339647.33	165.2358	df1
165	575393.839	1339639.68	165.3658	67 ^a
166	575449.998	1339645.55	165.3486	54r
167	575372.491	1340082.47	165.3625	57t
168	575364.295	1340088.1	165.3526	d4e
169	575391.878	1339973.96	165.2598	54
170	575393.868	1339963.35	165.2545	d44
171	575397.384	1339941.11	165.2545	c5d

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

172	575425.423	1339795.85	165.2354	fe1
172	575422.226	1339759.18	165.2534	bd5
174	575422.73	1339755.88	165.2351	ef9
175	575423.928	1339756.26	165.1254	26
176	575422.636	1339751.77	165.0156	33
177	575432.747	1339699.76	165.1253	34
178	575434.204	1339690.81	165.1548	34
179	575434.966	1339685.45	165.1235	34
180	574622.479	1339622.058	166.125	35
181	574623.211	1339622.001	166.014	35
182	574623.324	1339620.46	166.125	35
183	574623.641	1339618.438	166.261	35
184	574625.44	1339616.656	166.345	35
185	574626.95	1339615.66	166.355	35
186	574620.521	1339616.411	166.449	35
187	574619.416	1339613.318	166.6	35
188	574618.398	1339610.163	166.742	35
189	574616.297	1339604.515	167.031	35
190	574620.656	1339603.953	166.997	35
191	574622.241	1339607.3	166.893	35
192	574625.053	1339608.53	166.647	35
193	574623.925	1339620.435	166.127	21
194	574624.526	1339620.505	166.138	21
195	574624.259	1339620.979	166.198	20
196	574624.895	1339619.352	166.421	22
197	574623.671	1339619.743	166.329	37
198	574624.876	1339618.559	166.356	37
199	574624.938	1339619.2	166.335	37
200	574626.305	1339618.473	166.399	37
201	574628.323	1339617.053	166.514	37

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

202	574633.454	1339613.964	166.739	23
203	574644.683	1339611.394	166.945	23
204	574665.132	1339608.141	167.33	23
205	574624.681	1339604.749	166.987	32
206	574636.826	1339602.429	167.057	32
207	574637.411	1339604.233	167.034	32
208	574640.923	1339603.538	167.27	32
209	574639.805	1339606.316	166.977	38
210	574635.468	1339607.03	166.911	38
211	574635.324	1339606.042	166.972	38
212	574636.437	1339607.486	166.912	40
213	574636.279	1339606.188	166.982	40
214	574638.843	1339605.851	166.996	40
215	574639.043	1339607.176	166.956	40
216	574616.295	1339604.48	167.041	2
217	574616.451	1339604.46	167.006	2
218	574620.626	1339603.976	167.001	2
219	574621.729	1339607.725	166.766	2
220	574622.256	1339607.027	166.954	2
221	574624.939	1339608.725	166.646	2
222	574619.4	1339613.343	166.6	2
223	574619.57	1339613.311	166.548	2
224	574622.453	1339622.036	166.123	2
225	574622.647	1339621.96	166.04	2
226	574623.242	1339621.711	166.005	2
227	574624.195	1339617.203	166.306	2
228	574626.953	1339615.753	166.329	2
229	574628.828	1339617.049	166.496	2
230	574631.498	1339615.775	166.468	2
231	574630.72	1339614.386	166.457	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

232	574630.475	1339614.043	166.398	2
233	574630.431	1339613.884	166.51	2
234	574629.208	1339611.019	166.638	2
235	574628.513	1339608.743	166.674	2
236	574628.309	1339606.431	166.843	2
237	574628.106	1339604.741	166.91	2
238	574648.394	1339600.937	168.244	2
239	574648.708	1339601.868	167.64	2
240	574648.961	1339602.763	167.185	2
241	574649.038	1339604.274	167.174	2
242	574649.064	1339607.153	167.168	2
243	574649.339	1339609.8	166.979	2
244	574650.245	1339611.859	166.948	2
245	574668.923	1339607.575	167.506	2
246	574668.609	1339606.385	167.295	2
247	574667.848	1339604.035	167.377	2
248	574667.181	1339601.6	167.367	2
249	574666.637	1339599.668	167.65	2
250	574666.259	1339598.044	167.745	2
251	574685.221	1339593.843	167.642	2
251	574686.016	1339595.773	167.55	2
253	574686.679	1339597.806	167.419	2
254	574686.984	1339600.049	167.462	2
255	574687.539	1339602.647	167.385	2
256	574687.863	1339604.658	167.398	2
257	574708.097	1339601.194	167.556	2
258	574707.855	1339599.323	167.474	2
259	574707.162	1339596.513	167.56	2
260	574706.782	1339594.346	167.526	2
261	574706.733	1339592.584	167.808	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

262	574630.28	1339614.655	166.442	35
263	574628.396	1339608.624	166.68	35
261	574639.77	1339611.994	166.745	35
265	574638.063	1339605.986	166.993	35
266	574648.496	1339604.29	167.174	35
267	574649.835	1339609.784	167.006	35
268	574657.937	1339602.897	167.336	35
269	574659.51	1339608.146	167.14	35
270	574666.975	1339601.372	167.411	35
271	574668.517	1339606.511	167.276	35
272	574676.727	1339599.483	167.443	35
273	574677.944	1339604.748	167.37	35
274	574686.521	1339597.867	167.477	35
275	574687.748	1339602.863	167.419	35
276	574696.303	1339596.182	167.541	35
277	574697.253	1339601.201	167.5	35
278	574695.911	1339603.357	167.831	23
279	574726.554	1339598.422	167.5	23
280	574707.237	1339599.522	167.534	35
281	574706.309	1339594.473	167.564	35
282	574716.287	1339598.28	167.478	35
283	574715.271	1339592.927	167.604	35
284	574725.134	1339596.799	167.365	35
285	574724.223	1339591.129	167.566	35
286	574733.074	1339596.041	167.117	35
287	574732.575	1339589.73	167.477	35
288	574739.262	1339588.649	167.347	35
289	574746.286	1339588.065	167.081	35
290	574748.29	1339594.825	166.659	35
291	574738.837	1339590.118	167.393	1

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

292	574724.362	1339590.31	167.671	2
293	574724.43	1339586.949	167.798	2
294	574724.551	1339591.292	167.527	2
295	574724.649	1339593.735	167.536	2
296	574724.964	1339596.633	167.363	2
297	574725.162	1339597.957	167.469	2
298	574725.212	1339598.656	167.641	2
299	574732.627	1339596.535	167.186	2
300	574732.799	1339595.574	167.198	2
301	574735.278	1339598.566	167.147	2
302	574735.426	1339597.581	167.15	2
303	574735.387	1339596.735	167.006	2
304	574735.301	1339594.785	167.154	2
305	574734.749	1339591.94	167.399	2
306	574734.296	1339589.443	167.432	2
307	574734.174	1339588.939	167.508	2
308	574733.951	1339587.377	167.504	2
309	574733.763	1339585.284	167.53	2
310	574744.882	1339584.72	167.127	2
311	574745.393	1339587.153	166.979	2
312	574745.748	1339588.669	167.154	2
313	574747.01	1339591.336	167.102	2
314	574742.631	1339591.976	167.131	2
315	574742.204	1339592.379	167.157	2
316	574747.805	1339594.718	166.718	2
317	574748.832	1339596.999	166.323	2
318	574740.234	1339594.896	166.89	2
319	574751.92	1339596.346	166.613	2
320	574749.611	1339596.827	166.224	2
321	574748.824	1339597.069	166.333	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

322	574746.389	1339597.651	166.355	2
323	574743.595	1339598.563	166.334	2
324	574740.299	1339599.507	166.255	2
325	574739.915	1339599.632	166.374	2
326	574738.733	1339599.935	166.836	2
327	574737.793	1339597.948	166.706	2
328	574737.46	1339598.743	166.916	2
329	574736.004	1339599.747	167.102	2
330	574736.531	1339600.639	166.747	2
331	574734.344	1339597.376	167.34	4
331	574738.462	1339599.995	166.843	23
332	574742.91	1339611.419	165.321	23
333	574740.711	1339602.786	165.997	21
334	574751.852	1339594.339	166.901	2
335	574751.868	1339594.103	166.863	2
336	574751.251	1339590.83	167.193	2
337	574750.685	1339587.497	167.415	2
338	574750.714	1339587.142	167.075	2
339	574749.844	1339584.192	166.804	2
340	574759.503	1339583.996	168.086	2
341	574759.989	1339585.903	167.859	2
342	574760.092	1339586.146	167.733	2
343	574760.564	1339588.371	167.664	2
344	574761.198	1339591.598	167.647	2
345	574761.267	1339592.328	167.697	2
346	574761.67	1339593.649	167.487	2
347	574761.858	1339594.408	167.305	2
348	574749.029	1339596.127	166.412	35
349	574734.538	1339596.337	167.052	35
350	574737.161	1339597.649	166.807	35

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

351	574740.127	1339599.683	166.32	35
352	574742.201	1339601.733	165.941	35
353	574745.579	1339609.239	165.108	35
354	574751.018	1339607.248	165.333	35
355	574748.23	1339618.832	164.464	35
356	574754.042	1339617.069	164.736	35
357	574757.206	1339625.997	164.408	35
358	574751.325	1339628.141	164.172	35
359	574759.283	1339631.888	164.22	35
360	574753.492	1339634.3	163.993	35
361	574761.585	1339634.24	164.165	35
362	574763.697	1339634.762	164.237	35
363	574754.436	1339637.012	163.91	35
364	574766.869	1339635.147	164.358	35
365	574767.134	1339641.557	164.221	35
366	574767.121	1339641.517	164.219	34
367	574766.947	1339635.21	164.359	34
368	574764.237	1339641.748	164.078	35
369	574762.536	1339642.509	164.002	35
370	574761.876	1339644.182	164.003	35
371	574762.158	1339645.663	163.932	35
372	574757.479	1339647.011	163.653	35
373	574765.536	1339654.699	163.736	35
374	574760.709	1339656.739	163.537	35
375	574769.816	1339663.503	163.444	35
376	574764.903	1339666.052	163.401	35
377	574760.411	1339657.375	163.611	2
378	574761.031	1339657.064	163.491	2
379	574763.009	1339655.788	163.67	2
380	574765.485	1339654.668	163.738	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

381	574766.22	1339654.166	163.921	2
382	574762.871	1339645.396	164.283	2
383	574761.969	1339645.643	163.929	2
384	574759.672	1339646.307	163.861	2
385	574757.614	1339647.068	163.633	2
386	574757.004	1339647.284	163.764	2
387	574762.605	1339643.756	164.356	2
388	574761.898	1339642.971	164.012	2
389	574764.232	1339641.721	164.085	2
390	574767.208	1339641.634	164.393	2
391	574767.185	1339641.544	164.232	2
392	574766.812	1339638.687	164.263	2
393	574766.818	1339635.156	164.507	2
394	574766.879	1339635.184	164.355	2
395	574763.294	1339638.55	164.07	2
396	574762.551	1339634.512	164.18	2
397	574761.983	1339633.372	164.434	2
398	574761.326	1339633.985	164.158	2
399	574760.064	1339635.017	164.173	2
400	574757.234	1339635.932	164.094	2
401	574754.906	1339636.79	163.947	2
402	574754.52	1339637.021	163.913	2
403	574753.922	1339637.337	164.118	2
404	574760.505	1339638.701	164.097	2
405	574758.075	1339639.01	164.037	2
406	574755.461	1339639.644	163.819	2
407	574754.923	1339639.836	163.995	2
408	574754.074	1339640.024	164.037	2
409	574747.761	1339618.654	164.512	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

410	574748.284	1339618.442	164.473	2
411	574748.821	1339618.224	164.545	2
412	574751.574	1339617.625	164.745	2
413	574753.647	1339616.876	164.777	2
414	574754.077	1339616.748	164.75	2
415	574754.789	1339616.515	164.822	2
416	574755.966	1339639.087	163.9	1
417	574787.733	1339692.713	161.966	1
418	574752.864	1339636.16	164.175	21
419	574753.052	1339638.928	163.959	18
420	574751.29	1339633.975	164.167	18
421	574767.339	1339641.907	164.404	18
422	574756.4	1339650.151	163.7	18
423	574754.369	1339642.906	163.962	23
424	574773.929	1339641.375	164.445	23
425	574762.333	1339634.121	164.228	4
426	574764.031	1339634.79	164.211	15
427	574763.997	1339634.776	164.356	15
428	574764.239	1339641.722	164.071	15
429	574764.301	1339641.778	164.191	15
430	574769.344	1339635.42	164.462	15
431	574769.337	1339635.368	164.622	15
432	574770.76	1339635.436	164.508	15
433	574770.76	1339635.385	164.675	15
434	574792.392	1339634.054	164.657	15
435	574792.393	1339634.019	164.83	15
436	574792.66	1339639.994	164.414	15
437	574792.679	1339640.044	164.553	15
438	574801.936	1339633.933	164.506	15
439	574801.939	1339633.906	164.68	15

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

440	574802.801	1339639.423	164.269	15
441	574802.806	1339639.433	164.398	15
442	574813.097	1339632.943	164.293	15
443	574813.091	1339632.858	164.426	15
444	574813.196	1339638.831	164.059	15
445	574813.214	1339638.867	164.186	15
446	574841.812	1339632.318	163.492	15
447	574841.765	1339632.249	163.67	15
448	574855.748	1339631.689	162.88	15
449	574855.741	1339631.649	163.011	15
450	574858.068	1339637.379	162.534	15
451	574858.032	1339637.449	162.74	15
452	574872.232	1339630.833	162.17	15
453	574872.237	1339630.767	162.338	15
454	574872.763	1339636.781	161.902	15
455	574872.804	1339636.78	162.041	15
456	574886.179	1339630.104	161.544	15
457	574886.172	1339630.068	161.668	15
458	574887.157	1339635.977	161.206	15
459	574887.155	1339636.007	161.281	15
460	574886.07	1339630.1	161.548	34
461	574886.637	1339636.029	161.236	34
462	574769.805	1339675.1	163.03	35
463	574774.351	1339671.558	163.162	35
464	574774.759	1339671.298	163.206	21
465	574770.796	1339675.788	163.005	11
466	574774.817	1339673.507	163.087	11
467	574771.416	1339677.182	162.954	11
468	574775.476	1339674.427	163.017	11
469	574775.604	1339684.799	162.694	23

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

470	574775.739	1339683.862	162.654	35
471	574780.177	1339681.134	162.641	35
472	574782.242	1339692.77	161.93	35
473	574786.274	1339690.033	162.083	35
474	574790.313	1339694.269	161.793	35
475	574790.795	1339694.639	161.752	20
476	574788.737	1339701.187	161.308	35
477	574792.612	1339698.025	161.499	35
478	574794.665	1339709.294	160.761	35
479	574798.544	1339706.302	160.87	35
480	574800.792	1339717.791	160.105	35
481	574805.106	1339715.092	160.295	35
482	574806.662	1339726.312	159.864	35
483	574811.41	1339723.687	159.534	35
484	574807.975	1339729.153	159.662	19
485	574815.219	1339728.917	159.312	21
486	574806.362	1339727.533	159.908	40
487	574800.04	1339718.607	160.296	22
488	574811.496	1339734.371	159.204	18
489	574812.533	1339735.249	159.192	35
490	574817.048	1339732.313	159.232	35
491	574817.719	1339743.374	158.324	35
492	574822.103	1339739.847	158.489	35
493	574823.237	1339751.146	157.83	35
494	574827.821	1339747.779	157.831	35
495	574829.91	1339759.959	157.347	35
496	574833.936	1339756.836	157.278	35
497	574829.5	1339759.229	157.397	11
498	574828.86	1339758.617	157.438	11
499	574832.461	1339756.221	157.32	11

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

500	574832.933	1339756.917	157.316	11
501	574829.291	1339760.711	157.28	2
502	574830.01	1339760.245	157.248	2
503	574830.088	1339760.197	157.339	2
504	574831.587	1339758.724	157.367	2
505	574833.29	1339757.26	157.313	2
506	574833.364	1339757.17	157.253	2
507	574834.091	1339756.624	157.328	2
508	574830.066	1339759.986	157.355	1
509	574821.695	1339736.585	158.907	4
510	574763.607	1339666.763	163.769	2
511	574764.903	1339666.018	163.399	2
512	574767.169	1339664.746	163.455	2
513	574769.503	1339663.466	163.426	2
514	574770.392	1339663.062	163.655	2
515	574774.879	1339684.588	162.992	2
516	574775.648	1339683.811	162.639	2
517	574778.185	1339682.294	162.727	2
518	574779.902	1339681.285	162.668	2
519	574781.246	1339680.45	162.651	2
520	574793.285	1339697.769	161.516	2
521	574792.533	1339698.387	161.508	2
522	574790.479	1339699.767	161.55	2
523	574788.939	1339700.983	161.422	2
524	574788.471	1339701.174	161.218	2
525	574788.08	1339701.407	161.364	2
526	574787.521	1339701.88	161.298	2
527	574799.991	1339718.864	160.199	2
528	574800.877	1339718.339	160.04	2
529	574801.416	1339718.093	160.183	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

530	574803.162	1339716.639	160.303	2
531	574805.215	1339715.254	160.29	2
532	574805.585	1339715.182	160.327	2
533	574812.181	1339735.353	159.237	2
534	574812.838	1339734.845	159.222	2
535	574813.399	1339734.564	159.063	2
536	574815.092	1339733.625	159.178	2
537	574817.152	1339732.627	159.222	2
538	574819.458	1339730.678	158.951	2
539	574835.38	1339758.529	157.214	35
540	574837.274	1339759.799	157.136	35
541	574832.066	1339762.913	157.157	35
542	574834.372	1339764.669	157.07	35
543	574837.87	1339766.178	156.956	35
544	574841.263	1339761.472	157.084	35
545	574839.901	1339761.205	157.098	11
546	574841.243	1339761.669	157.074	11
547	574839.382	1339766.289	156.977	11
548	574837.959	1339765.763	157.029	11
549	574842.293	1339759.604	157.255	2
550	574841.799	1339761.134	157.06	2
551	574840.796	1339764.068	157.018	2
552	574839.742	1339766.302	156.982	2
553	574839.71	1339766.47	156.922	2
554	574839.471	1339767.413	156.955	2
555	574838.257	1339758.27	157.295	2
556	574836.583	1339759.681	157.177	2
557	574835.178	1339761.789	157.2	2
558	574833.733	1339763.938	157.165	2
559	574832.479	1339765.122	157.205	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

560	574833.567	1339764.178	157.111	2
561	574833.996	1339765.298	157.12	19
562	574836.084	1339758.021	157.246	19
563	574848.14	1339768.716	156.792	35
564	574850.187	1339764.2	156.799	35
565	574857.837	1339771.462	156.508	35
566	574859.634	1339767.378	156.688	35
567	574832.922	1339766.075	157.144	30
568	574855.58	1339771.152	156.652	30
569	574857.166	1339771.732	156.716	2
570	574857.381	1339771.344	156.522	2
571	574858.5	1339769.19	156.686	2
572	574859.097	1339767.358	156.719	2
573	574859.115	1339767.211	156.706	2
574	574859.715	1339765.335	156.817	2
575	574866.12	1339774.718	156.349	35
576	574867.781	1339770.077	156.553	35
577	574875.58	1339778.039	156.2	35
578	574876.709	1339772.762	156.324	35
579	574875.264	1339779.408	156.221	2
580	574875.641	1339777.883	156.207	2
581	574876.136	1339775.998	156.298	2
582	574876.725	1339772.919	156.352	2
583	574877.026	1339771.528	156.363	2
584	574877.213	1339778.477	156.207	8
585	574877.114	1339779.842	156.167	15
586	586574877.176	1339779.892	156.359	15
587	574879.061	1339780.526	156.087	14
588	574879.145	1339780.061	156.074	14
589	574886.327	1339781.129	156.066	14

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

590	574886.321	1339780.565	156.068	14
591	574879.243	1339780.722	156.082	15
592	574879.22	1339780.797	156.302	15
593	574877.191	1339778.463	156.212	1
594	574875.92	1339779.978	156.213	15
595	574875.947	1339780.011	156.423	15
596	574874.369	1339781.547	156.276	15
597	574874.41	1339781.578	156.47	15
598	574880.16	1339782.799	156.077	15
599	574880.153	1339782.823	156.288	15
600	574884.776	1339783.197	156.084	15
601	574884.787	1339783.204	156.273	15
602	574885.926	1339781.332	156.067	15
603	574885.985	1339781.369	156.277	15
604	574888.664	1339780.518	156.042	15
605	574888.657	1339780.551	156.305	15
606	574885.67	1339774.141	156.226	35
607	574885.515	1339780.538	156.07	35
608	574896.194	1339773.749	156.205	35
609	574896.09	1339772.829	156.264	2
610	574896.375	1339776.537	156.173	2
611	574896.591	1339779.628	156.009	2
612	574896.726	1339779.732	156.248	2
613	574906.432	1339772.436	156.238	35
614	574916.436	1339770.895	156.229	35
615	574916.419	1339769.501	156.384	2
616	574916.546	1339770.763	156.222	2
617	574917.17	1339773.621	156.113	2
618	574917.496	1339777.357	155.971	2
619	574917.514	1339777.455	156.176	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

620	574919.528	1339777.168	155.952	15
621	574919.532	1339777.205	156.131	15
622	574920.815	1339769.696	156.233	35
623	574921.301	1339768.664	156.339	35
624	574931.231	1339775.337	155.817	15
625	574931.234	1339775.376	155.988	15
626	574937.324	1339774.794	155.764	15
627	574937.314	1339774.785	155.938	15
628	574942.522	1339775.599	155.775	15
629	574942.515	1339775.604	155.919	15
630	574944.335	1339777.753	155.688	15
631	574944.322	1339777.747	155.824	15
632	574948.242	1339773.03	155.93	1
633	574944.695	1339772.056	155.941	8
634	574920.56	1339768.84	156.382	33
635	574893.476	1339773.17	156.275	33
636	574891.851	1339773.236	156.304	33
637	574868.962	1339769.499	156.555	33
638	574869.803	1339770.038	156.632	21
639	574870.289	1339770.35	156.567	20
640	574871.708	1339770.551	156.544	20
641	574870.847	1339770.057	156.637	18
642	574922.486	1339763.778	156.412	35
643	574929.911	1339765.32	156.19	35
644	574929.893	1339765.048	156.199	35
645	574934.777	1339766.42	156.143	35
646	574941.577	1339764.727	156.147	35
647	574942.05	1339764.158	156.165	35
648	574932.959	1339765.871	156.119	15
649	574933.014	1339765.846	156.443	15

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

650	574934.697	1339766.442	156.144	15
651	574934.687	1339766.402	156.398	15
652	574941.635	1339764.709	156.169	15
653	574941.583	1339764.666	156.429	15
654	574941.773	1339764.414	156.434	15
655	574941.855	1339764.522	156.19	15
656	574941.853	1339764.145	156.198	15
657	574941.818	1339764.149	156.438	15
658	574941.597	1339762.862	156.311	15
659	574941.554	1339762.822	156.432	15
660	574941.843	1339762.579	156.193	35
661	574947.499	1339761.496	156.142	35
662	574950.391	1339773.191	155.884	35
663	574953.325	1339784.834	155.687	35
664	574946.57	1339786.609	155.468	15
665	574946.516	1339786.642	155.646	15
666	574944.656	1339778.958	155.647	15
667	574944.607	1339778.993	155.754	15
667	574922.022	1339762.853	156.458	2
668	574922.539	1339769.089	156.228	2
669	574923.147	1339772.496	156.1	2
670	574923.643	1339776.455	155.858	2
671	574923.704	1339776.554	156.162	2
672	574932.957	1339765.913	156.102	2
673	574932.998	1339765.882	156.439	2
674	574933.275	1339768.181	156.06	2
675	574933.528	1339771.237	155.996	2
676	574934.163	1339775.028	155.784	2
676	574934.157	1339775.077	155.96	2
677	574940.115	1339774.77	155.917	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

678	574940.104	1339774.748	155.805	2
679	574939.945	1339772.729	155.89	2
680	574939.849	1339769.211	156.012	2
681	574939.084	1339765.314	156.152	2
682	574939.063	1339765.261	156.403	2
683	574941.838	1339764.626	156.148	2
684	574942.727	1339764.106	156.138	2
685	574945.391	1339763.497	156.159	2
686	574947.323	1339762.948	156.131	2
687	574948.217	1339762.658	156.332	2
688	574951.007	1339761.812	156.579	2
689	574948.88	1339768.554	156.054	2
690	574949.488	1339768.287	156.172	2
691	574952.348	1339767.563	156.515	2
692	574944.148	1339777.485	155.835	2
693	574944.208	1339777.42	155.702	2
694	574945.433	1339777.066	155.72	2
695	574948.049	1339776.432	155.826	2
696	574950.713	1339775.787	155.829	2
697	574953.558	1339774.814	155.832	2
698	574944.961	1339769.677	156.037	2
699	574952.702	1339775.249	155.835	18
700	574950.927	1339768.395	156.156	23
701	574940.356	1339765.241	156.115	37
702	574949.173	1339768.653	156.089	47
703	574952.399	1339767.673	156.512	47
704	574951.024	1339761.614	156.595	47
705	574947.781	1339762.213	156.195	47
706	574921.987	1339762.834	156.456	33
707	574933	1339765.755	156.116	33

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

708	574940.704	1339763.829	156.435	33
709	574953.517	1339772.183	156.274	33
710	574953.436	1339772.154	156.268	44
711	574951.362	1339772.265	156.013	44
712	574950.452	1339768.206	156.305	44
713	574952.424	1339767.691	156.514	44
714	574950.707	1339760.402	156.469	44
715	574948.759	1339760.792	156.452	44
716	574940.877	1339762.023	156.448	21
717	574941.939	1339731.925	157.274	44
718	574943.97	1339731.75	157.324	33
719	574943.736	1339731.551	157.439	33
720	574941.176	1339728.98	157.457	23
721	574939.217	1339753.521	156.605	42
722	574942.093	1339729.023	157.646	20
723	574934.879	1339736.459	157.034	21
724	574938.841	1339717.549	157.886	21
725	574931.883	1339722.619	157.752	21
726	574930.998	1339719.255	157.719	23
727	574937.775	1339714.665	157.872	4
728	574931.297	1339719.709	157.613	18
729	574930.521	1339709.163	157.419	47
730	574928.271	1339709.06	157.692	47
731	574927.15	1339704.059	157.686	47
732	574929.038	1339703.088	157.541	47
733	574927.045	1339703.455	157.882	2
734	574928.198	1339702.867	157.904	2
735	574928.306	1339702.781	157.634	2
736	574931.004	1339701.896	157.584	2
737	574934.291	1339701.103	157.519	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

738	574934.47	1339701.06	157.809	2
739	574936.572	1339702.596	157.866	2
740	574940.835	1339719.403	157.781	2
741	574939.287	1339719.817	157.548	2
742	574938.336	1339720.042	157.015	2
743	574935.412	1339720.424	156.999	2
744	574932.418	1339720.995	157.057	2
745	574931.863	1339721.182	157.69	2
746	574931.089	1339721.225	157.738	2
747	574935.347	1339739.864	156.932	2
748	574936.053	1339739.639	156.966	2
749	574936.679	1339739.577	156.669	2
750	574937.489	1339739.196	156.552	2
751	574939.867	1339738.96	156.548	2
752	574942.737	1339738.271	156.45	2
753	574942.918	1339738.202	156.898	2
754	574945.165	1339737.915	157.063	2
755	574939.267	1339757.007	156.663	2
756	574940.218	1339756.758	156.607	2
757	574941.086	1339756.555	156.246	2
758	574943.555	1339756.172	156.256	2
759	574946.763	1339755.245	156.226	2
760	574946.967	1339755.257	156.501	2
761	574949.265	1339754.78	156.587	2
762	574912.208	1339630.768	160.391	1
763	574935.653	1339703.872	157.637	29
764	574935.138	1339702.764	157.582	29
765	574936.181	1339701.099	157.926	29
766	574936.455	1339702.185	157.861	29
767	574936.452	1339702.177	157.535	28

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

768	574936.179	1339701.115	157.538	28
769	574935.092	1339702.913	157.495	28
770	574935.494	1339703.815	157.499	28
771	574927.751	1339700.001	157.624	28
772	574927.897	1339699.947	157.638	29
773	574927.474	1339700.054	157.726	29
774	574925.433	1339690.895	157.893	29
775	574924.764	1339691.129	157.901	29
776	574925.104	1339691.034	157.805	28
777	574931.561	1339688.694	157.951	23
778	574922.99	1339686.464	158.373	33
779	574922.978	1339686.362	158.312	30
780	574930.078	1339684.186	158.067	49
781	574930.211	1339684.167	158.202	49
782	574931.362	1339682.944	158.291	49
783	574931.501	1339683.01	158.298	30
784	574929.017	1339673	158.33	30
785	574925.715	1339663.016	158.769	40
786	574921.549	1339651.793	158.901	49
787	574923.946	1339651.399	158.919	49
788	574920.835	1339645.547	159.569	23
789	574919.267	1339638.59	159.975	18
780	574920.712	1339635.208	160.329	30
781	574908.426	1339639.993	160.192	30
782	574904.72	1339636.394	160.466	30
783	574904.871	1339635.999	160.499	18
784	574910.263	1339639.002	159.758	29
785	574911.462	1339640.112	159.576	29
786	574916.973	1339638.47	159.666	29
787	574916.427	1339637.522	159.732	29

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

788	574916.643	1339638.1	159.638	28
789	574911.154	1339639.601	159.562	28
790	574917.907	1339636.955	159.823	15
791	574917.938	1339636.97	160.145	15
792	574918.65	1339634.489	160.054	15
793	574918.659	1339634.474	160.378	15
794	574922.703	1339631.864	160.173	15
795	574922.707	1339631.905	160.487	15
796	574921.086	1339626.185	160.388	15
797	574921.073	1339626.197	160.648	15
798	574914.216	1339628.272	160.46	15
799	574914.217	1339628.112	160.687	15
800	574910.474	1339638.846	159.726	35
801	574910.248	1339636.313	159.989	35
802	574907.179	1339634.818	160.295	35
803	574905.292	1339631.434	160.552	35
804	574905.226	1339631.448	160.555	34
805	574905.454	1339634.988	160.454	34
806	574905.441	1339634.981	160.454	35
807	574915.349	1339630.905	160.261	35
808	574915.347	1339630.892	160.261	34
809	574916.916	1339630.828	160.233	34
810	574916.92	1339630.816	160.233	35
811	574917.177	1339635.104	159.94	35
812	574917.197	1339635.102	159.939	34
813	574916.44	1339637.383	159.749	35
814	574897.935	1339628.876	161.236	31
815	574898.075	1339629.332	160.997	15
816	574898.137	1339629.228	161.153	15
817	574898.643	1339635.272	160.714	15

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

818	574898.632	1339635.341	160.85	15
819	574917.313	1339626.13	160.63	31
820	574917.206	1339625.937	160.65	30
821	574922.437	1339684.585	158.494	2
822	574922.924	1339684.461	158.146	2
823	574923.111	1339684.396	158.099	2
824	574923.502	1339684.301	158.027	2
825	574923.844	1339684.18	158.108	2
826	574926.3	1339683.378	158.102	2
827	574929.696	1339682.57	158.107	2
828	574929.723	1339682.558	158.249	2
829	574931.43	1339681.929	158.283	2
830	574926.866	1339663.192	158.84	2
831	574924.507	1339663.736	158.726	2
832	574924.454	1339663.74	158.613	2
833	574923.959	1339663.928	158.494	2
834	574921.162	1339664.198	158.567	2
835	574917.703	1339665.11	158.543	2
836	574917.409	1339665.253	158.496	2
837	574917.164	1339665.352	158.745	2
838	574916.468	1339665.576	158.833	2
839	574910.588	1339646.635	159.838	2
840	574911.964	1339646.364	159.361	2
841	574912.473	1339646.134	159.23	2
842	574912.873	1339646.132	159.242	2
843	574915.673	1339645.469	159.28	2
844	574918.314	1339644.712	159.26	2
845	574919.56	1339644.244	159.435	2
846	574920.388	1339644.11	159.844	2
847	574922.485	1339643.298	159.642	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

848	574920.721	1339635.224	160.222	2
849	574920.057	1339635.116	160.558	2
850	574918.269	1339635.301	160.323	2
851	574918.125	1339635.311	159.978	2
852	574916.631	1339635.636	159.726	2
853	574916.457	1339635.683	159.907	2
854	574913.245	1339635.966	159.99	2
855	574910.364	1339636.057	160.056	2
856	574909.883	1339636.288	159.895	2
857	574908.439	1339636.451	160.236	2
858	574904.771	1339636.441	160.443	2
859	574904.846	1339635.149	160.57	2
860	574904.845	1339635.003	160.48	2
861	574904.279	1339631.758	160.659	2
862	574904.244	1339630.554	160.621	2
863	574903.968	1339628.937	160.795	2
864	574903.951	1339628.821	160.835	2
865	574903.735	1339626.901	161.034	2
866	574905.946	1339626.173	160.768	2
867	574909.681	1339627.98	160.577	2
868	574909.319	1339625.128	160.631	2
869	574913.305	1339624.832	160.566	2
870	574913.617	1339627.396	160.49	2
871	574914.258	1339627.229	160.636	2
872	574914.918	1339624.819	160.692	2
873	574917.204	1339626.307	160.615	2
874	574917.412	1339627.301	160.666	2
875	574917.465	1339627.3	160.418	2
876	574918.715	1339630.345	160.213	2
877	574920.128	1339633.092	160.099	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

878	574920.141	1339633.097	160.445	2
879	879574911.714	1339631.785	160.344	2
880	574893.993	1339564.269	168.241	1
881	574896.572	1339611.827	161.764	2
882	574900.521	1339610.431	161.4	2
883	574904.063	1339609.378	161.157	2
884	574907.137	1339608.801	161.205	2
885	574911.639	1339609.456	161.119	2
886	574909.81	1339594.313	162.094	30
887	574908.41	1339594.756	162.162	31
888	574909.845	1339594.279	162.058	2
889	574903.189	1339595.384	162.208	2
890	574897.028	1339597.254	162.05	2
891	574892.457	1339597.873	162.527	2
892	574889.314	1339587.677	163.079	2
893	574894.526	1339586.755	162.962	2
894	574901.476	1339585.049	162.848	2
895	574907.459	1339583.651	162.981	2
896	574905.697	1339573.695	163.819	2
897	574899.562	1339574.512	163.984	2
898	574894.116	1339576.193	164.1	2
899	574892.335	1339579.672	164.015	2
900	574888.114	1339580.967	163.878	2
901	574886.928	1339570.864	167.653	31
902	574886.889	1339570.901	167.651	2
903	574886.749	1339570.105	167.878	2
904	574891.394	1339569.001	167.935	2
905	574891.758	1339570.435	167.625	2
906	574897.542	1339569.203	167.57	2
907	574897.252	1339568.404	168.064	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

908	574903.504	1339568.465	167.572	2
909	574903.231	1339567.79	168.283	2
910	574903.282	1339567.13	168.115	2
911	574902.759	1339564.24	168.282	2
912	574902.384	1339561.634	168.346	2
913	574901.533	1339559.295	170.171	2
914	574912.132	1339557.743	170.087	2
915	574912.544	1339559.638	168.316	2
916	574913.079	1339562.008	168.265	2
917	574913.688	1339564.746	168.108	2
918	574913.844	1339566.143	167.515	2
919	574922.85	1339564.811	167.381	2
920	574922.539	1339563.864	168.271	2
921	574922.519	1339563.414	168.152	2
922	574922.146	1339560.495	168.309	2
923	574921.83	1339558.1	168.374	2
924	574895.861	1339559.985	170.087	2
925	574887.469	1339562.363	169.904	2
926	574893.452	1339560.189	168.162	2
927	574889.393	1339560.73	168.17	2
928	574894.814	1339562.741	168.362	2
929	574889.215	1339564.259	168.171	2
930	574886.023	1339567.607	168.028	2
931	574885.342	1339564.91	168.101	2
932	574885.151	1339563.785	168.761	2
933	574872.813	1339576.371	166.178	30
934	574876.561	1339575.846	165.837	2
935	574876.263	1339573.409	167.097	2
936	574875.804	1339571.452	167.745	2
937	574875.468	1339569.296	167.866	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

938	574872.23	1339574.105	167.737	4
939	574874.952	1339566.543	167.948	2
940	574874.843	1339564.667	170.049	2
941	574865.479	1339571.04	167.819	2
942	574856.66	1339577.949	167.072	2
943	574856.414	1339576.611	167.706	2
944	574856.35	1339576.142	167.573	2
945	574855.699	1339573.106	167.783	2
946	574855.443	1339570.455	167.844	2
947	574854.808	1339568.199	169.288	2
948	574846.263	1339574.537	167.852	2
949	574833.735	1339580.6	168.071	4
950	574836.513	1339580.861	167.816	2
951	574836.422	1339579.109	167.923	2
952	574836.351	1339576.397	167.983	2
953	574836.166	1339573.148	168.064	2
954	574836.245	1339571.473	168.113	2
955	574826.588	1339577.931	168.217	2
956	574814.456	1339576.914	168.475	1
957	574825.575	1339574.878	168.22	57
958	574819.505	1339575.959	168.309	57
959	574818.826	1339571.745	168.259	57
960	574836.129	1339573.062	168.109	57
961	574835.281	1339568.764	168.452	57
962	574819.86	1339582.86	168.345	4
963	574819.868	1339583.907	168.151	2
964	574819.383	1339581.437	168.428	2
965	574818.91	1339578.822	168.413	2
966	574818.229	1339576.088	168.329	2
967	574817.973	1339573.286	168.225	2

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

968	574808.568	1339579.935	168.571	2
969	574801.54	1339585.196	168.462	4
970	574798.869	1339587.72	168.333	2
971	574798.623	1339586.764	168.231	2
972	574798.272	1339584.81	168.571	2
973	574798.124	1339581.803	168.612	2
974	574797.267	1339578.633	168.64	2
975	574796.769	1339575.316	168.424	2
976	574788.803	1339583.546	168.524	2
977	574777.633	1339578.616	168.511	2
978	574777.962	1339581.336	168.19	2
979	574778.979	1339584.921	168.319	2
980	574779.519	1339587.884	168.277	2
981	574779.754	1339591.075	168.073	2
982	574768.653	1339586.979	167.996	2
983	574767.912	1339591.795	168.012	4
984	574752.052	1339596.163	166.7	30

ESTUDIO DE TRANSITO.

Tabla 39. (Clasificación Funcional del Sistema Vial para el Área del Municipio de Managua. 10.4.13)

<p>SISTEMA DE TRAVESIA</p>	<p>Es un sistema de vias compuesto por una calzada dividida por la mediana; de acceso totalmente controlado, de varios carriles, que presta servicio a grandes volúmenes de tráfico de vehículos interurbanos, los cuales viajan a velocidad relativamente alta y realizan viajes de considerable longitud.</p>
<p>SISTEMA DISTRIBUIDOR PRIMARIO</p>	<p>Es un sistema de vias de calzadas separadas por los sentidos de circulación de tráfico, con un rango de derecho de vía entre cuarenta y cien metros, de acceso controlado a las propiedades adyacentes a la vía mediante calles marginales. Presta servicio a grandes volúmenes de tráfico de vehículos que viajan a velocidad relativamente alta y realizan viajes de larga distancia a nivel urbano.</p>
<p>SISTEMA COLECTOR PRIMARIO</p>	<p>Es un sistema de vias con calzadas separadas por los sentidos de circulación del tráfico con un rango de derecho de vía entre veintisiete y treinta y nueve metros, con acceso directo a las</p>

Fuente: Plan Regulador de Managua. Reglamento del Sistema Vial.

Tabla 40. (Resumen de Especificaciones para la Colocación de Juntas. Según normas del manual centroamericano para el diseño del pavimento 10.4.14)

Espesor de Losa (cm.)	1	2	3	4
	Espaciamiento entre juntas (cm.)	Profundidad de corte de juntas (cm.)	Profundidad del material de sellado (cm.)	Ancho de corte para la junta (cm.)
15	360	5.00	1.00	0.50
16	384	5.33	1.07	0.53
17	408	5.67	1.13	0.57
18	432	6.00	1.20	0.60
19	456	6.33	1.27	0.63
20	480	6.67	1.33	0.67
21	504	7.00	1.40	0.70
22	528	7.33	1.47	0.73
23	552	7.67	1.53	0.77
24	576	8.00	1.60	0.80
25	600	8.33	1.67	0.83
26	624	8.67	1.73	0.87

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.

27	648	9.00	1.80	0.90
28	672	9.33	1.87	0.93
29	696	9.67	1.93	0.97
30	720	10.00	2.00	1.00
31	744	10.33	2.07	1.03
32	768	10.67	2.13	1.07
33	792	11.00	2.20	1.10
34	816	11.33	2.27	1.13
35	840	11.67	2.33	1.17
Columna 1:	El espaciamiento entre las juntas, es 24 veces el espesor de la losa en centímetros.			
Columna 2:	La profundidad de corte de la losa en 1/3 del espesor de la losa en Centímetros.			
Columna 3:	La profundidad del material de sellado es 1/5 de la profundidad de la junta en centímetros.			
Columna 4:	El ancho del corte de la junta es 1/10 de la profundidad de la junta en centímetros.			

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

Tabla 41. (Recomendaciones de Espacio Máximo para Barras de Amarre. 10.4.15)

Espesor de pavimento (cms.)	Tamaño de varilla	Distancia al extremo libre			
		305 cms.	366 cms.	427 cms.	732 cms.
12.7	1.27x61	76 cms.	76 cms.2	76 cms.3	71 cms.
14.0	1.27x64	76 cms.	76 cms.	76 cms.	64 cms.
15.2	1.27x66	76 cms.	76 cms.	76 cms.	58 cms.
16.5	1.27x69	76 cms.	76 cms.	76 cms.	53 cms.
17.8	1.27x71	76 cms.	76 cms.	76 cms.	51 cms.
19.1	1.27x74	76 cms.	76 cms.	76 cms.	46 cms.
20.3	1.27x76	76 cms.	76 cms.	76 cms.	43 cms.
21.6	1.27x79	76 cms.	76 cms.	71 cms.	41 cms.
22.9	1.59x76	91 cms.	91 cms.	91 cms.	61 cms.
24.1	1.59x79	91 cms.	91 cms.	91 cms.	58 cms.
25.4	1.59x81	91 cms.	91 cms.	91 cms.	56 cms.
26.7	1.59x84	91 cms.	91 cms.	91 cms.	53 cms.
27.9	1.59x86	91 cms.	91 cms.	91 cms.	51 cms.
29.2	1.59x89	91 cms.	91 cms.	91 cms.	48 cms.
30.5	1.59x91	91 cms.	91 cms.	91 cms.	46 cms.

Fuente: Pavimentos de concreto. CEMEX.

Tabla 42. (Diámetro y Longitudes Recomendadas en Pasajuntas. 10.4.16)

Espesor de losa		Barras pasajuntas					
		Diámetro		Longitud		Separación	
mm.	in.	mm.		cms.	in.	cms.	in.
13 a 15	5 a6	19	3/4	41	16	30	12
15 a 20	6 a8	25	1	46	18	30	12
20 a 30	8 a 12	32	1 1/4	46	18	30	12
30 a 43	12a17	38	1 1/2	51	20	38	15

Fuente: Pavimentos de concreto. CEME

ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.



Figura 30. Geo referencial Satelital.

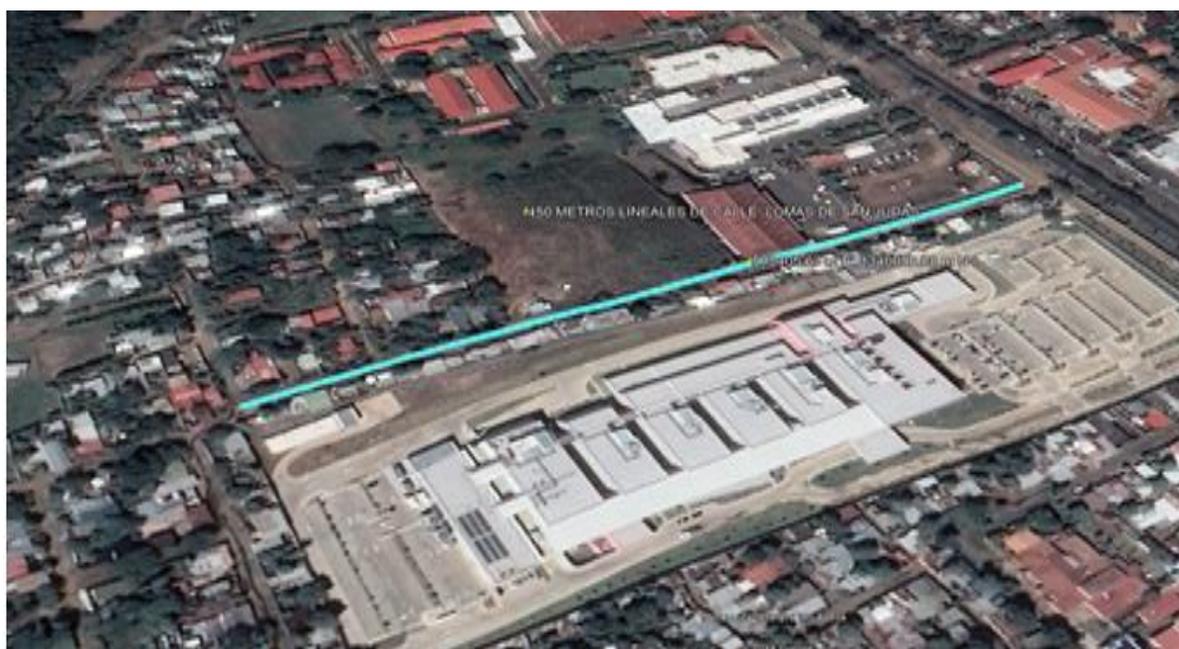


Figura 31.

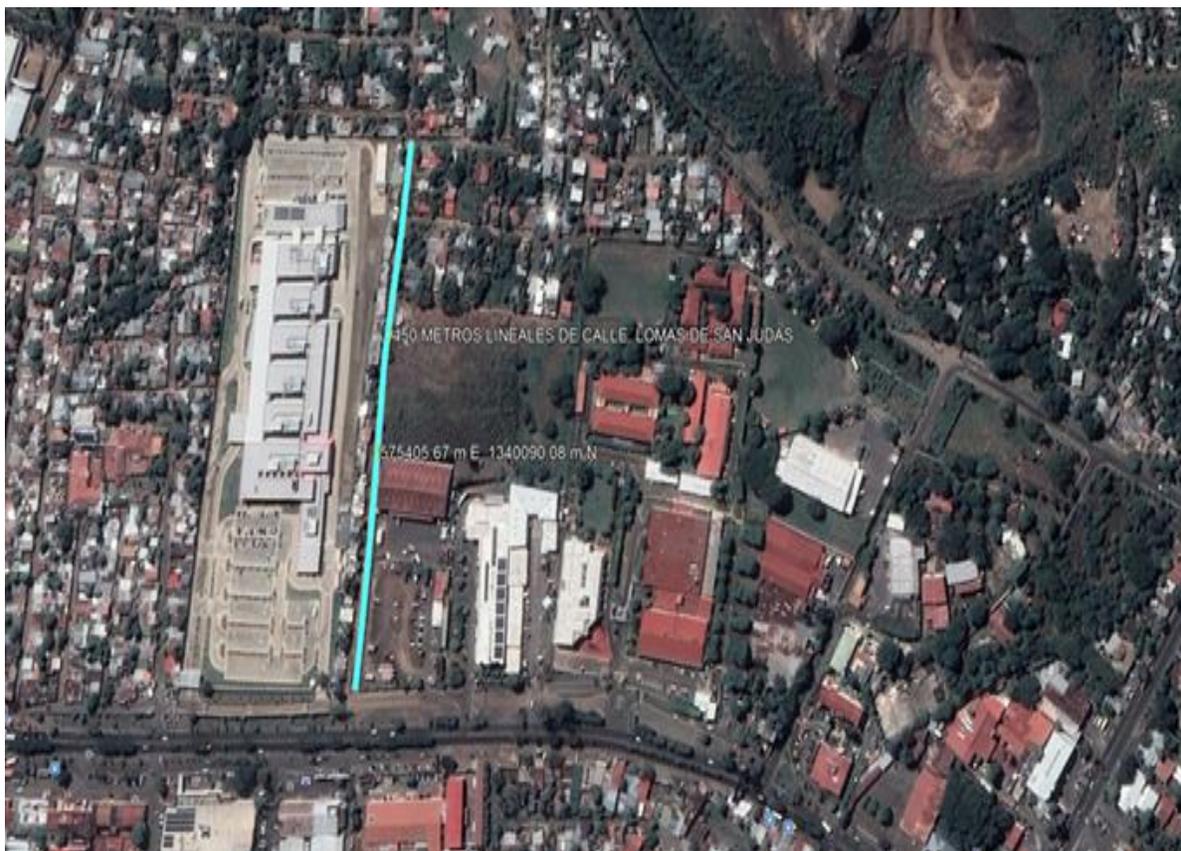


Figura 32.



Figura 33. Estado Actual del Sitio.



Figura 34.



Figura 35.

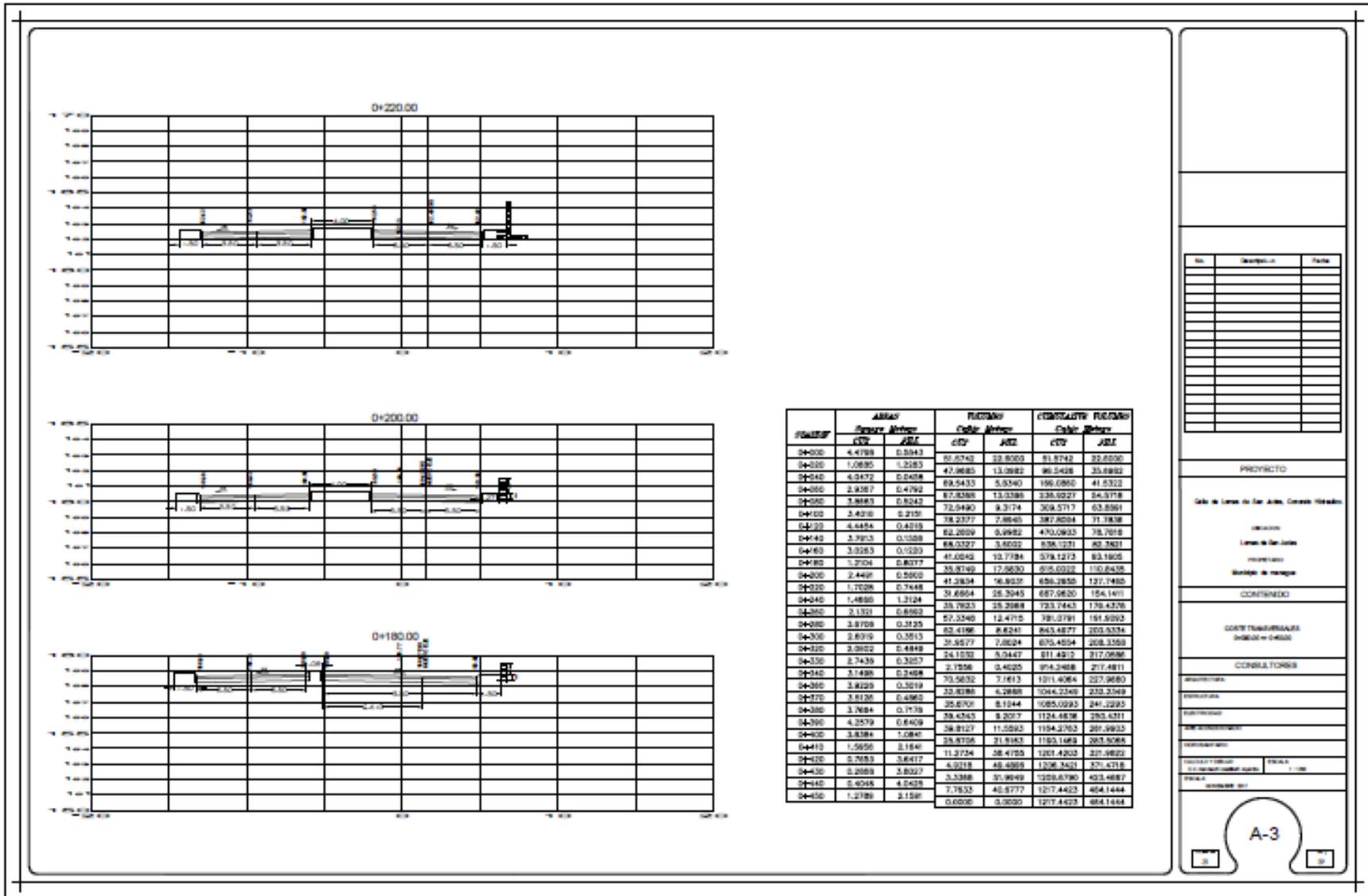


Figura 36.

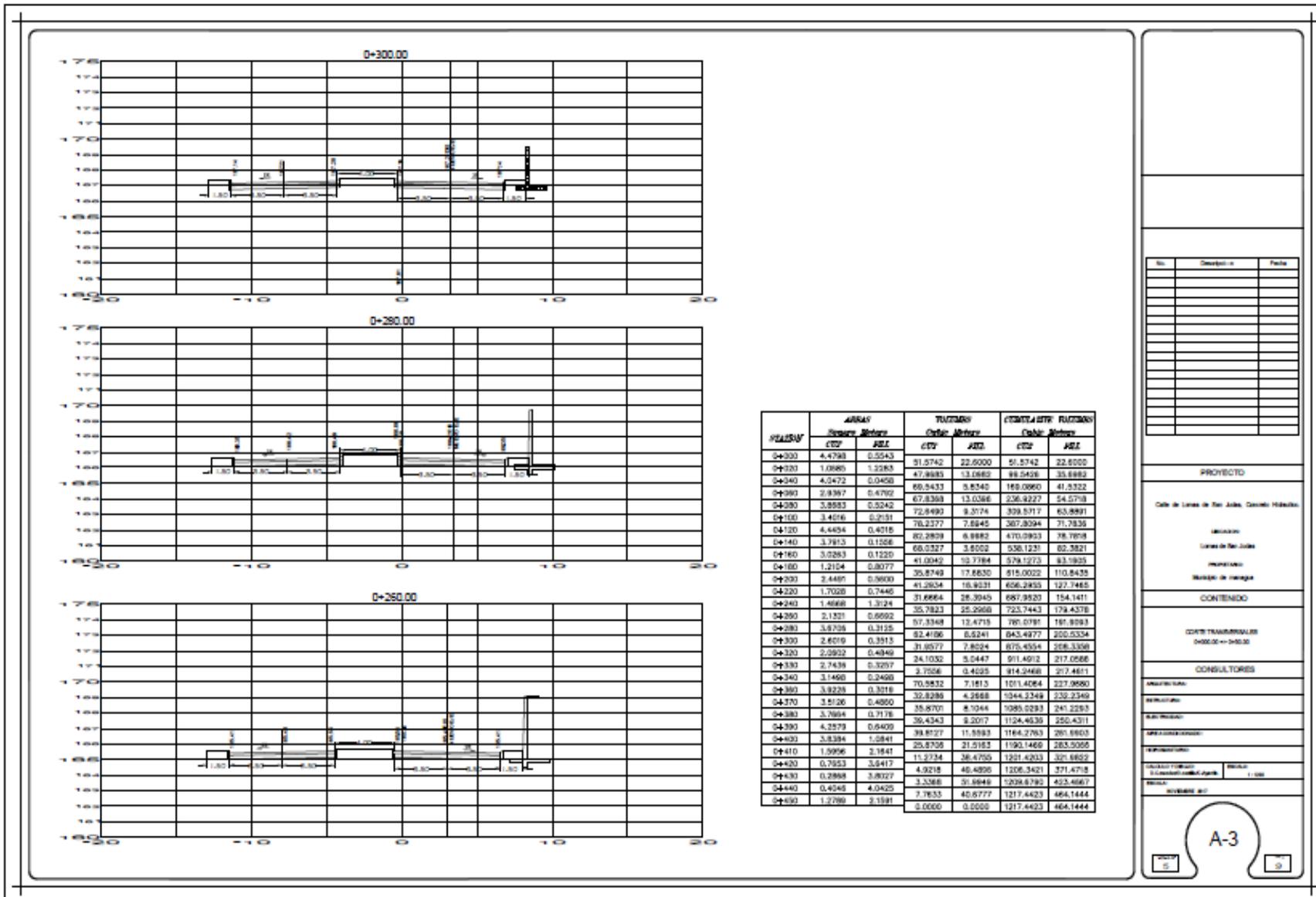
INDICE DE PLANOS

PLANO DE PLANTA. PERFIL LONGITUDINAL...	1
SECCIONES TRANSVERSALES.....	2
SECCION TIPICA.....	3
PLANO PLANTA Y CURVAS DE NIVEL.....	4
DISEÑO DE CARRETERA EN 3D.....	5

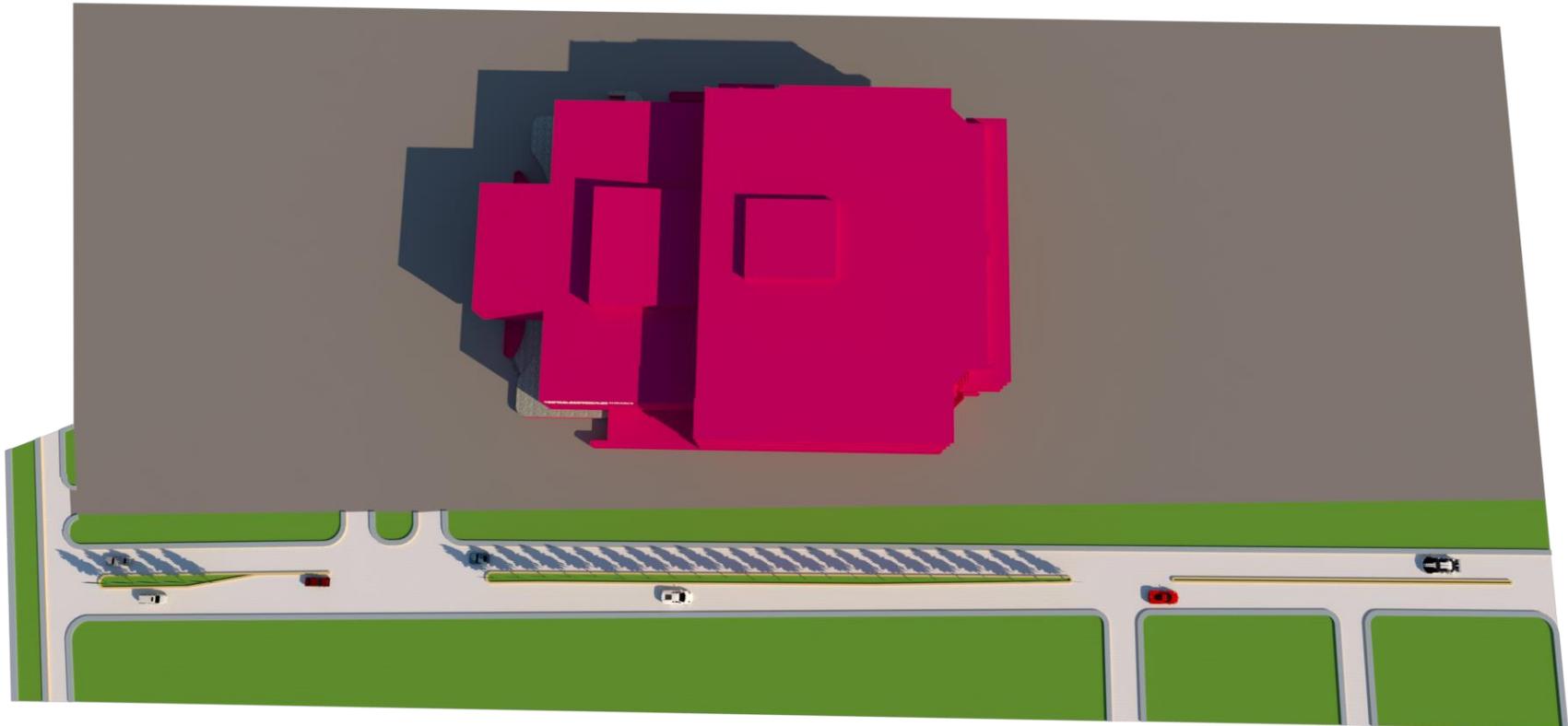
ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.



ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.







ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.





ANTEPROYECTO DE 450 METROS LINEALES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REGIDO EN EL BARRIO LOMAS DE SAN JUDAS D-III DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, 2017.



