



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO DE 17.00 KM EN LA
CARRETERA DEL EMPALME TERRABONA – TERRABONA, MEDIANTE EL
METODO AASHTO-93.**

Para optar al Título Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Denis Francisco Rodríguez Ruiz
Br. Adrián Antonio Castellón Alvarado

Tutor

Ing. José Fernando Bustamante Arteaga

Managua, Septiembre 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.0112
Managua, Octubre 10 del 2016

Bachilleres
DENIS FRANCISCO RODRÍGUEZ RUIZ
ADRIÁN ANTONIO CASTELLÓN ALVARADO
Su atención

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado "**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO DE 17.00 KM EN LA CARRETERA DEL EMPALME TERRABONA - TERRABONA, MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO-93**". Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. José Bustamante Artoaga**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **10 de Abril del 2017**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriva
Decano



CC: Protocolo
Tutor
Archivo*Consecutivo
IJGG*Dara

DEDICATORIA.

Dedicada especialmente a Dios, que ha escuchado mis suplicas y permitido que llegue a esta etapa final, de muchos años de sacrificio, perseverancia, paciencia, gracias por mis padres maravillosos, que supieron apoyarme en mi carrera; dándome mucho amor, consejos, educación, bienestar.

Gracias por todas aquellas personas que han dejado huellas en mí; inquietud y la búsqueda de ser mejor cada día.

AGRADECIMIENTO.

Queremos agradecerle de manera infinita a nuestro señor Dios, por su inmenso amor y misericordia cada día, por darnos la fortaleza y sabiduría para culminar este trabajo.

Agradecemos a nuestros padres que con sus esfuerzos nos apoyaron para alcanzar nuestras metas y desarrollarnos a nivel intelectual.

A nuestros familiares que nos brindaron su apoyo y fueron un gran respaldo en los momentos difíciles.

Al ingeniero José Bustamante Artega, por transmitirnos todos sus conocimientos y darnos sus consejos que fueron de gran ayuda en la culminación de nuestro proyecto.

RESUMEN DEL TEMA.

Para efectuar el diseño de pavimento rígido del tramo “Empalme Terrabona – Terrabona” se recopiló y analizó la información en capítulos, los cuales se presentan a continuación:

CAPITULO 1: Generalidades.

En el primer capítulo se desarrollaron las generalidades, basándose en la introducción del trabajo Monográfico, ubicación y localización del tramo, antecedentes, justificación y objetivos.

CAPITULO 2: Estudio de Tránsito.

El estudio de tránsito se basa en clasificar en primera instancia el tramo comparándola con otras vías con características similares o iguales, segundo determinar velocidad de punto y recorrido, tercero los estudios de volúmenes, viajes, composición y clasificación vehicular, cuarto las variables que intervienen en el cálculo del tránsito de carril de diseño como son: El período de diseño, la tasa de crecimiento vehicular, el tránsito de diseño (Td), Producto Interno Bruto (PIB), quinto situación actual del tráfico y su respectiva proyección.

CAPITULO 3: Estudio de Suelo.

Las características del suelo influyen poco en el espesor de un pavimento, pero mucho en su comportamiento. Con el objetivo de obtener estas características en ese capítulo se analizaron los estudios de suelo existentes del tramo y bancos de materiales, determinándose el valor soporte del suelo (CBR) de diseño y en dependencia de este el módulo de reacción de la sub-rasante.

CAPITULO 4: Diseño de Pavimento.

En este capítulo se llevó a cabo el diseño de pavimento rígido mediante el método de diseño AASHTO, se definieron algunos conceptos generales, consideraciones básicas y criterios del método, presentándose los resultados de los cálculos e iteraciones para obtener el espesor de pavimento que satisface la demanda del tránsito de diseño.

CAPITULO 5: Conclusiones y Recomendaciones.

En el capítulo 5 se presentan las conclusiones a las que se llegó en cuanto a los resultados de los cálculos en los capítulos 2, 3 y 4, así como aquellos aspectos relevantes en el análisis de estos. También se presentan observaciones y sus respectivas recomendaciones.

CAPITULO 6: Anexos.

Muestra resultado de los estudios, tablas y figuras.

INDICE.

CAPITULO 1. GENERALIDADES.	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	5
1.5 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL TRAMO.	6
1.6 ESTADO ACTUAL DEL TRAMO.....	9
CAPITULO 2. ESTUDIO DE TRÁNSITO.	10
2.1 INTRODUCCIÓN.....	10
2.2 DATOS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO VIAL.	11
2.2.1 VOLUMEN DE TRÁNSITO.	11
2.2.1.1 COMPOSICIÓN DE TRÁNSITO.	11
2.2.1.1.1 CLASIFICACIÓN VEHICULAR.....	11
2.2.1.1.2 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DIARIO.....	12
2.3 INFORMACIÓN PARA DETERMINAR TRÁNSITO DEL CARRIL DE DISEÑO.	17
2.3.1 PERÍODO DE DISEÑO (N).	17
2.3.2 TRÁNSITO PROYECTADO.	18
2.4 VARIABLES QUE AFECTAN EL ESTUDIO DE TRÁNSITO.	20
2.4.1 TASA DE CRECIMIENTO (Tc).	20
2.4.1.1 CRECIMIENTO ECONÓMICO (PRODUCTO INTERNO BRUTO, PIB).....	22
2.4.1.2 MÉTODO DEL FACTOR CONSTANTE.....	25
2.5 ENCUESTAS DE ORIGEN/DESTINO.	25
2.5.1 RESULTADOS ENCUESTA ORIGEN/DESTINO.	26
2.5.2 VIAJES ATRAÍDOS Y GENERADOS POR TOTAL DE VEHÍCULOS.	27
2.5.3 ORIGEN Y DESTINO DE PASAJEROS DENTRO DE VEHÍCULOS.	27
2.5.4 ORIGEN Y DESTINO DE PASAJEROS DENTRO DEL BUS.	29

2.5.5	ORIGEN Y DESTINO DE CARGA.....	29
2.5.6	PROPÓSITOS DEL VIAJE.	30
2.6	CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DEL TRÁNSITO DEL CARRIL DE DISEÑO.	31
2.6.1	PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO DESARROLLADO.	31
2.6.2	PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO ATRAÍDO.	32
2.7	MÁXIMO VOLUMEN HORARIO.	32
CAPITULO 3. ESTUDIO DE SUELO.....		34
3.1	INTRODUCCIÓN.....	34
3.2	TRABAJOS DE CAMPOS.....	35
3.3	SONDEOS EN LÍNEA.....	35
3.3.1	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS SOBRE LA LÍNEA.	36
3.4	TRABAJOS DE LABORATORIO.	38
3.5	METODOLOGÍA DE SONDEO MANUAL.	38
3.5.1	DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD.....	39
3.5.2	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.	39
3.5.3	DETERMINACIÓN DEL LIMITE ATTERBERG:.....	39
3.5.4	VALOR SOPORTE CALIFORNIA (CBR).....	40
3.5.5	ENSAYES DE COMPACTACIÓN DE SUELO.....	40
3.5.6	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.	40
3.6	DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO.	42
3.6.1	CORRELACIÓN CON LOS TIPOS DE SUELOS.	45
3.7	ESTUDIO DE BANCO DE PRÉSTAMO.....	45
3.7.1	ANÁLISIS DE LOS BANCOS DE PRÉSTAMOS.....	46
3.7.2	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LOS BANCOS.....	48
3.8	POTENCIALIDAD DE EXPANSIÓN DE LOS SUELOS DE TERRACERÍA.	
52		
CAPITULO 4. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO.....		54
4.1	SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO INICIAL Y FINAL.	56

4.1.1	CONDICIÓN DE SERVICIO DEL PAVIMENTO AL INICIO DEL PERÍODO DE DISEÑO (P ₀).	57
4.1.2	CONDICIÓN DE SERVICIO DEL PAVIMENTO AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO (P _T).	57
4.1.3	PERDIDA DE SERVICIABILIDAD DE DISEÑO (Δ PSI).....	57
4.2	CONFIABILIDAD EN EL DISEÑO (R).	57
4.2.1	DESVIACIÓN NORMAL ESTÁNDAR (Z _R).....	59
4.3	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA VARIABLE (S _o).....	59
4.4	ANÁLISIS DE CARGAS Y EJES EQUIVALENTES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO (W ₁₈).	60
4.4.1	ESTIMACIÓN DE LAS CARGAS DE DISEÑO.	60
4.4.2	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).	60
4.4.3	FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA.	62
4.4.3.1	FACTOR DE SENTIDO (FS)	62
4.4.3.2	FACTOR DE CARRIL (FC)	63
4.4.3.3	FACTOR DE CRECIMIENTO ANUAL (FCA).....	63
4.5	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (MODULO DE ROTURA, MR).	64
4.5.1	MÓDULO DE RUPTURA DEL CONCRETO PARA LA LOSA DE PAVIMENTO.	65
4.5.2	MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (E _c).	66
4.6.	CÁLCULO DEL MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (K) DE DISEÑO.	66
4.7	COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).....	70
4.8	COEFICIENTE DE DRENAJE PAVIMENTO RÍGIDO.	72
4.9	RESUMEN DE LOS DATOS CALCULADOS DE LAS DIFERENTES VARIABLES PARA PODER ENTRAR AL NOMOGRAMA Y OBTENER EL ESPESOR DE LA LOSA.	73
	CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
5.1	CONCLUSIONES.	78
5.2	RECOMENDACIONES.....	80
5.3	BIBLIOGRAFÍA.....	81

ANEXO.....

TABLAS

TABLA 1. CONTEO VEHICULAR CLASIFICACIÓN 12 HORAS.....	I
TABLA 9. VOLUMEN DE TRÁFICO PROYECTADO CON TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR. (SIN PROYECTO)	II
TABLA 10. VOLUMEN DE TRANSITO PROYECTADO CON TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR. (CON PROYECTO).....	III
TABLA 16. ENCUESTA ORIGEN Y DESTINO EN EL CAMINO DENTRO DEL BUS.....	IV
TABLA 17. VIAJES ATRAÍDOS Y GENERADOS EMPALME TERRABONA - TERRABONA. .	V
TABLA 18. VIAJES ATRAÍDOS Y GENERADOS TERRABONA - EMPALME TERRABONA. .	VI
TABLA 19. VIAJES ATRAÍDOS Y GENERADOS POR PASAJEROS.....	VII
TABLA 22. ORIGEN Y DESTINO DENTRO DEL BUS.	VIII
TABLA 27. PRODUCCIÓN TOTAL EN TONELADAS Y TRÁFICO GENERADO.....	IX
TABLA 33. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE SUELOS.....	X
TABLA 37. RESULTADO DE CBR SONDEO DE LÍNEA.	XXVII
TABLA 38. CBR	XXX
TABLA 40. BANCOS DE MATERIALES DE PRÉSTAMOS Y SUS CARACTERÍSTICAS. .	XXXVI
TABLA 52. CARGAS PERMISIBLE POR CADA TIPO DE VEHÍCULOS.....	XXXVIII
TABLA 53. FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, EJES SIMPLES, $PT = 2,0$	XXXIX

FIGURAS

FIGURA 4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO. SONDEO DEL 1-11	XLI
--	-----

CAPITULO 1. GENERALIDADES.

1.1 INTRODUCCIÓN.

El patrimonio nacional de la red vial va en un constante crecimiento, y aunque este tiene como principal función suministrar el acceso a propiedades e instalaciones privadas y a la vez la fluidez del tráfico de manera eficiente, cómoda, económica, rápida y segura, es común encontrarse con deficiencias en su infraestructura. Debido a tales aspectos es necesaria la determinación de la calidad de los suelos y la capacidad de un sistema vial, rural o urbano. Cabe señalar que para la determinación de la capacidad de un sistema vial no solo es necesario conocer sus características físicas o geométricas, sino también las características de los flujos vehiculares, bajo una variedad de condiciones físicas y de operación.

En vista de lo antes mencionado es necesario considerar la calidad de pavimento a colocar. En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la sub-rasante, contrario a lo que sucede en un pavimento flexible, ya que la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la sub-rasante, por tanto se considera optima la elección del pavimento rígido. Aunque al inicio el espesor elegido implique un mayor costo, al final se tendrá un comportamiento de gran satisfacción para una vida útil duradera que con el tiempo resultará económico.

Por tanto, un criterio sano de la ingeniería, implica la elección de espesores que equilibren adecuadamente los costos iniciales y los de mantenimiento, Se conoce como pavimento rígido conjunto de losas de concreto, con o sin refuerzo, interconectadas mediante juntas transversales y longitudinales, y conectores de acero, apoyadas sobre un suelo mejorado que constituye la estructura de apoyo formada por la base y la sub-base, las cuales a su vez se apoyan sobre la sub-rasante.

1.2 ANTECEDENTES.

Actualmente es un camino revestido con grava, con muy pocas obras de drenaje transversal y longitudinal (cunetas triangulares revestidas de suelo cemento); sin embargo registros de estudios precedentes al diseño propuesto, no fueron obtenidos para su análisis; debido a que las Instituciones del estado dicen no presentar dicha información.

Es difícil movilizarse del pueblo a los colegios u otros sectores debido a pocos medios de transporte en existencia.

Uno de los peligros más latentes en el municipio de Terrabona está presentado por inundaciones, desbordamiento del rio grande de Matagalpa que recorre el territorio de norte a sur este, quebrada Colada grande y la Ceiba que pone en riesgo a 453 familias con 2,385 personas.

Durante mucho tiempo se ha tratado de encontrar una solución para evitar el acelerado deterioro de las carreteras a causa de diferentes agentes que actúan sobre estas. Con el recientemente uso del concreto como pavimento se ha notado un incremento en la vida útil de la vía con respecto a otros tipos de pavimento, por lo cual en muchos países es considerado como una buena solución para la optimización de las vías.

El método de diseño AASHTO, originalmente conocido como AASHO, fue desarrollado en los Estados Unidos en la década de los 60, basándose en un ensayo a escala real realizado durante 2 años en el estado de Illinois, con el fin de desarrollar tablas, gráficos y fórmulas que representen las relaciones deterioro-solicitación de las distintas secciones ensayadas. Este método se basa en el uso

de una ecuación empírica desarrollada por la observación de algunos pavimentos de hormigón estudiados durante ensayos de AASHTO sobre carreteras.

En el caso de Latinoamérica las técnicas de construcción no han sido actualizadas, vemos en países latinoamericanos que el uso del pavimento rígido se sigue propagando y tenemos el ejemplo de Panamá, esto en consecuencia de la fuerte influencia tecnológica que tuvieron de los Estados Unidos por su presencia en el Canal. Posteriormente algunos otros países empezaron a utilizar esta tecnología tanto en especificaciones como en procedimientos constructivos, sin embargo el desarrollo más importante se dio durante la década de los noventa.

En la actualidad México es uno de los países que se está dedicando a la construcción de vías terrestres con pavimento rígido (simple, rehabilitado o reforzado con pasa juntas), dicha metodología propone la evaluación de pavimentos de concreto hidráulico considerando cinco áreas básicas: materiales y concreto, procedimientos de construcción, tipos de carga, efectos ambientales y respuestas del pavimento a los efectos ambientales.

Anteriormente se pensaba que construir un pavimento de concreto hidráulico representaba largos tiempos de ejecución, estructuras de carpetas robustas, grandes cantidades de acero de refuerzo y superficies de rodamiento que al cabo de algún tiempo, se tornaban propensas al derrapamiento de los vehículos. Atendiendo a lo anterior el equipo de expertos designado a este fin, diseña y asesora a los constructores de acuerdo a las necesidades particulares de cada proyecto, en los cuales se cuida cada detalle con el fin de eficientizar los recursos y garantizar la confortabilidad y seguridad del usuario.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

El tramo "Empalme Terrabona - Terrabona" constituye una vía de comunicación de gran importancia para estas comunidades y por ende para el país ya que esta vía es utilizada para la comercialización de granos básicos y hortalizas, que contribuyen en gran manera a la economía local y nacional.

Se considera el diseño con pavimento rígido de vital importancia para la zona, ya que las condiciones actuales en que se encuentra el tramo ponen en riesgo la vida de los usuarios de la vía e imposibilita la distribución hacia el resto del país de los productos que allí se cultivan.

Cabe señalar que a pesar de las constantes reparaciones que ha tenido este tramo, el pavimento continua en malas condiciones, situación que se empeora en la temporada de invierno, por ser una zona de alto riesgo debido a la fuertes curvas horizontales y la peligrosidad de los precipicios que existen en el lugar, por tales motivos el diseño con pavimento rígido se considera como una solución viable.

Con este tipo de pavimento se pretende encontrar una solución para que la carretera preste las condiciones apropiadas y acordes al tráfico vehicular que transita por el tramo en mención, además de que se generará la entrada y salida frecuente y segura del tráfico que contribuye al abastecimiento de los insumos, así también de los equipos necesarios para producción y comercialización agrícola.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo General.

Diseñar la Estructura de Pavimento Rígido de 17 Km en la Carretera del Empalme Terrabona – Terrabona, mediante el método AASHTO-93.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- ✓ Realizar los estudios de tránsito por medio de aforos para determinar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y la capacidad de carga que soportará el pavimento para su diseño.

- ✓ Analizar los resultados de estudios de suelos del tramo y de los bancos de materiales para su posible utilización en el diseño.

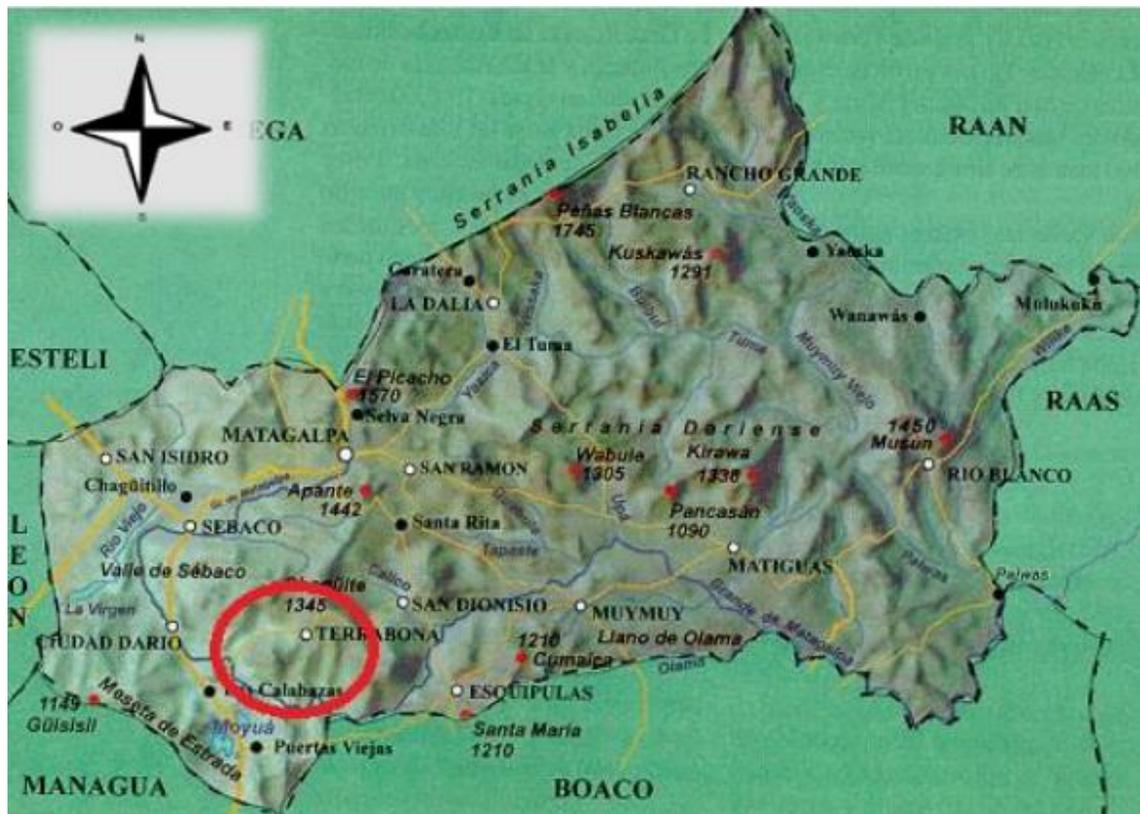
- ✓ Determinar los espesores de la estructura de pavimento rígido para soportar las cargas de diseño utilizando el método AASHTO - 93.

1.5 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL TRAMO.

El tramo de carretera se ubica en el Departamento de Matagalpa, entre los municipios de Ciudad Darío y Terrabona. Tiene su origen en la NIC 1, Kilómetro 87 + 445 en Ciudad Darío, pasando por las Comunidades de El Hato, Caserío Cuajiniquilapa, Comunidad El Achote, La Joya, Caserío de Cuajiniquil, Comunidad de Ojo de Agua, el lugar conocido como Mata Palo, con una longitud aproximada de 17 km. Está ubicado en una zona altamente productora de Granos Básicos y Hortalizas **(Ver pág. 7, Fig. 1 y pág. 8, Fig. 2).**

Cabe destacar que el municipio de Matagalpa se caracteriza por ser una de las zonas más montañosas y densamente pobladas del país, así como el segundo municipio más productivos, siendo su principal rubro económico el café, y la producción básica: el frijol y el maíz, en menor cantidad las hortalizas. Actualmente el municipio ha incursionado con éxito en la floricultura y el ecoturismo.

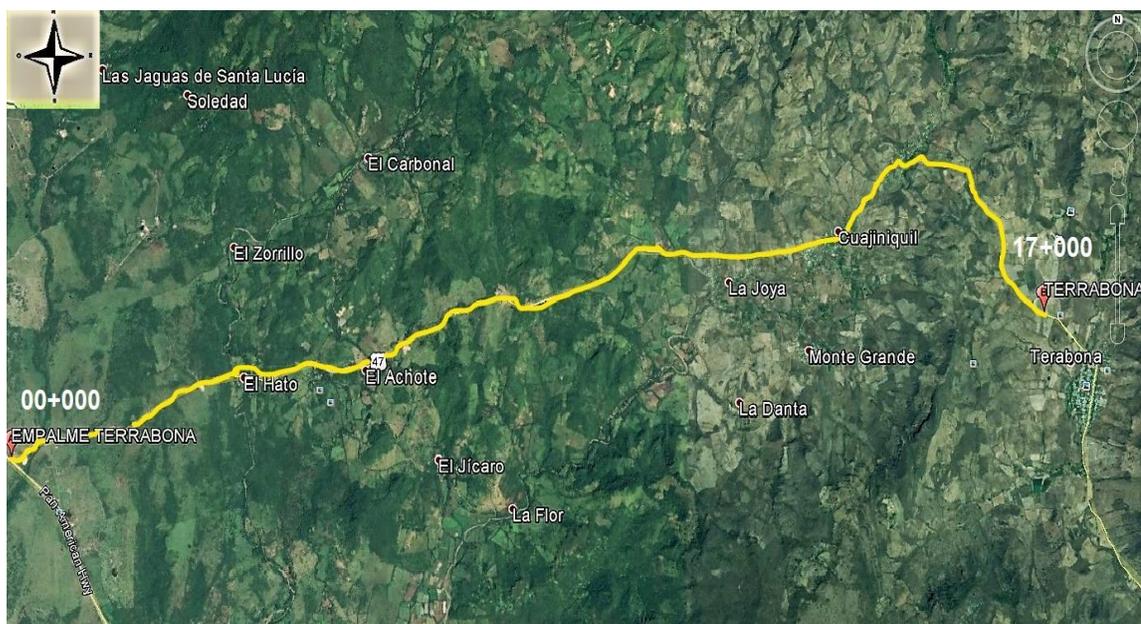
Fig. 1. Macro Localización.



Fuente: Map Google Earth.

- ❖ **Norte:** Jinotega.
- ❖ **Sur:** Boaco, Managua.
- ❖ **Este:** Región Autónoma Atlántico Norte y Sur.
- ❖ **Oeste:** Estelí, León.

Fig. 2. Micro Localización.



Fuente: Map Google Earth.

- ❖ **Norte:** Sébaco y Matagalpa.
- ❖ **Sur:** San José de los Remates.
- ❖ **Este:** San Dionisio y Esquipulas.
- ❖ **Oeste:** Ciudad Darío.

1.6 ESTADO ACTUAL DEL TRAMO.

El tramo actual consta de un camino todo tiempo, topográficamente se localiza en una zona montañosa, con pendientes que oscilan entre 10% y 13%. La sección de derecho de vía es variable; oscilando entre 11 m y 21 m. de ancho.

En general los problemas geotécnicos se asocian a pequeños pegaderos a lo largo de la ruta, presentando serios problemas de circulación, debido a la precipitación de la zona de 800 mm anual que han producido socavaciones en los tramos: Ojo de agua, la joya, el ható, cuanijiquil, el coyol y el quiñazon; cual se encuentra revestido con material de terracería teniendo una condición de regular a malo, producto de la falta de mantenimiento, ya que todavía se pueden apreciar los pegaderos formados por el invierno.

CAPITULO 2. ESTUDIO DE TRÁNSITO.

2.1 INTRODUCCIÓN.

Es importante realizar los estudios de tránsito para determinar el tránsito promedio diario anual (TPDA), y la capacidad de carga que soportara el pavimento para su diseño que ofrece el tramo en un año horizonte sin proyecto y con proyecto cumple con la demanda vehicular del sitio.

La clasificación funcional de las vías agrupa a las carreteras según la naturaleza del servicio que están supuestas a brindar y tiene estrecha relación con la estructura y categorización de los viajes.

En primera instancia es comparar las características del tramo con otras vías del país y así determinar la clasificación en base a otras carreteras con propiedades similares.

La clasificación también se confirma en base a los estudios de velocidad de recorrido, velocidad de punto, aforos de conteo vehicular y encuestas de origen/destino.

De acuerdo a la clasificación de las carreteras regionales del **Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carreteras Regionales (SIECA), (Capítulo 2, Pág. 2)** y basados en el TPDA el tramo de carretera en estudio se denomina Colectora rural o Colectora Secundaria.

2.2 DATOS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO VIAL.

Requerimientos para realizar el estudio de Tránsito:

2.2.1 Volumen de Tránsito.

Es el número de vehículos que pasa por una determinada sección de una vía en la unidad de tiempo. Este puede referirse a uno o dos sentidos de la vía, y tener como unidad de tiempo el período de diseño de un año, de una semana, de un día o de una hora.

El procedimiento usual para obtener información sobre volúmenes de tránsito es efectuando aforos (conteos de vehículos) en la vía durante períodos de tiempo, los cuales pueden ser de un día, un mes, un año. Los datos obtenidos del aforo se proyectaran en el tiempo para obtener el volumen de tránsito futuro que circulara en la vía.

2.2.1.1 Composición de Tránsito.

La corriente del tránsito está compuesta por vehículos que se diferencian entre sí en cuanto al tamaño, peso, velocidad. Es la relación porcentual entre el volumen de tránsito correspondiente a cada tipo de vehículo, expresado en función del tránsito total.

2.2.1.1.1 Clasificación Vehicular.

Las estaciones estuvieron ubicadas en el Empalme Terrabona (entrada al proyecto) y Terrabona (salida del proyecto). La clasificación vehicular arroja los resultados que aparecen en la tabla. **(Ver anexo, pág. I, Tabla 1)**. El conteo vehicular nos proporciona resultados del volumen de tráfico en ambos sentidos, para un flujo vehicular de cinco días, con un horario de 6:00 am - 6:00 pm, el cual nos proporcionó los datos iniciales.

La clasificación vehicular está compuesta por tres grupos, y en donde cada uno está dividido en uno o más tipos de vehículos. A continuación se da una breve explicación de cada grupo de la clasificación vehicular:

Motos: Son vehículos autopropulsados de dos ruedas, scooters, motonetas, motocarros y otros triciclos a motor.

Vehículos Livianos: Clasificados en vehículos autopropulsados de dos ruedas; scooter, motonetas, motocarros y otros triciclos a motor, vehículos automotores de cuatro ruedas que incluyen; automóviles, camionetas y microbuses de uso personal.

Vehículos Pesados de Pasajeros: son vehículos destinados al transporte público de pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los microbuses pequeños hasta de 15 pasajeros y Microbuses Medianos de 25 pasajeros y los buses medianos y grandes.

Vehículos Pesados de Carga: son los vehículos destinados al transporte pesado de carga mayores o iguales a tres toneladas y que tienen seis o más ruedas en 2, 3, 4, 5 y más ejes, estos vehículos incluyen, los camiones de dos ejes (C2), camiones C3, C2R2 y los vehículos articulados de cinco y seis ejes de los tipos (T3S2) y (T3S3) y otros tipos de vehículos para la clasificación de vehículos especiales, tales como Agrícolas y de Construcción.

2.2.1.1.2 Estimación del Volumen Diario.

Se registró los tipos de vehículos por sentido de circulación. La estimación del volumen diario se obtuvo con los resultados de la muestra de aforo (**Ver anexo,**

pág. I, Tabla 1). Usando los valores de estas estaciones obtenemos estimados diarios (TPDA).

El volumen de vehículos que circulan en el tramo en estudio es de 286 TPDA, lo que corresponde al 100 % del parque vehicular.

Procedimiento Utilizado: La muestra de aforos durante los días (15/08/2016 – 19/08/2016) en períodos de (6 am - 6 pm) indica un volumen de 261 TPD (**Ver Tabla 2**), más 12 horas nocturnas (6:00 pm – 6:00 am) de la muestra de aforo de 24 horas de los días (16/08/2016 – 17/08/2016), señalan 286 TPD; ajustándolos con los factores de expansión de día, semana, temporada equivalente a un año, valorados por el Anuario del MTI 2015, de la Nic – 47 estación sumaria 118 Ciudad Darío – Terrabona, da un valor de 311 TPDA (**Ver pág. 17, Tabla 7**).

Tabla 2: Volumen de Tránsito, en Periodo de 12h.

No.	Tipo Vehículo	total vehículos	promedio 5 días	Prom. redondeado	% Promedio redondeado
1	Carro	29	5.8	6	2
2	Utilitario	7	1.4	1	1
3	Microbús	6	1.2	1	0
4	Bus	83	16.6	17	7
5	Camión liv.2.5	32	6.4	6	2
6	C2	143	28.6	29	11
7	C3	1	0.2	0	0
8	Camioneta	495	99	99	38
9	Bici	228	45.6	46	18
10	Moto	282	56.4	56	21
11	Tráiler	0	0	0	0
12	Agrícola	0	0	0	0
Total 5 días		1,306	261	261	100%

Fuente: Elaboración Propia. Nota: (Cifra Redondeada)

La composición correspondiente al sitio de estudio está clasificada de la siguiente manera:

Vehículos Livianos: Corresponden al 44% del tránsito total que circula por el tramo; el de mayor porcentaje es la moto con 21%, sigue la bicicleta con 18%, el carro con 2%, camión liviano de carga con 2%, el utilitario con 1% (**Ver pág. 13, Tabla 2 y pág. 15 tabla 3**).

Vehículos Pesados de Pasajeros: Corresponden al 7 % del tránsito total que circula por el tramo; siendo el Bus con 7%.

Vehículos de Carga: Corresponden al 49% del tránsito total que circula por el tramo; C2 con 11% y camioneta con tina o camión de 3.5 ton con 38%.

Fig. 3. Composición Vehicular.

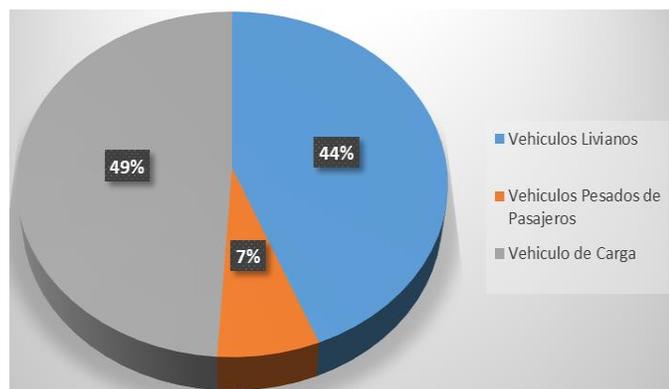


Tabla 3. Conteo vehicular clasificado. Porcentaje por tipo de vehículo direccional

No.	Tipo Vehículo	Sentido		Total	%
		Empalme Terrabona-Terrabona	Terrabona-Empalme Terrabona		
1	Carro	14	15	29	2%
2	Utilitario	7	0	7	1%
3	Microbús	4	2	6	0%
4	Bus	40	43	83	6%
5	Camión liv. 2.5	11	21	32	2%
6	C2	113	30	143	11%
7	C3	1	0	1	0%
8	Camioneta	238	257	495	38%
9	Bicicleta	138	90	228	17%
10	Moto	144	138	282	23%
Total		710	586	1306	100%
% por sentido		54%	46%	100%	

Fuentes: Elaboración Propia.

Para completar un día de 24 hrs de conteos de tráfico se hizo un conteo nocturno de 12 hrs, entre las 6pm del martes 16 de Agosto y el miércoles 17 a las 6am; dando como resultado un total de vehículos cuya distribución horaria y tipología se presenta en las siguientes tablas 4 y 5.

Tabla 4: Conteo de 12 Horas Nocturnas y Clasificación.

HORA	MARTES 16/08/16		MIÉRCOLES 17/08/16		TOTAL
	SALIDAS	ENTRADAS	SALIDAS	ENTRADAS	
6-7pm	1	2	-	-	3
7-8pm	6	2	-	-	8
8-9pm	3	-	-	-	3
9-10pm	6	-	-	-	6
10-11pm	1	-	-	-	1
11-12pm	0	-	-	-	0
12-1am	-	-	0	-	0
1-2am	-	-	0	-	0
2-3am	-	-	0	-	0
3-4am	-	-	0	-	0
4-5am	-	-	2	-	2
5-6am	-	-	2	-	2
Total Veh.	17	4	4	-	25

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5: Clasificación.

TIPO	CANTIDAD
Bus	6
Camioneta	7
Bici	1
Moto	11
TOTAL	25

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6: Factores de Ajuste Estación Ciudad Darío – Terrabona (ECS).

Camino:	NIC-47	Estación:	118	Tramo:	CIUDAD DARÍO - TERRABONA	Periodo	L	Días:	3	Horas:	Mes/Año	Dic.	2015	Km:			
Grupos	Motos	Vehículos de Pasajeros						Vehículos de Carga						Equipo Pesado			Total
		Autos	Jeep	Cam.	McBus s <15 s	MnBus 15- 30 s	Bus 30+ s.	Liv. 2-5 t.	C2 5+ t.	C3	Tx-Sx <=4 e.	Tx-Sx >=5 e.	Cx-Rx <=4 e.	Cx-Rx >=5 e.	V.A.	V.C.		Otros
	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21
TP(D)	38	4	10	58	2		9	12	25	0		2		2	1		162
Factor Dia	1.30	1.46	1.29	1.30	1.28	1.19	1.33	1.27	1.24	1.30	1.00	1.24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10
Factor Semana	0.98	1.08	1.03	1.00	0.96	0.97	0.93	0.88	0.88	0.83	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94
Factor Expansión	0.91	0.91	0.82	0.91	0.94	1.05	0.99	0.96	0.95	0.78	1.00	1.54	1.00	1.00	1.00	1.00	0.77
TPDA Sep-Dic	44	6	11	69	2		11	13	26			3		2	1		188
% TPDA	23.40	3.19	5.85	36.70	1.06		5.85	6.91	13.83			1.60		1.06	0.53		100.00
% Vehículos Livianos	70.21%						% Vehículos Pesados						29.79%			100%	

Fuente: Anuario 2015 del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

Esta es la información más reciente existente sobre este tema corresponde al año 2015, lo que asegura en la definición de la sección transversal del futuro a través de 20 años de vida útil de las obras.

Tabla 7. Volumen de Tránsito Expandido.

Tipo de Vehículos	Vehículos Totales	Promedio 5 días	Promedio Redondeado	Factor Diario est.118	Factor Semana est.118	Factor Temporada est.118	Promedio Diario Temporada	Diario Temporada redondeada.
Carro	29	5.8	6	1.42	0.89	1.11	8.416908	8
Utilitario	7	1.4	1	1.31	1.05	1.13	1.554315	2
Microbus	6	1.2	1	1.21	1.01	1	1.2221	1
Bus	83	16.6	23	1.24	0.96	1.04	28.474368	28
Camion Liviano	32	6.4	6	1.34	0.88	1.18	8.348736	8
C2	143	28.6	29	1.5	0.91	1.04	41.1684	41
C3	1	0.2	0	1.33	0.94	1.19	0	0
Camioneta	495	99	106	1.25	0.92	1.07	130.433	130
Bicicleta	228	45.6	47					
Moto	282	56.4	67	1.25	0.97	1.15	93.423125	93
Total	1306	204.8	286	11.85	8.53	9.91	313.040952	311

Fuente: Elaboración propia

2.3 INFORMACIÓN PARA DETERMINAR TRÁNSITO DEL CARRIL DE DISEÑO.

2.3.1 Período de Diseño (n).

Es la vida útil o el número de años de servicio que ofrece el tramo para una capacidad máxima permisible de vehículos que puede soportar una estructura de pavimento ver siguiente, tabla.

Tabla 8. Período de Diseño.

Tipo de Carretera	Período de Diseño
Autopista Regional	20 – 40 años
Troncales Sub - urbanas	15 – 30 años
Troncales Rurales	15 – 30 años
Colectoras Sub - urbanas	10 – 20 años
Colectoras Rurales	10 – 20 años

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carreteras Regionales, SIECA 2001.

2.3.2 Tránsito Proyectado.

Se obtiene en base al Tránsito Actual de cada tipo de vehículo especificado en el conteo vehicular ajustado por los factores de expansión y multiplicados por las tasas de crecimiento obtenidas de información de tasas de crecimientos de conteos vehiculares en el país y utilizados en diferentes proyectos nacionales, complementados con información utilizada del MTI.

Los resultados de la aplicación de las tasas crecimiento vehicular al TPDA base del proyecto han dado origen a las proyecciones del TPDA para 20 años horizonte con condición sin proyecto y con proyecto (**Ver anexo, pág. II, Tabla 9 y pág. III, Tabla 10**).

$$T_n = T_o \times (1 + i)^n$$

Donde:

T_n = Tránsito Proyectado

T_o = Tránsito Inicial

i = Tasa de Crecimiento Inicial

n = Período de Diseño

Las cifras de estos registros fueron ajustados por indicadores oficiales de alta confiabilidad para utilizarse en los cálculos de volúmenes de tráfico para el diseño de pavimentos, definición de la sección transversal del camino y otras especificaciones de diseño geométrico para concluir con su uso en el estudio de factibilidad económica del camino. Resultados de estos ajustes formaron la base de las proyecciones de tráfico, (**Ver siguiente pág. 19, Tabla 11**).

Tabla 11: Porcentajes de estos Ajustes

Tipo de vehículo	TPDA	%
Carro	9	3.08
Utilitario	1	0.34
Bus	21	7.19
Camión 2.5 ton	8	2.74
Camión 3,5 ton	145	49.66
Camión C2 5 ton	108	36.99
Total	293	100.0

Fuente: Elaboración Propia.

Estas son las cantidades que se pronosticaron en unidades para obtener los valores finales ó el tráfico de diseño.

Resulta obligado aclarar que en las cifras anteriores se incluyó el tráfico desarrollado por las actividades agropecuarias estudiadas por el economista de Transporte del proyecto.

Las tasas de crecimiento del tráfico para 20 años utilizadas en condiciones actuales, “sin construirse el proyecto” y las “con el proyecto construido” fueron las siguientes:

Tabla 12: Tasas de crecimiento del tráfico

Período	Sin proyecto	Con proyecto
2016-2021		3%
2022-2026	2.5%	5%
2027-2036	5 %	5.5%

Fuente: Elaboración Propia.

Aplicando estas tasas, a los volúmenes de tráfico base, se obtuvieron los siguientes indicadores de tráfico de diseño:

Tabla 13: Volúmenes de tráfico sin y con proyecto

Volúmenes de tráfico de diseño		
Tipo de vehículo	Sin proyecto	Con proyecto
Carro	19	24
Utilitario	3	3
Bus	44	53
Camión 2.5 ton	17	21
Camioneta 3.5 ton	290	366
Camión C2 5 ton	209	253
total	581	720

Fuente: Elaboración Propia.

2.4 VARIABLES QUE AFECTAN EL ESTUDIO DE TRÁNSITO.

2.4.1 Tasa de Crecimiento (Tc).

Es el incremento anual de volumen de tránsito en una vía, expresado en porcentajes. Se determina basándose en los datos de las estaciones de conteo, así como también tomando en cuenta otras variables como son, el Producto Interno Bruto (PBI), el Crecimiento Poblacional, el uso de suelo actual y perspectiva; extrapolarlo la tendencia de los datos estadísticos.

A continuación se presenta información oficial sobre tasa de Crecimiento de las Estaciones Permanentes de Conteos de Tráfico y de la Carretera Ciudad Darío – Terrabona (**Ver siguiente pág. 21, Tabla 14**).

Tabla 14: Tasas de crecimiento en Estaciones Permanentes

No.	Estación Permanente	Tasas de Crecimiento
100	Punta de plancha- Emp. San Benito	6.21%
107	Sébaco- Em. San Isidro	1.60 %
111	Condega-Shell Palacaguina	3.38%
200	Ent. INCAE – El Crucero	1.92%
206	Nandaime -Rivas	8.15%
300	Sébaco -Quebrada Honda	6.68%
400	Ent. Esquipulas -Emp. Ticuantepe	4.84%
405	Emp. Guancaste -Emp. Nandaime	1.66%
700	Emp. Camoapa -Tocolostote	3.90%
902	Boaco- El Portón	2.00%
1100	Emp. Coyotepe - Emp. Zambrano	3.95%
1200	Auto Hotel Nejapa - Emp. Santa Rita	5.43%
1205	Emp. Chichigalpa- Chinandega	5.25%
2400	Chinandega (Rotonda) - Ranchería	5.76%
2603	Malpaisillo -Los Zarzales	6.48%
2800	Los Brasiles -Nagarote	5.53%

En base a la información de tasas de crecimientos de conteos en el país y utilizados en diferentes proyectos nacionales, complementadas con información utilizada del MTI se han seleccionado las siguientes tasas de crecimiento que serán utilizadas en este estudio de proyecto:

Tabla 15: Tasas de Crecimiento a Utilizarse en el Proyecto.

Sin Proyecto		Con Proyecto	
Años	%	Años	%
0-10	2.50%	0-5	3%
10-20	5%	6-10	5%
		11-20	5.50%

Fuente: Elaboración Propia.

Como podrá notarse a través de las descripciones anteriores estas tasas de crecimiento fueron utilizadas en los estudios de proyecto que fueron construidos y que actualmente existen en condiciones concordantes con el comportamiento social, económico, político y ambiental. Los resultados de la aplicación de las tasas anteriores al TPDA base del proyecto que es de 356 vehículos por día han dado origen a las proyecciones presentadas condición sin proyecto y con proyecto. **(Ver anexo, pág. II, Tabla 9 y pág. III, Tabla 10).**

2.4.1.1 Crecimiento Económico (Producto Interno Bruto, PIB).

Utilizamos el método que se describe a continuación para el análisis y proyección de tráfico.

Utilizando la **Metodología del Rural Road Model del BID. (Banco Interamericano de Desarrollo)**, se estimó el tráfico generado por la actividad económica de la zona, en condiciones “con” y “sin” proyecto, usando los siguientes caracteres realizados.

- ✓ Área de la zona de Influencia con y sin Proyecto.
- ✓ Uso del suelo en la zona de influencia.
- ✓ Tipos de Productos (Agrícola, ganadera, agroindustria, otros).
- ✓ Área Cultivada.
- ✓ Rendimiento de los cultivos.
- ✓ Consumo local y pérdidas de productos.
- ✓ Excedente exportable fuera de la zona.
- ✓ Índice de utilización de vehículos.
- ✓ Tecnología de Producción.
- ✓ Planes de inversión en la zona.
- ✓ Nuevos proyectos productivos.

Comprenden aspectos del crecimiento del tráfico actual del proyecto conjugados con el desarrollo socioeconómico y ambiental de la zona de influencia.

Posteriormente estudiamos la índole histórica del crecimiento de la población, producción, consumo de combustible automotor, vehículos inscritos, comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB), conteos de volúmenes de tráfico en estaciones del sistema nacional de tráfico y comparando tasas de crecimiento de carreteras y caminos relacionados o no con el proyecto.

Este análisis determina las tasas de crecimiento económico por año en épocas anteriores con economía relativamente estable, y forman las tasas de crecimiento para el tráfico actual del proyecto.

El nivel tecnológico que se utiliza para la producción de la zona provee datos para la determinación de rendimientos por área de cultivo y tipo de producto.

Combinando los valores de los excedentes exportables de producción de la zona con los valores de índices de utilización de vehículos investigados en el estudio O/D, se calculó el tráfico generado (TPDA) por la actividad económica, para 20 años proyectados.

Dentro de este contexto se consideraron comportamientos de las variables econométricas con crecimientos mínimos, medios y máximos para detectar la sensibilidad de los volúmenes de tráfico en el futuro.

Variables a usar en el Análisis de Correlación:

- ✓ Definición de la Zona de Influencia Directa e Indirecta.
- ✓ División de la Zona en Subzonas.
- ✓ Definición y descripción de los caminos dentro de la zona directa y los que salen de ella.
- ✓ Estudio de las variables econométricas relacionadas con la generación de tráfico en las zonas.

- ✓ Estudio de la generación de viajes actuales dentro de la zona directa y fuera de ella (Estudio O/D).
- ✓ Pronóstico de variables econométricas y definición de la futura red de caminos.
- ✓ Estimación de viajes futuros y su asignación a la red.
- ✓ Estimación del TPDA.

Para estimar los viajes futuros generados por las zonas se utiliza una fórmula de regresión múltiple, como la siguiente:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

Donde:

Y = Variable dependiente, que representa los viajes por propósitos en una zona para un año determinado y por modo de viajar desde la vivienda en el caso de la producción de viajes.

$x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ = Variables econométricas y uso del suelo (Población, producción, parque automotor, consumo de combustible automotor, otros).

Una vez conocida la producción y atracción de viajes presentes y futuros de las zonas, se procede a la estimación de la distribución de viajes entre una y las

demás, para lo cual se usan varios métodos, se procede a describir uno de los métodos usados.

2.4.1.2 Método del Factor Constante.

Se asume que todas las zonas van a crecer uniformemente y que el patrón de viajes presente será el mismo para el futuro, cuando se considere el crecimiento del mismo. La ecuación desarrollada para hacer los cálculos es la siguiente:

T'_{ij} = Viajes futuros con origen en i y destino en j

T_{ij} = Viajes entre zonas, resultantes del Estudio O/D

F_c = Factor Constante, derivado de la división del número total de viajes futuros entre el número de viajes presentes en la Zona de Influencia del Proyecto.

Se asignó el tráfico a la ruta con orígenes y destinos conocidos.

Datos del Estudio de las Encuestas Origen/Destino a usar en el método Rural Road Model del BID (Banco Interamericano de Desarrollo).

2.5 ENCUESTAS DE ORIGEN/DESTINO.

En la zona de influencia directa las encuestas O/D (**Ver anexo, pág. IV, Tabla 16**) lo manifestaron los entrevistados y los viajes fuera de esta zona están de acuerdo con la zonificación del economista, combinada con otra particular del entorno del proyecto.

El resultado de estos registros es la siguiente información:

- ✓ Líneas de deseos de viajes dentro de la zona de influencia directa e indirecta.
- ✓ Porcentaje de utilización de los vehículos típicos que serán empleados en los cálculos económicos.
- ✓ Bases de los cálculos de las repeticiones de cargas por ejes.

2.5.1 Resultados Encuesta Origen/Destino.

El proyecto canaliza movimientos de entrada y salida de vehículos, personas y productos para llenar sus necesidades materiales y humanas a través de los intercambios comerciales y sociales, fundamentadas en su actividad productiva.

Se aclara que la producción de viajes generalmente se da en las viviendas y la atracción en los centros de trabajo.

2.5.2 Viajes Atraídos y Generados por Total de Vehículos.

De la estación Empalme Terrabona – Terrabona, indica un dato de 444 (**Ver anexo, pág. V, Tabla 17**) vehículos y la estación Terrabona – Empalme Terrabona (hacia el sentido contrario) registra un valor de 338. (**Ver anexo, pág. VI Tabla 18**).

2.5.3 Origen y Destino de Pasajeros Dentro de Vehículos.

En la estación Empalme Terrabona – Terrabona, se registraron 3026 pasajeros viajando desde 33 orígenes hacia 28 destinos, siendo los más numerosos Ciudad Darío y Terrabona; Terrabona con 916 pasajeros atraídos y Ciudad Darío origino 735 pasajeros (**Ver anexo, pág. VII, Tabla 19**); estos datos son mayores que los arrojados por la estación Terrabona – Empalme Terrabona, apuntando valores de 1674 pasajeros, ver siguiente tabla.

Tabla 20: Terrabona O/D de pasajeros.

	Caracol	Cdad Darío	Cuajiniquil	Danta	Jinoteg	Mngua	Masaya	Matgalp	Mnte Grande	Ojo de Agua	Sébaco	Terrabona	Tipitap	TOTAL
Caracol		2				3				2		2		9
Cdad Darío	2					8		6			2	223		241
Cuajiniquil												48		48
Danta								1				4		5
Estelí		2										52		54
Hato												12		12
Joya												2		2
Managua	5	8						29	2			120		164
Matagalpa	6	26				3			2	8	1	299		345
Monte Grande												50		50
Ojo de Agua		2				3						16		21
San Andres												5		5
San Isidro												3		3
Sébaco		5				6		7		1		49		68
Terrbona	71	344	18	1	3	60	7	92	8	21	14		5	644
Tipitapa												1		1
Trinidad												2		2
TOTAL	84	389	18	1	3	83	7	135	12	32	17	888	5	1674

Fuente: Elaboración Propia.

Los sitios de mayor Atracción y Generación de viajes producen el 82% de los Orígenes y Destinos más sobresalientes y representan el 59% de pasajeros del dato total de la encuesta realizada.

Como se muestra a continuación, los sitios de mayor atracción y generación de viajes son los siguientes.

Tabla 21. Origen y Destino de los Sitios más Relevantes de Transito.

15/08/016 - 19/08/016			
Est. 1 ORIGEN	Est. 2 DESTINO	TOTAL	%
Ciudad Darío	Terrabona	507	15%
Matagalpa	Terrabona	680	20%
Terrabona	Ciudad Darío	807	24%
Terrabona	Matagalpa	480	14%
Managua	Terrabona	296	9%
Ciudad Darío	Danta	123	4%
Ciudad Darío	Maunica	120	4%
Ciudad Darío	Hato	79	2%
Maunica	Ciudad Darío	79	2%
Sébaco	Terrabona	99	3%
Terrabona	Sébaco	80	2%
TOTAL		3350	100%

Fuente: Elaboracion Propia

- ✓ Ciudad Darío – Terrabona
- ✓ Matagalpa – Terrabona
- ✓ Terrabona – Ciudad Darío
- ✓ Terrabona – Matagalpa
- ✓ Managua – Terrabona

2.5.4 Origen y Destino de Pasajeros Dentro del Bus.

Los autobuses como predominantes en el transporte de pasajeros, trasladaron 543 pasajeros en los cinco días de encuesta (**Ver anexo, pág. VIII, Tabla 22**).

Los pasajeros en buses mostraron sus preferencias de viajes, siendo Terrabona y Ciudad Darío los poblados de mayor cantidad de viajes con 97 viajes en un sentido y 67 en el otro, representando el 54% de un total de 303 viajes entre 7 orígenes y 7 destinos, ver siguiente tabla.

Tabla 23. Origen y Destino de Pasajeros Dentro del Bus.

ORIGEN Y DESTINO DE PASAJEROS DENTRO DEL BUS		
Est. 1 ORIGEN	Est. 2 DESTINO	TOTAL
Terrabona	Ciudad Darío	97
Ciudad Darío	Terrabona	67
Terrabona	Sébaco	37
Terrabona	Matagalpa	29
Terrabona	Cuajiniquil	28
Terrabona	Ojo de Agua	28
Joya	Ciudad Darío	17
TOTAL		303

Fuente: Elaboración Propia.

2.5.5 Origen y Destino de Carga.

Los resultados del procesamiento de datos de la encuesta Origen y Destino indican 14 lugares de origen y 13 lugares de Destinos entre los cuales se transporta carga.

Las encuestas arrojaron 51 vehículos que transportaron 31.9 toneladas de carga como: frijoles, trigo, carne, café, bebidas, materiales de construcción, madera y

leche, comprobándose la dinámica productiva de los habitantes de la zona, ver siguiente tabla.

Tabla 24. Carga por Tipo de Vehículos.

CARGA POR TIPO DE VEHÍCULOS		
17 Camiones liviano 2.5 ton	27 camionetas	7 Camiones C2
140 cajillas bebidas	55 qq materiales Construcción	770 cajillas de bebidas
190 qq materiales Construcción	10 cajillas bebidas	90 qq productos Varios
5 mt arena	30 qq productos Varios	3 mt madera
142 qq productos Varios	20qqq cemento	
13 qq carne	6 cerdos	
	2 ganado	
15qq frijoles	20 qq frijoles	
2 ton madera	3 qq madera	
	3 qq naranja	
	23 qq maíz	

Fuente : Elaboracion Propia

2.5.6 Propósitos del Viaje.

Se encuestaron 1306 vehículos con 4700 pasajeros del tránsito general, los motivos de viajes más frecuentes en este concepto son al trabajo con el 78% y social con el 9% acaparando el 87% del total, ver siguiente tabla.

Tabla 25. Tránsito General Promedio.

TRANSITO GENERAL PROMEDIO 15/06/016 - 19/06/016		
Motivo	Cantidad	%
Comercio	40	5%
Trabajo	665	78%
Estudio	6	1%
Salud	8	1%
Social	80	9%
Negocio	16	2%
A Casa	35	4%
TOTAL	850	100%

Fuente: Elaboracion Propia

Los pasajeros dentro del bus expresaron sus preferencias de viajes para realizar sus diversas actividades; al trabajo 21% y a casa 39%, ver siguiente tabla.

Tabla 26. Promedio Dentro del Bus.

PROMEDIO DENTRO DEL BUS 15/06/016 - 19/06/016		
Motivo	Cantidad	%
Comercio	24	4%
Trabajo	117	21%
Estudio	27	5%
Salud	33	6%
Social	93	17%
Negocio	46	8%
A Casa	218	39%
TOTAL	558	100%

Fuente: Elaboracion Propia

2.6 CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DEL TRÁNSITO DEL CARRIL DE DISEÑO.

2.6.1 Proyección del Tránsito Desarrollado.

Para el cálculo del tráfico desarrollado, se realizó la proyección de la actividad agrícola y pecuaria donde se utilizaron conceptos de área, tecnología de siembra, rendimiento y mermas y/o consumo, obteniéndose el excedente comercializable. Estos volúmenes de producción se convirtieron a vehículos. Los tipos de vehículos fueron camión liviano de 3.5 toneladas donde se transporta el tomate y chiltoma principalmente y el camión pesado C2 con capacidad de 5 toneladas, donde se transporta granos, ganado y otros. El cálculo realizado fue dividir entre 3.5 y 5 toneladas respectivamente, obteniéndose de esta manera el tráfico generado en número de vehículos **(Ver anexo, pág. IX, Tabla 27).**

El valor definitivo del Tránsito Promedio Diario Anual, es el tránsito proyectado en base a las tasas de crecimiento vehicular para 20 años más la suma de toneladas de producción de la zona convertidas en vehículos de acuerdo a la capacidad de cada uno para 20 años, de acuerdo a las proyecciones de la producción agrícola y ganadera de la zona.

Los volúmenes de tráfico del año de inicio sin proyecto (2016) es de 279 vehículos promedio diario anual (TPDA) finalizando con un TPDA de 581 vehículos.

Los volúmenes de tráfico del año de inicio con proyecto (2016) es de 293 TPDA finalizando en 20 años (2036) con 720 TPDA.

2.6.2 Proyección del Tránsito Atraído.

No existe el tránsito atraído en este proyecto, ya que su localización entre montañas no tiene otras opciones de acceso hacia Terrabona.

2.7 MÁXIMO VOLUMEN HORARIO.

Con los datos registrados de la muestra del aforo volumétrico de vehículos, ver siguiente página 33 tabla 28. Se calculó el Volumen de Diseño para una hora de máxima demanda; que es el producto de cuatro veces el 30% de mayor flujo de vehículos durante un año en un período de quince minutos **(Ver pág. 33, Tabla 29).**

Tabla 28. Tráfico Total Ambas Direcciones y Promedios.

HORA	TOTAL	PROMEDIO POR ESTACION
6-7am	96	48
7-8am	150	75
8-9am	161	81
9-10am	84	42
10-11am	116	58
11-12M	100	50
12-1pm	86	43
1-2pm	80	40
2-3pm	102	51
3-4pm	123	62
4-5pm	129	65
5-6pm	79	40
TOTAL	1306	655

Fuente: Elaboracion Propia

$$V_{15} = (0.30 * VHP)$$

$$VDO = 4 * V_{15}$$

$$F.P.H = \left(\frac{VHP}{4 * V_{15}} \right)$$

Tabla 29: Máximo Volumen Horario

VHP=	V_{15} = 30 - 40% del mayor flujo.	F.P.H	Volumen de Diseño.	Nivel de Servicio según el HCM.
81	24.3	0.833	97.2	C - D

Fuente: EDICRO. S.A

Donde:

V_{15} = 30% de volumen de mayor demanda durante un año.

VD= Volumen de Diseño dela hora de máxima demanda.

F.P.H= Factor Pico Horario.

CAPITULO 3. ESTUDIO DE SUELO.

3.1 INTRODUCCIÓN.

El estudio de suelo para el tramo de carretera empalme Terrabona – Terrabona, Suministra datos suficientes del subsuelo que nos permitirá definir las propiedades geotécnicas más importantes de los suelos y materiales por los que atraviesa el proyecto.

Para ello se tiene que llevar a cabo la investigación sistemática de los terrenos del trazado de la vía; junto con un estudio, más detallado, de los puntos en los que sea previsible la aparición de algún problema particular. Debe, además, suministrar información para la selección de Bancos de préstamos de materiales para terracerías, sub-base y base.

Los materiales que constituyen la terracería y la capa de la subrasante de un camino influyen poco en el espesor de un pavimento rígido, pero mucho en el comportamiento del mismo. Por ello la determinación de las características del suelo que formara la terracería y la capa subrasante, en su caso, es vital.

Por tanto en este estudio se analizarán las características de los materiales que conforman la estructura del pavimento existente y sus espesores en el tramo Empalme Terrabona – Terrabona.

Como los estudios de suelo ya se habían realizados por **“EDICRO. S.A” (ESTUDIOS Y DISEÑOS DE INGENIERÍA DE CARRETERAS Y OBRAS, S.A)**, a partir de estos se analizarán para su posible utilización en el diseño.

3.2 TRABAJOS DE CAMPOS.

De acuerdo a los términos de referencia, los trabajos realizados en campo y laboratorio, fueron los siguientes:

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de 180 sondeos de líneas (manuales) de 1.50 m de profundidad, a razón de 10 sondeos por kilómetro, distribuidos a lo largo de los 17 km del camino investigado. El trabajo consistió en ejecutar sondeos de 30 cm. de diámetro por 1.50 m. de profundidad, con el fin de obtener muestras semi-alteradas de cada sitio, a excepción de los sitio donde se detectó roca, que por su dureza, no fue necesario perforar más allá. **(Ver anexo, pág. XLI, Figura 4).**

En los sondeos realizados se tomaron 420 muestras semi-alteradas de los estratos de suelos encontrados, y fueron ensayados posteriormente, con el fin de determinar los espesores a colocar en cada tramo del camino. Se tomaron muestras, a las que se les efectuó una clasificación visual y al tacto para determinar de manera aproximada su plasticidad, textura, a fin de conocer preliminarmente si es arenosa, grava o roca. Posteriormente las muestras tomadas fueron trasladadas al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes.

3.3 SONDEOS EN LÍNEA.

En resultados de ensayos de sondeos sobre línea, específicamente del 1 al 180 de las muestras obtenidas de los sondeos de línea, se analizaron 420 muestras en el laboratorio y de acuerdo a su clasificación HRB se formaron 27 grupos en 4 tramos, de acuerdo a sus características físico-mecánicas y de acuerdo a clasificación visual realizado en el campo, para análisis del estudio geotécnico, ver pág. 36, tabla 30.

Tabla 30: Sondeos Realizados.

Tramo	Sondeo - 180	Muestras - 420	Grupos 27
1	1 – 37	107	10
2	38 – 60	52	6
3	61 - 120	140	5
4	121 – 180	118	6

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

3.3.1 Resultados de los Ensayos Sobre la Línea.

- A. Estación 0 + 025 A Estación 4 + 008.80 Se realizaron los sondeos del 1 al 37, analizando un total de 107 muestras, se efectuaron 10 grupos de materiales de igual características, siendo éstos: A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7, A-4, A-5, A-6, A-7-5 y A-7-6.
- B. Estación 4 + 132.29 A Estación 6 + 520.67 Se realizaron los sondeos del 38 al 60, analizando un total de 52 muestras, se efectuaron 6 grupos de materiales de igual características, siendo éstos: A-2-4, A-2-6, A-2-7, A-6, A-7-5 y A-7-6.
- C. Estación 6 + 620.91 A Estación 12 + 376.82 Se realizaron los sondeos del 61 al 120, analizando un total de 140 muestras, se efectuaron 5 grupos de materiales de igual características, siendo éstos: A-2-4, A-2-6, A-2-7, A-7-5 y A-7-6.
- D. Estación 12 + 453.51 A Estación 17 + 135.21 Se realizaron los sondeos del 121 al 180, analizando un total de 118 muestras, se efectuaron

6 grupos de materiales de igual características, siendo éstos: A-1-a, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-7-5 y A-7-6.

En resumen de los 17 km, podemos observar las cantidades de muestras analizadas en los 4 tramos, así como los resultados de CBR al 90% por cada uno de los grupos de igual característica:

Tabla 31: Clasificación de Tipo de Suelo Según la Cantidad de Muestras.

CLASIFICACION HRB	CANTIDAD DE MUESTRAS	RESULTADOS DE CBR POR TRAMOS AL 90 %			
		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4
A - 1 - a	28	-	-	-	35
A - 1 - b	1	11	-	-	-
A - 2 - 4	128	9	7	8	6
A - 2 - 5	13	7	-	-	8
A - 2 - 6	67	5	7	5	5
A - 2 - 7	51	8	8	8	-
A - 4	6	5	-	-	-
A - 5	5	3	-	-	-
A - 6	6	7	7	-	-
A - 7 - 5	68	2	5	2	2
A - 7 - 6	47	4	4	3	2
TOTAL	420				

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

Como se podrá observar en el cuadro anterior el suelo predominante es el A-2-4 seguido del A-7-5, A-2-6, A-2-7, A-7-6, A-1-a, A-2-5, A-4, A-6, A-5 y por último el A-1-b.

3.4 TRABAJOS DE LABORATORIO.

De las muestras obtenidas de los sondeos de línea, se analizaron 420 muestras en el laboratorio y de acuerdo a su clasificación HRB se formaron 27 grupos en 4 tramos, de acuerdo a sus características físico-mecánicas a estas agrupaciones, se le realizaron los siguientes ensayos:

Tabla 32: Pruebas Según las Normas Practicadas.

No	Prueba	Normas de Ensayo
1	Análisis Granulométrico.	ASTM-D422 o AASHTO T-88
2	Limite Líquido.	ASTM-D423 o AASHTO T-89
3	Limite Plástico e Índice de Plasticidad.	ASTM-D424 o AASHTO T-90
4	Clasificación HRB	ASTM-D3282 o AASHTO T-145
5	Proctor Standard	ASTM-D698 o AASHTO T-99
6	CBR	ASTM-D1883 o AASHTO T-193

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carretera Regionales, SIECA 2001

Los resultados de los ensayos de granulometría, límites, clasificación y humedades se presentan en la **(Ver anexo, pág. X, Tabla 33)**. A continuación se muestra una tabla con los resultados de las pruebas de CBR obtenidas en el laboratorio.

3.5 METODOLOGÍA DE SONDEO MANUAL.

Las pruebas de laboratorio, aplicable a los sondeos manuales realizados para la pavimentación de carreteras con el objetivo de establecer las propiedades físicas de cada una de las muestras obtenidas son las que a continuación se expresan:

3.5.1 Determinación de Contenido de Humedad.

El contenido de la humedad natural de un suelo, permite estimar su posible comportamiento, como sub-rasante, ya que si el contenido natural de agua de un suelo está próximo al límite líquido es casi seguro que se está tratando con un suelo muy sensitivo, y si por el contrario el contenido de agua está cercano al límite plástico puede anticiparse que el suelo presenta un buen comportamiento.

3.5.2 Análisis Granulométrico.

El análisis granulométrico es una prueba para determinar la distribución de los diferentes tamaños de las partículas del suelo.

3.5.3 Determinación del Limite ATTERBERG:

Los límites de ATTERBERG se dividen en Limite Líquido y Limite Plástico.

El límite plástico: es la mínima cantidad de humedad con la cual el suelo se vuelve a la condición plástica. Para contenido de humedad mayor al límite plástico se presenta una caída muy pronunciada en la estabilidad del suelo.

El límite líquido: es el mayor contenido de humedad que puede tener un suelo sin pasar del estado plástico a líquido. En este estado es cuando la condición en que la resistencia al corte del suelo es tan bajo que un ligero esfuerzo lo hace fluir. Los materiales granulares, (arenas, limos) poseen límites líquidos bajos entre 25% y 30% aproximadamente y las arcillas con límites líquidos altos mayores del 40%.

3.5.4 Valor Soporte California (CBR).

Mide la resistencia del suelo a la penetración de un pistón de 3 pulg de área de una probeta de 6 pulg de diámetro y 5 pulg de altura, con una velocidad de 1.27 mm/min. (0.05 pulg/min).

El CBR es por definición:

$$\text{CBR} = \frac{\text{CARGA QUE PRODUCE LA PENETRACION DE 2.5mm EN EL SUELO}}{\text{CARGA QUE PRODUCE UNA PENETRACION DE 2.5mm EN LA MUESTRA PATRON}}$$

3.5.5 Ensayes de Compactación de Suelo.

Se entiende por compactación a todo proceso que aumenta al peso volumétrico de un suelo. En general es conveniente compactar el suelo para incrementar su resistencia a esfuerzos cortantes, reducir comprensibilidad y hacerlo más impermeable.

3.5.6 Clasificación de los Suelos.

Existe una gran variedad de suelos. La Ingeniería de suelos ha desarrollado algunos métodos de clasificación de los mismos. Cada de uno de estos métodos tiene, prácticamente su campo de aplicación según la necesidad y su uso que los haya fundamentado.

En la actualidad los sistemas más utilizado para la clasificación de los suelos en estudio para diseño de pavimento de carreteras son el de la **American Association of state highway and transpotation officials (AASHTO)** Ósea Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte y el **Unified Soil Clasification Sistem**, conocido como sistema unificado de clasificación de suelos (**SUCS**).

Tabla 34:
Clasificación Típica de los Suelos.

			SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN	
Nº de CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	SUCS	HRB
0 a 3	Muy Pobre	Subrasante	OH, CH,MH,OL	A-5, A-6, A-7
3 a 7	Pobre a Regular	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A-4 ,A-5, A-6 ,A-7
7 a 20	Regular	Sub-base	OL ,CL ,ML, SC ,SM, SP	A-2, A-4, A-6, A-7
20 a 50	Bueno	Base, Sub-base	GM, GC, SW, SM, FP, GP	A-1-b, A-2-5, A-2-6, A-3
> 50	Excelente	Base	GW,GM	A-1-a, A-2-4, A-3

Fuente: Manual del Asfalto, The Asphalt Institute, cap. #5, 1962.

En este sistema de clasificación de suelos inorgánicos se clasifican en 7 grupos que van del A-1 al A-7. Estos a su vez se dividen en un total de 12 subgrupos. Los suelos con elevada proporción de materia orgánica se clasifican como A-8.

Los suelos granulares, son aquellos que tiene 35% o menos del material fino que pasa el tamiz No.200. Estos suelos forman los grupos A-1, A-2 y A-3.

Los suelos finos, limos y arcillosos, contienen más del 35% del material fino que pasa el tamiz No. 200 estos suelos constituyen los grupos del A-4 al A-7.

El índice de grupo son aquellos suelos que contienen un comportamiento similar, se hallan dentro de un mismo grupo, y están representados por un determinado índice. La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su límite líquido, grado de plasticidad y porcentaje de material fino que pasa el tamiz No.200, **(Ver pág. 50, Tabla 42).**

Los índices de grupo de los suelos granulares están generalmente comprendido entre 0 y 4, los correspondientes a los suelos limosos entre 8-12 y los suelos arcillosos entre 11-20 o más. Cuando se indica un índice de grupo hay que colocarlo entre paréntesis.

3.6 DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO.

Para determinar el CBR de Diseño existen muchos criterios, siendo el más utilizado el del instituto del asfalto que recomienda tomar un valor tal que el 60%, 75% o el 87.5% de los valores individuales que sean mayores o iguales que él, de acuerdo con el tránsito que se espera circule por el pavimento.

Tabla 35: Criterios para determinar CBR.

Criterio del Instituto del Asfalto para determinar el CBR de diseño.	
Número de Ejes de 8.2 Ton en el carril de Diseño (N)	Percentil seleccionado para Diseño
Menor a 10,000.00	60
10,000.00 - 1,000,000.00	● 75
Mayor a 1,000,000.00	87.5

Fuente: Manual Centroamericano (SIECA). Cap. 7. Pág. No. 29

Cuando se habla de número de ejes de 8.2 ton. En el carril de diseño (N), se refiere al número de repeticiones de cargas equivalentes al peso mencionado y a esta variable se le conoce como ESAL. En nuestro estudio el ESAL corresponde al valor siguiente: ESAL = 683,084.55

Por lo tanto utilizamos el percentil de 75.

Se ordenan los valores de CBR de menor a mayor y se determinan el número y el porcentaje de valores iguales o mayores de cada uno.

Tabla 36: % de Valores Iguales o Mayores de CBR.

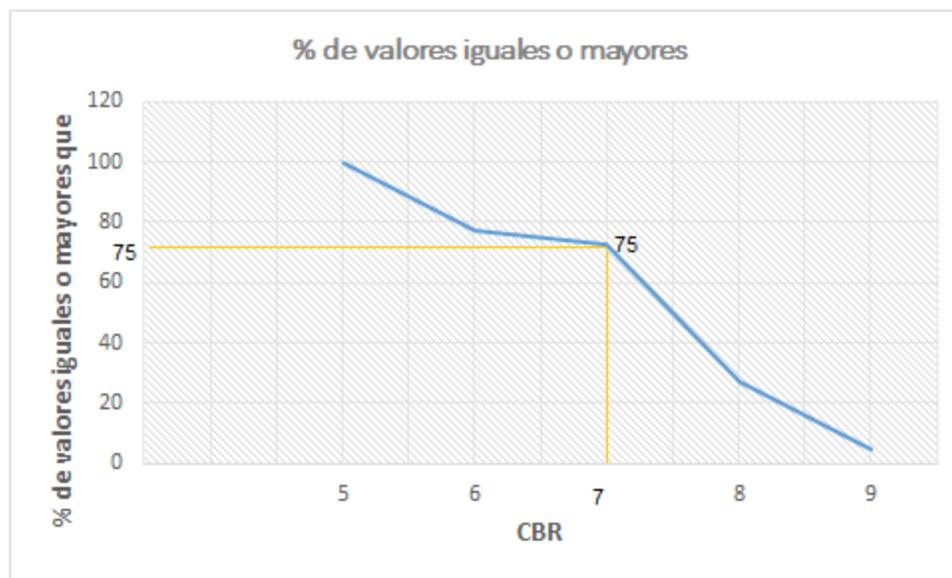
Cálculo para determinar el CBR de diseño			
CBR	Frecuencia	Numero de Valores Iguales o Mayores que	% de valores iguales o mayores
5	5	22	100
6	1	17	77
7	10	16	73
8	5	6	27
9	1	1	5
suma	22		

Fuente: Elaboración Propia.

Con los valores obtenidos del CBR, Se realizó la gráfica donde se determinó el CBR para la sub-rasante. Para graficar lo hicimos de la siguiente manera:

- 1- Con los % de valores CBR Mayores ó Iguales y los Valores CBR, se gráfica.
- 2- Aplicar recomendación del Instituto del Asfalto de USA, en nuestro caso el percentil del 75 % del CBR será el CBR de diseño de la Capa Sub-rasante.
- 3- Por último introducir dicho porcentaje en la gráfica y leer el valor de CBR de diseño. (Ver gráfico 1).

Gráfico 1: CBR de Diseño.



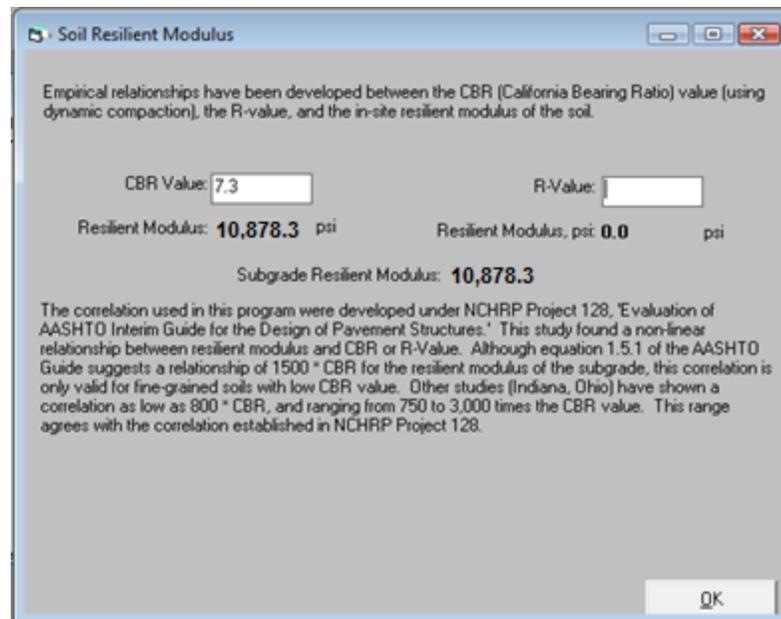
Al trazar tangente sobre el valor percentil de 75 % obtenemos el CBR de diseño para la sub-rasante igual a 7.25%.

Con la información de caracterización geotécnica de muestras tomadas a lo largo de la línea, permitirá conocer los valores de CBR para cada una de las diferentes estaciones que fueron muestreadas. Para la selección del CBR de diseño, se escogieran los valores de CBR al 90% de la Densidad Máxima Seca (DMS) del Proctor Modificado (AASHTO T-180). **(Ver anexo, pág. XXVII, Tabla 37).**

Los resultados de los ensayos de Capacidad Portante (CBR), ejecutados sobre los sondeos en la línea serán interpretados para definir el CBR de Diseño y el módulo resiliente promedio de acuerdo al procedimiento del AASHTO 1993, obteniendo **(Ver anexo, pág. XXX, Tabla 38).**

Los resultados de los ensayos de Capacidad Portante (CBR), ejecutados sobre sondeos en la línea serán interpretados para definir el CBR de Diseño, para obtener:

Fig. 5. Módulo Resiliente.



3.6.1 Correlación con los Tipos de Suelos.

Existen varios procedimientos y tablas que han sido desarrollados para estimar el Módulo Resiliente (Mr) de la subrasante para diferentes clasificaciones de suelos. También estas tablas relacionan otras medidas típicas con el módulo Resiliente, Por ejemplo el valor del CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO), se puede convertir a módulo resiliente de la subrasante.

La AASHTO, en la Guía de Diseño establece la correlación del CBR con el Mr, esto es:

Para materiales de sub-rasante con CBR igual o menor a 10%

$$\text{MR}_{(\text{psi})} = 1500 * (\text{CBR})$$

$$\text{MR} = 1500 * 7.25$$

$$\text{MR} = 10,875 \text{ PSI}$$

Seleccionamos la ecuación que se correlacionará el CBR, obtenido de los sondeos de línea y esto permitirá establecer que el CBR de diseño es 7.25% y que el Módulo resiliente (Mr) es 10,875 psi, esto es:

Unidad de Diseño	Estaciones	MR sub-rasante psi
1	0+000 a 17 + 00	10,875

3.7 ESTUDIO DE BANCO DE PRÉSTAMO.

Los Términos de Referencia establecen el estudio de un banco de préstamo cada 5 km. de proyecto, con la ejecución de cinco Pozos a Cielo Abierto (PCA) de 1.50 m. x 1.50 m. x 3.00 m., en cada sitio; lo que determina la realización del estudio de 4 bancos de préstamo para todo el proyecto, con la ejecución de 15 calicatas o PCA y 5 perforaciones en rocas con corona de diamante y extracción de núcleo.

Durante las inspecciones de campo, se localizaron seis fuentes de materiales a lo largo ó en las cercanías de la vía.

3.7.1 Análisis de los Bancos de Préstamos.

Los bancos localizados están ubicados de acuerdo al siguiente listado:

Banco # 1. La palmera.

El nombre del Propietario es el Señor Elmer Estrada. Ubicado del Puente “La Venada” 100 metros hacia Sébaco, Km. 84 +900 Derecha 1,300 metros Camino hacia “San Juanillo”. El volumen del banco es de aproximadamente 100,000 m³ y el uso probable es relleno y terracería.

Banco # 2. El coyol.

Propietaria Sra. Aracelly Chavarría. Ubicado en la Estación 4 + 500 Comunidad “Cuajiniquilapa” 1,200 m Izquierda Camino hacia “El Carbonal” y “Maunica” que se encuentra a 200 m Derecha. El volumen del banco es de 1, 387,007.135 m³ y el volumen a utilizarse es de 43,028.32 m³ y de acuerdo a la tabla de calificación típica, según el instituto del asfalto, este material clasifica como muy buena para sub-rasante y buena para sub-base.

Banco # 3. Quiñason.

Propietario Señor Servando Poveda. Ubicado en la Estación 5 + 140 Comunidad “El Achote” a la derecha 1 km. Camino hacia “El Jícara” 300 m derecha. El volumen del banco es de 1, 000,000.0 m³ y el volumen a utilizarse es de 23,000 m³, este banco puede ser utilizado como base granular triturada y como áridos para concreto.

Banco # 4. La Jabilla.

El nombre del Propietario es Servando Poveda. Ubicado en la Estación 5 + 140 Comunidad “El Achote” a la derecha 1 km. Camino hacia “El Jícara” 100 m izquierda. El volumen del banco es de 500,000.00 m³ y este Banco puede ser utilizado como banco de base granular triturada y como áridos para concreto.

Banco # 5. La joya.

El nombre del Propietario es Ignacio Hernández. Ubicado en la Estación 7 + 750 Comunidad “La Joya”. El volumen del banco es de 322,069.67 m³ y el volumen a utilizarse es de 17,427.40 m³ y de acuerdo a la tabla de calificación típica, según el instituto del asfalto, este material clasifica como muy buena para terracería y buena como sub base.

Banco # 6. Los pedernales.

Propietario Señor Jesús Soza Ubicado en la Estación 14 + 700 Comunidad “Ojo de Agua”, 100 m Derecha. El volumen del banco es de 1, 234,270.0 m³ y el volumen a utilizarse es de 29,194.60 m³ y de acuerdo a la tabla de calificación típica, según el instituto del asfalto, este material clasifica como muy buena para terracerías y buena como sub base.

Estos bancos son los seleccionados de acuerdo a los términos de referencia.

Los bancos 1 y 4 se tomaron muestras solo para conocimiento y poder clasificarlos.

Las muestras tomadas (20) de los pozos, fueron trasladadas al laboratorio para sus respectivos ensayos, **(Ver pág. 48, Tabla 39).**

Tabla 39: Pruebas respecto al tipo de ensayos.

No.	Prueba	Normativa/Ensayo
1	Pozos a cielo abierto de 1.5x1.5x3m	ASTM-D420 ó AASHTO T-86
2	Análisis Granulométrico	ASTM-D422 ó AASHTO T-88
3	Límite Líquido	ASTM-D423 ó AASHTO T-89
4	Límite plástico e Índice de plasticidad	ASTM-D424 ó AASHTO T-90
5	Proctor Standard	ASTM-D698 ó AASHTO T-99
6	Proctor Modificado	ASTM-D1557 ó AASHTO T-180
7	Peso volumétrico suelto y varillado	ASTM C-29 ó AASHTO T-19
8	CBR	ASTM-D1883 ó AASHTO T-193
9	Intemperismo Acelerado	ASTM C-88 ó AASHTO T-104
10	Desgaste de los Ángeles	ASTM C-131 ó AASHTO T-96
11	Absorción	ASTM C-45 ó AASHTO T-25
12	Clasificación HRB Y SUCS	ASTM D-3282 ó AASHTO T-145
13	Humedad natural	ASTM D-2216

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carretera Regionales, SIECA 2001

A continuación presentamos la tabla de resumen de los bancos de préstamos sus características, ubicación y volúmenes aproximados de las fuentes de materiales para préstamo. **(Ver anexo, pág. XXXVI, Tabla 40).**

3.7.2 Resultados de los Ensayos de los Bancos.

De las muestras obtenidas de las calicatas, se analizaron 15 muestras en el laboratorio y de acuerdo a su clasificación HRB, clasificaron de la siguiente forma: Banco El Coyol (A-1-b); Banco La Joya (A-2-7 (0)), Banco Quiñazon (A-1-a (0)), (Banco de Roca) y Banco Los Pedernales (A-2-5 (0)) y (A-2-7 (0)). El banco el Coyol que presenta una clasificación de A-1-b (0), y un índice de plasticidad igual a no plástico, se mezcló al 50 % con el Banco La Joya que presenta una clasificación A-2-7 (0), y un índice de plasticidad igual a 12, de la mezcla resulta una clasificación de A-1-a (0) con un índice de plasticidad igual a 5.

De acuerdo a la tabla de calificación de los suelos del manual del Instituto del Asfalto, de 1962, capítulo 5, el Banco “EL COYOL”, que clasifica como A-1-b (0) en su calificación general es bueno y puede ser utilizado como base o sub base. El Banco “QUIÑAZON” que clasifica como A-1-a puede ser utilizado como material de base triturada y agregados para concreto, que de acuerdo a su calificación general clasifica como excelente como material de base. El Banco “LA JOYA” que clasifica como A-2-7 (0) en su calificación general, clasifica como regular como base, pero mezclado al 50% con el Banco “EL COYOL”, clasifica como A-1-a y su calificación es excelente como base o sub base. Banco “Los Pedernales” este clasifica como A-2-5 y A-2-7 de acuerdo a la calificación general, son regulares como sub-base, ver siguiente tabla.

Tabla 41: Banco de Prestamos a Utilizarse.

No. Banco	No. PCA	Volumen (m3)	Clasificación H.R.B	Descripción del Material
#1. El coyol	1.5	43,028.32	A-1-b	Su calificación general es buena y puede utilizarse como base o Subbase.
#2. El Quiñazón	1.5	23,000	A-1-a	Puede ser utilizada como material de base triturado y agregado para concreto.
#3. La joya	1.5	17,427.4	A-2-7	Califica como regular como base. Pero mezclado al 50% con el banco el coyol clasifica como excelente como base o subbase.
#4. Pedernales	1.5	29,194.6	A-2-7	De acuerdo calificación general
			A-2-5	Son regulares como subbase.

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

En cuanto a los bancos de préstamo de materiales, éstos presentan buenas características físico mecánicas, clasificando como gravas areno limo arcillosas (clasificando como un A-2-4, A-2-6 y A-2-7) su extracción puede hacerse con un tractor pesado, ya que la roca es sumamente fracturada.

Posiblemente durante la explotación de estos bancos de materiales, sea necesaria la utilización de una criba de acero, con el fin de limitar el sobre tamaño a 3" como máximo. En caso contrario, se recomienda que supla una trituradora portátil a fin de producir el material necesario para la construcción de la base estabilizada con cemento.

Los resultados fueron comparados con las especificaciones técnicas que aparecen en el **NIC – 2000**, ver siguiente tabla 42 y pág. 51, tabla 43,44.

Tabla 42:

Clasificación de suelos y mezclas de agregados de suelos para propósitos de construcción de carretera. a.s.t.m.d – 3283 / aashto m – 145.

Tabla 2. Clasificación de suelos y agregados											
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
Clasificación de grupo	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carretera Regionales, SIECA 2001

Tabla 43: Márgenes del Valor Meta para Graduaciones de Subbase, Base o Capas de Superficiales de Agregados.

Tamaño del Tamiz	Porcentaje en peso que pasa el Tamiz Designado/ AASHTO T27 y T11					
	Designación de la graduación					
	A (subbase)	B (subbase)	C (base)	D(base)	E (base)	F(superficie)
63 mm	100(1)					
50 mm	97 – 100(1)	100(1)	100(1)			
37.5 mm		97 – 100(1)	97 – 100(1)	100(1)		
25.0 mm	65 – 79 (6)			97 – 100(1)	100(1)	100(1)
19.0 mm			67 – 81 (6)		97 – 100(1)	97 – 100(1)
12.5 mm	45 – 59 (7)					
9.5 mm				56 – 70 (7)	67 – 79 (6)	
4.75 mm	28 – 42 (6)	40 – 60 (8)	33 – 47 (6)	39 – 53 (6)	47 – 59 (7)	41 – 71 (7)
425 µm	9 – 17 (4)		10 – 19 (4)	12 – 21 (4)	12 – 21 (4)	12 – 28 (5)
75 µm	4.0 – 8.0 (3)	0.0 – 12.0 (4)	4.0 – 8.0 (3)	4.0 – 8.0 (3)	4.0 – 8.0 (3)	9 – 16 (4)

Fuente: especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes – NIC 2000 /cuadro: 1003 -3

- (1) Los procedimientos estadísticos no son aplicables.
 () Desviaciones Permisibles (\pm) de los valores meta.

Tabla 44: Especificaciones para los materiales de terraplenes y capa sub-rasante.

No	Propiedad	Terraplenes	Sub-rasante	Metodología
1	% de malla No 200	40 % máx.	30 % máx.	AASHTO (T- 11)
2	Limite Liquido	40 % máx.	30 % máx.	AASHTO (T- 89)
3	Índice Plástico	15 % máx.	10 % máx.	AASHTO (T- 90)
4	CBR	10 % min.	20 % min.	AASHTO (T- 193)
5	Compactación	95 % mínimo del peso volumétrico seco máximo obtenido por medio de la prueba. Proctor modificado.		AASHTO (T- 191) Y/o (T-238) in situ
		AASHTO (T- 99)	AASHTO (T- 180)	

Fuente: Nic-2000, Sección: 203.11 (b), 1003.21, 1003.24 (g)

3.8 POTENCIALIDAD DE EXPANSIÓN DE LOS SUELOS DE TERRACERÍA.

Los suelos encontrados a lo largo del trazado presentan, por otra parte, la característica de ser “potencialmente expansivos”, tal como se desprende de los elevados valores de Índice de Plasticidad (IP) asociados con cada muestra y el porcentaje de hinchamiento, en especial la capa subyacente, que está conformada por suelos tipo A-7.

Tabla 45: Suelos Expansivos de Acuerdo a la Agrupación.

SONDEOS DE LINEA DE ACUERDO A AGRUPACIÓN							
Grupo #	Clasificación HRB	Densidad Máx. kg/m ³	Humedad óptima %	Peso volumétrico reprod kg/m ³	Compact Reprod %	Valor CBR	Hinchamiento %
5	A-4 (0)	1846	17.3	1661	90	5	1.0746
				1754	95	7	0.9767
				1846	100	9	0.8792
8	A-7-5 (20)	1248	32.3	1123	90	2	4.4548
				1186	95	2	4.2398
				1248	100	2	3.9076
9	A-7-6 (10)	1521	23.9	1369	90	4	3.2238
				1445	95	9	3.1216
				1521	100	12	3.0284
11	Sonsocuete A-7-5 (20)	1310	31.6	1179	90	1	5.8615
				1244	95	1	5.2753
				1310	100	2	4.6892
17	A-7-6 (20)	1385	28.2	1246	90	4	1.2400
				1316	95	7	1.2000
				1385	100	9	1.1000
21	A-7-5	1249	30.9	1124	90	2	4.8065
				1187	95	2	4.4987
				1249	100	3	4.1030
22	A-7-6	1453	26	1308	90	3	2.2319
				1380	95	6	2.1208
				1453	100	8	2.0642
24	A-2-4	1970	12.2	1773	90	6	0.7000
				1872	95	15	0.9000
				1970	100	30	0.1100

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

Se concluye que de la tabla anterior, que los suelos a lo largo del trazado presentan una alta posibilidad de expansión, lo que hace recomendable que estos suelos sean tratados con el fin de reducir este riesgo de “mal desempeño” de la estructura que sobre ellos sean construidos. (En los tramos donde se encontró este tipo de suelo altamente expansivo será tratado con cal hidráulica.)

Tabla 46. Estaciones Donde se Estabilizara.

De Estación	A Estación	Longitud (m)
0+020.00	0+130.00	110
0+620.00	1+410.00	790
1+700.00	2+200.00	500
2+500.00	2+680.00	180
4+240.00	4+360.00	120
6+140.00	6+220.00	80
13+900.00	14+000.00	100

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

El tratamiento más utilizado a este fin es el de mezclar los suelos con cal, en porcentajes de cal hidráulica que estén aproximadamente en el 2%, en peso del suelo, como lo recomienda el libro de **“Ingeniería de Pavimento” de Montejo Fonseca Alfonso**. Este porcentaje será en función del tipo de capa que se está diseñando para este caso, con el objeto de garantizar una cierta homogeneidad del contenido de cal en todos los puntos de la capa tras el mezclado; De esta forma se logrará un material con propiedades geotécnicas y resistentes adecuadas, que no solo cumpla las especificaciones necesarias sino que, además, tenga unas prestaciones y durabilidad aún mejores. El espesor de suelo de fundación a ser estabilizado es de 30 cm, donde extraemos el suelo expansivo y colocaremos material estabilizado que el CBR del suelo tratado debe alcanzar un valor igual o mayor al 10%.

CAPITULO 4. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO.

En este Capítulo se analizan las diferentes variables independientes que son consideradas en la metodología recomendada para el diseño estructural de los componentes del pavimento rígido y se determina la combinación de tipos de materiales y espesores de capas más ajustadas a las condiciones de diseño. El diseño de pavimento rígido consiste en determinar cada uno de los espesores de las capas que integran la estructura del mismo.

MÉTODO DE DISEÑO.

Con el fin de proporcionar una estructura que cumpla con el objetivo principal de brindar una superficie, sobre la que se puedan desplazar con un nivel de servicio y soporte de cargas adecuado durante un período determinado, que permiten la determinación de los espesores de las diferentes capas de la estructura del pavimento, acorde con las necesidades y condiciones existentes en el sitio. Cabe mencionar que un diseño sin el fundamento técnico necesario, dará como resultado un pavimento que rápidamente se deteriorará, perdiéndose toda o gran parte de la inversión realizada, o por el contrario uno por encima de las necesidades reales con costos altos e innecesarios.

El método de diseño adoptado es el desarrollado por la Asociación Americana de Administradores de Carreteras y Transporte (AASHTO por su acrónimo en inglés) en su versión de 1993, y se emplea en forma complementaria la versión computarizada desarrollada por la American Concrete Pavement Association (APCA) en su programa Pavement Analysis Software, 1993.

Ecuación de Diseño:

La Ecuación de Diseño de la AASHTO-93 para pavimento rígido toma la expresión siguiente:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7.35 \log (D+1) - 0.06 + \frac{\log \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) \left\{ \log \left(\frac{M_R C_d}{215.63 J} \right) \left[\frac{D^{0.75} - 1.132}{D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K} \right)^{0.25}}} \right] \right\}$$

Donde:

W18 = Número de aplicaciones de carga de 18 Kips (80 KN)

Z_R = Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada.

S_o = Desvío Estándar de las variables.

D = Espesor de la losa (plg).

ΔPSI = Pérdida de Serviciabilidad de diseño.

P_o = Serviciabilidad Inicial.

P_t = Serviciabilidad Final.

M_R = Módulo de Ruptura del concreto (psi).

C_d = Coeficiente de Drenaje.

J = Coeficiente de Transferencia de Carga.

E_c = Módulo de Elasticidad del concreto (psi).

K = Módulo de Reacción de la subrasante (pci).

4.1 SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO INICIAL Y FINAL.

Escoger el índice de serviciabilidad final P_t es una selección del valor más bajo que pueda hacer admitido antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación, un refuerzo o una construcción de un pavimento. Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de territorio a que pueda llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para carreteras menos importante sea de 2.0; para escoger el valor del índice de serviciabilidad inicial (P_o), es necesario considerar los métodos de construcción, ya que esto depende la calidad del pavimento, en los ensayos de pavimentos de AASHTO, la serviciabilidad (P_o) llego a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto. La diferencia del entre el índice de serviciabilidad inicial (P_o) y el índice de serviciabilidad final (P_t) es $\Delta PSI = P_o - P_t$

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Guía De Diseño De Estructura De Pavimento, Aashto 1993 Capitulo II-9

Donde:

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado.

P_o = Índice de servicio inicial (4.5 para pavimentos rígidos).

P_t = Índice de servicio terminal, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0 recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Tabla 47: Valor de la Serviciabilidad Final.

Característica de la vía	Valor de (P_t)
Autopistas urbanas y troncales de mucho trafico	2.5 - 3.0
Autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal, así como para autopistas interurbanas	2.0 - 2.5
Vías locales, ramales, secundarias y agrícolas	1.8 - 2.0

Fuente: Guía Para Diseño de Estructura de Pavimentos, AASHTO, 1993

4.1.1 Condición de Servicio del Pavimento al Inicio del Período de Diseño (p_o).

El método de AASHTO-93 recomienda asignar a esta variable independiente un valor de **4.5**, en el caso de pavimentos rígidos, valor este que será empleado en la solución de la ecuación de diseño.

4.1.2 Condición de Servicio del Pavimento al Final del Período de Diseño (p_t).

La experiencia de otros países sugiere diferentes valores para esta variable independiente, en función del tipo de pavimento en análisis el valor mínimo que se debe considerar es **2.0**.

4.1.3 Perdida de Serviciabilidad de Diseño (ΔPSI).

En este estudio se asume un **P_o = 4.5** y un **P_t = 2.00**, teniendo entonces los P_o y los P_t la perdida de serviciabilidad es la diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial y final, dando como resultado una ΔPSI =2.5

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4.5 - 2 = 2.5$$

$$\Delta PSI = 2.5$$

4.2 CONFIABILIDAD EN EL DISEÑO (R).

Con el parámetro de Confiabilidad “R”, se trata de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, durarán como mínimo el período de diseño.

El Método AASHTO-93 presenta, para el valor (R) la **(Ver pág. 58, Tabla 48)**.

Tabla 48: Relación de Confiabilidad y el Valor (Z_R).

Confiabilidad R, %	Desviación normal estándar Z_R
50	0.000
60	0.253
70	0.524
75	0.674
80	0.841
85	1.037
90	1.282
91	1.340
92	1.405
93	1.476
94	1.555
95	1.645
96	1.751
97	1.881
98	2.054
99	2.327
99.9	3.090
99.99	3.750

Diseño de Pavimentos – AASHTO 93 capítulo 9.2.3 pag.196

Tabla 49: Valores de Confiabilidad Recomendados por la AASHTO.

Clasificación funcional de la vía bajo proyecto	Valor recomendado de Confiabilidad (R)	
	Vías urbanas	Vías rurales
Autopistas Interestatales y otras autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Vías colectoras	80-95	75-95
Vías locales	50-80	50-80

Fuente: Guía Para Diseño de Estructura de Pavimentos, AASHTO, 1993

De acuerdo con la clasificación funcional de la vía, la guía de la AASHTO, 1993 recomienda diferentes niveles de confiabilidad. Para nuestro tramo y dada la ubicación en la que se encuentra la vía, y el tránsito que utilizara esta es liviano, se asume un valor de confiabilidad (**R**) de **75 %**, que corresponde a un valor recomendado, para una clasificación como una zona rural y para tipo de caminos colectores.

4.2.1 Desviación Normal Estándar (Z_r).

Esta variable define que, para un conjunto de variables (espesor de las capas, características de los materiales, condiciones de drenaje, etc.) que intervienen en un movimiento, el tránsito que puede soportar el mismo a lo largo de un periodo de diseño sigue una ley de distribución normal con una media M_t y una desviación típica S_o y por medio de la tabla 48, pág. 58, de la confiabilidad con dicha distribución se obtiene el valor Z_r en función de un nivel de confiabilidad R , de forma que exista una posibilidad de que $1-R/100$ del tránsito realmente soportado sea inferior a $Z_r * S_o$.

4.3 DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA VARIABLE (S_o).

En cuanto al desvió estándar de las variables, S_o , se recomienda para pavimentos rígidos un valor de 0.30 – 0.40 para el caso en que se considere la varianza del tránsito futuro.

Se recomienda utilizar para S_o Valores comprendidos entre los intervalos siguientes.

Tabla 50: Valores Desviación Estándar.

Para pavimentos flexibles	0.40 - 0.50
Para pavimento en construcción nueva	0.35
En sobre-capas	0.50

Fuente: Guía Para Diseño de Estructura de Pavimentos, AASHTO, 1993

El valor de la “desviación estándar- s_o ”, por otra parte, sugerido por el propio Método AASHTO-93 es de **0.35** para el caso de diseño de un nuevo pavimento rígido; este valor será, en consecuencia, empleado en la solución de la ecuación de diseño de la AASHTO para el caso del pavimento de concreto hidráulico.

4.4 ANÁLISIS DE CARGAS Y EJES EQUIVALENTES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO (W18).

Definiremos como ESAL's de diseño a la transformación de ejes de un tránsito mixto que circula por una vía a ejes equivalentes de 8.2 toneladas, 18 kips ó 18,000 libras, en el carril de diseño durante la vida útil del pavimento, haciendo uso del factor de equivalencia de carga, acumulados durante el período de diseño, se hará uso de las cargas por ejes por cada tipo de vehículo permitidas por el Ministerio de Transporte e Infraestructura.

4.4.1 Estimación de las Cargas de Diseño.

Las cargas de diseño han sido determinadas en función de los resultados del “Estudio de Tráfico” sin incluir las motos, como parte de la información requerida para el proyecto Integral de apertura de esta carretera.

4.4.2 Transito Promedio Diario Anual (TPDA).

El número de vehículos, para el tramo, por tipo, por día y para cada año del período de diseño incluido en el “Estudio de Tráfico” con el fin de discriminar más en detalle la composición del tránsito en cuanto a los tipos de camiones y de vehículos articulados. Esta discriminación es requerida para poder luego estimar de una manera más precisa los “efectos daño” de cada tipo de vehículo sobre el pavimento, se muestran a continuación en la pág. 61, tabla 51.

Tabla 51: Valores Diarios de Volúmenes por Tipo de Vehículo Para Cada año del Período de Diseño.

	Tipo vehículo	Carro	Utilitario	Bus	C2	C2 liv	Camioneta	TOTAL TPDA
Año		TPDA						
0	2016	9	1	21	108	154	0	293
1	2017	10	1	22	111	158	0	302
2	2018	10	1	22	115	163	0	311
3	2019	10	1	23	118	168	0	320
4	2020	10	1	24	122	173	0	330
5	2021	11	1	24	125	179	0	340
6	2022	11	1	26	132	187	0	357
7	2023	12	2	27	135	196	0	372
8	2024	13	2	28	140	205	0	388
9	2025	13	2	30	144	215	0	404
10	2026	14	2	31	148	226	0	421
11	2027	15	2	33	156	239	0	445
12	2028	15	2	35	165	252	0	469
13	2029	16	2	37	174	266	0	495
14	2030	17	2	39	183	281	0	522
15	2031	18	2	41	193	297	0	551
16	2032	19	3	43	204	312	0	581
17	2033	20	3	45	215	330	0	613
18	2034	21	3	48	227	348	0	647
19	2035	22	3	50	240	367	0	682
20	2036	24	3	53	253	387	0	720

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.3 Factores de equivalencia de carga.

Son valores numéricos que se definen el daño que causa el paso de un vehículo o eje determinado sobre una sección de pavimento en una manera relativa al daño que el vehículo o eje patrón causa al pasar sobre la misma sección de pavimento. Se obtiene las tablas de la AASHTO-93 para ejes sencillos, dobles. Conociendo la Serviciabilidad final, el espesor de la estructura de pavimento y los pesos (las cargas se encuentran en KIPs) se obtienen los factores de equivalencia. (AASHTO, 93). (Ver anexos pág. XXXVIII, Tabla 52 y pág. XXXIX, Tabla 53).

Tabla 54: Resumen de Cálculo ESAL de Diseño por Eje por Tipo de Vehículo.

Tipo de vehículo	Peso por Eje			TD	LEF	Esal
	Ton	Kip (s)	Lb			
Vehículo Liviano	2	8.8	4400	13,600	0.058	788.8
	4	17.6	8800		1	13600
Microbús < 15 pas.	2	8.8	4400	1,735.85	0.058	100.67
	4	17.6	8800		1	1735.85
Bus	5	11	11000	30,290.12	0.132	3998.29
	10	22	22000		2.32	70273.07
C2	5	11	11000	146,220.40	0.132	19301.09
	10	22	22000		2.32	339231.32
C2-Liviano	4	8.8	8800	221,224.41	0.058	12831.01
	8	17.6	17600		1	221224.41
ESAL DE DISEÑO						683084.55

Fuente: Elaboración Propia.

En esta tabla se han empleado los siguientes valores:

4.4.3.1 Factor de Sentido (FS)

El factor de sentido a utilizar en este caso será de **0.54** debido a que la vía de acceso a la zona es única.

4.4.3.2 Factor de Carril (FC)

La vía en estudio se compone únicamente de un carril por sentido, lo cual se traduce en que el 100% de composición vehicular lo hace en cada uno de ellos; por ende **FC=1**.

4.4.3.3 Factor de Crecimiento Anual (FCA)

Si se desea obtener el factor de crecimiento anual del tráfico (FCA) de manera exacta, se puede obtener a partir de la siguiente fórmula:

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

FCA = Factor de Crecimiento Anual.

n = Vida útil en años.

g = Tasa de crecimiento anual, en %.

$$\text{FCA} = \frac{((1 + 0.03)^5 - 1)}{(0.03 * 5)} = 1.062$$

Número de repeticiones esperadas para cada tipo de eje

$$\text{Re} = \text{TPDA} * \text{FS} * \text{FC} * \text{FCA} * 365$$

$$\text{Re} = 9 * 0.54 * 1 * 1.062 * 365$$

$$\text{Re} = 13,600$$

Donde:

TPDA =Tránsito Promedio Diario Anual.

FS =Factor de Sentido.

FC =Factor de Carril.

FCA =Factor de Crecimiento Anual.

365 =días de un año.

4.5 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (MODULO DE ROTURA, MR).

Este es el valor que corresponde al módulo de elasticidad de los materiales que se emplean en la construcción de la sub – rasante, ya sean mejorados o no, y representa la calidad de los materiales.

Se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición, por lo tanto se han establecido correlaciones para calcularlo a partir de otros ensayos; como el CBR.

Cálculo para determinar el módulo de resiliencia de la sub-rasante.

✓ Para materiales de sub-rasante con CBR igual o menor a 10%.

$$MR = 1,500 \times (CBR)$$

$$MR = 1,500 \times 7.25$$

$$MR = 10,875 \text{ PSI}$$

Tabla 55: Valores del Material de Fundación.

UNIDAD DE DISEÑO	CBR (%)	Mr (Lb/Pulg ²)	K (psi/plg)
1	7.25	10,875	110

Fuente: Elaboración Propia.

4.5.1 Módulo de Ruptura del Concreto para la Losa de Pavimento.

Obtenemos por medio de la siguiente tabla que se muestra el Módulo de Rotura (MR) recomendado por Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993. Los valores que se consideran aceptables. Se recomienda como mínimo una resistencia de 41 kg/cm² (583 psi) y como máximo 50 kg/cm² (711 psi), a los 28 días, dependiendo del uso que vayan a tener.

Tabla 56: Módulo de Rotura.

Tipo de pavimento	MR recomendado	
	kg/cm ²	psi
Autopistas	48.0	682.7
Carreteras	48.0	682.7
Zonas industriales	45.0	640.1
Urbanas principales	45.0	640.1
Urbanas secundarias	● 42.0	● 597.4

Fuente: Guía para Diseño de Pavimento AASHTO 1993

Estas variables independientes son características del Método AASHTO-93 para pavimentos rígidos. En nuestro análisis emplearemos un concreto de resistencia a la rotura de 42 kg/cm² (600 psi) para los canales de circulación y de 30 kg/cm² para los hombros.

4.5.2 Módulo de Elasticidad del Concreto (Ec).

Módulo de elasticidad (Ec). Está íntimamente relacionado con su módulo de ruptura y se determina conforme a la norma **ASTM C469**. Existen varios criterios con los que puede estimarse a partir del módulo de ruptura; pero el que utilizaremos es la siguiente ecuación:

$$E_c = (6,750) (MR)$$

$$E_c = (6,750) (600)$$

$$E_c = 4,050,000 \text{ psi}$$

4.6. CÁLCULO DEL MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (K) DE DISEÑO.

La resistencia de la subrasante es considerada dentro del método por medio del Módulo de Reacción del Suelo K que se puede obtener directamente mediante la Prueba de Placa.

El Módulo de Reacción del Suelo corresponde a la capacidad portante que tiene el terreno natural en donde se soportará el cuerpo del pavimento. El valor del módulo de reacción (K) se puede obtener directamente del terreno mediante la prueba de placa ASTM D1195 y D1196. El valor de K representa el soporte (terreno natural y terraplén si lo hay) y se puede incrementar al tomar la contribución de la sub-base.

El soporte dado a los pavimentos de concreto por la base y la sub-base, es el segundo factor en el diseño de espesores. El terreno de apoyo está definido en términos del módulo de reacción de la subrasante de Westergaard (k). Es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada de un área cargada (un plato de 30 pulgada de diámetro) dividido entre la deformación en pulgadas que provoca dicha carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (psi / pulgada) ó más comúnmente, por libras por pulgada cúbica (pci.).

Dado que la prueba de placa lleva tiempo y dinero, los valores de K son usualmente estimados mediante una correlación a pruebas más simples como la del VRS (Valor Relativo de Soporte). El resultado es válido por que no se requiere una exacta determinación del valor K; ya que variaciones normales del valor k no afecta significativamente.

Los valores mostrados en la siguiente tabla **de Incremento en el valor de (K) del suelo, según el espesor de una base granular**, son basados del análisis de Burmister de un sistema de dos capas y cargado en pruebas de placa hechas para determinar los valores (K) del conjunto suelo - subbase en losas de prueba completas.

Tabla 57: Incremento en el Valor de (K) del Suelo, Según el Espesor de una Base Granular.

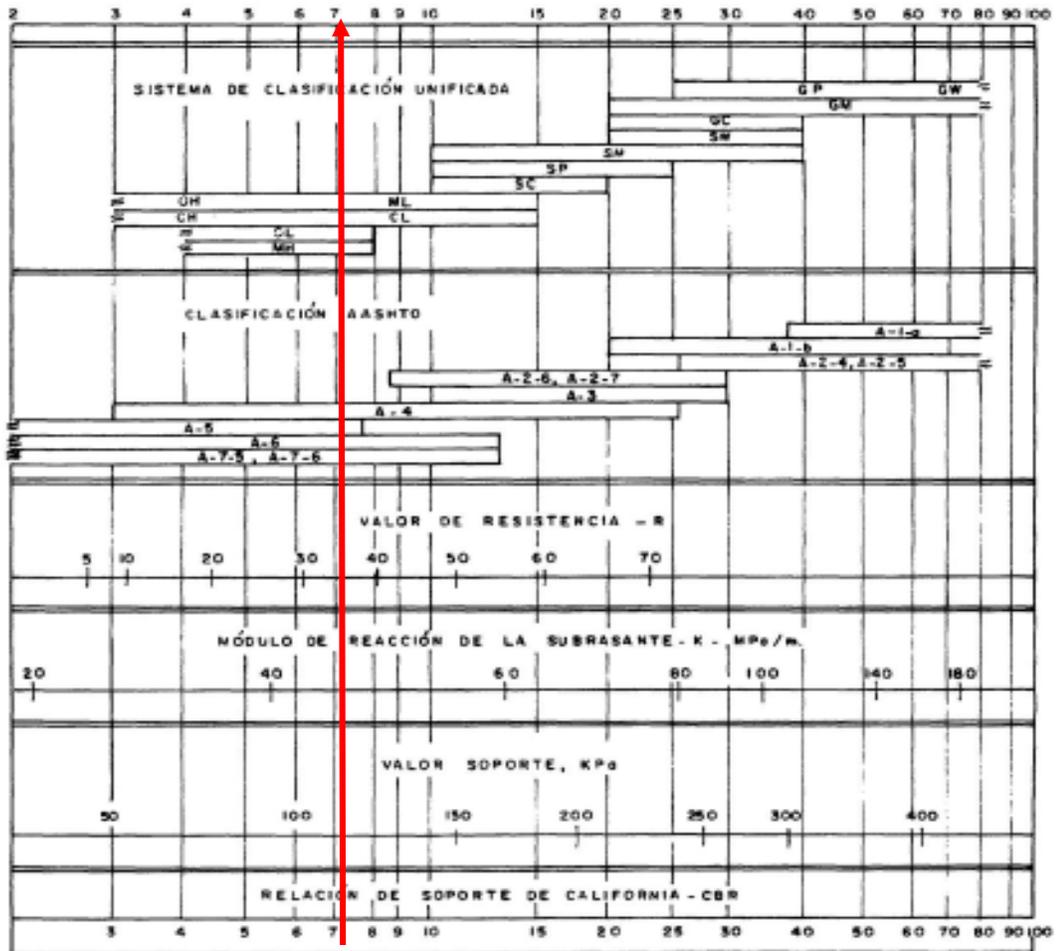
k Suelo - Sub-base (pci)				
k del Suelo (pci)	Espesor de la sub-base			
	4"	6"	9"	12"
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993

Las bases mejoradas ó tratadas con cemento aportan mayor capacidad de carga y su comportamiento a largo plazo es mucho mejor y son ampliamente empleadas para pavimentos de concreto con tráfico pesado. Se construyen con materiales granulares como los tipos de suelos AASHTO A-1, A-2-4, A-2-5 y A-3, el contenido de cemento es determinado mediante las pruebas de Congelación - Descongelación y Mojado - Secado y el criterio de pérdidas admisibles.

Los valores de diseño de módulo de reacción (K), para bases cementadas que cumplen con éste criterio se muestran en la siguiente pág. 70, tabla 58. La capacidad de soporte se mide en términos del módulo de reacción K determinados por pruebas de placa directa, debido a que estas pruebas son complejas y costosas el valor de (K) lo estimamos por correlación con pruebas más sencillas con el CBR. Calculamos el CBR de diseño obteniendo 7.25 y entramos en la gráfica de Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos obteniendo, como lo muestra la siguiente **Figura 6**, Correlación SUCS, CBR y K, a continuación:

Fig. 6. Correlación SUCS, CBR y (K).



Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993

Obtuvimos un K de la subrasante de 110 lb/plg³, sin embargo debido a que colocaremos una capa estabilizada con cemento de 10 cm para mejorar la capacidad y soporte de la subrasante, así disminuir el espesor de diseño por ende el costo en la construcción del pavimento, resultando en una nueva K mejorada por la capa estabilizada con cemento de 10 cm, calculamos en la Tabla de Incremento en el valor de K del suelo, según el espesor de una base granular cementada, la capacidad soporte de la subrasante es 289 lb/plg³. Esta se muestra a continuación pág. 70, tabla 58.

Tabla 58: Incremento en el Valor de (K) del Suelo, Según el Espesor de una Base Granular Cementada.

K Suelo - Subbase (PCI)				
K del Suelo (PCI)	Espesor de Subbase			
	4"	6"	8"	10"
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
110	289			
200	470	640	830	-

4.7 COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Este factor se utiliza para tomar en cuenta la capacidad del pavimento de concreto de transmitir las cargas a través de los extremos de las losas (juntas o grietas), su valor depende de varios factores tales como: Tipo de pavimentos (en masa reforzando en las juntas, de armadura continua etc.); el tipo de borde u hombro (de asfalto o de concreto unidad al pavimento principal). La colocación de elemento de transmisión de carga (pasadores en los pavimento con juntas, acero en los armados continuos, etc).

En función de estos parámetros, se indican en la siguiente página 71, tabla 59 los valores del coeficiente J:

Se considera un pavimento rígido confinado, cuando los extremos de las losas tienen elementos de la misma rigidez que ellas, para el caso un hombro de concreto confina la parte principal de la carretera y el coeficiente de transmisión de carga tiende hacer menor, por lo tanto la losa también será de menor espesor.

Un hombro tiene menor rigidez que la parte principal de carretera y se considera semi-confinada, por lo al ser mayor el coeficiente de transmisión de carga el espesor de la losa aumenta.

Dentro de cada intervalo de variación que se ve en la siguiente tabla 59, es recomendable utilizar el valor más alto cuando menor sea el módulo de reacción de la subrasante (K), también cuanto sea más elevado el coeficiente de la dilatación térmica del concreto y mayores las variaciones de temperatura ambiente.

En caso de carreteras de poco tránsito, en que el volumen de camiones sea reducido, entonces se puede utilizar los valores más bajos de (J) ya que habrá menos pérdida del efecto de fricción entre los agregados.

Tabla 59: Factores de Coeficiente de Carga (J)

Millones de ejes equivalente	Con pasajuntas y reforzada con malla		Junta sin pasajuntas (fricción)		Con refuerzo continuo		Tipo de pavimento
	No	Si	No	Si	No	Si	
Hasta 0.3	3.2	2.7	3.2	2.8	-	-	Calles y caminos vecinales
0.3 a 1	3.2	2.7	3.4	3.0	-	-	
1 a 3	3.2	2.7	3.6	3.1	-	-	
3 a 10	3.2	2.7	3.8	3.2	2.9	2.5	Caminos principales y autopistas
10 a 30	3.2	2.7	4.1	3.4	3.0	2.6	
Más de 30	3.2	2.7	4.3	3.6	3.1	2.6	

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993

El tipo de pavimento de concreto seleccionado es de losas sin refuerzo estructural y considerando los esal, se analizara sin el empleo de pasadores (dowel bars) en las juntas transversales y con borde protegido mediante la construcción de hombros, el valor de J a usar es de **3.20**.

4.8 COEFICIENTE DE DRENAJE PAVIMENTO RÍGIDO.

En cualquier tipo de pavimento, el drenaje es un factor importante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil y por lo tanto en el diseño del mismo.

Determinación de los coeficientes de drenaje (m_n).

La Guía AASHTO, recomienda los valores que se puede utilizar para determinar el mejor valor de coeficiente de drenaje, tomando en cuenta el tiempo que la estructura estará sometida a la humedad, esto es:

Tabla 60: Clasificación de la Calidad del Drenaje.

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO DE DRENAJE (50% de Saturación)	TIEMPO DE DRENAJE (85% de Saturación)
EXCELENTE	2 Horas	2 Horas
BUENO	1 Día	2 a 5 Horas
REGULAR	7 Días	5 a 10 Horas
POBRE	1 mes	más de 10 Horas
MUY POBRE	No Drena	mucho más de 10 Horas

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carretera Regionales, SIECA 2001

Tabla 61: Coeficientes de Drenaje Para Pavimentos Rígido.

Calidad de Drenaje	Tiempo requerido para remover el agua libre	Tiempo de Exposición de la Estructura del Pavimento a los niveles de humedad próximos a la saturación [en % del periodo de diseño]			
		< 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	> 25 %
Excelente	<2 horas	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Buena	1 día	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00
Regular	7 días	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80
Pobre	1 mes	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Muy Pobre	No drena	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carretera Regionales, SIECA 2001

El coeficiente de drenaje recibe un valor igual a la unidad (1).

En el caso del tramo en estudio estimamos que la calidad del drenaje será buena con un tiempo de drenaje del 85% de saturación y el tiempo de exposición de la estructura del pavimento a los niveles de humedad próximos a la saturación será de 25%, correspondiendo a estos criterios el **Cd de 1**. Ya que la base estará conformada por una mezcla de materiales estabilizados con cemento. Se considera que el estudio incluye todas las soluciones hidrotécnicas del camino y que toma en cuenta el criterio de desalojar el agua de la calzada en el mejor tiempo posible.

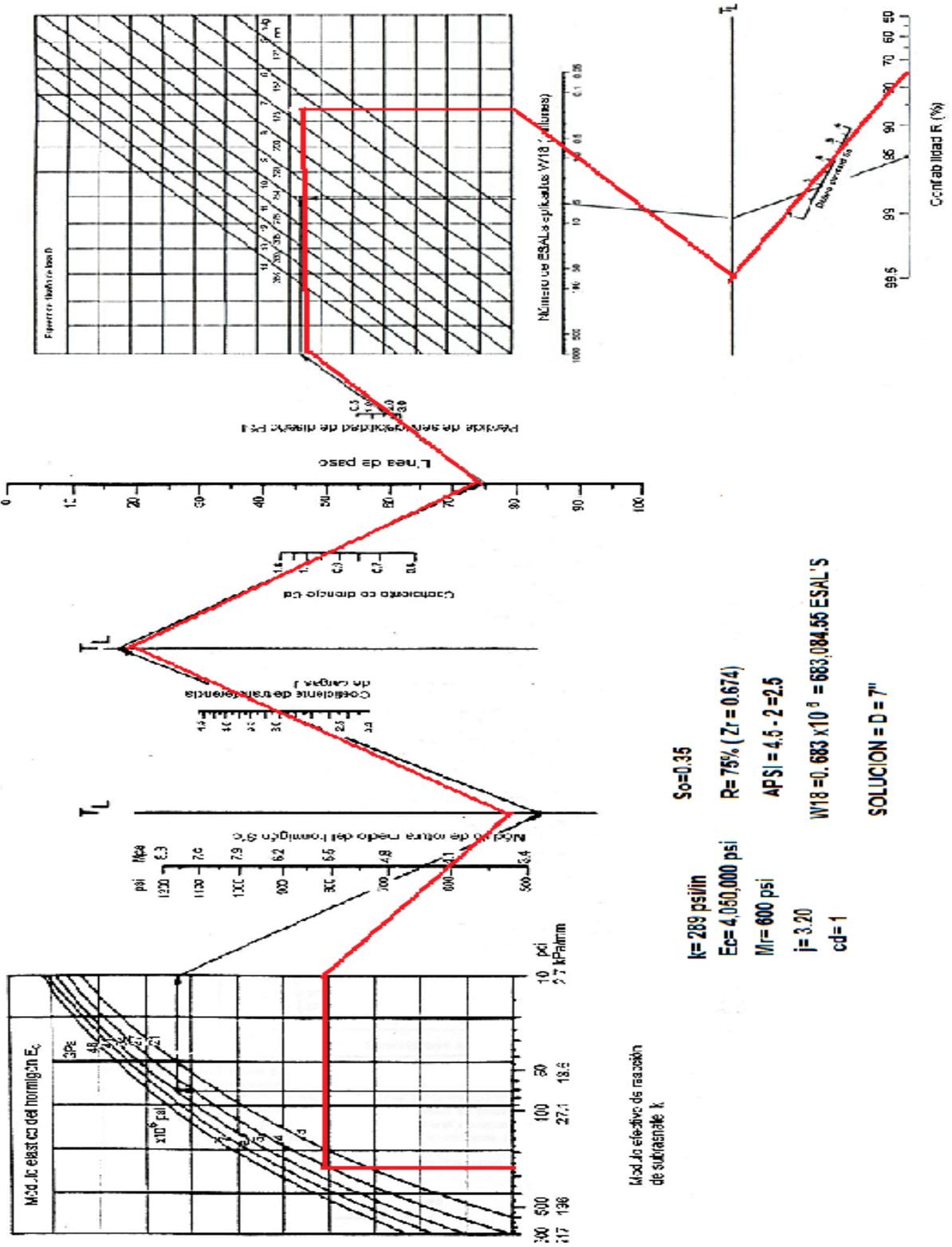
4.9 RESUMEN DE LOS DATOS CALCULADOS DE LAS DIFERENTES VARIABLES PARA PODER ENTRAR AL NOMOGRAMA Y OBTENER EL ESPESOR DE LA LOSA.

Tabla 62: Valores de las Variables para el Diseño de Pavimento Rígido.

VARIABLE		VALOR A DETERMINAR
ESPEJOR DE LOSA (PLG)	D	7"
MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO DE LA LOSA (PSI)	Ec	4,050,000
MODULO ELASTICO DE SOPORTE DE LA SUB-BASE (PSI/PULG)	K	289
MODULO DE LA ELASTICIDAD DE LA BASE (PSI)	Eb	45,000
ESPEJOR DE BASE (PLG)	Hb	4"
FACTOR DE AJUSTE POR SOPORTE DE ORILLA (SE CONSTRUIRA HOMBRO DE CONCRETO)	E	30 kg/cm ²
INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL	P _o	4.5
INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL	P _t	2
ΔPSI PERDIDA DE SERVICIABILIDAD DE DISEÑO	Δ _{PSI}	2.5
MÓDULO DE RUPTURA DEL CONCRETO (MR)	PSI	600
TRANSFERENCIA DE CARGA	J	3.2
COEFICIENTE DE DRENAJE	Cd	1
CONFIABILIDAD (R)	R	75%
DESVIACION ESTANDAR DE LA VARIABLE	So	0.35
EJE DE DISEÑO 20 AÑOS (ESAL' S)	W _{t18}	683,084

Fuente: Elaboración Propia

Nomograma De Diseño de Espesor.



So=0.35

k= 289 psi/in

Ec= 4,050,000 psi

Mr= 600 psi

j= 3.20

cd= 1

R= 75% (Zr = 0.674)

APSI = 4.5 · 2 = 2.5

W18 = 0.683 × 10⁶ = 683,084.55 ESAL'S

SOLUCION = D = 7"

Modulo efectivo de razonamiento de subrasnate k

Basados a los resultados anteriores los espesores son:

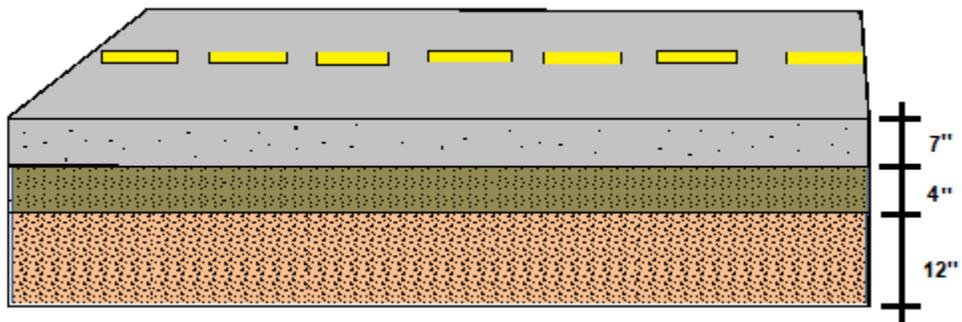
Sin dovelas y apoyo lateral.

Tabla 63. Resultado de los Espesores a Utilizarse.

Capas de la Estructuras de Pavimento Rígidos	Espesor en (plg)
Losa de concreto	7"
Base Suelo-Cemento	4"
Sub-base Estabilizada con Cal	12"
Espesor Total (plg)	23"

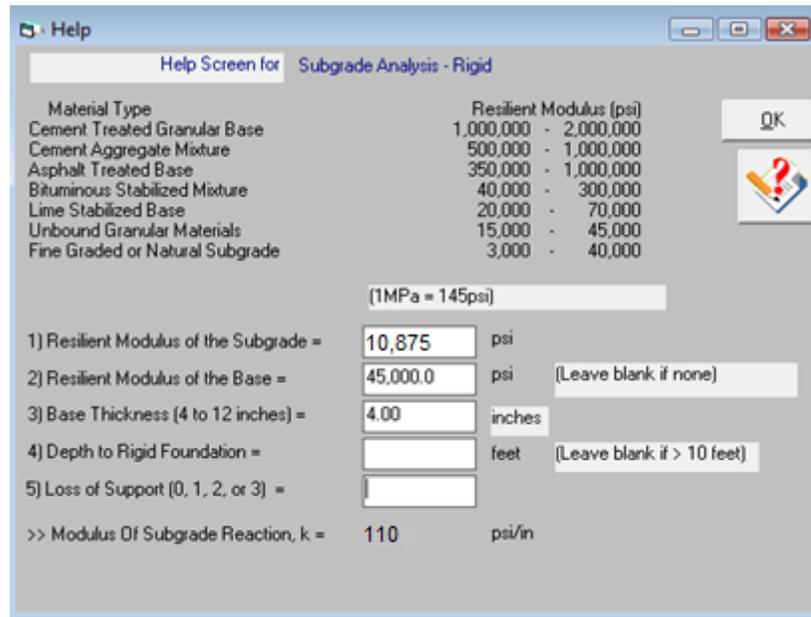
Fuente: Elaboración Propia.

Fig. 7. Resultado del Espesor de Diseño por el Método AASHTO – 93.



**Cálculo de espesores de capas mediante el programa computarizado:
Pavement Analysis Software 1993 (PAS 5).**

Fig. 8. Determinación del valor K.



Help Screen for Subgrade Analysis - Rigid

Material Type	Resilient Modulus (psi)
Cement Treated Granular Base	1,000,000 - 2,000,000
Cement Aggregate Mixture	500,000 - 1,000,000
Asphalt Treated Base	350,000 - 1,000,000
Bituminous Stabilized Mixture	40,000 - 300,000
Lime Stabilized Base	20,000 - 70,000
Unbound Granular Materials	15,000 - 45,000
Fine Graded or Natural Subgrade	3,000 - 40,000

(1MPa = 145psi)

1) Resilient Modulus of the Subgrade = psi

2) Resilient Modulus of the Base = psi (Leave blank if none)

3) Base Thickness (4 to 12 inches) = inches

4) Depth to Rigid Foundation = feet (Leave blank if > 10 feet)

5) Loss of Support (0, 1, 2, or 3) =

>> Modulus Of Subgrade Reaction, k = 110 psi/in

Fuente: Pavement Analysis Software 1993 (PAS 5).

Determinación del Espesor de Losa.

Fig. 9. Sin Dovelas y Apoyo Lateral.

The screenshot shows the 'Rigid Pavement Design' software window. The 'Rigid Design Inputs' section contains the following data:

Parameter	Value	Unit
PCC Thickness	6.80	inches
Design ESAL	683,034	
Reliability	75.00	percent
Overall Deviation	0.35	
Modulus of Rupture	600.0	psi
Modulus of Elasticity	4,050,000.0	psi
Load Transfer, J	3.20	
Mod. Subgrade Reaction, k	110	psi/in
Drainage Coefficient	1.00	
Initial Serviceability, Po	4.50	
Terminal Serviceability, Pt	2.00	

The 'Solve For' section displays the result: **Pavement Thickness 6.80 inches**. A 'Solve For' button is visible next to the result. On the right side of the window, there are buttons for 'Cross Section', 'OK', and a help icon.

Fuente: Pavement Analysis Software 1993 (PAS 5).

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

En la serie de estudios (Estudio de Transito, Análisis de Suelo), que se realizaron para el Diseño de Pavimento Rígido para el tramo de carretera Empalme Terrabona – Terrabona, Mediante el Método AASHTO-93 la cual dio como resultado un diseño satisfactorio para su implementación.

En lo cual proporcionara mayor incremento al desarrollo económico, social y de la red vial en Nicaragua, dándonos como alternativa constructiva el método de estructura de pavimento rígido, teniendo en cuenta la durabilidad y los bajos costo de mantenimiento.

Obtuvimos un volumen de 286 TPD; ajustándolo con los factores de expansión de día, semana, temporada equivalente a un año valorado por el anuario del MTI 2015 de la Nic 47 estación sumaria 118; teniendo una valor de 311 TPDA.

La capacidad de la vía tiene un diseño que puede soportar hasta 2285 hasta el final de los 20 años. El ancho total de la vía diseñada es de 6.6 m. (cada carril de 3.3 m). La obra actual tiene 5 m. ó 2.5 m por carril.

Obtuvimos un K natural de la subrasante de 110 lb/plg³, utilizando los bancos de materiales de préstamos para la base, colocaremos una capa estabilizada con cemento de 10 cm para mejorar la capacidad y soporte de la subrasante, así disminuir el espesor de diseño por ende el costo en la construcción del pavimento, resultando en una nueva K mejorada por la capa estabilizada con cemento de 10 cm, calculamos en la **(Tabla 58 pág. 70)** de Incremento en el valor de K del suelo,

según el espesor de una base granular cementada, la capacidad soporte de la subrasante es 289 lb/plg³.

El espesor de suelo de fundación a ser estabilizado es de 30 cm, donde extraemos el suelo expansivo y colocaremos material estabilizado que el CBR del suelo tratado debe alcanzar un valor igual o mayor al 10%.

5.2 RECOMENDACIONES.

En los tramos donde hay presencia de arcilla de alta plasticidad en medio de dos materiales de regular a bueno o a poca profundidad se recomienda extraer dicho material y reponerlo con material del sitio o con cualquiera de los materiales de los bancos estudiados y compactar al 100% como mínimo del Proctor Estándar. En la terracería escarificar los últimos 15 cm y compactarlo al 100% del Proctor Estándar.

Se estabilizara los tramos donde se encuentra los tipos de suelo de alto índice de plasticidad usando un porcentaje de cal hidratada. Este porcentaje será en función del tipo de capa que se está diseñando para este caso, con el objeto de garantizar una cierta homogeneidad del contenido de cal en todos los puntos de la capa tras el mezclado. De esta forma se logrará un material con propiedades geotécnicas y resistentes adecuadas, que no solo cumpla las especificaciones necesarias sino que, además, tenga unas prestaciones y durabilidad aún mejores.

5.3 BIBLIOGRAFÍA.

- AASHTO 1993. "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993", American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.
- Anuario de Trafico 2014 MTI.
- Clasificación Funcional de Carreteras Red Vial de Nicaragua, Managua – Diciembre de 2005, República de Nicaragua, Ministerio de Transporte e Infraestructura.
- Diseño, Construcción y Mantenimiento de Pavimento de Concreto, Instituto Colombianos de Productores de Cemento – ICPC. 2004, Autor: Cipriano Alberto Londoño N.
- Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimentos, Noviembre de 2002, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), Consultor: Ing. Jorge Coronado Iturbide.
- Manual de Estabilización de Suelos con Cemento o Cal. Instituto Español del Cemento y Aplicaciones (IECA), Asociación Nacional Técnica de Estabilizados de Suelos y Reciclados de Firmes (ANCADE), Año 2008, Autor: José Abascal.
- Ingeniería de Pavimentos, Tomo 1. 3ª. Edición. Universidad Católica de Colombia, 2006. página 98. Autor: Montejo Fonseca, Alfonso.

ANEXO

Tabla 1. Conteo Vehicular Clasificación 12 Horas

ENCUESTADOR: Adrian Castellon Alvarado													PROYECTO empalme terrabona - terrabona														
TIPO DE ESTUDIO: trafico			PUNTO DE CONTEO: terrabona										Fecha: 16 /08/ 2016														
HORA	CARRO	UTILITARIO	MICROBUS	BUS	CAMION LIVIANO 2.5T	C2	C3	CMTA	BICI	MOTO	TRAILER	VEHIC AGRIC	TOTAL	HORA	CARRO	UTILITARIO	MICROBUS	BUS	CAMION LIVIANO 2.5T	C2	C3	CMTA	BICI	MOTO	TRAILER	VEHIC AGRIC	TOTAL
6-7am								3	6	1			10	6-7am				1				2	3	1			7
7-8am				1				3	3	2			9	7-8am				1		1		5		2			9
8-9am					1	1		3	2	3			10	8-9am	1			1		1	3	2	2				10
9-10am	1							3					4	9-10am								1					1
10-11am								3		2			5	10-11am				1		1		4		2			8
11-12M	1			1				4		1			7	11-12M	1							2	1				4
12-1pm								1	3	2			6	12-1pm	2								2	2			6
1-2pm				1		1		4					6	1-2pm						1		4					5
2-3pm				2				8	2	1			13	2-3pm						1		2		2			5
3-4pm	2			1		1		1					5	3-4pm	2					3		3		1			9
4-5pm				1		2		3	5	2			13	4-5pm				1		1		7		2			11
5-6pm	1							2	3	2			8	5-6pm								3		4			7
TOTAL	5	0	0	7	1	5	0	38	24	16	0	0	96	TOTAL	6	0	0	5	0	9	3	35	8	16	0	0	82

Nota: Bicicletas y Motos no formaran parte del TPDA

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9. Volumen de Tráfico Proyectado con Tasas de Crecimiento Vehicular. (Sin proyecto)

Nº	Año	Carro	Utilitario	Bus	Camión 2.5 ton	Camión 3.5ton	C2 5ton	Total	% de Crecimiento
	TPDA Base	6	1	17	6	99	29		
0	2016	9	1	21	8	139	100	279	
1	2017	10	1	22	9	142	103	286	
2	2018	10	1	22	9	146	105	293	
3	2019	10	1	23	9	150	108	300	
4	2020	10	1	23	9	153	110	308	2.50%
5	2021	11	1	24	9	157	113	316	
6	2022	11	1	24	10	161	116	323	
7	2023	11	1	25	10	165	119	332	
8	2024	11	1	26	10	169	122	340	
9	2025	12	2	26	10	173	125	348	
10	2026	12	2	27	11	178	128	357	
11	2027	13	2	28	11	187	134	375	
12	2028	13	2	30	12	196	141	394	
13	2029	14	2	31	12	206	148	413	
14	2030	15	2	33	13	216	156	434	
15	2031	15	2	34	14	227	163	456	5.00%
16	2032	16	2	36	14	238	172	478	
17	2033	17	2	38	15	250	180	502	
18	2034	18	2	40	16	263	189	527	
19	2035	19	2	42	17	276	199	554	
20	2036	19	3	44	17	290	209	581	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10. Volumen de Transito Proyectado con Tasas de crecimiento Vehicular. (Con proyecto)

Nº	Año	Carro	Utilitario	Bus	Camión 2.5 ton	Camión 3.5ton	C2 5ton	Total	% de Crecimiento
	TPDA Base	6	1	17	6	99	29		
0	2016	9	1	21	8	145	108	293	
1	2017	10	1	22	9	149	111	302	
2	2018	10	1	22	9	154	115	311	3.00%
3	2019	10	1	23	9	158	118	320	
4	2020	10	1	24	9	163	122	330	
5	2021	11	1	24	10	168	125	340	
6	2022	11	1	26	10	176	132	357	
7	2023	12	2	27	11	185	135	372	
8	2024	13	2	28	11	194	140	388	5.00%
9	2025	13	2	30	12	204	144	404	
10	2026	14	2	31	12	214	148	421	
11	2027	15	2	33	13	226	156	445	
12	2028	15	2	35	14	239	165	469	
13	2029	16	2	37	15	252	174	495	
14	2030	17	2	39	15	266	183	522	
15	2031	18	2	41	16	280	193	551	5.50%
16	2032	19	3	43	17	296	204	581	
17	2033	20	3	45	18	312	215	613	
18	2034	21	3	48	19	329	227	647	
19	2035	22	3	50	20	347	240	682	
20	2036	24	3	53	21	366	253	720	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16. Encuesta Origen y Destino en el Camino Dentro del Bus.

ENCUESTA ORIGEN Y DESTINO EN EL CAMINO Y DENTRO DEL BUS															
Proyecto:		Emp.Terrabona - Terrabona													
Punto de Encuesta:		Emp. Terrabona - Terrabona (salida)													
Estado del Tiempo:		Soleado										Fecha:16/08/16			
No.	Clase de Vehículo	No. de Ejes	Placa	Origen		Destino		Motivo de Viaje	Tipo de Carga	Capacidad Vehículo	No. Pasajeros	Cantidad Carga	Peso Carga	Hora	Distrib. Carga
1	H	C-2	M145011	Terrabona	Matagalpa	Managua	Matagalpa	7		20 k	2			7:30	
2	H	C-2	M01117	Terrabona	Matagalpa	Darío	Matagalpa	2		20 k	8			8:20	
3	H	C-2	M23182	Terrabona	Matagalpa	Managua	Matagalpa	2		20 k	3			8:23	
4	G	C-2	MT0639	Terrabona	Matagalpa	Matagalpa	Matagalpa	2	Chilome	4 tn	3			9:50	20
5	H	C-2	MY6194	Matagalpa	Matagalpa	Darío	Matagalpa	2		1/2 Tn	4			9:56	
6	H	C-2	KN1134	Matagalpa	Matagalpa	Managua	Matagalpa	1	Pollo	4 tn	3			9:54	21
7	H	C-2	CZ1797	Sébaco	Matagalpa	Darío	Matagalpa	1	Abarrotes	20 k	5			11:04	20
8	J			Terrabona	Matagalpa	Matagalpa	Matagalpa	5		2 personas	7			11:30	
9	H	C-2		Terrabona	Matagalpa	Darío	Matagalpa	2		20 k	1			1:44	
10	J		M30834	Terrabona	Matagalpa	Matagalpa	Matagalpa	2		2 personas	1			1:4	
11	E	C-2	M3554	Terrabona	Matagalpa	Matagalpa	Matagalpa	7	Frijoles	8 Tn	3			1:50	20
12	E	C-2	M03173	Terrabona	Matagalpa	Matagalpa	Matagalpa	7	Tomate	2 1/2 Tomate	3			1:57	20
13	H			Terrabona	Matagalpa	Matagalpa	Matagalpa	7	25 t	20 k	1			12:50	
14	J			Terrabona	Matagalpa	Matagalpa	Managua	2		1 persona				12:55	
15	H	C-2	M04930	Darío	Matagalpa	Matagalpa	Matagalpa	6		20 k				01:70	
16	D	C-2	MT157	Terrabona	Matagalpa	Managua	Matagalpa	2	Persona	37 k	28			3:20	
Codigo Vehiculos		Pasaj y Carga		Tipo de Carga						Motivo de Viaje		Distribucion Carga			
A Carro		H Camioneta		1 Product.Lacteos		8 Cerveza/Bebida		15 Arroz		1 Comercio		20 Lleno			
B Utilitario (turismo)		I Bicicleta		2 Ganado en pie		9 Petróleo		16 Maíz		2 Trabajo		21 Parcialmente lleno			
C Microbus		J Moto		3 Carne		10 Cemento		17 Product Varios		3 Estudio		22 Vacio			
D Bus		K Trailer		4 Trigo		11 Acero		18 Bananos		4 Salud		Observaciones			
E C2 (2ejes)		L Vehiculo Agrícola		5 Café		12 Mat. Construcción		19 Pasajeros		5 Social-Reseo					
F C3 (3 ejes)		M Equipo Const.		6 Azucar		13 Aceite de Cocina				6 Negocio					
G Camion liviano (2.5t)				7 Madera		14 Frijoles				7 A Casa					

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17. Viajes Atraídos y Generados Empalme Terrabona - Terrabona.

	Achote	Calpute	Carbona	Cdad Darío	Cuajiniquíl	Danta	Estelí	Hato	Jicaro	Joya	La Presa	Llano	Mingua	Masaya	Matagalpa	Maunica	Mnte Grande	Nv Segovía	Ojo de Agua	Puertas Viejas	San Isidro	Sébaco	Sn Esteban	Sn Juanillo	Sn Sebastian	Sta Rosa	Terrabona	Trinidad	TOTAL
Achote				1											1														2
Calabaza					1			2															1						3
Carazo																													1
Carbonal				5																									5
Cdad Darío	6		10		1	18		20	3	4	1					17	1						1	2			33	117	
Cuajiniquíl				1																									1
Danta				11																		1		2					14
El Cacao																1													1
Esquipulas																1													1
Estelí																										4		4	
Hato				24								1			1							5							31
Huanuca							1																						1
Jicaro				3																									3
Joya				2								2			1														5
Las Flores																										1			1
Managua	2				5			4		3						1	2										17		34
Matagalpa		1				2				4		1				2	1								1		27		39
Maunica				19								2			1			1				5						1	29
Monte Grande				1								3										1							5
Mostatepe																										1			1
Nv Segovía				1		1										1													3
Peña Grande																						2							2
Recreo																			1										1
San Pedro																						1							1
San Isidro																										1			1
Sébaco	1					1										3	2										15		22
Sn Esteban														1	1														2
Sn Juanillo																										1			1
Sn Marcos				2																									2
Sn Sebastian				1																									1
Sor María																1													1
Terrabona				43		1						15	1	19			1			1	2	24							107
Tipitapa																										1			1
Trinidad																										1			1
TOTAL	9	1	10	114	7	22	1	27	3	11	1	1	23	2	24	27	6	2	1	1	2	39	2	4	1	1	101	1	444

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18. Viajes Atraídos y Generados Terrabona - Empalme Terrabona.

ESTACION: TERRABONA OD DE VEHÍCULOS 16-20/06/11

	caracol	Cdad Darío	Cuajiniquil	Danta	Jinotga	Mngua	Masaya	Matgalp	Mnte Grande	Ojo de Agua	Sébaco	Terrabona	Tipitapa	TOTAL
Caracol		1				1				1		1		4
Cdad Darío	1					1		3			1	42		48
Cuajiniquil												13		13
Danta												3		3
Estelí		1										2		3
Hato												2		2
Joya												2		2
Managua	2	1						5	1			11		20
Masaya												4		4
Matagalpa	2	8				1			1	3	1	29		45
Monte Grande												12		12
Ojo de agua		1				1						9		11
Sn Isidro												1		1
Sébaco		1				2		2		1		18		24
Sn Andres												1		1
Terrbona	32	40	7	1	1	8	2	29	5	11	6		1	143
Tipitapa												1		1
Trinidad												1		1
TOTAL	37	53	7	1	1	14	2	39	7	16	8	152	1	338

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19. Viajes Atraídos y Generados por Pasajeros.

	Achote	Calpute	Carbonal	Cdad Darío	Cuajiniquil	Danta	Estelí	Hato	Jicaro	Joya	La Presa	Llano	Mingua	Masaya	Matagalpa	Maunica	Grande	Nv Segovia	Ojo de Agua	Puertas Viejas	San Isidro	San Marco	Sébaco	Sn Esteban	Sn Juanillo	Sta Rosa	Terrabona	Trinidad	TOTAL	
Achote				1											1															2
Calabaza					1			4																						5
Carazo																								2						2
Carbonal				24																										24
Cdad Darío	23		40		2	123		79	19	23	3					120	3					2		12	2		284		735	
Cuajiniquil				1																										1
Danta				30														6					2		24				62	
El Cacao																2														2
Estelí																										9				9
Hato				68									2		6								6							82
Huanuca							2																							2
Jicaro				13																										13
Joya				4									3		1															8
Las Flores																										3				3
Managua	5				26		13			12						3	5										176			240
Matagalpa		1				20				12		1					3							2			381			420
Maunica				79									5		41			2					10					6		143
Mnte Grande				2									5										2							9
Mostatepe																										2				2
Nv Segovia				18		15										3														36
Peña Grande																							3							3
Recreo																			2											2
San Pedro																							6							6
San Isidro																										7				1
Sébaco	3					2										8	4										50			67
Sn Esteban														1	3															4
Sn Juanillo																										3				3
Sn Marcos				2																										2
Sn Sebastian				8																										8
Sor María																2														2
Terrabona				463			2						172	3	388			10		1	12		66							1117
Tipitapa																										4				4
Trinidad																										1				1
TOTAL	31	1	40	713	29	160	2	98	19	47	3	1	187	4	440	138	15	18	2	1	12	2	95	16	26	4	916	6	3026	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22. Origen y Destino Dentro del Bus.

	Achote	Caracol	Cuajiniquil	Cdad. Dario	Esteli	Jinotega	Joya	Matagalpa	Managua	Monte grande	Montenegro	Nandaime	Ojo de agua	Rivas	San Andres	San Jose	San Juan	San Marcos	Sebaco	Terrabona	Tuma	TOTAL
Caracol				2															4			6
Cuajiniquil				13					4										4			21
Cdad. Dario	1	7	5				11			1	4		4		10		1	4		67		115
Esteli																				1		1
Joya				17				3	1										1			22
Leon																				3		3
Masaya																				1		1
Matagalpa			4										1		2	1				6		14
Managua	1	2	2							2	3		2		3	1		2		15		33
Monte grande				9				1	3										1			14
Nandaime		1																				1
Ojo de agua				4																2		6
San Agustin																				2		2
San Andres				6																1		7
San Jose				2				3												1		6
San Marcos				5				1														6
San Pedro				4																3		7
Santa Rosa						1								1								2
Sebaco	2		1	2			1						3		1			3		9		22
Terrabona		5	28	97	1	1	3	29	12	3	3		28					2	37		2	251
Tipitapa		1																1		1		3
TOTAL	4	16	40	161	1	2	15	37	20	6	10		38	1	16	2	1	12	56	103	2	543

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 27. Producción Total en Toneladas y Tráfico Generado.

AÑO	SIN PROYECTO								CON PROYECTO							
	PRODUCCION AGRICOLA Y PECUARIA				VEHICULOS GENERADOS CON % DE UTILIZACION				PRODUCCION AGRICOLA Y PECUARIA				VEHICULOS GENERADOS			
	Prod. Agricola	Producción Tomate y Chiltoma	Prod. Pecuaria	Total Prod.	Camión Liviano, 3.5ton	Camión C2, 5ton	TPDA 3.5 Ton	TPDA 5 Ton	Prod. Agricola	Producción Tomate y Chiltoma	Producción Pecuaria.	Tctal Prod.	Camión Liviano 2.5ton	Camión C2, 5ton	TPDA 3.5 Ton	TPDA 5 Ton
0	8,740	4,668	205	13,613	1,334	1,789	47	21	8,740	4,668	205	13,613	1,334	1,789	47	21
1	8,784	4,691	243	13,718	1,340	1,805	47	21	8,784	4,691	243	13,718	1,340	1,805	47	21
2	8,828	4,714	280	13,822	1,347	1,822	47	22	8,828	4,714	280	13,822	1,347	1,822	47	22
3	8,872	4,738	330	13,940	1,354	1,840	48	22	8,872	4,738	330	13,940	1,354	1,840	47	22
4	8,916	4,762	308	13,986	1,360	1,845	48	22	9,813	6,696	318	16,827	1,913	2,026	47	24
5	8,961	4,785	311	14,057	1,367	1,854	48	22	9,862	6,729	368	16,959	1,923	2,046	67	24
6	9,005	4,809	382	14,197	1,374	1,877	48	22	9,911	6,763	392	17,066	1,932	2,061	67	24
7	9,051	4,833	391	14,275	1,381	1,888	48	22	9,961	6,797	509	17,267	1,942	2,094	68	25
8	9,096	4,858	399	14,352	1,388	1,899	49	22	10,011	6,831	549	17,390	1,952	2,112	68	25
9	9,141	4,882	408	14,431	1,395	1,910	49	23	10,061	6,865	588	17,514	1,961	2,130	68	25
10	9,187	4,906	418	14,511	1,402	1,921	49	23	10,111	6,899	646	17,656	1,971	2,151	69	25
11	9,233	4,931	427	14,591	1,409	1,932	49	23	10,162	6,934	703	17,798	1,981	2,173	69	26
12	9,279	4,956	437	14,672	1,416	1,943	50	23	10,212	6,968	764	17,945	1,991	2,195	70	26
13	9,325	4,980	447	14,753	1,423	1,954	50	23	10,264	7,003	831	18,098	2,001	2,219	70	26
14	9,372	5,005	457	14,834	1,430	1,966	50	23	10,315	7,038	904	18,257	2,011	2,244	71	26
15	9,419	5,030	468	14,917	1,437	1,977	50	23	10,366	7,073	983	18,423	2,021	2,270	71	27
16	9,466	5,055	478	14,999	1,444	1,989	51	23	10,418	7,109	1,069	18,596	2,031	2,297	71	27
17	9,513	5,081	489	15,083	1,452	2,000	51	24	10,470	7,144	1,162	18,777	2,041	2,326	72	27
18	9,561	5,106	501	15,168	1,459	2,012	51	24	10,523	7,180	1,264	18,967	2,051	2,357	72	28
19	9,609	5,132	512	15,252	1,466	2,024	51	24	10,575	7,216	1,374	19,165	2,062	2,390	72	28
20	9,657	5,157	524	15,338	1,473	2,036	52	24	10,628	7,252	1,494	19,374	2,072	2,424	73	29

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 33. Resultados de los Ensayos de Suelos.

ESTACION	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROF. C.M	% QUE PASA POR EL TAMIZ												L.L	LP	I.P	CLASIFICACION	DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200					
00+025	SL-1	1	0 - 40	100	100	91	85	79	68	61	51	40	35	27	22	33	19	19	A-2-6 (1)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		2	40 - 70	100	100	100	96	91	85	80	74	65	60	48	37	29	19	10	A-4 (0)	SUELO LIMOSO
		3	70 - 115	100	100	100	100	100	98	91	87	74	70	60	51	32	20	12	A-6 (3)	SUELO ARCILLOSO
		4	115 - 150	100	100	100	100	100	100	100	91	83	69	63	59	46	35	20	16	A-6- (4)	SUELO ARCILLOSO
00+096.48	SL-2	5	0 - 25	100	100	91	85	79	68	61	51	40	35	27	22	33	19	19	A-2-6 (1)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		6	25 - 100 100 Mas	100	100	100	95	84	78	71	58	34	25	18	14	29	19	11	A-2-6 (0)	GRAVA ARENO ARCILLOSA ROCASOLIDANF=60 CM
00+192.83	SL-3	7	0 - 70	100	100	100	100	96	93	81	85	71	61	52	43	39	37	2	A-4 (0)	SUELOS LIMOSOS
			70 - Mas																	
00+245.85	SL-4	8	0 - 06	100	100	100	97	93	87	71	65	49	37	24	14	30	20	10	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA
		9	6 - 18	100	100	92	73	57	45	31	30	21	17	11	7	33	17	16	A-2-6 (0)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		10	18 - 60	100	100	95	88	81	75	61	60	49	40	28	23	45	16	29	A-2-7 (2)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		11	60 - 150	100	100	95	88	81	75	61	60	49	40	28	23	45	16	29	A-2-7 (2)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
00+310	SL-5	12	0 - 20	100	100	100	100	86	79	70	62	51	27	14	3	31	18	13	A-2-6 (0)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		13	20 - 45	100	100	100	100	100	95	91	87	82	80	71	65	44	20	24	A-7-6(11)	SUELO ARCILLOSO
		14	45 - 120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	73	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		15	120 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	82	66	73	44	35	A-7-5(19)	SUELO ARCILLOSO
00+391.65	SL-6	16	0 - 50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	73	29	49	A-7-6(20)	SONSCUITE NEGRO
		17	50 - 150	100	100	100	97	93	87	71	65	49	37	24	14	30	20	10	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA
00+610.24	SL-7	18	0 - 15	100	100	100	90	86	75	61	55	39	33	27	22	37	17	20	A-2-6 (1)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		19	15 - 110	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	73	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		20	110 - 150	100	100	100	97	93	87	71	65	49	37	24	14	30	20	10	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA
00+750.20	SL-8	21	0 - 10	100	100	100	100	88	83	71	67	49	38	27	22	35	18	18	A-2-6 (1)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		22	10 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	73	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
00+853.52	SL-9	23	0 - 17	100	100	100	90	86	75	61	55	39	33	27	22	37	17	20	A-2-6 (1)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		24	17 - 110	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	73	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		25	110 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	95	92	80	37	43	A-7-5(20)	SUELO ARCILLOSO
00+975.68	SL-10	26	0 - 15	100	100	100	100	88	83	71	67	49	38	27	22	35	18	18	A-2-6 (1)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		27	15 - 35	100	100	100	100	94	89	81	82	67	55	38	30	33	17	21	A-2-6 (2)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		28	35 - 110	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	73	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		29	110 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	95	92	80	37	43	A-7-5(17)	SUELO ARCILLOSO
01+096.03	SL-11	30	0 - 30	100	100	100	90	86	75	61	55	39	33	27	22	37	17	20	A-2-6 (1)	GRAVA ARENO ARCILLOSA
		31	30 - 120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	73	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		32	120 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	95	92	80	37	43	A-7-5(17)	SUELO ARCILLOSO

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROF. CM	% QUE PASA POR EL TAMIZ												L.L	L.P	I.P	CLASIFICACION	DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3 "	2 1/2 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200					
01+222.11	SL-12	33	0 - 25	100	100	100	94	90	83	75	68	58	53	43	25	39	21	18	A-2-6(1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		34	25 - 120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		35	120-150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94	89	70	81	42	39	A-7-5(20)	SUELO ARCILLOSO
01+342.74	SL-13	36	0 - 25	100	100	100	88	81	76	71	63	49	43	36	27	36	23	13	A-2-6(0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		37	25 - 140	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		38	140 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	96	91	80	34	46	A-7-5(20)	SUELO ARCILLOSO
01+464.27	SL-14	39	0 - 30	100	100	100	93	87	80	74	68	56	46	27	13	39	22	17	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		40	30 - 80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		41	80 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	88	78	80	36	44	A-7-5(20)	SUELO ARCILLOSO
01+587.40	SL-15	42	0 - 06	100	100	100	88	81	76	71	63	49	43	36	27	36	23	13	A-2-6(0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		43	6 - 18	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		44	18 - 60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	88	78	80	36	44	A-7-5(20)	SUELO ARCILLOSO
01+695.92	SL-16	45	0 - 100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	86	71	45	10	35	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		46	100-150	100	100	100	100	100	100	100	95	86	74	37	15	N.P.	N.P.		A-1-b (0)	FRAGMENTO DE PIEDRA GRAVA Y ARENA
01+777.55	SL-17	47	0 - 10	100	100	100	100	100	94	86	75	58	51	35	26	33	9	24	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA
		48	10 - 50	100	100	100	93	82	73	67	60	50	42	29	24	37	11	26	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		49	50 -150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
01+883.55	SL-18	50	0 - 20	100	100	100	100	94	91	84	71	52	45	33	23	31	9	22	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA
		51	20 - 100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		52	100 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	88	78	80	36	44	A-7-5(20)	SUELO ARCILLOSO
02+004.23	SL-19	53	0 - 20	100	100	100	93	86	81	75	68	56	49	33	19	29	5	24	A-2-6 (1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		54	20 -150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
02+067.00	SL-20	55	0 - 15	100	100	100	100	94	91	84	71	52	45	33	23	31	9	22	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA
		56	15 -150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
02+127.33	SL-21	57	0 - 10	100	100	100	100	94	91	84	71	52	45	33	23	31	9	22	A-2-6 (1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		58	10 -80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		59	80 - 150	100	100	100	100	100		100	96	90	89	83	76	68	20	48	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
02+249.77	SL-22	60	0 -30	100	100	100	100	100	94	86	75	58	51	35	26	33	9	24	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		61	30 -95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO
		62	95 - 150	100	100	100	100	100	97	85	69	48	40	30	27	69	30	39	A-2-7 (2)	GRAVA ARENA ARCILLOSA

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROF. CM	% QUE PASA POR EL TAMIZ												L.L	L.P	I.P	CLASIFICACI H.R. B	DESCRIPCION DEL MATERIAL	
				3 "	2 1/2 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200						
02+370.05	SL-23	63	0 - 15	100	100	100	100	94	91	84	71	52	45	33	23	31	9	22	A-2-6 (1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		64	15 - 70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO	
		65	70 - 150	100	100	92	81	67	61	52	42	26	20	15	13	42	22	20	A-2-7 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
02+490.35	SL-24	66	0 - 25	100	100	100	93	78	68	55	44	28	22	16	12	33	10	23	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		67	25 - 150	100	100	92	81	67	61	52	42	26	20	15	13	42	22	20	A-2-7 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
02+594.41	SL-25	68	0 - 20	100	100	100	100	94	91	84	71	52	45	33	23	31	9	22	A-2-6 (1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		69	20 - 70	100	100	100	100	91	85	77	70	48	43	40	38	29	13	16	A-6 (1)	SUELO ARCILLOSO	
		70	70 - 150	100	100	92	81	67	61	52	42	26	20	15	13	42	22	20	A-2-7 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
02+711.70	SL-26	71	0 - 35	100	100	92	82	65	59	53	46	35	29	20	13	33	8	25	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA	
		72	35 - 110	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO	
		73	110 - 150	100	100	91	88	77	70	56	44	21	14	9	7	56	26	30	A-2-7 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
02+828.52	SL-27	74	0 - 10	100	100	100	100	94	91	84	71	52	45	33	23	31	9	22	A-2-6 (1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		75	10 - 80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO	
		76	80 - 150	100	100	90	82	74	66	60	52	43	34	24	13	46	15	31	A-2-7 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
02+929.41	SL-28	77	0 - 20	100	100	96	91	85	77	68	59	41	32	20	13	35	13	22	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		78	20 - 150	100	100	90	82	74	66	60	52	43	34	24	13	46	15	31	A-2-7 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
03+044.79	SL-29	79	0 - 20	100	100	91	86	79	74	69	65	54	50	42	32	47	13	34	A-2-7 (1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		80	20 - 80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO	
		81	80 - 130	100	100	100	100	100	100	100	100	90	51	-	50	45	59	26	33	A-7-5 (8)	SUELO ARCILLOSO
		82	130 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	79	44	36	33	20	56	17	39	A-2-7 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
03+167.18	SL-30	83	0 - 20	100	100	95	87	80	69	60	51	36	30	20	12	38	18	20	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		84	20 - 50	100	100	96	91	85	77	68	59	41	32	20	13	35	13	22	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		85	50 - 120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	97	95	72	10	62	A-5 (12)	SUELO LIMOSO	
		86	120 - 150	100	100	96	91	85	77	68	59	41	32	20	13	35	13	22	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
03+287.14	SL-31	87	0 - 35	100	100	100	100	98	94	91	89	85	80	79	64	41	4	37	A-5 (6)	SUELO LIMOSO	
		88	35 - 110	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	SUELO ARCILLOSO	
		89	110 - 150	100	100	100	100	84	74	68	63	54	48	41	38	66	44	22	A-7-6 (6)	SUELO ARCILLOSO	
03+410.42	SL-32	90	0 - 25	100	100	100	100	97	93	87	81	73	70	49	33	43	20	23	A-2-7 (2)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		91	25 - 150	100	100	100	100	100	100	100	9	96	86	49	36	44	16	28	A-7-6(6)	SUELO ARCILLOSO	
03+524.92	SL-33	92	0 - 30	100	100	100	91	81	73	68	62	59	55	40	31	43	20	23	A-2-7 (2)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		93	30 - 150	100	100	100	100	96	92	88	81	67	50	27	21	40	18	22	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO No.	MUESTR A No.	PROF. CM	% QUE PASA POR EL TAMIZ												L.L %	L.P %	I.P %	CLASIFICAC ION H.R. B	DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3 "	2 1/2 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200					
03+651.27	SL-34	94	0 - 20	100	100	100	100	96	89	84	76	63	53	40	34	50	2	48	A-2-5 (0)	GRAVA ARENA LIMOSA
		95	20 - 50	100	100	100	96	88	84	81	77	67	58	49	45	47	18	29	A-7-6 (5)	SUELO ARCILLOSO
		96	50 - 100	100	100	100	100	96	89	84	76	63	53	40	34	50	2	48	A-2-5 (0)	GRAVA ARENA LIMOSA
		97	100-150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	96	84	74	9	65	A-5 (12)	SUELO LIMOSO
03+773.55	SL-35	98	0 - 150	100	100	100	92	81	73	66	56	40	21	11	7	25	7	18	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA
03+890.74	SL-36	99	0 - 20	100	100	100	96	88	84	81	77	67	58	49	45	47	18	29	A-7-6 (5)	SUELO ARCILLOSO
		100	20 - 40	100	100	100	100	96	89	84	76	63	53	40	34	50	2	48	A-2-5 (0)	GRAVA ARENA LIMOSA
		101	40 - 55	100	100	100	100	98	96	92	87	77	65	37	27	31	8	23	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA
		102	55 - 70	100	100	100	100	98	96	92	87	77	65	37	27	31	8	23	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA
		103	70 - 120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	89	43	16	27	A-7-6 (11)	SUELO ARCILLOSO
		104	120 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	68	46	18	28	A-7-6 (11)	SUELO ARCILLOSO
04+008.80	SL-37	105	0 - 15	100	100	100	100	97	95	90	85	74	68	51	37	23	7	16	A-4 (0)	SUELO LIMOSO
		106	15 - 80	100	100	100	100	98	97	96	93	76	61	35	29	36	13	23	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		107	80 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6 (20)	SUELO ARCILLOSO
04+132.29	SL-38	108	0 - 35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	89	43	16	27	A-7-6 (11)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		109	35 - 70	100	100	100	95	91	89	86	81	66	63	60	58	49	2	47	A-5 (5)	SUELO LIMOSO
		110	70 - 150	100	100	100	95	91	89	86	81	66	63	60	58	49	2	47	A-5 (5)	SUELO LIMOSO
04+250.60	SL-39	111	0 - 30	100	100	100	94	81	72	65	58	48	43	29	21	42	19	23	A-2-7(1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		112	30 - 90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	49	29	A-7-5 (3)	SUELO ARCILLOSO
		113	90 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	83	61	35	26	A-7-6(20)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
04+370.06	SL-40	114	0 - 40	100	100	100	100	86	78	71	61	42	37	19	13	39	16	23	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		115	40 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	49	29	A-7-5(20)	SUELO ARCILLOSO
04+477.35	SL-41	116	0 - 30	100	100	100	94	81	72	65	58	48	43	29	21	42	19	23	A-2-6(1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		117	30 - 70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	80	68	43	20	23	A-7-6(11)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		118	70 - 110	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-5(16)	SUELO ARCILLOSO
		119	110 - 150	100	100	100	94	81	72	65	58	48	43	29	21	42	19	23	A-7-6 (8)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
04+576.77	SL-42	120	0 - 15	100	100	100	93	82	75	65	56	40	35	22	15	38	17	21	A-2-6 (0)	SUELO ARCILLOSO
		121	15 - 150	100	100	94	87	85	83	78	71	57	52	35	25	42	13	29	A-2-7 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
04+677.22	SL-43	122	0 - 20	100	100	100	100	97	94	92	90	88	86	73	61	42	18	24	A-7-6 (9)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		123	20 - 60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	80	68	43	20	23	A-7-6(11)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		124	60 - 150	100	100	100	100	100	96	86	71	53	50	35	22	44	3	41	A-2-6 (0)	SUELO ARCILLOSO
04+795.84	SL-44	125	0 - 15	100	100	100	93	82	75	65	56	40	35	22	15	38	17	21	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA
		126	15 - 70	100	100	100	100	98	92	89	87	84	82	70	59	40	16	24	A-7-6 (8)	SUELO ARCILLOSO
		127	70 - 150	100	100	94	87	85	83	78	71	57	52	35	25	43	12	31	A-2-7 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROF. CM	% QUE PASA POR EL TAMIZ												L.L %	L.P %	I.P %	CLASIFICA H.R. B	DESCRIPCION DEL MATERIAL	
				3 "	2 1/2 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200						
04+912.34	SL-45	128	0 - 20	100	100	100	93	82	75	65	56	40	35	22	15	38	17	21	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		129	20 - 65	100	100	100	100	96	91	83	75	61	58	42	28	42	19	23	A-2-6 (1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		130	65 - 150	100	100	94	87	85	83	78	71	57	52	35	25	43	12	31	A-2-7 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
05+001.39	SL-46	131	0 - 20	100	100	100	100	97	94	92	90	88	86	73	61	48	18	30	A-7-6 (9)	SUELO ARCILLOSO	
		132	20 - 50	100	100	100	98	89	85	79	71	58	55	42	35	45	21	24	A-2-7 (2)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		133	50 - 80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	80	68	43	20	23	A-7-6(11)	SUELO ARCILLOSO
		134	80 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	80	68	43	20	23	A-7-6(11)	SUELO ARCILLOSO
05+115.10	SL-47	135	0 - 100	100	100	100	100	100	93	89	82	72	68	48	35	51	22	29	A-2-7(2)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		136	00 - 15	100	100	100	100	90	87	84	80	65	63	52	45	46	18	28	A-7-6 (5)	SUELO ARCILLOSO	
05+225.55	SL-48	137	0 - 20	100	100	100	98	86	81	75	68	53	48	35	28	39	22	17	A-2-6 (2)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		138	20 - 150	100	100	100	100	100	96	86	71	53	50	35	22	44	3	41	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
05+375.29	SL-49	139	0 - 150	100	100	100	98	76	61	52	41	31	28	21	15	38	4	34	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA	
05+475.12	SL-50	140	0 - 25	100	100	100	98	86	81	75	68	53	48	35	28	39	22	17	A-2-6 (2)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		141	25 - 50	100	100	100	100	96	90	81	74	62	58	42	33	47	28	19	A-2-7 (3)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		142	50 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	49	29	A-7-5 (20)	SUELO ARCILLOSO	
05+579.48	SL-51	143	0 - 25	100	100	100	98	86	81	75	68	53	48	35	28	39	22	17	A-2-6 (2)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		144	25 - 80	100	100	100	95	89	79	69	59	49	45	35	29	45	25	20	A-2-7 (2)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		145	80 - 150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	49	29	A-7-5(20)	SUELO ARCILLOSO	
05+679.68	SL-52	146	0 - 150	100	100	100	97	79	62	54	45	33	27	18	13	30	10	20	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA	
05+780.00	SL-53	147	0 - 70	100	100	100	94	74	59	50	43	35	31	24	19	33	13	20	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		148	70 - 150	100	100	100	100	100	99	98	95	77	71	48	38	38	18	20	A-6 (2)	SUELO ARCILLOSO	
05+881.01	SL-54	149	0 - 100	100	100	100	97	79	62	54	45	33	27	18	13	30	10	20	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA	
		150	00 - 15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	79	67	30	37	A-7-5 (20)	SUELO ARCILLOSO	
05+980.00	SL-55	151	0 - 20	100	100	100	100	100	93	89	86	78	76	59	44	58	32	26	A-7-6 (9)	SUELO ARCILLOSO	
		152	20 - 150	100	100	100	100	96	90	81	74	62	58	42	33	47	28	19	A-2-7 (3)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO No.	MUESTR A No.	PROF. CM	% QUE PASA POR EL TAMIZ													L.L	L.P	I.P	CLASIFICA H.R. B	DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3 "	2 1/2 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	%					
06+081.26	SL-56	153	0 - 60	100	100	100	100	93	78	70	59	44	39	28	22	42	20	22	A-2-7 (1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
		154	60 - 150	100	100	100	100	96	90	81	74	62	58	42	33	47	28	19	A-2-7 (3)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
06+181.32	SL-57	155	0 - 150	100	100	100	100	98	96	87	72	53	50	40	34	44	19	25	A-2-7 (2)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
06+228.95	SL-58	156	0 - 150	100	100	100	100	95	88	77	65	50	44	33	29	38	12	26	A-2-6 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
06+332.71	SL-59	157	0 - 150	100	100	100	100	98	90	91	68	52	41	15	9	50	46	4	A-2-5 (0)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	
06+439.76	SL-60	158	0 - 10	100	100	100	90	75	72	64	56	42	35	19	13	26	16	10	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA	
		159	10 - 40	100	100	100	95	91	85	76	67	54	48	30	21	27	20	7	A-2-4 (0)	GRAVA ARENO LIMOSA	
		160	40 - 150	100	100	100	100	100	95	91	86	75	71	48	35	39	23	16	A-2-6 (1)	GRAVA ARENA ARCILLOSA	

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO	MUESTRA	PROF(cm)	% QUE PASA												MITES DE ATTERBERG			CLASIF H.R.B.	DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	L.L.	L.P.	I.P.		
6+520.67	SL-61	161	0-40	100	100	100	88	74	62	49	42	30	22	15	11	45	33	12	A-2-7-(0)	Grava con arcilla color café claro
		162	40-150	100	100	100	93	81	73	65	60	43	18	14	10	46	32	14	A-2-7-(0)	Grava con arcilla color café claro
6+620.91	SL-62	163	0-60	100	100	100	88	74	62	49	42	30	22	15	11	45	33	12	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		164	60-150	100	100	100	93	81	73	65	60	43	18	14	10	46	33	14	A-2-7-(0)	Grava y arena limosa arcillosa color gris
6+736.28	SL-63	165	0-60	100	100	100	93	81	73	65	60	43	18	14	10	46	32	14	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		166	60-150	100	100	100	93	81	73	65	60	43	18	14	10	46	32	14	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
6+824.59	SL-64	167	0-20	100	100	100	88	74	62	49	42	30	22	15	11	45	33	12	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		168	20-60	100	100	100	93	81	73	65	60	43	18	14	10	46	32	14	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
6+958.38	SL-65	169	60-150	100	100	100	88	74	62	49	42	30	22	15	11	45	33	12	A-2-7-(0)	arcilla color café claro
		170	0-60	100	100	100	88	74	62	49	42	30	22	15	11	45	33	12	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
7+053.28	SL-66	171	60-120	100	100	100	100	97	91	85	83	78	74	69	65	53	31	21	A-7-5(14)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		172	0-45	100	100	100	88	74	62	49	42	30	22	15	11	45	33	12	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
7+155.09	SL-67	173	45-100	100	100	100	93	81	73	65	60	43	18	14	10	46	32	14	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		174	100-150	100	100	100	93	81	73	65	60	43	18	14	10	46	32	14	A-2-7-(0)	Limo arenoso con arcilla color café claro
7+252.23	SL-68	175	0-150	100	100	100	88	74	62	49	42	30	22	15	11	45	33	12	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		176	0-40	100	100	100	88	74	62	49	42	30	22	15	11	45	33	12	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
7+349.75	SL-69	177	40-150	100	100	100	100	97	91	85	83	78	74	69	65	53	31	21	A-7-5(14)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		178	0-40	100	100	100	93	81	73	65	60	43	18	14	10	46	32	14	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
7+451.79	SL-70	179	40-90	100	100	100	100	97	91	85	83	78	74	69	65	53	31	21	A-7-5(14)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		180	90-150	100	100	100	100	97	91	85	83	78	74	69	65	53	31	21	A-7-5(14)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
7+550.81	SL-71	181	0-150	100	100	100	75	66	61	52	46	36	27	19	13	42	26	16	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		182	0-150	100	100	100	75	66	61	52	46	36	27	19	13	42	26	16	A-2-7-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO	UESTR	PROF(cm)	% QUE PASA												ITES DE ATTERBI			CLASIF H.R.B.	DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	L.L	L.P	I.P		
7+655.03	SL-72	183	0-150	100	100	100	91	70	61	48	42	34	26	17	10	30	21	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
7+757.43	SL-73	184	0-45	100	100	100	91	85	83	79	77	73	69	63	55	44	24	20	A-7-6-(8)	Grava y arena con arcilla color café claro
		185	45-150	100	100	100	97	85	77	71	67	57	44	28	16	39	29	10	A-2-6-(0)	Grava y arena limosa arcillosa color gris
7+832.23	SL-74	186	0-35	100	100	100	91	70	61	48	42	34	26	17	10	30	21	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		187	35-90	100	100	100	97	85	77	71	67	57	44	28	16	39	29	10	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		188	90-150	100	100	100	97	85	77	71	67	57	44	28	16	39	29	10	A-2-6-(0)	Arena con arcilla color café claro
7+983.84	SL-75	189	0-30	100	100	100	97	86	79	73	69	60	48	33	22	30	22	8	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		190	30-150	100	100	100	97	86	79	73	69	60	48	33	22	30	22	8	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
8+129.54	SL-76	191	0-15	100	100	100	91	70	61	48	42	34	26	17	10	30	21	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		192	15-75	100	100	100	97	85	77	71	67	57	44	28	16	39	29	10	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		193	75-150	100	100	100	97	86	79	73	69	60	48	33	22	30	22	8	A-2-4-(0)	Grava con arcilla color café claro
8+230.54	SL-77	194	0-30	100	100	100	91	70	61	48	42	34	26	17	10	30	21	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		195	30-130	100	100	100	91	85	83	79	77	73	69	63	55	44	24	20	A-7-6-(8)	Grava y arena con arcilla color café claro
		196	130-150	100	100	100	91	85	83	79	77	73	69	63	55	44	24	20	A-7-6-(8)	Limo arenoso con arcilla color café claro
8+334.45	SL-78	197	0-40	100	100	100	91	70	61	48	42	34	26	17	10	30	21	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		198	40-100	100	100	100	97	86	79	73	69	60	48	33	22	30	22	8	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		199	100-150	100	100	100	91	85	83	79	77	73	69	63	55	44	24	20	A-7-6-(8)	Limo arenoso con arcilla color café claro
8+434.45	SL-79	200	0-40	100	100	100	91	70	61	48	42	34	26	17	10	30	21	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		201	40-150	100	100	100	97	86	79	73	69	60	48	33	22	30	22	8	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
8+530.15	SL-80	202	0-15	100	100	100	91	70	61	48	42	34	26	17	10	30	21	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		203	15-45	100	100	100	97	86	79	73	69	60	48	33	22	30	22	8	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		204	45-150	100	100	100	97	85	77	71	67	57	44	28	16	39	29	10	A-2-6-(0)	Grava con arcilla color café claro
8+630.66	SL-81	205	0-150	100	100	100	91	70	61	48	42	34	26	17	10	30	21	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café oscuro.
																				Grava y arena con arcilla color café claro
8+730.17	SL-82	206	0-10	100	100	100	91	70	61	48	42	34	26	17	10	30	21	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		207	10-50	100	100	100	97	85	77	71	67	57	44	28	16	39	29	10	A-2-6-(0)	
		208	50-100	100	100	100	97	85	77	71	67	57	44	28	16	39	29	10	A-2-6-(0)	
		209	100-150	100	100	100	97	85	77	71	67	57	44	28	16	39	29	10	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO	MUESTRA	PROF(cm)	% QUE PASA												LIMITES DE ATTERBERG			CLASIF H.R.B.	DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	L.L	L.P	I.P		
8+829.49	SL-83	210	0-25	100	100	100	96	80	79	75	73	69	60	42	29	38	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		211	25-150	100	100	100	96	80	79	75	73	69	60	42	29	38	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
8+905.04	SL-84	212	0-15	100	100	100	87	71	65	58	54	48	40	26	15	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		213	15-150	100	100	100	96	80	79	75	73	69	60	42	29	38	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena limosa arcillosa color gris
8+981.24	SL-85	214	0-40	100	100	100	96	80	78	75	73	68	59	41	28	38	28	10	A-2-7-(1)	Grava y arena con arcilla color café claro
		215	40-70	100	100	100	96	80	78	75	73	68	59	41	28	38	28	10	A-2-7-(1)	Grava y arena con arcilla color café claro
		216	70-100	100	100	100	96	80	79	75	73	69	60	42	29	38	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		217	100-150	100	100	100	96	80	79	75	73	69	60	42	29	38	27	10	A-2-4-(0)	Arena con arcilla color café claro
8+077.74	SL-86	218	0-50	100	100	100	87	71	65	58	54	48	40	26	15	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		219	50-150	100	100	100	87	71	65	58	54	48	40	26	15	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro arcilla color café claro
9+183.93	SL-87	220	0-40	100	100	100	87	71	65	58	54	48	40	26	15	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		221	40-150	100	100	100	96	80	78	75	73	68	59	41	28	38	28	10	A-2-7-(1)	Grava y arena con arcilla color café claro
9+281.42	SL-88	222	0-20	100	100	100	87	71	65	58	54	48	40	26	15	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		223	20-100	100	100	100	96	80	78	75	73	68	59	41	28	38	28	10	A-2-7-(1)	Grava y arena con arcilla color café claro
		224	100-150	100	100	100	96	80	79	75	73	69	60	42	29	38	27	10	A-2-4-(0)	Limo arenoso con arcilla color café claro
9+378.08	SL-89	225	0-20	100	100	100	87	71	65	58	54	48	40	26	15	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		226	20-50	100	100	100	96	80	78	75	73	68	59	41	28	38	28	10	A-2-7-(1)	Grava y arena con arcilla color café claro
		227	50-150	100	100	100	96	80	79	75	73	69	60	42	29	38	27	10	A-2-4-(0)	Limo arenoso con arcilla color café claro
9+481.41	SL-90	228	0-15	100	100	100	87	71	65	58	54	48	40	26	15	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		229	15-30	100	100	100	87	71	65	58	54	48	40	26	15	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		230	30-150	100	100	100	96	80	79	75	73	69	60	42	29	38	27	10	A-2-4-(0)	Limo arenoso con arcilla color café claro
9+586.74	SL-91	231	0-40	100	100	100	87	71	65	58	54	48	40	26	15	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		232	40-150	100	100	100	96	80	79	75	73	69	60	42	29	38	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro Grava con arcilla color café claro
9+677.07	SL-92	233	0-30	100	100	100	96	80	78	75	73	68	59	41	28	38	28	10	A-2-7-(1)	Grava y arena con arcilla color café oscuro.
		234	30-100	100	100	100	96	80	78	75	73	68	59	41	28	38	28	10	A-2-7-(1)	Grava y arena con arcilla color café claro
		235	100-150	100	100	100	96	80	78	75	73	68	59	41	28	38	28	10	A-2-7-(1)	Grava con arcilla color gris
9+774.20	SL-93	236	0-150	100	100	100	87	71	65	58	54	48	40	26	15	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro Grava y arena con arcilla color café claro

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO	MUESTRA	PROF.(cm)	% QUE PASA												LIMITES DE ATTERBERG			CLASIF H.R.B.	DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	L.L.	L.P.	I.P.		
9+875.09	SL-94	237	0-25	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		238	25-40	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		239	40-75	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		240	75-150	100	100	100	100	100	100	99	98	96	91	78	67	50	34	16	A-7-5-(11)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
9+980.00	SL-95	241	0-35	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		242	35-120	100	100	100	100	100	100	99	98	96	91	78	67	50	34	16	A-7-5-(11)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		243	120-150	100	100	100	100	100	100	99	98	96	91	78	67	50	34	16	A-7-5-(11)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
10+085.40	SL-96	244	0-35	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		245	35-120	100	100	100	100	100	100	99	98	96	91	78	67	50	34	16	A-7-5-(11)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		246	120-150	100	100	100	81	71	70	68	65	58	45	32	22	38	27	11	A-2-6-(0)	Arena con arcilla color café claro
10+199.23	SL-97	247	0-30	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		248	30-80	100	100	100	81	71	70	68	65	58	45	32	22	38	27	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		249	80-150	100	100	100	81	71	70	68	65	58	45	32	22	38	27	11	A-2-6-(0)	arcilla color café claro
10+304.67	SL-98	250	0-20	100	100	100	81	71	70	68	65	58	45	32	22	38	27	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		251	20-150	100	100	100	81	71	70	68	65	58	45	32	22	38	27	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
10+397.69	SL-99	252	0-40	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		253	40-150	100	100	100	81	71	70	68	65	58	45	32	22	38	27	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
10+494.78	SL-100	254	0-40	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		255	40-80	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		256	80-150	100	100	100	100	100	100	99	98	96	91	78	67	50	34	16	A-7-5-(11)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
10+595.24	SL-101	257	0-15	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		258	15-30	100	100	100	81	71	70	68	65	58	45	32	22	38	27	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
10+701.23	SL-102	259	0-35	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		260	35-110	100	100	100	100	100	100	99	98	96	91	78	67	50	34	16	A-7-5-(11)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		261	110-150	100	100	100	100	100	100	99	98	96	91	78	67	50	34	16	A-7-5-(11)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
10+805.53	SL-103	262	0-60	100	100	100	80	60	53	47	44	38	31	19	11	36	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café oscuro
		263	60-150	100	100	100	81	71	70	68	65	58	45	32	22	38	27	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
10+901.99	104	264	0-150	100	100	100	100	100	100	99	98	96	91	78	67	50	34	16	A-7-5-(11)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO	MUESTRA	PROF(cm)	% QUE PASA												LIMITES DE ATTERBERG			CLASIF H.R.B.	DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	L.L.	L.P.	I.P.		
11+007.17	SL-105	265	0-50	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		266	50-150	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
11+105.24	SL-106	267	0-35	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		268	35-120	100	100	100	91	86	85	83	82	74	49	26	15	39	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena limosa arcillosa color gris
11+203.07	SL-107	269	0-20	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		270	20-110	100	100	100	92	89	85	84	84	81	73	59	46	43	32	11	A-7-5-(3)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		271	110-150	100	100	100	92	89	85	84	84	81	73	59	46	43	32	11	A-7-5-(3)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
11+304.32	SL-108	272	0-20	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		273	20-150	100	100	100	91	86	85	83	82	74	49	26	15	39	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
11+410.78	SL-109	274	0-35	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		275	35-150	100	100	100	92	89	85	84	84	81	73	59	46	43	32	11	A-7-5-(3)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
11+513.41	SL-110	276	0-50	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		277	50-150	100	100	100	91	86	85	83	82	74	49	26	15	39	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
11+616.15	SL-111	278	0-100	100	100	100	91	86	85	83	82	74	49	26	15	39	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		279	100-150	100	100	100	92	89	85	84	84	81	73	59	46	43	32	11	A-7-5-(3)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
11+705.84	SL-112	280	0-15	100	100	100	92	89	85	84	84	81	73	59	46	43	32	11	A-7-5-(3)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		281	15-30	100	100	100	91	86	85	83	82	74	49	26	15	39	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
11+802.77	SL-113	282	0-100	100	100	100	92	89	85	84	84	81	73	59	46	43	32	11	A-7-5-(3)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		283	100-150	100	100	100	91	86	85	83	82	74	49	26	15	39	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
11+917.56	SL-114	284	0-45	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café oscuro
		285	45-80	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		286	80-120	100	100	100	92	89	85	84	84	81	73	59	46	43	32	11	A-7-5-(3)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		287	120-150	100	100	100	91	86	85	83	82	74	49	26	15	39	28	11	A-2-6-(0)	Grava con arcilla color gris
12+009.67	SL-115	288	0-25	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		289	25-50	100	100	100	90	76	68	61	57	50	39	25	15	36	28	9	A-2-4-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		290	50-115	100	100	100	92	89	85	84	84	81	73	59	46	43	32	11	A-7-5-(3)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo
		291	115-150	100	100	100	92	89	85	84	84	81	73	59	46	43	32	11	A-7-5-(3)	Suelo Arcilloso,material pobre a malo

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO	MUESTRA	PROF(cm)	% QUE PASA												LIMITES DE ATTERBERG			CLASIF H.R.B.	DESCRIPCION DEL MATERIAL			
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	L.L	L.P	I.P					
12+111.63	SL-116	292	0-35	100	100	100	91	83	82	81	79	75	65	39	25	38	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
		293	35-150	100	100	100	85	81	74	65	60	52	42	26	16	35	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
12+206.05	SL-117	294	0-40	100	100	100	85	81	74	65	60	52	42	26	16	35	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
		295	40-150	100	100		91	83	82	81	79	75	65	39	25	38	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
12+258.76	SL-118	296	0-60	100	100	100	85	81	74	65	60	52	42	26	16	35	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
		297	60-150	100	100	100	85	81	74	65	60	52	42	26	16	35	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
12+304.87	SL-119	298	0-150	100	100	100	85	81	74	65	60	52	42	26	16	35	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
12+376.82	SL-120	299	0-40	100	100	100	91	83	82	81	79	75	65	39	25	38	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
		300	40-100	100	100	100	91	83	82	81	79	75	65	39	25	38	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
		301	100-150	100	100	100	85	81	74	65	60	52	42	26	16	35	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
12+453.51	SL-121	302	0-150	100	100	100	91	83	82	81	79	75	65	39	25	38	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
12+508.32	SL-122	303	0-50	100	100	100	85	81	74	65	60	52	42	26	16	35	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
		304	50-80	100	100	100	91	83	82	81	79	75	65	39	25	38	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
		305	80-150	100	100	100	95	90	84	79	70	66	61	58	54	44	27	17	A-7-6-(7)	uelo Arcilloso,material pobre a mak			
12+550.80	SL-123	306	0-150	100	100	100	85	81	74	65	60	52	42	26	16	35	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
12+680.24	SL-124	307	0-25	100	100	100	85	81	74	65	60	52	42	26	16	35	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
		308	25-150	100	100	100	95	90	84	79	70	66	61	58	54	44	27	17	A-7-6-(7)	uelo Arcilloso,material pobre a mak			
12+797.40	SL-125	309	0-150	100	100	100	95	90	84	79	70	66	61	58	54	44	27	17	A-7-6-(7)	uelo Arcilloso,material pobre a mak			
12+903.45	SL-126	310	0-30	100	100	100	85	81	74	65	60	52	42	26	16	35	26	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			
		311	30-150	100	100	100	91	83	82	81	79	75	65	39	25	38	28	11	A-2-6-(0)	Grava y arena arcillosa limosa			

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO No.	MUESTR A No.	'PROF. CM	% QUE PASA POR EL TAMIZ												L.L	L.P	I.P	CLASIFICACI	DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3 "	2 1/2 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200					
13+001.38	SL-127	312	0-40	100	100	100	100	98	95	92	90	83	72	47	32	35	26	9	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
		313	40-90	100	100	100	98	88	81	75	70	60	47	23	13	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
		314	90-150	100	100	100	98	88	81	75	70	60	47	23	13	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
13+133.47	SL-128	315	0-15	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Grava y arena con arcilla color café claro
		316	15-150	100	100	100	98	88	81	75	70	60	47	23	13	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
13+179.11	SL-129	317	0-25	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
		318	25-60	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
		319	60-150	100	100	100	98	88	81	75	70	60	47	23	13	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
13+256.96	SL-130	320	0-15	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
		321	15-75	100	100	100	98	88	81	75	70	60	47	23	13	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
		322	75-150	100	100	100	98	88	81	75	70	60	47	23	13	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
13+348.45	SL-131	323	0-40	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
		324	40-150	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
13+434.59	SL-132	325	0-15	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
		326	15-150	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
13+561.29	SL-133	327	150	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
13+636.95	SL-134	328	0-15	100	100	100	98	88	81	75	70	60	47	23	13	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
		329	15-150	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
13+734.02	SL-135	330	0-80	100	100	100	100	98	95	92	90	83	72	47	32	35	26	9	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
		331	80-150	100	100	100	98	88	81	75	70	60	47	23	13	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
13+825.13	SL-136	332	0-30	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
		333	30-150	100	100	100	98	88	81	75	70	60	47	23	13	34	27	7	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
13+925.82	SL-137	334	0-150	100	100	100	84	73	58	48	43	32	22	12	6	32	28	5	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO	MUESTRA	PROF(cm)	% QUE PASA												LIMITES DE ATTERBERG			CLASIF H.R.B.	DESCRIPCION DEL MATERIAL		
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	L.L	L.P	I.P				
15+042.47	SL-149																					
		353	0-40	100	100	100	87	76	73	66	63	55	42	26	17	42	34	9	A-2-5-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
		354	40-150	100	100	100	80	65	61	53	49	40	30	19	11	34	29	4	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas		
15+132.63	SL-150																					
		355	0-40	100	100	100	87	76	73	66	63	55	42	26	17	42	34	9	A-2-5-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
		356	40-100	100	100	100	87	76	73	66	63	55	42	26	17	42	34	9	A-2-5-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
		357	100-150	100	100	100	87	76	73	66	63	55	42	26	17	42	34	9	A-2-5-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
15+199.61	SL-151																					
				358	0-150	100	100	100	80	65	61	53	49	40	30	19	11	34	29	4	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
15+266.61	SL-152																					
				359	0-40	100	100	100	80	65	61	53	49	40	30	19	11	34	29	4	A-1-a-(0)	Fragmntos de roca,grava y arenas
				360	40-115	100	100	100	87	76	73	66	63	55	42	26	17	42	34	9	A-2-5-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
		361	115-150	100	100	100	87	76	73	66	63	55	42	26	17	42	34	9	A-2-5-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
15+333.71	SL-153																					
				362	0-150	100	100	100	100	100	97	96	95	92	81	58	41	45	35	11	A-7-5-(2)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo
15+400.28	SL-154																					
				363	0-40	100	100	100	80	65	61	53	49	40	30	19	11	34	29	4	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
				364	40-150	100	100	100	100	100	97	96	95	92	81	58	41	45	35	11	A-7-5-(2)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo
15+467.70	SL-155																					
				365	0-35	100	100	100	87	76	73	66	63	55	42	26	17	42	34	9	A-2-5-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
				366	35-70	100	100	100	87	76	73	66	63	55	42	26	17	42	34	9	A-2-5-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
		367	70-150	100	100	100	80	65	61	53	49	40	30	19	11	34	29	4	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas		
15+536.07	SL-156																					
				368	0-70	100	100	100	80	65	61	53	49	40	30	19	11	34	29	4	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
				369	70-150	100	100	100	100	100	97	96	95	92	81	58	41	45	35	11	A-7-5-(2)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo
15+603.35	SL-157																					
				370	0-35	100	100	100	80	65	61	53	49	40	30	19	11	34	29	4	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
				371	35-150	100	100	100	100	100	97	96	95	92	81	58	41	45	35	11	A-7-5-(2)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo
15+669.87	SL-158																					
				372	0-70	100	100	100	80	65	61	53	49	40	30	19	11	34	29	4	A-1-a-(0)	Fragmentos de roca,grava y arenas
				373	70-150	100	100	100	87	76	73	66	63	55	42	26	17	42	34	9	A-2-5-(0)	Grava y arena arcilloso limosa
15+737.24	SL-159																					
				374	0-70	100	100	100	100	100	97	96	95	92	81	58	41	45	35	11	A-7-5-(2)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo
				375	70-130	100	100	100	100	100	97	96	95	92	81	58	41	45	35	11	A-7-5-(2)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo
		376	130-150	100	100	100	100	100	97	96	95	92	81	58	41	45	35	11	A-7-5-(2)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO	MUESTRA	PROF(cm)	% QUE PASA												LIMITES DE ATTERBERG			CLASIF H.R.B.	DESCRIPCION DEL MATERIAL		
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	L.L	L.P	I.P				
15+804.37	SL-160																					
		377	0-35	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
		378	35-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
15+872.59	SL-161																					
		379	0-80	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
		380	80-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
15+940.22	SL-162																					
		381	0-50	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
		382	50-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
16+007.76	SL-163																					
		383	0-70	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
		384	70-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
16+074.74	SL-164																					
		385	0-40	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
		386	40-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
16+141.59	SL-165																					
		387	0-80	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
		388	80-150	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
16+210.75	SL-166																					
		389	0-30	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
		390	30-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
16+277.50	SL-167																					
		391	0-40	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
		392	40-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
16+345.00	SL-168																					
		393	0-20	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
		394	20-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
16+411.99	SL-169																					
		395	0-30	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
		396	30-120	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		
16+475.10	SL-170																					
		397	0-30	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa		
		398	30-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malo		

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

ESTACION	SONDEO	MUESTRA	PROF(cm)	% QUE PASA												LIMITES DE ATTERBERG			CLASIF H.R.B.	DESCRIPCION DEL MATERIAL	
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	L.L	L.P	I.P			
16+542.80	SL-171																				
		399	0-30	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa	
		400	30-100	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
		401	100-150																		Roca fracturada basáltica
16+611.59	SL-172																				
		402	0-25	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
		403	25-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
16+670.50	SL-173																				
		404	0-20	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa	
		405	20-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
16+737.76	SL-174																				
		406	0-30	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
		407	30-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
16+799.22	SL-175																				
		408	0-20	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa	
		409	20-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
16+866.45	SL-176																				
		410	0-30	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
		411	30-100	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcillosoo limosa	
		412	100-150																		Roca fracturada basáltica
16+934.10	SL-177																				
		413	0-25	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa	
		414	25-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
17+001.06	SL-178																				
		415	0-30	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
		416	30-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
17+067.90	SL-179																				
		417	0-30	100	100	100	100	85	78	70	65	54	43	26	16	36	27	10	A-2-4-(0)	Grava y arena arcilloso limosa	
		418	30-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
17+135.21	SL-180																				
		419	0-25	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	
		420	25-150	100	100	100	100	96	95	94	93	88	76	51	36	44	28	17	A-7-6-(7)	Suelo Arcilloso Material pobre a malc	

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

Tabla 37. Resultado de CBR Sondeo de Línea.
SONDEO DE LINEA ACUERDO A AGRUPACION

Grupo #	Clasificación HRB	Densidad Máx. kg/m ³	Humedad óptima %	Peso volumétrico reprod kg/m ³	Compact Reprod %	Valor CBR	Hinchamiento %
1	A-2-4 (0)	1893	13.9	1704	90	9	0.2931
				1798	95	21	0.1563
				1893	100	25	0.0967
2	A-2-5 (0)	1621	18	1459	90	7	0.508
				1540	95	9	0.4689
				1621	100	15	0.3908
3	A-2-6 (12)	1626	21.6	1463	90	5	0.762
				1545	95	7	0.4689
				1626	100	10	0.4298
4	A-2-7 (10)	1805	13.8	1624	90	8	0.762
				1715	95	17	0.5471
				1805	100	27	0.3908
5	A-4 (0)	1846	17.3	1661	90	5	1.0746
				1754	95	7	0.9767
				1846	100	9	0.8792
6	A-5 (3)	1324	31.3	1192	90	3	0.233
				1258	95	5	0.1871
				1324	100	5	0.0991
7	A-6- (8)	1613	17.9	1452	90	7	0.5862
				1532	95	17	0.5275
				1613	100	23	0.3931
8	A-7-5 (20)	1248	32.3	1123	90	2	4.4548
				1186	95	2	4.2398
				1248	100	2	3.9076
9	A-7-6 (10)	1521	23.9	1369	90	4	3.2238
				1445	95	9	3.1216
				1521	100	12	3.0284
10	A-1-b (0)	1902	12.5	1712	90	11.1	0
				1807	95	25.4	0
				1909	100	30.1	0
11	Sonsocuiteg A-7-5 (20)	1310	31.6	1179	90	1	5.8615
				1244	95	1	5.2753
				1310	100	2	4.6892

SONDEOS DE LINEA DE ACUERDO A AGRUPACIÓN							
Gru po #	Clasificaci ón HRB	Densidad Máx. kg/m ³	Humedad óptima %	Peso volumétrico reprod kg/m ³	Compact Reprod %	Valor CBR	Hinchami ento %
12	A-2-4 (10)	1872	12	1684	90	7	0.49
				1778	95	16	0.37
				1872	100	21	0.21
13	A-2-6 (0)	1501	25.1	1351	90	7	0.48
				1426	95	12	0.42
				1501	100	21	0.12
14	A-2-7 (0)	1708	19.9	1537	90	8	0.34
				1623	95	16	0.1
				1708	100	19	0.12
15	A-6- (18)	14130	31	1287	90	7	0.7
				1358	95	8	0.56
				1430	100	9	0.48
16	A-7-5 (20)	1250	29.5	1125	90	5	0.8
				1187	95	6	0.7
				1250	100	8	0.6
17	A-7-6 (20)	1385	28.2	1246	90	4	1.24
				1316	95	7	1.2
				1385	100	9	1.1
18	A-2-4(0)	1883	12.95	1695	90	8	0.3916
				1789	95	18	0.2632
				1883	100	25	0.1534
19	A-2-6	1564	23.3	1408	90	5	0.621
				1486	95	10	0.4545
				1564	100	16	0.2749
20	A-2-7	1757	16.78	1581	90	8	0.551
				1669	95	17	0.3236
				1757	100	23	0.2554
21	A-7-5	1249	30.9	1124	90	2	4.8065
				1187	95	2	4.4987
				1249	100	3	4.103
22	A-7-6	1453	26	1308	90	3	2.2319
				1380	95	6	2.1208
				1453	100	8	2.0642

SONDEOS DE LINEA DE ACUERDO A AGRUPACIÓN							
Gru po #	Clasifica ción HRB	Densidad Máx. kg/m³	Humedad óptima %	Peso volumétrico reprod kg/m³	Compact Reprod %	Valo r CBR	Hincha miento %
23	A-1-a	2145	7.1	1931	90	35	0.0000
				2038	95	65	0.0000
				2145	100	122	0.0000
24	A-2-4	1970	12.2	1773	90	6	0.7000
				1872	95	15	0.9000
				1970	100	30	0.1100
25	A-2-5	1970	11.0	1773	90	8	0.0200
				1872	95	20	0.0400
				1970	100	32	0.0600
26	A-2-6	1940	10.0	1746	90	5	0.0800
				1843	95	13	0.0700
				1940	100	33	0.0900
27	A-7-5	1407	32.8	1263	90	2	0.3700
				1337	95	3	0.3900
				1407	100	5	0.4100
28	A-7-6	1407	32.8	1263	90	2	0.3700
				1337	95	3	0.3900
				1407	100	5	0.4100

Tabla 38. CBR

N°	Progresiva	CBR (90%) saturado	MR por CORRELACION (psi)	MR por CORRELACION (MPa)
1	0 + 000	5.00	7,500	51.7
2	0 + 100	5.00	7,500	51.7
3	0 + 200	5.00	7,500	51.7
4	0 + 300	5.00	7,500	51.7
5	0 + 400	2.00	3,000	20.7
6	0 + 500	9.00	12,514	86.3
7	0 + 600	2.00	3,000	20.7
8	0 + 700	2.00	3,000	20.7
9	0 + 800	2.00	3,000	20.7
10	0 + 900	2.00	3,000	20.7
11	1 + 000	2.00	3,000	20.7
12	1 + 100	2.00	3,000	20.7
13	1 + 200	2.00	3,000	20.7
14	1 + 300	2.00	3,000	20.7
15	1 + 400	2.00	3,000	20.7
16	1 + 500	3.00	4,500	31.0
17	1 + 600	2.00	3,000	20.7
18	1 + 700	2.00	3,000	20.7
19	1 + 800	2.00	3,000	20.7
20	1 + 900	2.00	3,000	20.7
21	2 + 000	2.00	3,000	20.7
22	2 + 100	8.00	11,591	79.9
23	2 + 200	8.00	11,591	79.9
24	2 + 300	8.00	11,591	79.9
25	2 + 400	8.00	11,591	79.9
26	2 + 500	2.00	3,000	20.7
27	2 + 600	2.00	3,000	20.7
28	2 + 700	8.00	11,591	79.9
29	2 + 800	2.00	3,000	20.7
30	2 + 900	3.00	4,500	31.0

31	3 + 000	2.00	3,000	20.7
32	3 + 100	4.00	6,000	41.4
33	3 + 200	5.00	7,500	51.7
34	3 + 300	3.00	4,500	31.0
35	3 + 400	9.00	12,514	86.3
36	3 + 500	4.00	6,000	41.4
37	3 + 600	2.00	3,000	20.7
38	3 + 700	3.00	4,500	31.0
39	3 + 800	4.00	6,000	41.4
40	3 + 900	5.00	7,500	51.7
41	4 + 000	4.00	6,000	41.4
42	4 + 100	7.00	10,500	72.4
43	4 + 200	4.00	6,000	41.4
44	4 + 300	4.00	6,000	41.4
45	4 + 400	7.00	10,500	72.4
46	4 + 500	4.00	6,000	41.4
47	4 + 600	4.00	6,000	41.4
48	4 + 700	7.00	10,500	72.4
49	4 + 800	7.00	10,500	72.4
50	4 + 900	5.00	7,500	51.7
51	5 + 000	5.00	7,500	51.7
52	5 + 100	7.00	10,500	72.4
53	5 + 200	7.00	10,500	72.4
54	5 + 300	5.00	7,500	51.7
55	5 + 400	8.00	11,591	79.9
56	5 + 500	8.00	11,591	79.9
57	5 + 600	8.00	11,591	79.9
58	5 + 700	7.00	10,500	72.4
59	5 + 800	7.00	10,500	72.4
60	5 + 900	7.00	10,500	72.4
61	6 + 000	8.00	11,591	79.9
62	6 + 100	8.00	11,591	79.9
63	6 + 200	8.00	11,591	79.9

64	6 + 300	8.00	11,591	79.9
65	6 + 400	2.00	3,000	20.7
66	6 + 500	8.00	11,591	79.9
67	6 + 600	8.00	11,591	79.9
68	6 + 700	2.00	3,000	20.7
69	6 + 800	2.00	3,000	20.7
70	6 + 900	8.00	11,591	79.9
71	7 + 000	8.00	11,591	79.9
72	7 + 100	8.00	11,591	79.9
73	7 + 200	5.00	7,500	51.7
74	7 + 300	5.00	7,500	51.7
75	7 + 400	8.00	11,591	79.9
76	7 + 500	8.00	11,591	79.9
77	7 + 600	3.00	4,500	31.0
78	7 + 700	3.00	4,500	31.0
79	7 + 800	8.00	11,591	79.9
80	7 + 900	5.00	7,500	51.7
81	8 + 000	8.00	11,591	79.9
82	8 + 100	5.00	7,500	51.7
83	8 + 200	8.00	11,591	79.9
84	8 + 300	8.00	11,591	79.9
85	8 + 400	8.00	11,591	79.9
86	8 + 500	8.00	11,591	79.9
87	8 + 600	8.00	11,591	79.9
88	8 + 700	8.00	11,591	79.9
89	8 + 800	8.00	11,591	79.9
90	8 + 900	8.00	11,591	79.9
91	9 + 000	5.00	7,500	51.7
92	9 + 100	8.00	11,591	79.9
93	9 + 200	5.00	7,500	51.7
94	9 + 300	2.00	3,000	20.7
95	9 + 400	2.00	3,000	20.7
96	9 + 500	2.00	3,000	20.7

97	9 + 600	5.00	7,500	51.7
98	9 + 700	5.00	7,500	51.7
99	9 + 800	5.00	7,500	51.7
100	9 + 900	2.00	3,000	20.7
101	10 + 000	5.00	7,500	51.7
102	10 + 100	2.00	3,000	20.7
103	10 + 200	5.00	7,500	51.7
104	10 + 300	2.00	3,000	20.7
105	10 + 400	8.00	11,591	79.9
106	10 + 500	5.00	7,500	51.7
107	10 + 600	2.00	3,000	20.7
108	10 + 700	5.00	7,500	51.7
109	10 + 800	2.00	3,000	20.7
110	10 + 900	5.00	7,500	51.7
111	11 + 000	2.00	3,000	20.7
112	11 + 100	5.00	7,500	51.7
113	11 + 200	5.00	7,500	51.7
114	11 + 300	2.00	3,000	20.7
115	11 + 400	2.00	3,000	20.7
116	11 + 500	5.00	7,500	51.7
117	11 + 600	5.00	7,500	51.7
118	11 + 700	6.00	9,000	62.1
119	11 + 800	6.00	9,000	62.1
120	11 + 900	6.00	9,000	62.1
121	12 + 000	5.00	7,500	51.7
122	12 + 100	2.00	3,000	20.7
123	12 + 200	6.00	9,000	62.1
124	12 + 300	2.00	3,000	20.7
125	12 + 400	2.00	3,000	20.7
126	12 + 500	5.00	7,500	51.7
127	12 + 600	6.00	9,000	62.1
128	12 + 700	6.00	9,000	62.1
129	12 + 800	6.00	9,000	62.1

130	12 + 900	6.00	9,000	62.1
131	13 + 000	35.00	15,621	107.7
132	13 + 100	35.00	15,621	107.7
133	13 + 200	35.00	15,621	107.7
134	13 + 300	35.00	15,621	107.7
135	13 + 400	6.00	9,000	62.1
136	13 + 500	6.00	9,000	62.1
137	13 + 600	35.00	15,621	107.7
138	13 + 700	35.00	15,621	107.7
139	13 + 800	6.00	9,000	62.1
140	13 + 900	35.00	15,621	107.7
141	14 + 000	6.00	9,000	62.1
142	14 + 100	6.00	9,000	62.1
143	14 + 200	35.00	15,621	107.7
144	14 + 300	35.00	15,621	107.7
145	14 + 400	5.00	7,500	51.7
146	14 + 500	6.00	9,000	62.1
147	14 + 600	35.00	15,621	107.7
148	14 + 700	35.00	15,621	107.7
149	14 + 800	35.00	15,621	107.7
150	14 + 900	8.00	11,591	79.9
151	15 + 000	35.00	15,621	107.7
152	15 + 100	8.00	11,591	79.9
153	15 + 200	2.00	3,000	20.7
154	15 + 300	2.00	3,000	20.7
155	15 + 400	35.00	15,621	107.7
156	15 + 500	2.00	3,000	20.7
157	15 + 600	2.00	3,000	20.7
158	15 + 700	8.00	11,591	79.9
159	15 + 800	2.00	3,000	20.7
160	15 + 900	2.00	3,000	20.7
161	16 + 000	2.00	3,000	20.7
162	16 + 100	2.00	3,000	20.7

163	16 + 200	2.00	3,000	20.7
164	16 + 300	2.00	3,000	20.7
165	16 + 400	2.00	3,000	20.7
166	16 + 500	6.00	9,000	62.1
167	16 + 600	2.00	3,000	20.7
168	16 + 700	2.00	3,000	20.7
169	16 + 800	2.00	3,000	20.7
170	16 + 900	2.00	3,000	20.7
171	17 + 000	2.00	3,000	20.7
172	17 + 100	2.00	3,000	20.7
173	17 + 200	2.00	3,000	20.7
174	17 + 300	2.00	3,000	20.7
175	17 + 400	2.00	3,000	20.7
176	17 + 500	6.00	9,000	62.1
177	17 + 600	2.00	3,000	20.7
178	17 + 700	2.00	3,000	20.7
179	17 + 800	2.00	3,000	20.7
180	17 + 163	2.00	3,000	20.7

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

Tabla 40. Bancos de Materiales de Préstamos y sus Características.

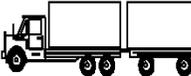
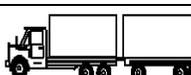
Banco #	Nombre del Banco	Ubicación	Coordenadas	Dueño	Volumen Aproximado.	Uso del Banco	Clasificación de suelo
2	EL COYOL	Del La Estación 4 + 500 1,200mts. Izquierda camino hacia El Carbonal y Maunica, a 200mts. Derecha Distancia: P1 - P2 = 224.62 P2 - P3 = 293.69 P3 - P4 = 244.00 P4 - P1 = 248.91	#1 - 12°44'21.34"N 86°03'29.20"W Elevación: 490m #2 - 12°44'23.13"N 86°03'36.67"W Elevación: 498m. #3 - 12°44'31.33"N 86°03'31.93"W Elevación: 598m #4 - 12°44'28.04"N 86°03'24.58"W Elevación: 514m #5 - 12°44'27.77"N 86°03'31.27"W Elevación: 549m.	ARACELLY CHAVARRIA	1,387,007.135 m ³ Volumen a utilizarse 43,028.32 m ³	De acuerdo a la tabla de calificación típica, según el instituto del asfalto, este material clasifica como muy buena para sub-rasante y buena para sub-base.	<u>A-1-b</u> : Suelo arenoso color amarillo claro con fragmento de arenisca en forma redonda alterada con 0.10-0.50 mm.
3	QUIÑASON	De La Estacion 5 + 140 Comunidad "El Achote" Derecha 1 Km. Camino hacia "El Jicaro" 300mts. Derecha Distancia: P1 - P2 = 229.71 P2 - P3 = 101.60 P3 - P4 = 218.79 P4 - P1 = 75.85	#1 - 12°43'12.53"N 86°03'01.69"W Elevación: 461m #2 - 12°43'13.01"N 86°03'09.30"W Elevación: 500m. #3 - 12°43'09.44"N 86°03'10.02"W Elevación: 509m #4 - 12°43'10.33"N 86°03'02.79"W Elevación: 467m #5 - 12°43'12.26"N 86°03'06.94"W Elevación: 495m.	SERVANDO POVEDA	1,000,000.0 m ³ Volumen a utilizarse 23,000 m ³	Este Banco puede ser utilizado como banco de base granular triturada y como áridos para concreto.	<u>A-1-a</u> : Roca basáltica altamente fracturado.
5	LA JOYA	De La Estacion 7 + 750, 200mts. Izquierda. Derecha: Distancia: P1 - P2 = 202.25 P2 - P3 = 201.47 P3 - P4 = 214.07 P4 - P1 = 202.65	#1 - 12°44'21.48"N 86°02'07.71"W Elevación: 507m #2 - 12°44'28.00"N 86°02'08.66"W Elevación: 537m. #3 - 12°44'28.03"N 86°02'15.32"W Elevación: 553m #4 - 12°44'21.12"N 86°02'14.42"W Elevación: 504m #5 - 12°44'25.15"N 86°02'11.00"W Elevación: 523m.	IGNACIO HERNANDEZ	322,069.67 m ³ Volumen a utilizarse 17,427.40 m ³	De acuerdo a la tabla de calificación típica, según el instituto del asfalto, este material clasifica como muy buena para terracería y buena para sub base.	<u>A-2-7</u> : Suelo arenoso color amarillo claro en forma redonda alterada con 0.10 - 0.50 mm
6	LOS PEDERNALES	De La Estación 14 + 700, 100mts. Derecha. Distancia: P1 - P2 = 74.16 P2 - P3 = 83.76 P3 - P4 = 85.56 P4 - P1 = 84.56	#1 - 12°45'14.02"N 85°58'46.50"W Elevación: 583m #2 - 12°45'15.92"N 85°58'44.99"W Elevación: 613m. #3 - 12°45'14.05"N 85°58'43.06"W Elevación: 641m #4 - 12°45'11.93"N 85°58'44.81"W Elevación: 594m #5 - 12°45'14.15"N 85°58'44.62"W Elevación: 610m.	JESUS SOZA	1,234,270.0 m ³ Volumen a utilizarse 29,194.60 m ³	De acuerdo a la tabla de calificación típica, según el instituto del asfalto, este material clasifica como muy buena para terracerías y buena para sub base.	<u>A-2-7</u> : Suelo gravo arenoso arcilloso color café claro. <u>A-2-5</u> : Suelo gravo arenoso arcilloso color café amarillento.

CBR	% Que Pasa Por Tamiz											L.L	I.P	Clasificacion
	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200				%	%	AASHTO
Fuente de Material: N° 1. El Coyol.														
Propietario: Aracelly Chavarria														
31	100	100	100	100	100	100	95	67	74	23	12	N.P	N.P	A-1-b (0)
Fuente de Material: N° 2. El Quiñazon														
Propietario: Servando Poveda														
35	100	100	80	65	61	53	49	40	30	19	11	34	4	A-1-a (0)
Fuente de Material: N° 3. La Joya														
Fuente de Material: N° 3. Ignacio Hernandez														
8	100	100	88	74	62	49	42	30	22	15	11	53	12	A-2-7 (0)
Fuente de Material: N° 4. Los Pedernales.														
Propietario: Jesus Soza														
8	100	100	100	100	100	97	92	79	71	34	22	56	11	A-2-7 (0)
10	100	100	100	100	100	99	95	82	62	20	13	48	10	A-2-5 (0)

Fuente: Estudios y Diseños de Ingeniería de Carreteras y Obras, S.A. (EDICRO, S.A.)

Tabla 52. Cargas permisible por cada tipo de vehículos.

**DIAGRAMA DE CARGAS PERMISIBLES APLICADOS EN LOS PUNTOS DE CONTROL
PESOS MAXIMOS PERMISIBLES POR TIPO DE VEHICULOS**

TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	PESO MAXIMO AUTORIZADO						Peso Máximo Total (1) Ton - Met.
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	
C2		5.00	10.00					15.00
C3		5.00	16.50				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	16.00			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	16.00		9.00		30.00	
			8.00	8.00				
T3-S2		5.00	16.00		16.00		37.00	
			8.00	8.00	8.00	8.00		
T3-S3		5.00	16.00		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		26.50	
C3-R2		5.00	16.00		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	16.00		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.

**Tabla 53. Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos, ejes
Simples, Pt = 2,0.**

Carga p/eje (kips)	Espesor de losa D (en pulgadas)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
6	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
8	0.035	0.033	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
10	0.087	0.084	0.082	0.081	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
12	0.186	0.180	0.176	0.175	0.174	0.174	0.173	0.173	0.173
14	0.353	0.346	0.341	0.338	0.337	0.336	0.336	0.336	0.336
16	0.614	0.609	0.604	0.601	0.599	0.599	0.598	0.598	0.598
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.55	1.56	1.57	1.58	1.58	1.59	1.59	1.59	1.59
22	2.32	2.32	2.35	2.38	2.40	2.41	2.41	2.41	2.42
24	3.37	3.34	3.40	3.47	3.51	3.53	3.54	3.55	3.55
26	4.76	4.69	4.77	4.88	4.97	5.02	5.04	5.06	5.06
28	6.48	6.44	6.52	6.70	6.85	6.94	7.00	7.02	7.04
30	8.92	8.68	8.74	8.98	9.23	9.39	9.48	9.54	9.56
32	11.9	11.5	11.5	11.8	12.2	12.4	12.6	12.7	12.7
34	15.5	15.0	14.9	15.3	15.8	16.2	16.4	16.6	16.7
36	20.1	19.3	19.2	19.5	20.1	20.7	21.1	21.4	21.5
38	25.6	24.5	24.3	24.6	25.4	26.1	26.7	27.1	27.4
40	32.2	30.8	30.4	30.7	31.6	32.6	33.4	34.0	34.4
42	40.1	38.4	37.7	38.0	38.9	40.1	41.3	42.1	42.7
44	49.4	47.3	46.4	46.6	47.6	49.0	50.4	51.6	52.7
46	60.4	57.7	56.6	56.7	57.7	59.3	61.1	62.6	63.7
48	73.2	69.9	68.4	68.4	69.4	71.2	73.3	75.3	76.8
50	88.0	84.1	82.2	82.0	83.0	84.9	87.4	89.8	91.7

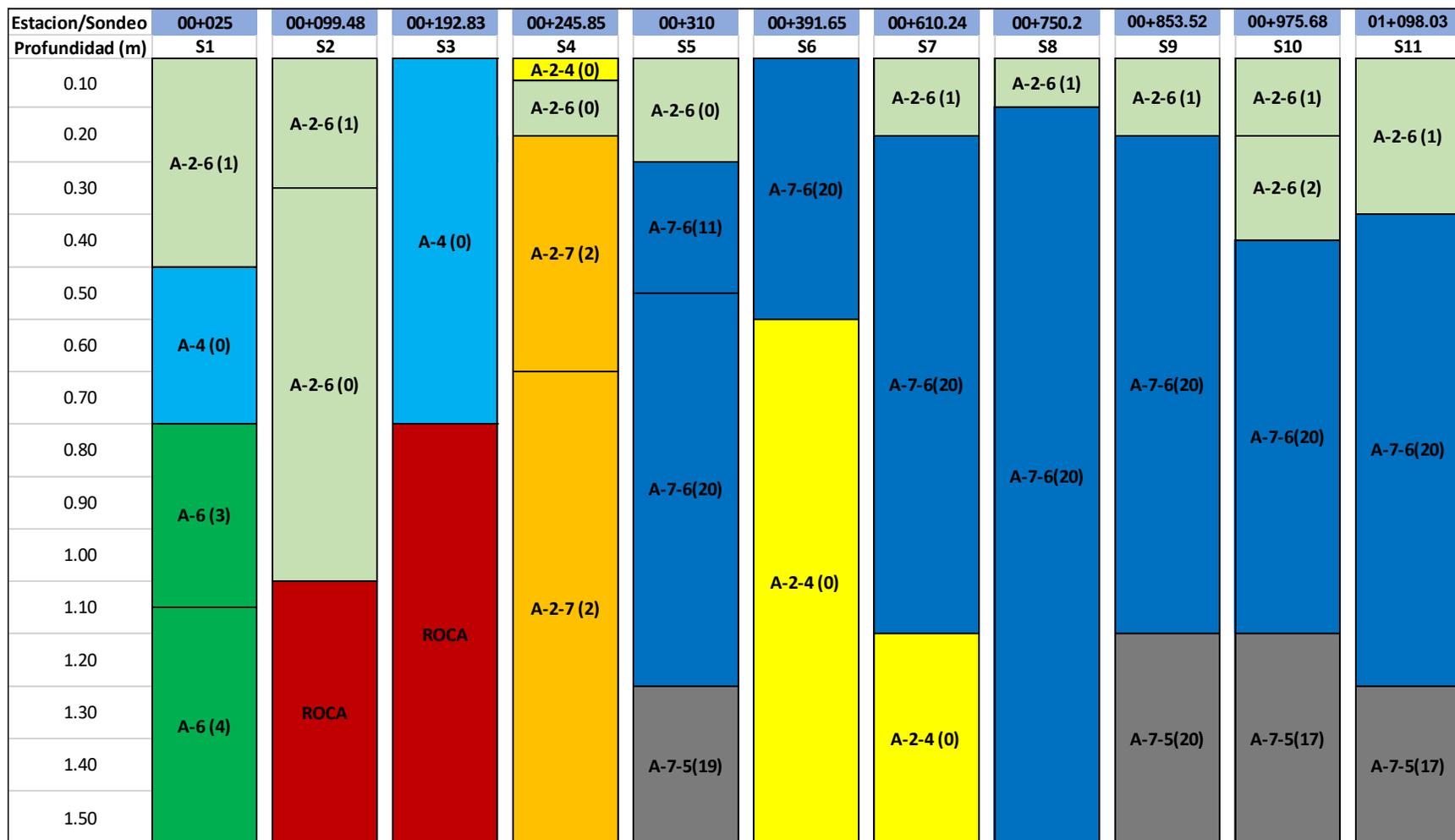
Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carretera Regionales SIECA, 2001.

**Factores Equivalentes de cargas para pavimentos Rígidos, Ejes Tándem,
Pt = 2,0.**

Carga p/eje (kips)	Espesor de losa D (en pulgadas)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
6	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
8	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
10	0.014	0.013	0.013	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
12	0.028	0.026	0.026	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
14	0.051	0.049	0.048	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
16	0.087	0.084	0.082	0.081	0.081	0.080	0.080	0.080	0.080
18	0.141	0.136	0.133	0.132	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131
20	0.216	0.210	0.206	0.204	0.203	0.203	0.203	0.203	0.203
22	0.319	0.313	0.307	0.305	0.304	0.303	0.303	0.303	0.303
24	0.454	0.449	0.444	0.441	0.440	0.439	0.439	0.439	0.439
26	0.629	0.626	0.622	0.620	0.618	0.618	0.618	0.618	0.618
28	0.852	0.851	0.850	0.850	0.850	0.849	0.849	0.849	0.849
30	1.13	1.13	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
32	1.48	1.48	1.49	1.50	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
34	1.90	1.90	1.93	1.95	1.96	1.97	1.97	1.97	1.97
36	2.42	2.41	2.45	2.49	2.51	2.52	2.53	2.53	2.53
38	3.04	3.02	3.07	3.13	3.17	3.19	3.20	3.20	3.21
40	3.79	3.74	3.80	3.89	3.95	3.98	4.00	4.01	4.01
42	4.67	4.59	4.66	4.78	4.87	4.93	4.95	4.97	4.97
44	5.72	5.59	5.67	5.82	5.95	6.03	6.07	6.09	6.10
46	6.94	6.76	6.83	7.02	7.20	7.31	7.37	7.41	7.43
48	8.36	8.12	8.17	8.40	8.63	8.79	8.88	8.93	8.96
50	10.00	9.69	9.72	9.98	10.27	10.49	10.62	10.69	10.73
52	11.9	11.5	11.5	11.8	12.1	12.4	12.6	12.7	12.8
54	14.0	13.5	13.5	13.8	14.2	14.6	14.9	15.0	15.1
56	16.5	15.9	15.8	16.1	16.6	17.1	17.4	17.6	17.7
58	19.3	18.5	18.4	18.7	19.3	19.8	20.3	20.5	20.7
60	22.4	21.5	21.3	21.6	22.3	22.9	23.5	23.8	24.0
62	25.9	24.9	24.6	24.9	25.6	26.4	27.0	27.5	27.7
64	29.9	28.6	28.2	28.5	29.3	30.2	31.0	31.6	31.9
66	34.3	32.8	32.3	32.6	33.4	34.4	35.4	36.1	36.5
68	39.2	37.5	36.8	37.1	37.9	39.1	40.2	41.1	41.6
70	44.6	42.7	41.9	42.1	42.9	44.2	45.5	46.6	47.3
72	50.6	48.4	47.5	47.6	48.5	49.9	51.4	52.6	53.5
74	57.3	54.7	53.6	53.6	54.6	56.1	57.7	59.2	60.3
76	64.6	61.7	60.4	60.3	61.2	62.8	64.7	66.4	67.7
78	72.5	69.3	67.8	67.7	68.6	70.2	72.3	74.3	75.8
80	81.3	77.6	75.9	75.7	76.6	78.3	80.6	82.8	84.7
82	90.9	86.7	84.7	84.4	85.3	87.1	89.6	92.1	94.2
84	101.	97.	94.	94.	95.	97.	99.	102.	105.
86	113.	107.	105.	104.	105.	107.	110.	113.	116.
88	125.	119.	116.	116.	116.	118.	121.	125.	128.
90	138.	132.	129.	128.	129.	131	134.	137.	141.

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carretera Regionales SIECA,

Figura 4. Perfil Estratigráfico. Sondeo del 1-11



Fuente: Elaboracion Propia

Sondeo del 12-22

Estacion/Sondeo	01+222.11	01+342.74	01+464.27	01+587.40	01+695.92	01+777.55	01+883.55	02+004.23	02+067.00	02+127.33	02+249.77
Profundidad (m)	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22
0.10				A-2-6 (0)		A-7-6(20)				A-2-6 (1)	
0.20	A-2-6 (1)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-7-6 (20)			A-2-4 (0)	A-2-6 (1)	A-2-4 (0)		A-2-6 (0)
0.30											
0.40				A-7-5 (20)		A-2-6 (0)					
0.50					A-7-6 (20)					A-7-6(20)	
0.60			A-7-6 (20)				A-7-6(20)				A-7-6(20)
0.70											
0.80	A-7-6(20)										
0.90		A-7-6 (20)						A-7-6(20)	A-7-6(20)		
1.00											
1.10						A-7-6 (20)					
1.20			A-7-5 (20)							A-7-6 (20)	
1.30					A-1-B (0)		A-7-5 (20)				A-2-7 (2)
1.40	A-7-5(20)										
1.50		A-7-5 (20)									

Fuente: Elaboracion Propia

Sondeo del 23-33

Estacion/Sondeo	02+370.05	02+490.35	02+594.41	02+711.70	02+828.52	02+929.41	03+044.79	03+167.18	03+287.14	03+410.42	03+524.92
Profundidad m	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33
0.10	A-2-6 (1)	A-2-6 (0)	A-2-6 (1)	A-2-4 (0)	A-2-6 (1)	A-2-6 (0)	A-2-7 (1)	A-2-6 (0)	A-5 (6)	A-2-7 (2)	A-2-7 (2)
0.20	A-7-6(20)	A-2-7 (0)	A-6 (1)	A-7-6(20)	A-7-6(20)	A-2-7 (0)	A-7-6(20)	A-2-6 (0)	A-7-6(20)	A-7-6(6)	A-2-6 (0)
0.30											
0.40											
0.50											
0.60											
0.70	A-2-7 (0)	A-7-5 (8)	A-5 (12)	A-2-6 (0)	A-7-6 (6)	A-2-6 (0)					
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20	A-2-7 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-7-6 (6)	A-2-6 (0)						
1.30											
1.40											
1.50											

Fuente: Elaboracion Propia

Sondeo del 34-44

Estacion/Sondeo	03+651,27	03+773,55	03+890,74	04+008,80	04+132,29	04+250,60	04+370,06	04+477,35	04+576,77	04+677,22	04+795,84
Profundidad m	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44
0,10	A-2-5 (0)		A-7-6 (5)	A-4 (0)							
0,20					A-7-6 (11)	A-2-7(1)	A-2-6 (0)	A-2-6(1)	A-2-6 (0)	A-7-6 (9)	A-2-6 (0)
0,30			A-2-5 (0)								
0,40	A-7-6 (5)										
0,50			A-2-4 (0)	A-2-6 (0)	A-5 (5)			A-7-6(11)			A-7-6 (8)
0,60			A-2-4 (0)			A-7-5 (3)					
0,70											
0,80	A-2-5 (0)	A-2-4 (0)									
0,90			A-7-6 (11)					A-7-5(16)	A-2-7 (0)		
1,00							A-7-5(20)				
1,10					A-5 (5)					A-2-6 (0)	
1,20				A-7-6 (20)							A-2-7 (0)
1,30	A-5 (12)					A-7-6(20)					
1,40			A-7-6 (11)					A-7-6 (8)			
1,50											

Sondeo del 45-55

Estacion/Sondeo	04+912,34	05+001,39	05+115,10	05+225,55	05+375,29	05+475,12	05+579,48	05+679,68	05+780,00	05+881,01	05+980,00
Profundidad m	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55
0,10	A-2-6 (0)	A-7-6 (9)		A-2-6 (2)		A-2-6 (2)	A-2-6 (2)				A-7-6 (9)
0,20											
0,30	A-2-6 (1)	A-2-7 (2)				A-2-7 (3)					
0,40									A-2-6 (0)		
0,50			A-2-7(2)				A-2-7 (2)			A-2-4 (0)	
0,60		A-7-6(11)									
0,70											
0,80					A-2-4 (0)			A-2-4 (0)			
0,90				A-2-6 (0)							A-2-7 (3)
1,00						A-7-5 (20)					
1,10	A-2-7 (0)										
1,20		A-7-6(11)					A-7-5(20)		A-6 (2)		
1,30			A-7-6 (5)							A-7-5 (20)	
1,40											
1,50											

Sondeo del 56-60

Estacion/Sondeo	06+081,26	06+181,32	06+228,95	06+332,71	06+439,76
Profundidad m	S56	S57	S58	S59	S60
0,10	A-2-7 (1)				A-2-4 (0)
0,20					A-2-4 (0)
0,30					
0,40					
0,50	A-2-7 (2)		A-2-6 (0)	A-2-5 (0)	A-2-6 (1)
0,60					
0,70					
0,80					
0,90	A-2-7 (3)				
1,00					
1,10					
1,20					
1,30					
1,40					
1,50					

Sondeo del 61-71

Estacion/Sondeo	6+520.67	6+620.91	6+736.28	6+824.59	6+958.38	7+053.28	7+155.09	7+252.23	7+349.75	7+451.79	7+550.81	
Profundidad m	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	
0,10	A-2-7-(0)											
0,20												
0,30												
0,40												
0,50	A-2-7-(0)	A-7-5(14)	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)							
0,60												
0,70												
0,80												
0,90	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	A-7-5(14)	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	A-7-5(14)	A-7-5(14)	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	
1,00												
1,10												
1,20												
1,30	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	A-7-5(14)	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	A-7-5(14)	A-7-5(14)	A-2-7-(0)	A-2-7-(0)	
1,40												
1,50												

Sondeo del 72-82

Estacion/Sondeo	7+655.03	7+757.43	7+832.23	7+983.84	8+129.54	8+230.54	8+334.45	8+434.45	8+530.15	8+630.66	8+730.17
Profundidad m	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82
0,10					A-2-4-(0)				A-2-4-(0)		A-2-4-(0)
0,20			A-2-4-(0)	A-2-4-(0)		A-2-4-(0)					
0,30		A-7-6-(8)					A-2-4-(0)	A-2-4-(0)			
0,40									A-2-4-(0)		
0,50					A-2-6-(0)						
0,60											
0,70			A-2-6-(0)								
0,80	A-2-4-(0)					A-7-6-(8)				A-2-4-(0)	A-2-6-(0)
0,90				A-2-4-(0)							
1,00		A-2-6-(0)						A-2-4-(0)			
1,10									A-2-6-(0)		
1,20					A-2-4-(0)						
1,30			A-2-6-(0)				A-7-6-(8)				
1,40						A-7-6-(8)					
1,50											

Sondeo del 83-93

Estacion/Sondeo	8+829.49	8+905.04	8+981.24	8+077.74	9+183.93	9+281.42	9+378.08	9+481.41	9+586.74	9+677.07	9+774.20
Profundidad m	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93
0,10		A-2-4-(0)				A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)		A-2-7-(1)	
0,20	A-2-4-(0)		A-2-7-(1)		A-2-4-(0)						
0,30				A-2-4-(0)			A-2-7-(1)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)		
0,40											
0,50			A-2-7-(1)								
0,60			A-2-7-(1)			A-2-7-(1)					
0,70										A-2-7-(1)	
0,80											A-2-4-(0)
0,90	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)					A-2-4-(0)			
1,00					A-2-7-(1)				A-2-4-(0)		
1,10				A-2-4-(0)			A-2-4-(0)				
1,20											
1,30			A-2-4-(0)			A-2-4-(0)				A-2-7-(1)	
1,40											
1,50											

Sondeo del 94-104

Estacion / sondeo	9+875.09	9+980.00	10+085.40	10+199.23	10+304.67	10+397.69	10+494.78	10+595.24	10+701.23	10+805.53	10+901.99
Profundidad (m)	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100	S101	S102	S103	S104
0.10	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-6-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	
0.20								A-2-6-(0)			
0.30	A-2-4-(0)									A-2-4-(0)	
0.40											
0.50											
0.60	A-2-4-(0)			A-2-6-(0)			A-2-4-(0)				
0.70											
0.80		A-7-5-(11)	A-7-5-(11)						A-7-5-(11)		A-7-5-(11)
0.90					A-2-6-(0)						
1.00						A-2-6-(0)					
1.10	A-7-5-(11)									A-2-6-(0)	
1.20				A-2-6-(0)			A-7-5-(11)				
1.30		A-7-5-(11)							A-7-5-(11)		
1.40			A-2-6-(0)								
1.50											

Sondeo del 105-115

Estacion / sondeo	11+007.17	11+105.24	11+203.07	11+304.32	11+410.78	11+513.41	11+616.15	11+705.84	11+802.77	11+917.56	12+009.67
Profundidad (m)	S105	S106	S107	S108	S109	S110	S111	S112	S113	S114	S115
0.10	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)		A-7-5-(3)		A-2-4-(0)	A-2-4-(0)
0.20					A-2-4-(0)						
0.30									A-7-5-(3)		A-2-4-(0)
0.40											
0.50			A-7-5-(3)				A-2-6-(0)				
0.60											
0.70										A-2-4-(0)	
0.80		A-2-6-(0)									A-7-5-(3)
0.90				A-2-6-(0)							
1.00	A-2-4-(0)				A-7-5-(3)						
1.10						A-2-6-(0)				A-7-5-(3)	
1.20											
1.30			A-7-5-(3)								
1.40							A-7-5-(3)			A-2-6-(0)	
1.50									A-2-6-(0)		A-7-5-(3)

Sondeo del 116-126

Estacion / sondeo	12+111.63	12+206.05	12+258.76	12+304.87	12+376.82	12+453.51	12+508.32	12+550.80	12+680.24	12+797.40	12+903.45
Profundidad (m)	S116	S117	S118	S119	S120	S121	S122	S123	S124	S125	S126
0.10									A-2-4-(0)		A-2-4-(0)
0.20	A-2-6-(0)	A-2-4-(0)			A-2-6-(0)						
0.30			A-2-4-(0)				A-2-4-(0)				
0.40											
0.50											
0.60											
0.70											
0.80				A-2-4-(0)		A-2-6-(0)		A-2-4-(0)		A-7-6-(7)	
0.90	A-2-4-(0)								A-7-6-(7)		
1.00		A-2-6-(0)									A-2-6-(0)
1.10			A-2-4-(0)								
1.20							A-7-6-(7)				
1.30					A-2-4-(0)						
1.40											
1.50											

Sondeo del 127-137

Estacion / sondeo	13+001.38	13+133.47	13+179.11	13+256.96	13+348.45	13+434.59	13+561.29	13+636.95	13+734.02	13+825.13	13+925.82
Profundidad (m)	S127	S128	S129	S130	S131	S132	S133	S134	S135	S136	S137
0.10	A-2-4-(0)	A-1-a-(0)	A-1-a-(0)	A-1-a-(0)	A-1-a-(0)	A-1-a-(0)		A-2-4-(0)		A-1-a-(0)	
0.20											
0.30	A-2-4-(0)		A-1-a-(0)	A-2-4-(0)					A-2-4-(0)		
0.40											
0.50	A-2-4-(0)		A-1-a-(0)	A-2-4-(0)							
0.60											
0.70	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)		A-2-4-(0)			A-1-a-(0)	A-1-a-(0)			A-1-a-(0)
0.80											
0.90	A-2-4-(0)		A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	A-1-a-(0)				A-2-4-(0)	A-2-4-(0)	
1.00											
1.10	A-2-4-(0)		A-2-4-(0)	A-2-4-(0)					A-2-4-(0)		
1.20											
1.30	A-2-4-(0)			A-2-4-(0)							
1.40											
1.50	A-2-4-(0)			A-2-4-(0)							

Sondeo del 138-148

Estacion / sondeo	14+011.66	14+115.37	14+211.64	14+317.87	14+424.16	14+512.49	14+607.13	14+702.72	14+785.28	14+877.63	14+957.28
Profundidad (m)	S138	S139	S140	S141	S142	S143	S144	S145	S146	S147	S148
0.10	A-2-4-(0)										A-1-a-(0)
0.20						A-2-4-(0)				A-2-6-(0)	
0.30											
0.40											
0.50											
0.60									A-2-4-(0)		
0.70											
0.80		A-2-4-(0)	A-1-a-(0)	A-2-4-(0)	A-2-4-(0)		A-1-a-(0)			A-1-a-(0)	
0.90	A-1-a-(0)										A-1-a-(0)
1.00						A-1-a-(0)					
1.10											
1.20											
1.30										A-1-a-(0)	
1.40								A-2-6-(0)	A-2-4-(0)		
1.50											

Sondeo del 149-159

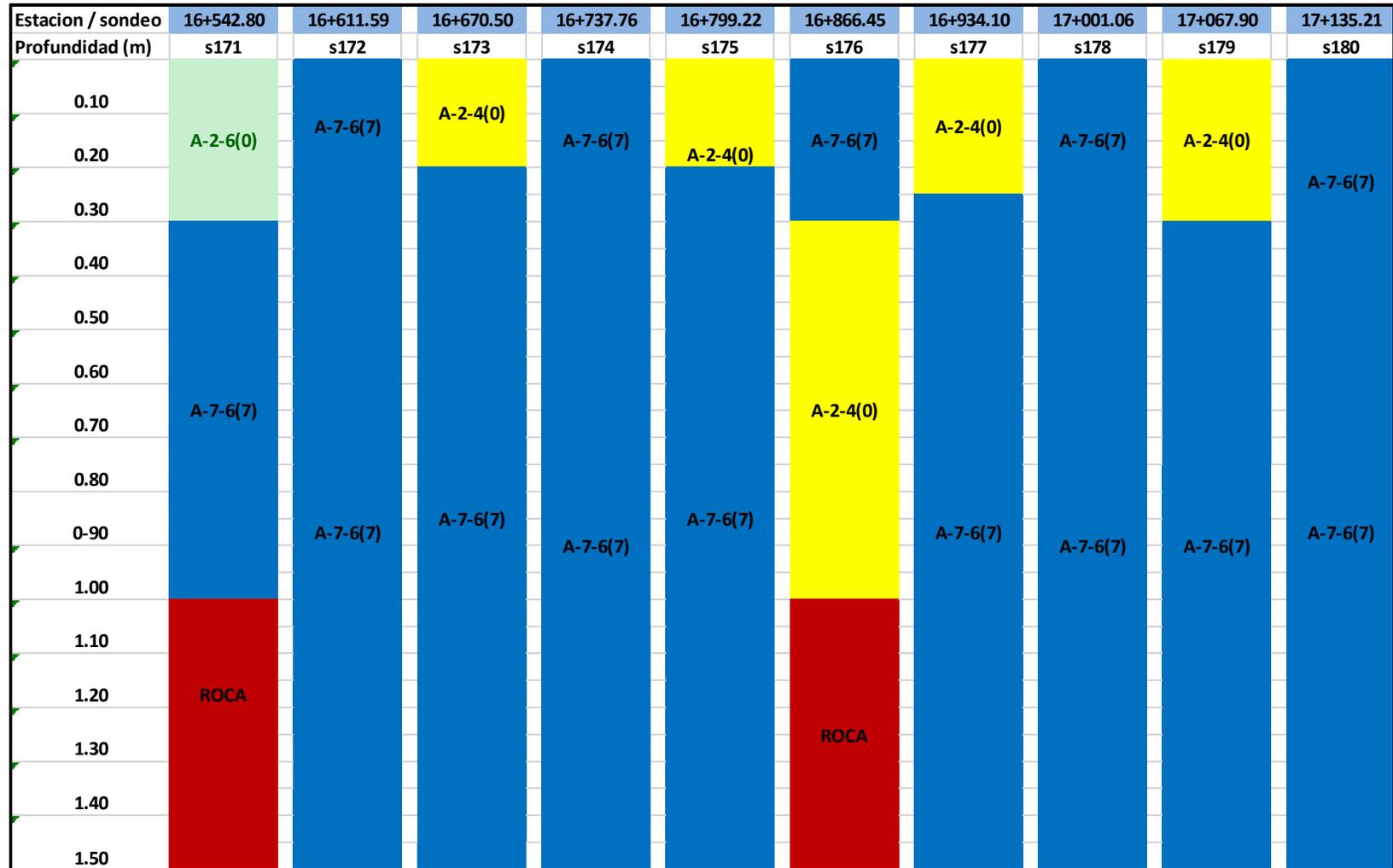
Estacion / sondeo	15+042.47	15+132.63	15+199.61	15+266.61	15+333.71	15+400.28	15+467.70	15+536.07	15+603.35	15+669.87	15+737.24
Profundidad (m)	S149	S150	S151	S152	S153	S154	S155	S156	S157	S158	S159
0.10											
0.20	A-2-5-(0)	A-2-5-(0)		A-1-a-(0)		A-1-a-(0)	A-2-5-(0)		A-1-a-(0)		
0.30											
0.40								A-1-a-(0)		A-1-a-(0)	A-7-5-(2)
0.50							A-2-5-(0)				
0.60											
0.70		A-2-5-(0)									
0.80			A-1-a-(0)	A-2-5-(0)	A-7-5-(2)						
0.90											
1.00	A-1-a-(0)					A-7-5-(2)			A-7-5-(2)		A-7-5-(2)
1.10							A-1-a-(0)	A-7-5-(2)		A-2-5-(0)	
1.20		A-2-5-(0)									
1.30				A-2-5-(0)							
1.40											A-7-5-(2)
1.50											

Sondeo del 160-170

Estacion / sondeo	15+804.37	15+872.59	15+940.22	16+007.76	16+074.74	16+141.59	16+210.75	16+277.50	16+345.00	16+411.99	16+475.10
Profundidad (m)	S160	S161	S162	S163	S164	S165	S166	S167	S168	S169	S170
0.10											
0.20	A-2-4(0)										
0.30			A-2-4(0)								
0.40		A-7-6(7)		A-7-6(7)							
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90	A-7-6(7)										
1.00			A-7-6(7)		A-7-6(7)			A-7-6(7)			
1.10				A-7-6(7)							
1.20		A-7-6(7)				A-2-4(0)					
1.30											
1.40											
1.50											

Fuente: Elaboracion propia

Sondeo del 171-180



Fuente: Elaboracion propia