

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE GRADO

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS
SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO”**

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO
ACADÉMICO DE LICENCIADO EN INGENIERÍA CIVIL**

POSTULANTE: Univ. Gustavo Socaticona Crespo

TUTOR COLECTIVO: Ing. Fabricio Ocampo Vedia

ASESORES: Ing. Alfredo Escobar Arana, Ing. Rodolfo Tadeo Vega Cardozo

Cobija - Pando - Bolivia

2026

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y respeto, dedico este proyecto de grado a quienes han sido el pilar de mi vida y mi formación. Al llegar al final de esta etapa y ver el plano de mi carrera finalmente trazado, comprendo que ningún proyecto por sólido que parezca se levanta en soledad. Este título es el puente que une todos los apoyos incondicionales que recibí.

A mi madre, cuya fortaleza ha sido el refuerzo de mi existencia, y a mi amado padre cuya ausencia física no apagó su voz, pues desde la memoria se convirtió en el terreno firme sobre el que cimenté cada esfuerzo. Gracias por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo, la honestidad, la responsabilidad y la humildad. Su sacrificio, silencioso pero constante, fue la base que me sostuvo en los momentos más duros y el impulso que me llevó a no rendirme cuando las fuerzas flaqueaban.

A mis hermanos, por compartir conmigo la vida, por su cariño incondicional y por ser una fuente de apoyo en los momentos más exigentes. Aunque cada uno recorre su propio camino, hemos crecido juntos enfrentando desafíos y celebrando logros, y este también les pertenece.

Y a mis amigos, con quienes compartí jornadas de estudio, largas conversaciones, frustraciones y alegrías. Gracias por su lealtad, por su apoyo sincero y por hacer de este recorrido académico una experiencia más humana, fraterna y llevadera. Su compañía ha sido un regalo invaluable faros de alegría que iluminaron el camino cuando la ruta se complicaba.

A todos ustedes, con amor, respeto y gratitud eterna: este logro también es suyo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente al Ing. Alfredo Escobar Arana, tutor de este proyecto de grado, por su valiosa orientación, por compartir generosamente sus conocimientos y por guiarme con firmeza, claridad y criterio técnico en cada etapa del proceso. Su exigencia académica y compromiso fueron determinantes para lograr un trabajo riguroso y profesional.

De igual manera, expreso mi sincera gratitud al Ing. Fabricio Ocampo Vedia, asesor de modalidad, por su acompañamiento constante, por sus observaciones oportunas y por fomentar en mí un enfoque crítico y responsable en el ejercicio de la ingeniería civil.

A mi familia, especialmente a mis padres, por su amor incondicional y por enseñarme, a través del ejemplo, el valor del sacrificio, el trabajo honesto y la superación personal. A mis hermanos, por su apoyo constante y por ser un sostén emocional en los momentos de mayor desafío.

A mis amigos, verdaderos compañeros de lucha y aprendizaje, les agradezco por su amistad sincera, por los momentos compartidos dentro y fuera del aula, por su colaboración desinteresada, por las jornadas de estudio y los consejos oportunos. Gracias por estar presentes cuando más lo necesitaba, por aligerar los momentos difíciles con una sonrisa y por demostrar que la camaradería también forma parte del éxito profesional.

Este logro no es únicamente mío: es el reflejo de cada aporte, cada gesto de apoyo y cada palabra de aliento que me acompañó en el camino.

RESUMEN

El diseño de pavimentos urbanos es fundamental para garantizar la movilidad, seguridad y desarrollo de las ciudades. La calidad de la infraestructura vial impacta directamente en la calidad de vida de los habitantes y el acceso a servicios básicos, requiriendo soluciones adaptadas a las condiciones específicas del terreno, clima y tránsito de cada zona.

El presente proyecto se desarrolla en el Barrio 27 de Mayo, en la ciudad de Cobija, Pando. Actualmente, las vías presentan deficiencias estructurales significativas, caracterizadas por la ausencia de pavimentación, acumulación de agua en épocas de lluvia y deterioro de las superficies de rodadura, lo que afecta la movilidad y seguridad de los residentes.

El objetivo general es elaborar una propuesta de diseño de pavimento rígido y enlosetado para cinco tramos viales del barrio. Como objetivos específicos se plantean: realizar estudios de topografía, tránsito, hidrología y suelos; diseñar el sistema de drenaje superficial; dimensionar las estructuras de pavimento según normativa; y elaborar el presupuesto y cronograma de obra.

La primera parte del trabajo presenta los fundamentos teóricos. A continuación, se describe la metodología empleada. Posteriormente, se exponen los resultados y el diseño estructural. Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, planos y el presupuesto.

Palabras clave: Pavimento rígido, pavimento articulado, diseño estructural, drenaje vial, camino urbano.

Abstract

The design of urban pavements is essential to guarantee the mobility, safety, and development of cities. The quality of road infrastructure directly impacts the quality of life of inhabitants and their access to basic services, requiring solutions adapted to the specific conditions of the terrain, climate, and traffic of each area.

This project is developed in the 27 de Mayo Neighborhood, in the city of Cobija, Pando. Currently, the roads present significant structural deficiencies, characterized by the lack of paving, water accumulation during rainy seasons, and deterioration of road surfaces, which affects the mobility and safety of residents.

The general objective is to develop a design proposal for rigid and interlocking pavement for five road sections of the neighborhood. The specific objectives are: to carry out topographical, traffic, hydrological, and soil studies; to design the surface drainage system; to dimension the pavement structures according to regulations; and to prepare the budget and work schedule.

The first part of the work presents the theoretical foundations. Next, the methodology employed is described. Subsequently, the results and structural design are presented. Finally, the conclusions, recommendations, plans, and budget are presented.

Keywords: Rigid pavement, interlocking pavement, structural design, road drainage, urban road.

ÍNDICE

CAPITULO I	1
1. INTRODUCCION	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1 Descripción del problema	3
1.2.2 Formulación del problema	4
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivo especifico	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	5
1.5 METODOLOGÍA	6
1.6 ALCANCES	7
CAPITULO II	9
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTADO DEL ARTE.....	9
2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PAVIMENTO	9
2.1.1 Pavimento rígido.....	10
2.1.2 Pavimento articulado	11
2.1.3 Elementos estructurales que conforman el pavimento.....	11
2.1.4 Perfiles y partes tipo del diseño geométrico de una vía carretera.....	14
2.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO	19
2.2.1 Definición de la topografía	19
2.2.2 División de la topografía.....	20
2.2.3 Superficies de nivel.....	21

2.2.4	Levantamientos topográficos	22
2.2.5	Red municipal y clasificación de vías urbanas	24
2.2.6	Parámetros de alineamiento horizontal.....	26
2.2.7	Parámetros de alineamiento vertical	27
2.2.8	Señalización horizontal.....	30
2.2.9	Señalización vertical	34
2.3	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	40
2.3.1	Investigación de suelos y rocas para propósitos de ingeniería (ASTM D420 / AASHTO T86)	40
2.3.2	Cuarteo (ASTM D75 / AASHTO T146)	42
2.3.3	Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422 / AASHTO T88).....	44
2.3.4	Límites de consistencia de Atterberg (ASTM D4318 / AASHTO T89 Y T90).....	47
2.3.5	Ensayo de compactación proctor modificado (ASTM D1557 / AASHTO T180).....	51
2.3.6	Determinación de relación de soporte califonia del suelo (CBR) (ASTM D1883 / AASHTO T193).....	56
2.3.7	Mejoramiento de Suelos con Cemento (ASTM D806 / AASHTO T134).....	58
2.4	ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRAULICOS.....	61
2.4.1	Caracterización de la cuenca de aporte.....	61
2.4.1.1	Análisis de precipitaciones	66
2.4.2	Cálculo de cunetas	77
2.4.3	Cálculo de sumideros	82
2.5	ESTUDIOS DE TRANSITO	87
2.5.1	Aforo vehicular	87

2.5.2	Método de aforo manual y mecánico.....	88
2.5.3	Clasificación de vehículos	89
2.5.4	Pesos y dimensión vehicular.....	89
2.5.5	Componentes del tránsito vehicular.....	91
2.5.6	Proyección de tránsito vehicular.....	95
2.5.6.1	DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL.....	100
2.5.7	Cálculo de ejes equivalentes ESALs (Equivalent simple axial Load) W18	102
2.5.8	Confiabilidad y desviación estándar normal R y ZR	107
2.5.9	Error estándar combinado S_o	109
2.5.10	Índices de serviciabilidad P_o y P_t	109
2.5.11	Módulo de rotura del concreto S'_c	111
2.5.12	Módulo de elasticidad del concreto E_c	111
2.5.13	Capacidad de drenaje C_d	112
2.5.14	Coefficiente de transmisión de carga J.....	114
2.5.15	Módulo de reacción compuesto de la subrasante k.....	118
2.5.16	Módulo de resiliencia del suelo M_r	121
2.5.17	Número estructural de los espesores del pavimento SN.....	122
CAPITULO III.....		128
3.	DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS	128
3.1	DESCRIPCIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	128
3.1.1	Datos y ubicación de los tramos	128
3.1.2	Equipos y materiales utilizados	129
3.1.3	Trabajo en campo.....	130

3.1.4	Trabajo de gabinete.....	131
3.2	DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	131
3.2.1	Trabajo en campo.....	131
3.2.2	Ensayos de laboratorio.....	132
3.2.3	Trabajo de gabinete.....	133
3.2.4	Cambio y mejoramiento de material para subrasante.....	134
3.3	DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRAULICOS	134
3.3.1	Procesamiento de los datos y relleno de datos faltantes de las precipitaciones	134
3.3.2	Cálculo de parámetros geomorfológicos	136
3.3.3	Evaluación técnica del cumplimiento y estado actual de obras de hidráulicas.....	137
3.3.4	Diseño de hidráulico	138
3.4	DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS DE TRAFICO.....	138
	CAPITULO IV.....	140
4.	RESULTADOS	140
4.1	RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS TOPOGRAFICOS	140
4.1.1	Resultados del estudio de levantamiento topográfico.....	140
4.1.2	Resultados del estudio topográfico en software.....	141
4.2	RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOTECNICO	142
4.2.1	Resultados de ensayos granulométricos y su clasificación.....	142
4.2.2	Resultados de ensayos de límites de Atterberg.....	143
4.2.3	Resultados de compactación Proctor y CBR	144
4.3	RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO.....	145
4.3.1	Resultado de los parámetros geomorfológicos	145

4.3.2	Resultado de estudios hidrológicos.....	145
4.3.3	Resultado de estudios hidráulicos.....	146
4.4	RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE TRANSITO	147
4.4.1	Resultados del estudio de tránsito promedio diario, semanal, anual	147
4.5	RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE CALCULO DE PAQUETE ESTRUCTURAL	
	148	
	CAPITULO V.....	149
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
6.	BIBLIOGRAFÍA	152
7.	ANEXOS	153
7.1	ANEXOS “A” TOPOGRAFÍA Y DISEÑO GEOMETRICO.....	153
7.1.1	Anexo A.1 trabajo en campo	153
7.1.2	Anexo A.2 recolección de Bench Marks (BM) locales	154
7.1.3	Anexo A.3 levantamiento topográfico de las vías	156
7.2	ANEXOS “B” GEOTÉCNICOS	160
7.2.1	Anexo B.1 trabajo de campo y laboratorio	160
7.2.2	Anexo B.2 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramos 1, 2 y 3 granulometría	
	161	
7.2.3	Anexo B.3 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramos 1, 2 y 3 Proctor	
	modificado	162
7.2.4	Anexo B.4 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramos 1, 2 y 3 CBR	163
7.2.5	Anexo B.5 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramo 4 y 5 granulometría ..	164

7.2.6	Anexo B.6 informes de laboratorio del “Suelo natural” límites de consistencia tramo 4 y 5	165
7.2.7	Anexo B.7 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramos 4 y 5 Proctor modificado	166
7.2.8	Anexo B.8 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramos 4 y 5 CBR	167
7.2.9	Anexo B.9 informes de laboratorio del “Suelo mejorado” granulometría.....	168
7.2.10	Anexo B.10 informes de laboratorio del “Suelo mejorado” límites de consistencia..	169
7.2.11	Anexo B.11 informes de laboratorio del “Suelo mejorado” Proctor modificado	170
7.2.12	Anexo B.12 informes de laboratorio del “Suelo mejorado” CBR	171
7.2.13	Anexo B.13 informes de laboratorio del “Suelo mejorado” rotura de probetas de resistencia a la compresión del mejoramiento con suelo cementos	172
7.3	ANEXOS “C” HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	173
7.3.1	Anexo C.1 área de la cuenca de aporte	173
7.3.2	Anexo C.2 coeficiente de escorrentía	174
7.3.3	Anexo C.3 parámetros morfométricos y geomorfológicos de la cuenca	175
7.3.4	Anexo C.4 datos históricos de la estación pluviométrica cobija aeropuerto	177
7.3.5	Anexo C.5 cálculo de la intensidad de la precipitación	179
7.3.6	Anexo C.6 cálculo de cunetas y sumidero	182
7.4	ANEXOS “D” TRANSITO	184
7.4.1	Anexo D.1 aforo vehicular.....	184
7.4.2	Anexo D.2 estudios de tránsito diario en su variación horaria	185
7.4.3	Anexo D.3 estudios de tránsito semanal en su variación diaria.....	192

7.4.4	Anexo D.4 cuadros demostrativos del parque automotor, crecimiento del producto interno bruto, proyección de población nacional y departamental, volumen comercializado de combustible.....	193
7.4.5	Anexo D.5 cálculo de ejes equivalentes FEL o fvp por tipo de vehículo.....	196
7.4.6	Anexo D.6 cálculo de tránsito promedio diario anual TPDA.....	197
7.4.7	Anexo D.7 cálculo de proyección de futura TPDA 2024-2047.....	198
7.4.8	Anexo D.8 cálculo de ejes equivalentes W18.....	199
7.5	ANEXOS “E” CALCULO DE ESPESORES DE PAVIMENTO	200
7.5.1	Anexo E.1 diseño de pavimento articulado con adoquines	200
7.5.2	Anexo E.2 diseño de pavimento rígido.....	201
7.6	ANEXOS “F” PRESUPUESTO DETALLADO DEL PROYECTO Y CRONOGRAMA	
	202	
7.6.1	Anexo F.1 presupuestos por hitos e ítems del y general de obra.....	202
7.6.2	Anexo F.2 análisis de precios unitarios	203
7.6.3	Anexo F.3 precios unitarios elementales: materiales, mano de obra, equipo y herramientas	227
7.6.4	Anexo F.5 computo métrico	230
7.6.5	Anexo F.4 cronograma de actividades.....	232
7.7	ANEXOS “G” DETALLE DE PLANOS.....	233

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Dimensionamiento de las aceras	19
Tabla 2	Clasificación funcional para diseño de carretera y camino rurales.....	26
Tabla 3	Radios mínimos en curvas horizontales.....	26
Tabla 4	Peralte.....	27
Tabla 5	Pendiente longitudinal máxima.....	29
Tabla 6	Pendiente transversal de bombeo	29
Tabla 7	Curvas Verticales de cóncava y convexas.....	30
Tabla 8	Señalización horizontal longitudinal al eje usadas en el proyecto.....	31
Tabla 9	Señalización horizontal transversal (líneas de cruce) usadas en el proyecto	31
Tabla 10	Señalización símbolos y leyendas usadas en el proyecto.....	32
Tabla 11	Señalización otras demarcaciones usadas en el proyecto.....	33
Tabla 12	Distancia mínima entre señales vertical.....	35
Tabla 13	Ubicación transversal de señales verticales (distancia y altura)	35
Tabla 14	Señalización preventiva usadas en el proyecto	37
Tabla 15	Señalización reglamentarias usadas en el proyecto	38
Tabla 16	Numero de calicatas para exploración de suelos.....	40
Tabla 17	Serie de tamices utilizados en el ensayo de granulometría.....	44
Tabla 18	Comparación de métodos de compactación de suelo según normas ASTM y AASHTO	52
Tabla 19	Tabla de CBR y espesores mínimos requeridos según el tipo de pavimento.....	59
Tabla 20	Valores de coeficiente de escurrimiento.....	63

Tabla 21	Valores de coeficiente de escurrimiento según el tipo de terreno	64
Tabla 22	Valores de coeficiente de escurrimiento según el tipo características de la cuenca	65
Tabla 23	Valores del coeficiente de escorrentía según tipo de superficie	65
Tabla 24	Datos generales de la estación meteorológica.....	67
Tabla 25	Datos históricos de precipitación máxima	68
Tabla 26	Precipitaciones diarias máximas probables.....	69
Tabla 27	Coefficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas	70
Tabla 28	Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias	71
Tabla 29	Intensidades de lluvia en función de duración y frecuencia de la precipitación.....	71
Tabla 30	Cálculo del coeficiente de regresión k, m y n.....	73
Tabla 31	Periodo de retorno para estructuras menores	75
Tabla 32	Coefficientes de rugosidad de Manning.....	78
Tabla 33	Criterio de diseño para cunetas en calle y avenidas	80
Tabla 34	Pesos brutos máximos permitido por ejes y grupos de ejes	89
Tabla 35	Dimensión vehicular de tipos de vehículos.....	90
Tabla 36	Valor de la constante k en función del nivel de confiabilidad.....	95
Tabla 37	Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	103
Tabla 38	Factores de distribución direccional y de carril	104
Tabla 39	Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos	105
Tabla 40	Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos flexibles (articulados).....	105
Tabla 41	Factor de ajuste por presión de neumático (Fp) para Ejes Equivalentes (EE).....	107

Tabla 42	Valores del nivel de confianza R (%) de acuerdo al tipo de camino.....	108
Tabla 43	Valores que corresponden a los niveles de confiabilidad.....	108
Tabla 44	Valores del desvió estándar.....	109
Tabla 45	Calificación del pavimento según el índice de serviciabilidad.....	109
Tabla 46	Capacidad de Drenaje.....	112
Tabla 47	Coeficientes de drenajes para pavimentos rígidos.....	112
Tabla 48	Coeficientes de drenajes para pavimentos flexibles (articulados).....	113
Tabla 49	Coeficiente de transmisión J.....	114
Tabla 50	Espaciamiento de junta de acuerdo al tipo de agregado.....	115
Tabla 51	Dimensiones en pasajuntas en pavimentos urbanos.....	116
Tabla 52	Tipos de juntas de contracción.....	116
Tabla 53	Tipos de juntas de construcción.....	117
Tabla 54	Aumento de k debido a presencia de subbase granular.....	119
Tabla 55	Aumento de k debido a la presencia de subbase de suelo cemento.....	120
Tabla 56	Ajuste de espesores en función del número estructural.....	126
Tabla 57	Espesores mismos de concreto asfáltico y base granular.....	127
Tabla 58	Resumen de los resultados de granulometría por tramos.....	143
Tabla 59	Resumen de los resultados de clasificación de suelos por tramos.....	143
Tabla 60	Resumen de los resultados de límites de Atterberg.....	144
Tabla 61	Resumen de los resultados de ensayos proctor modificado y CBR.....	144
Tabla 62	Parámetros geomorfológicos.....	145
Tabla 63	Tabla de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).....	146

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos	11
Figura 2	Figura ilustrativa de las capas entre los distintos tipos de pavimentos	13
Figura 3	Sección transversal típica a media ladera de una vía multicarril con separador central 16	
Figura 4	Sección transversal típica de una vía urbana de bajo volumen de tránsito	17
Figura 5	Vía de segundo orden - vías colectoras 2 x 1	18
Figura 6	Mapa de contorno de las curvas de nivel.....	20
Figura 7	Figuras ilustrativas de Bench Marks	21
Figura 8	Partes de una estación total.....	23
Figura 9	Esquema de peraltes y bombeo en calzada estructural.....	27
Figura 10	Orientación de la señal (perspectiva horizontal)	36
Figura 11	Orientación de la señal (perspectiva vertical).....	36
Figura 12	Materiales y equipo para extracción de muestras mediante calicatas	41
Figura 13	Procedimiento ilustrativo de la extracción de muestras mediante calicata	42
Figura 14	Materiales y equipo para método del cuarteo.....	43
Figura 15	Procedimiento gráfico del cuarteo.....	43
Figura 16	Materiales y equipo para el estudio de granulometría.....	45
Figura 17	Procedimiento ilustrativo de estudio granulométrico.....	47
Figura 18	Gráfica de plasticidad.....	48
Figura 19	Materiales y equipo para el estudio de límites de consistencia	49
Figura 20	Procedimiento ilustrativo del estudio de límite líquido.....	50
Figura 21	Procedimiento ilustrativo del estudio de límites plásticos	51
Figura 22	Materiales y equipo para el estudio de Proctor modificado	53

Figura 23	Procedimiento ilustrativo del estudio de Proctor modificado	55
Figura 24	Materiales y equipo para el estudio de CBR	56
Figura 25	Procedimiento ilustrativo del ensayo de CBR.....	58
Figura 26	Materiales y equipo del ensayo de mejoramiento de suelos.....	60
Figura 27	Procedimiento ilustrativo del estudio de mejoramiento de suelos	61
Figura 28	Modelo hidrográfico ilustrativo.....	62
Figura 29	Modelo de mapa de uso de suelos y cobertura vegetal	64
Figura 30	Simplificación por cambio de variable de los parámetros.....	72
Figura 31	Sistema de ecuaciones cuadráticas para el cálculo de los parámetros.....	73
Figura 32	Sección típica de una cuneta.....	78
Figura 33	Fórmulas de geometrías hidráulicas	79
Figura 34	Cálculo del factor de reducción en función de la pendiente.....	81
Figura 35	Sumidero y sus componentes	82
Figura 36	Forma y ubicación de un sumidero de rejilla	83
Figura 37	Eficiencia de intercepción de flujo frontal de entrada de rejilla.....	84
Figura 38	Diagrama de clasificación del volumen de tránsito.....	92
Figura 39	Número de vehículos del parque automotor de Bolivia 2003-2023.....	96
Figura 40	Variación porcentual del parque automotor de la gestión 2022-2023	97
Figura 41	Tasa de crecimiento poblacional histórico 2012-2022	97
Figura 42	Producto Interno Bruto histórico 1989-2023.....	98
Figura 43	Consumo anual de combustible histórico 2000-2023	99
Figura 44	Imagen ilustrativa de los factores de dirección	104
Figura 45	Demostración ilustrativa de las cargas en los ejes.....	106

Figura 46	Días promedio históricos lluviosos al mes	113
Figura 47	Tipos de pavimentos de hormigón.....	115
Figura 48	Junta de expansión	118
Figura 49	Figura ilustrativa de funcionamiento del número estructural.....	122
Figura 50	Cálculo del coeficiente estructural de la capa asfáltica	123
Figura 51	Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes.....	124
Figura 52	Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes.....	124
Figura 53	Relación entre el coeficiente estructural para base tratada con cemento y distintos parámetros resistentes	125
Figura 54	Espesores recomendados para pavimentos de adoquín	127
Figura 55	Mapa de ubicación de los tramos	128
Figura 56	Materiales y equipos usados en el levantamiento topográfico	129
Figura 57	Trabajo en campo levantamiento topográfico	130
Figura 58	Trabajo en campo extracción de muestras.....	132
Figura 59	Levantamiento de datos de alcantarilla	137
Figura 60	Calculo de caudal de alcantarilla mediante Hcanales.....	137
Figura 61	Conteo vehicular remoto: apoyo en horario fuera de campo	139
Figura 62	Resultados el estudio topográfico.....	141
Figura 63	Curvas IDF de la precipitación.....	146
Figura 64	Dimensiones de cunetas y sumideros	147

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Calculo de coeficiente de escorrentía teórico	62
Ecuación 2	Cálculo del coeficiente de escorrentía ponderado.....	63
Ecuación 3	Media aritmética de la serie de datos considerados	68
Ecuación 4	Desviación típica o estándar de la muestra de datos considerados	68
Ecuación 5	Parámetro de escala variable α (alfa)	69
Ecuación 6	Parámetro de localización (μ)	69
Ecuación 7	Transformación inversa de Gumbel generalizada.....	69
Ecuación 8	Función de distribución acumulada de la distribución Gumbel.....	70
Ecuación 9	Calculo de la intensidad teórica	71
Ecuación 10	Calculo de la intensidad en función de sus parámetros	72
Ecuación 11	Ecuación de la intensidad logarítmica.....	72
Ecuación 12	Ecuación de la recta	73
Ecuación 13	Tiempo de concentración (ven te chow)	74
Ecuación 14	Tiempo de concentración (Temez)	74
Ecuación 15	Tiempo de concentración (Kirpich – 1940)	75
Ecuación 16	Calculo del coeficiente de uniformidad	76
Ecuación 17	Ecuación método racional.....	76
Ecuación 18	Ecuación método racional modificado.....	76
Ecuación 19	Ecuación de Manning.....	77
Ecuación 20	Pendiente longitudinal.....	79
Ecuación 21	Número de froude	80
Ecuación 22	Descarga admisible	81

Ecuación 23	Cálculo del flujo frontal	85
Ecuación 24	Cálculo del flujo lateral.....	85
Ecuación 25	Cálculo de relación del flujo frontal	85
Ecuación 26	Cálculo de relación del flujo lateral	86
Ecuación 27	Cálculo de eficiencia de captación.....	86
Ecuación 28	Cálculo del caudal interceptado	86
Ecuación 29	Cálculo del caudal de sobrepaso	87
Ecuación 30	Cálculo del TPDS o IMDS.....	93
Ecuación 31	Cálculo de TPDA o IMDA.....	94
Ecuación 32	Caculo de error estándar de la media	94
Ecuación 33	Cálculo de desviación estándar muestral	95
Ecuación 34	Fórmula de tasa de crecimiento y proyección en función exponencial	100
Ecuación 35	Cálculo de espesor de la losa del pavimento rígido	101
Ecuación 36	Cálculo de numero estructural del pavimento flexible (articulado).....	101
Ecuación 37	Cálculo de ejes equivalentes	102
Ecuación 38	Cálculos de ejes equivalentes por tipo de vehículo.....	102
Ecuación 39	Cálculo de factor de crecimiento acumulado	103
Ecuación 40	Calculo de perdida de serviciabilidad	110
Ecuación 41	Calculo mediante correlación de módulo de ruptura del concreto.....	111
Ecuación 42	Cálculo de módulo de elasticidad del concreto E_c mediante correlación.....	111
Ecuación 43	Calculo de porcentaje próximo a la saturación	114
Ecuación 44	Caculo correlativo del módulo de reacción compuesto k de la subrasante cuando el CBR $\leq 10\%$	119

Ecuación 45	Calculo correlativo del módulo de reacción compuesto k de la subrasante cuando el $CBR > 10\%$	119
Ecuación 46	coeficiente equivalente K_{eq}	120
Ecuación 47	Calculo correlativo del módulo resiliente para $CBR < 10$ desarrollado por Huekelom y Klomp.....	121
Ecuación 48	Calculo correlativo del módulo resiliente para $6 < CBR < 12$	121
Ecuación 49	Calculo correlativo del módulo resiliente para $12 < CBR < 80$	121
Ecuación 50	Calculo número estructural de los espesores del pavimento SN	122
Ecuación 51	Calculo mediante correlación del coeficiente estructural de la capa base	124
Ecuación 52	Calculo mediante correlación del coeficiente estructural de la capa sub-base	125
Ecuación 53	Calculo de la precipitación mensual desconocida en cada año incompleto.....	135

CAPITULO I.

1. INTRODUCCION

El crecimiento urbano y la necesidad de infraestructura vial adecuada son desafíos constantes en las ciudades en desarrollo, especialmente en regiones como Cobija, Pando. La calidad de las vías no solo influye en la movilidad y el acceso a servicios, sino también en la calidad de vida de los habitantes. En el Barrio 27 de mayo, la variabilidad en las condiciones del terreno y el tránsito requiere soluciones de pavimentación que sean sostenibles, duraderas y adecuadas para las características específicas de cada calle o vía.

El presente proyecto de grado tiene como objetivo principal desarrollar una propuesta de diseño de pavimentos rígidos y enlosetados en vías selectas del Barrio 27 de mayo. Esta propuesta busca mejorar la infraestructura vial mediante la implementación de pavimentos adecuados que respondan a las necesidades técnicas y económicas del área. El diseño de pavimento rígido se plantea en tramos que requieren mayor resistencia a las cargas producidas por el tránsito, mientras que el pavimento enlosetado se propone para zonas con menores exigencias de carga o con valor estético y funcional para los residentes.

La implementación de esta propuesta no solo contribuirá a la mejora de la infraestructura vial en el Barrio 27 de mayo, sino que también servirá como un modelo para futuras intervenciones en otros barrios o áreas urbanas similares, aportando al desarrollo integral de Cobija, Pando.

1.1 ANTECEDENTES

La historia del pavimento se inicia en la antigüedad con las civilizaciones romanas, que construyeron carreteras duraderas usando piedras y adoquines, como la Vía Apia, para facilitar el transporte de mercancías y tropas (Arkiplus, 2025). A medida que avanzaba el siglo XX, el desarrollo de pavimentos asfálticos y de concreto revolucionó la infraestructura vial, adaptándose

a las demandas de los vehículos motorizados (Huang, 2004). En la actualidad, los pavimentos se diseñan con tecnologías avanzadas para optimizar la durabilidad, sostenibilidad y rendimiento.

En el ámbito internacional específicamente en el país de Perú la carretera panamericana sur (Tramo Lima-Ica). Este es uno de los corredores más importantes del país, donde se implementaron tramos de pavimento rígido para resistir el intenso tráfico de camiones de carga pesada y las altas temperaturas del desierto costero. El uso de concreto hidráulico permitió una vida útil de más de 30 años, reduciendo grietas y deformaciones en comparación con pavimento flexible. Este proyecto fue clave para mejorar la conectividad entre los principales puertos del Pacífico y las zonas agrícolas del sur (MTC Diseño Geometrico, 2018)

En Bolivia, los pavimentos rígidos han sido empleados en diversos proyectos de infraestructura, particularmente en carreteras y vías urbanas de alto tránsito. La creciente necesidad de infraestructuras duraderas y de bajo mantenimiento ha llevado al uso de concreto hidráulico en varios proyectos importantes.

Uno de los proyectos más destacados es la autopista que conecta La Paz y El Alto, una de las vías más transitadas del país. Este proyecto incluyó la rehabilitación de la vía mediante la construcción de pavimento rígido. La vía fue diseñada para soportar altos volúmenes de tránsito y cargas pesadas, lo que hizo que el concreto hidráulico fuera la opción más adecuada debido a su durabilidad y bajo mantenimiento a largo plazo ((ABC), 2018). En la Ruta 4 que conecta entre los tramos de Cochabamba y Santa Cruz, se han implementado varios segmentos de pavimento rígido. Este proyecto forma parte del corredor principal que conecta el occidente con el oriente del país, crucial para el transporte de mercancías y el comercio. El pavimento rígido se eligió para asegurar que la vía pudiera manejar cargas pesadas y resistir las condiciones climáticas cambiantes (Rodríguez, s.f.).

El uso de pavimentos enlosetados, también conocidos como pavimentos articulados, es común en Bolivia, especialmente en zonas urbanas y rurales donde se requiere una solución de bajo costo. Este tipo de pavimentación es comúnmente utilizado en barrios, plazas y vías de tránsito liviano. La ciudad de El Alto ha implementado proyectos de enlosetado en varias zonas urbanas. Debido a las condiciones climáticas extremas y el rápido crecimiento de la ciudad, las autoridades optaron por pavimentos articulado. Uno de los proyectos más significativos fue el enlosetado de la Avenida Juan Pablo II, una arteria importante en el Distrito 1 (Alto, 2016).

Cobija, la capital del departamento de Pando en Bolivia, ha experimentado mejoras significativas en su infraestructura vial en los últimos años, mejorando sustancialmente la calidad de vida de sus pobladores. Estas mejoras reflejan un esfuerzo por modernizar la ciudad y facilitar el tránsito y la conectividad en esta región amazónica. En este contexto la Universidad Amazónica de Pando juega un rol social fundamental al apoyar la realización de proyectos a diseño final mediante un conjunto de estudiantes que conforman esta prestigiosa universidad que buscan mejorar la infraestructura en diferentes barrios de la ciudad, contribuyendo así al bienestar de la población. Con lo antedicho, el proyecto se plantea el mejoramiento de calles selectas que están dispersas dentro del barrio 27 de mayo mediante el diseño estructural de pavimentación.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del problema

En la ciudad de Cobija, capital del departamento de Pando, se identifican deficiencias estructurales en la red vial urbana, particularmente en las vías de conexión barrial que carecen de pavimentación. Esta situación representa una limitante para el desarrollo territorial, afectando la funcionalidad del sistema de transporte y generando impactos negativos en la dinámica urbana.

La falta de tratamiento superficial adecuado en estas calles provoca condiciones adversas para la circulación, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando se forman zonas de acumulación hídrica que dificultan el tránsito y comprometen la seguridad de los usuarios.

El deterioro progresivo de la superficie de rodadura sumado a la presencia de material granular suelto incrementa la probabilidad de daños mecánicos en los vehículos y reduce la eficiencia operativa del transporte local. Esta problemática evidencia la necesidad de una intervención técnica que permita mejorar las condiciones de transitabilidad y mitigar los riesgos asociados al uso de vías no pavimentadas.

Por lo tanto, es necesario llevar a cabo una investigación de pavimentación vial que no solo mejore las condiciones del camino, sino que también incremente la eficiencia y contribuya al desarrollo y seguridad de la capital pandina.

1.2.2 Formulación del problema

A partir de las consideraciones previamente expuestas, surge la siguiente interrogante:

¿Cómo diseñar una propuesta técnica de pavimento rígido y enlosetado en el Barrio 27 de mayo, que sea adaptativa a las condiciones geotécnicas, climáticas y de tránsito de Cobija, Pando?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de diseño de pavimento rígido y enlosetado para solucionar la infraestructura vial facilitando el acceso rápido y seguro para la comunidad en las calles selectas del barrio 27 de mayo.

1.3.2 Objetivo específico

- Realización de los estudios preliminares entre los cuales incluye (estudios topográficos, estudio de tránsito en puntos específicos y críticos, estudio hidrológico e hidráulico, etc.).
- Realizar un estudio de suelos del tramo, para determinar las características del suelo y su capacidad portante.
- Realizar diseño geométrico de las vías.
- Diseñar un sistema de drenaje pluvial eficiente que permita la evacuación adecuada de aguas, evitando inundaciones y daños en la infraestructura vial.
- Diseñar la estructura de pavimento enlosetado utilizando metodologías estandarizadas, considerando factores como la carga de tránsito, y el tipo de suelo.
- Diseñar la estructura de pavimento rígido aplicando normas técnicas reconocidas.
- Realizar presupuesto general.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de mejorar la infraestructura vial del Barrio 27 de mayo, en la ciudad de Cobija, mediante el diseño estructural de pavimentos rígido y enlosetado que respondan adecuadamente a las condiciones técnicas, funcionales y sociales del entorno. Actualmente, los tramos identificados presentan deficiencias significativas ya sea por la ausencia total de pavimentación o por la presencia de superficies altamente deterioradas, producto de un mantenimiento escaso e insuficiente lo que resulta en un notable deterioro a lo largo y ancho de la vía. Esta situación afecta negativamente la accesibilidad, la conectividad y la seguridad de los usuarios, generando condiciones de desplazamiento ineficientes y riesgos físicos, especialmente durante eventos climáticos adversos.

El proyecto de grado se enfoca en el barrio 27 de mayo, buscando facilitar la conexión de las calles en análisis debido a su evidente necesidad. El objetivo es diseñar pavimentos que refuercen la estructura existente, mejorando la calidad de vida de los residentes de la zona y de las personas que transitan por la vía.

1.5 METODOLOGÍA

El presente proyecto de grado se desarrollará bajo una metodología investigativa de enfoque cuantitativo, con el propósito de generar soluciones técnicas precisas y verificables para el diseño de pavimentos rígido y enlosetado en vías urbanas del Barrio 27 de mayo. Dicha metodología considera la necesidad de optimizar la infraestructura vial existente evaluando el comportamiento de los distintos tipos de pavimento bajo las condiciones específicas del área de intervención. Para ello, el estudio incluirá la recolección de datos in situ, el procesamiento digital de la información, la modelación estructural conforme a parámetros normativos.

En primera instancia, se ejecutará un levantamiento topográfico sobre los tramos definidos mediante el uso de estación total, cubriendo los 5 tramos en análisis. La información de coordenadas y cotas será procesada utilizando el software Autodesk Civil 3D, con el fin de obtener modelos tridimensionales, perfiles longitudinales y cálculos de volúmenes de movimiento de tierras.

Para el análisis de tránsito, se llevarán a cabo aforos vehiculares mediante conteo indirecto en horarios representativos. Esta etapa permitirá establecer la clasificación de vehículos, la intensidad media diaria y el cálculo de ejes equivalentes (ESALs), fundamentales para el diseño estructural del pavimento.

Respecto al estudio geotécnico, se abrirán calicatas distribuidas estratégicamente en los tramos en análisis. En laboratorio se realizarán ensayos como Proctor modificado, CBR y límites

de Atterberg. Estos resultados permitirán caracterizar la subrasante y calcular el módulo de reacción (k), parámetro clave en el dimensionamiento del pavimento rígido.

En el componente hidrológico e hidráulico, se utilizarán datos pluviométricos históricos obtenidos del SENAMHI para construir curvas IDF (intensidad–duración–frecuencia) y establecer el caudal de diseño. Se determinará la altura de lámina de agua sobre los elementos de drenaje y se dimensionarán canales longitudinales, todo conforme a la normativa NB 688.

Finalmente, el diseño estructural se realizará aplicando los parámetros definidos por AASHTO 93 para pavimentos rígidos y los criterios normativos locales para pavimentos enlosados. Asimismo, para estimar espesores de losa, capas base, diseño de juntas y transferencia de carga. El proyecto culminará con la elaboración del informe técnico, el análisis de precios unitarios, la programación por cronograma y la inclusión de obras complementarias cuando sea requerido.

1.6 ALCANCES

El presente proyecto contempla el diagnóstico inicial que aborda la inspección visual y técnica de las condiciones actuales de las vías, identificando fallas estructurales, funcionales y carencias en el drenaje vial. Esta evaluación permite establecer criterios de intervención ajustados a las necesidades reales del sector.

Además, se incluyen estudios geotécnicos para identificar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, esenciales en el cálculo estructural del pavimento. El levantamiento topográfico detallado aportará información altimétrica y planimétrica necesaria para definir geometría vial y pendientes funcionales. En coordinación con esto, los estudios hidrológicos e hidráulicos permitirán diseñar soluciones de drenaje que eviten acumulaciones de agua y aseguren la estabilidad del pavimento propuesto.

En cuanto a el diseño estructural, se aplicarán metodologías reconocidas en el diseño de pavimentos enlosetados y rígidos, considerando cargas vehiculares estimadas, tipo de suelo y condiciones climáticas locales. Finalmente, se elaborará un presupuesto general que integrará especificaciones técnicas, análisis de costos unitarios, programación por etapas y, cuando sea necesario, obras complementarias que optimicen la funcionalidad de la vía.

No se contemplará el diseño de alcantarillado pluvial subterráneo (colectores, bajantes y cámaras), las obras complementarias no vinculadas al pavimento (andenes e iluminación), estudios ambientales, la ejecución y supervisión de la obra.

CAPITULO II.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTADO DEL ARTE

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PAVIMENTO

Un pavimento es el conjunto de capas entre la subrasante y la superficie de rodamiento que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

Según Orlando y Gerson (2019), que realizo su proyecto de la “Análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible para mejoramiento del camino vecinal, desvío de markahuamachuco - sanagorán - provincia de sanchez carrión - la libertad”. Definen como un pavimento a una estructura que se encuentra sobre la superficie del terreno, de las vías terrestres definidas como subrasante. La estructura está compuesta por una o más capas seleccionadas con un material granular y debidamente compactadas para que dicha estructura pueda resistir y distribuir las cargas vehiculares junto a los esfuerzos que provoca la intemperie. Esta estructura tiene que reunir las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito vehicular.

Según José y Margareth (2021) en su proyecto “Análisis comparativo entre el diseño estructural del pavimento flexible, rígido y articulado en el sector villa judicial – distrito de huanchaco – trujillo – la libertad” definen a los pavimentos como el conjunto superpuesto de capas cuya composición se ha aceptado como apta y que han sido compactadas correctamente, descansando estas en la llamada sub rasante o terreno natural y cumpliendo la función de resistir los esfuerzos generados por las cargas vehiculares producto del tránsito a lo largo de su tiempo de vida.

Ambos estudios el de Orlando y Gerson (2019) y el de José y Margareth (2021), concuerdan en que un pavimento es una estructura compuesta por capas superpuestas de materiales

granulares seleccionados, correctamente compactadas y dispuestas sobre la subrasante.

Coinciden en que esta estructura debe cumplir una función fundamental que es el de resistir y distribuir las cargas vehiculares, así como enfrentar los efectos provocados por la intemperie, garantizando condiciones de seguridad y comodidad durante su vida útil. Aunque sus enfoques aplican a diferentes contextos viales, ambos planteamientos destacan la importancia de la correcta conformación estructural para lograr la eficiencia funcional del pavimento en vías terrestres.

2.1.1 Pavimento rígido

El pavimento rígido es un sistema estructural compuesto por una losa de concreto hidráulico de alta resistencia diseñada para distribuir cargas vehiculares y que se encuentra apoyada sobre la subrasante o una capa de material seleccionado la cual se denomina subbase, gracias a su rigidez y capacidad de trabajar como una placa su comportamiento estructural depende principalmente de la losa de concreto y en menor medida de las capas inferiores (Choquehuanca, 2018).

Según Franz (2019), que realizó su proyecto de la “Evaluación técnico-económica de pavimentos rígidos aplicando los métodos racional y empírico tramo Uyuni – Hito LX Red Vial Fundamental F-5 – Bolivia”. Que a través de su estudio describe el estudio técnico económico de los pavimentos rígidos según los métodos racional y empírico, la metodología utilizada en esta investigación fue de método analítico debido a que es un proyecto de diseño o cálculo estructural, mediante los resultados obtenidos se pudo evidenciar las diferencias de ambos métodos principalmente en los espesores de las capas estructurales y a consecuencia su aumento en el presupuesto.

2.1.2 Pavimento articulado

El pavimento articulado es un sistema estructural conformado por capas granulares y unidades prefabricadas (adoquines de concreto), diseñado para distribuir cargas vehiculares hacia la subrasante mediante mecanismos de interacción granular. A diferencia de los pavimentos rígidos o flexibles tradicionales, su resistencia depende de la articulación entre adoquines y la capacidad de las capas inferiores para disipar esfuerzos (Mamani, 2021).

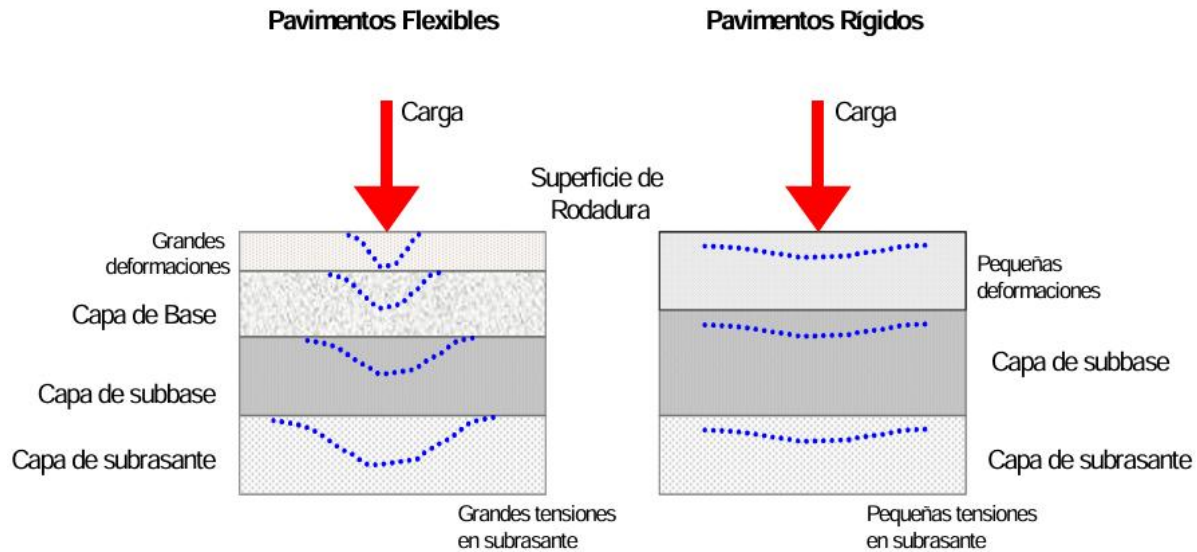
Teniendo en cuenta a Marcela (2021), que realizó su proyecto de “Pavimento articulado una alternativa de solución ante fallas geológicas en la construcción de infraestructura vial”. A través de su estudio describe que en la Comunidad de Lipari se tiene un área de alto riesgo geológico producto de los constantes deslizamientos, Actualmente el tramo cuenta con pavimento articulado (adoquines) con el propósito de que cuando ocurran deslizamientos la capa de rodadura sea recuperable, la metodología utilizada en esta investigación fue de método analítico debido a que es un proyecto de diseño o cálculo estructural, mediante los resultados obtenidos se pudo evidenciar que el pavimento articulado resulta ser una solución económica en zonas donde se presentan deslizamientos por altas precipitaciones.

2.1.3 Elementos estructurales que conforman el pavimento

Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos. El comportamiento de los mismos al aplicarles cargas son muy diferentes tal como puede verse en la sucinte figura:

Figura 1

Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos



Nota: Fuente extraída de manual centroamericano para diseño de pavimentos.

Debido a la consistencia de la superficie de rodadura del pavimento rígido se produce una buena distribución de cargas dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. Lo contrario sucede en un pavimento flexible, la superficie de rodadura al tener menor rigidez se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante.

Losa de concreto: Es la parte que soporta directamente las solicitaciones de tránsito absorbiendo los esfuerzos horizontales y verticales.

El adoquín: Es una unidad prefabricada de concreto, arcilla o piedra natural, utilizada como capa superficial en pavimentos articulados.

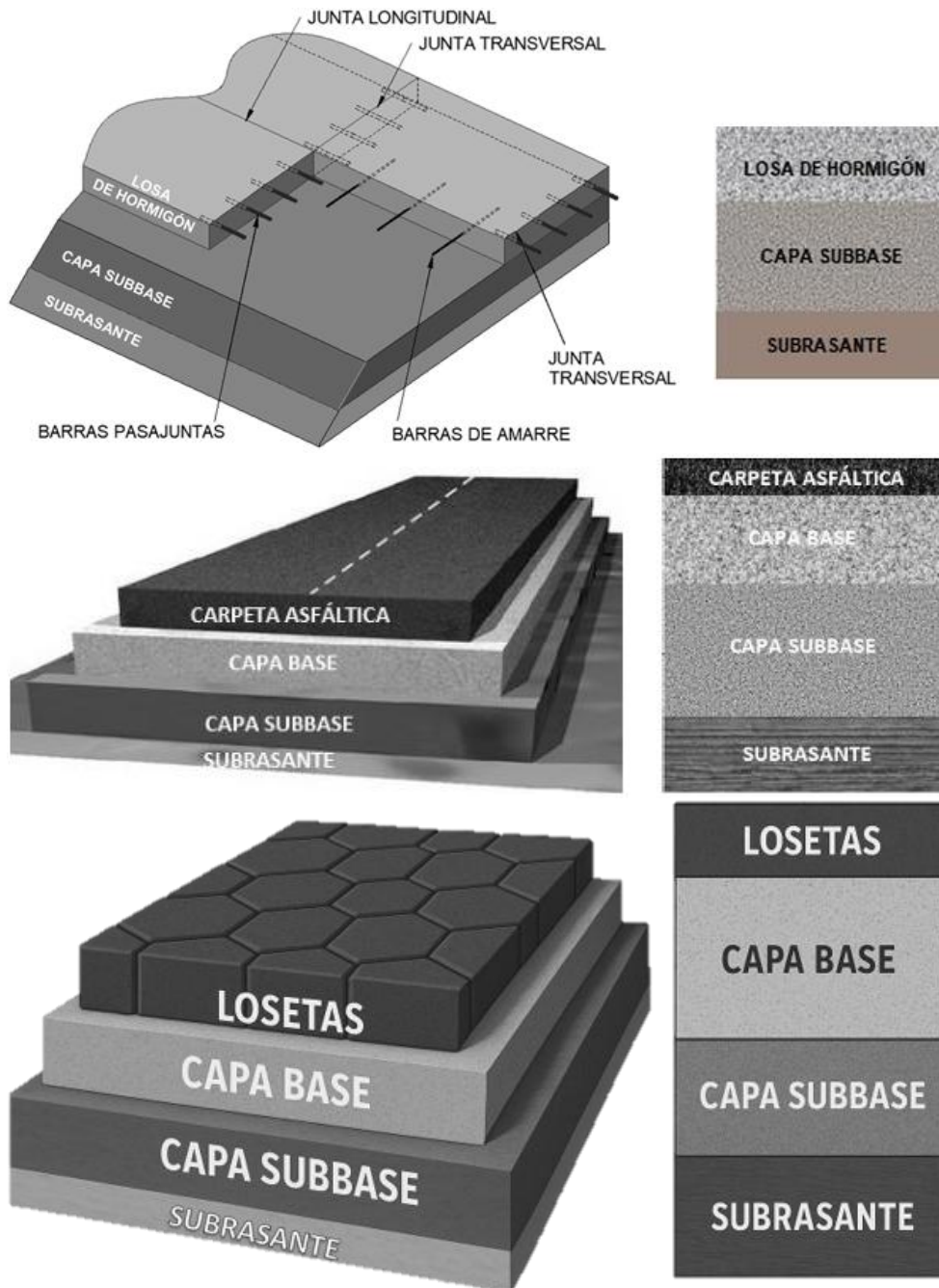
Base: La base es una capa estructural clave en los pavimentos, ubicada entre la superficie de rodadura (adoquines, concreto o asfalto) y la (subbase, subrasante) respectivamente. Su función principal es distribuir las cargas vehiculares hacia las capas inferiores, reduciendo los esfuerzos sobre el suelo natural y mejorando la capacidad portante del conjunto.

Subbase: se define como la capa intermedia entre la subrasante y la losa de concreto que está conformada por agregados bien graduados y compactados que cumplen con las especificaciones técnicas generales y específicas del proyecto.

Subrasante: se le denomina al suelo que tiene como fundación para todo el paquete estructural de un pavimento además de dar un apoyo uniforme estable sin importar mucho su capacidad de soporte.

Figura 2

Figura ilustrativa de las capas entre los distintos tipos de pavimentos



Nota: Fuente elaboración propia en base a la guía AASHTO 93 en conjunto con la IA.

2.1.4 Perfiles y partes tipo del diseño geométrico de una vía carretera

El diseño geométrico de una vía carretera se compone de múltiples y distintos elementos variables que garantizan la seguridad, funcionalidad y eficiencia del tránsito. Que son fundamentales para definir la estructura y características de la vía. Dentro del perfil de diseño geométrico se dan mediante representaciones gráficas de la carretera en distintos planos, que incluyen el perfil longitudinal (muestra las variaciones de altura o elevación de la vía lo largo de su recorrido considerando sus pendientes) y el perfil transversal (representa la sección perpendicular de la vía con sus distintos elementos, como carriles, bermas y cunetas).

Diseño del perfil transversal:

1. Derecho de vía y obra

- Derecho de vía más zona de propiedad restringida: Es el espacio legalmente reservado para la construcción y operación de la carretera, incluyendo áreas para posibles ampliaciones.
- Ancho de obra actual: Parte del derecho de vía que está siendo utilizada por la infraestructura vial existente o en construcción.

2. Ladera izquierda (subida del terreno)

- Holgura: Margen de seguridad entre el talud y el límite de la vía.
- Zanja de coronación revestida: Canal revestido en la parte superior del talud de corte para drenar agua y evitar erosión.
- Borde libre: Margen lateral desde el borde del talud hasta la vía, libre de elementos que obstruyan el drenaje o la visibilidad.
- Terreno natural: Perfil original del terreno antes de la intervención.

- Banqueta (talud de corte primero): Superficie horizontal formada en el talud para estabilizarlo y facilitar el mantenimiento.
- Altura total del corte: Desde la parte superior hasta la base del talud excavado.
- Talud de corte (primario y posterior): Inclinación del terreno excavado para formar la plataforma.
- Zanja de pie: Canal en la base del talud de corte para drenar el agua superficial.

3. Plataforma vial

- Plataforma: Superficie que incluye calzada, bermas, separadores, y cunetas, que sostiene toda la estructura del camino.
- Cuneta: Canal lateral para evacuación del agua.
- Berma: Franja lateral de seguridad entre la calzada y el talud o cuneta.
- Corona de pavimento: Parte superior de la estructura de pavimento, generalmente desde cuneta a cuneta.
- Calzada: Parte pavimentada donde circulan los vehículos.
- Separador central: Elemento que divide físicamente las calzadas en sentidos opuestos para mejorar la seguridad vial.
- Carriles: Divisiones dentro de la calzada destinadas a los vehículos.
- Bombé: Inclinación transversal de la calzada para facilitar el escurrimiento de agua.
- Fondo de excavación (en roca): Profundidad a la que se excava en terrenos duros.
- Subdren longitudinal: Sistema de drenaje interno para evacuar agua infiltrada.
- Zona de relleno: Área donde se depositan materiales para levantar el nivel de la carretera.
- Zona de saneo: Área intervenida para remover material inadecuado antes de construir.

4. Taludes y estructuras de sostenimiento (lado derecho)

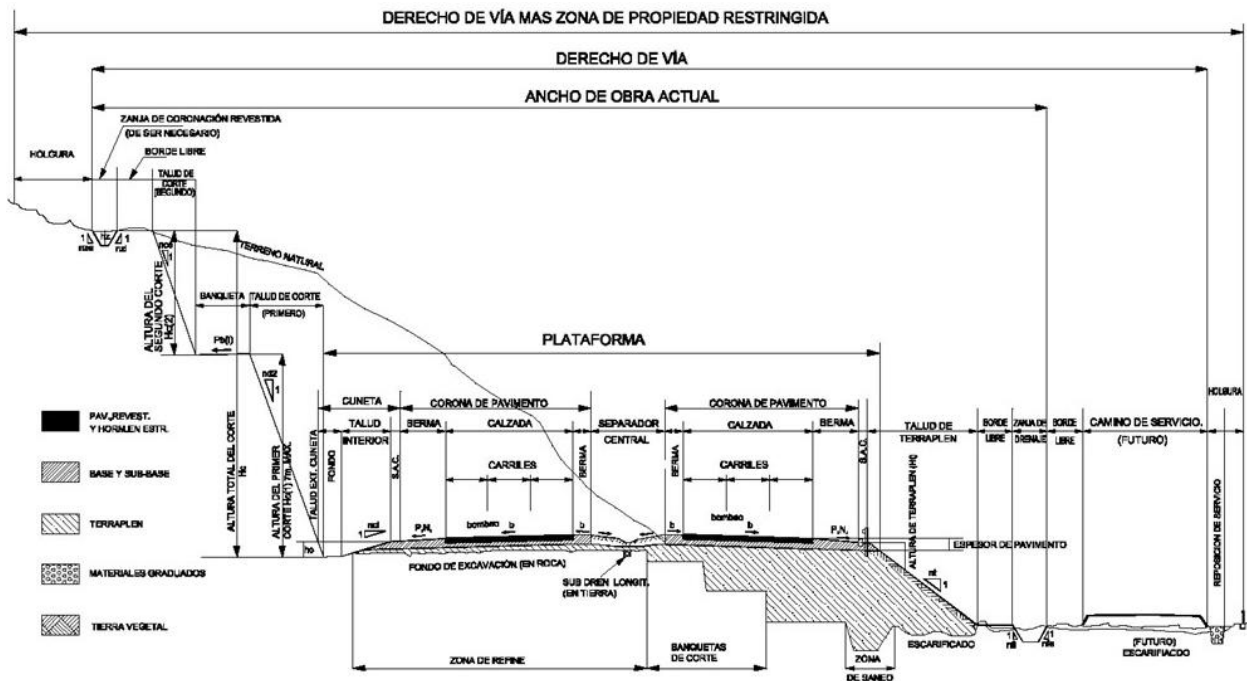
- Talud de terraplén: Inclinación del relleno artificial creado para sostener la plataforma vial.
- Banquetas de corte: Escalonamientos en el talud para su estabilidad.
- Escarificado: Proceso de remover material superficial para mejorar la base antes de colocar capas estructurales.

5. Camino de servicio (futuro)

- Camino de servicio: Vía auxiliar proyectada para mantenimiento, acceso a predios o circulación local.
- Empedrado (futuro): Acabado del camino de servicio proyectado.
- Zanja lateral / borde libre: Elementos de drenaje y seguridad asociados al camino auxiliar.

Figura 3

Sección transversal típica a media ladera de una vía multicarril con separador central



En proyectos urbanos los componentes de la sección transversal donde la vía está delimitada por construcciones existentes como viviendas o infraestructura, suelen ser más restringida priorizando solo los componentes esenciales, tales como:

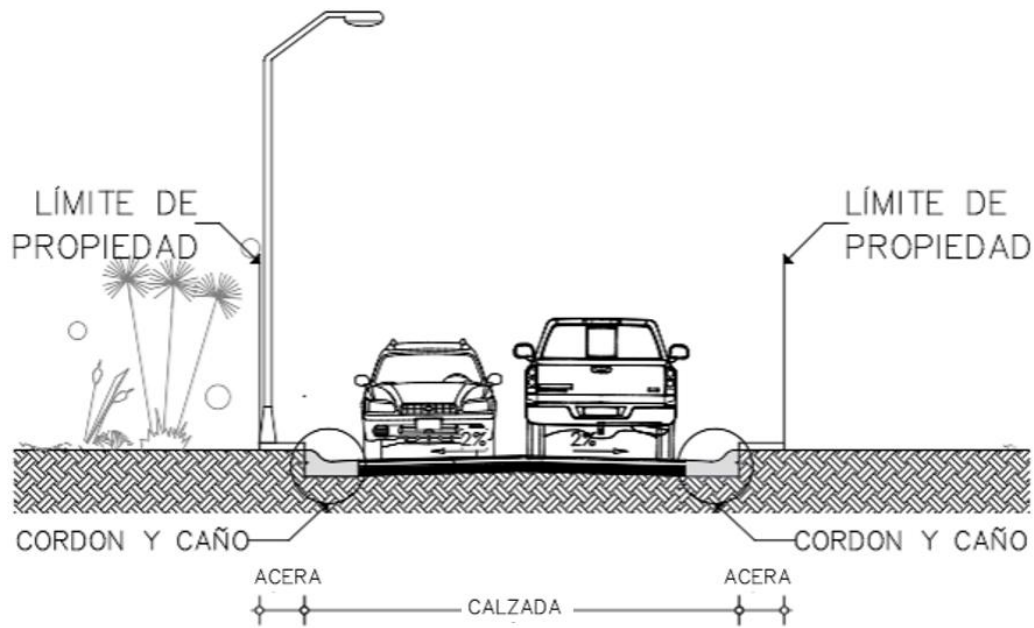
- Carriles de circulación con dimensiones ajustadas
- Bermas o aceras en lugar de hombros amplios
- Cunetas y sistemas de drenaje para manejo de aguas pluviales
- Separadores centrales o laterales según el diseño de la vía

En estos casos la sección se optimiza para adaptarse al espacio disponible, eliminando elementos no críticos como taludes extensos o bermas anchas y enfocándose en la funcionalidad y seguridad dentro del entorno urbano, determinando a si los siguientes factores clave en el diseño de la sección transversal urbana:

- Límites físicos: Edificaciones, servicios enterrados y derechos de vía reducidos.
- Movilidad multimodal: Inclusión de ciclovías, aceras y transporte público.
- Drenaje eficiente: Cunetas integradas o sistemas subterráneos por falta de espacio superficial.
- Seguridad vial: Barreras, señalización y separadores según flujo vehicular y peatonal.

Figura 4

Sección transversal típica de una vía urbana de bajo volumen de tránsito

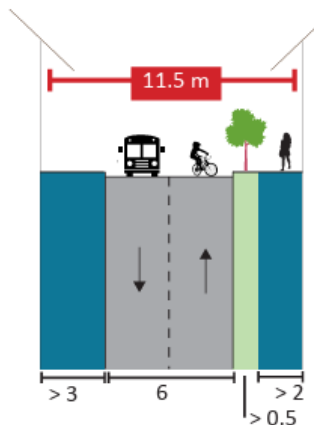


NOTA: Fuente elaboración propia

Red vial de segundo orden - Vías colectoras: Las vías urbanas deben facilitar el tránsito vehicular entre barrios, equilibrar la circulación con actividades locales, garantizar desplazamientos peatonales seguros, ofrecer condiciones adecuadas para el transporte público.

Figura 5
Vía de segundo orden - vías colectoras 2 x 1

Estacionamiento

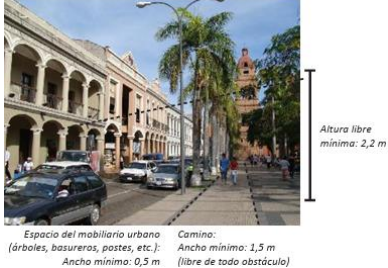


Nota: Fuente manual de diseño de calles para las ciudades bolivianas.

Dimensionamiento de las aceras: Los peatones deben estar siempre separados de los vehículos motorizados para garantizar su seguridad. Para permitir los desplazamientos de todos

los peatones, una acera debe tener 1,5 m de ancho libre de obstáculos. Entonces, el ancho mínimo de una acera es de 2 m; “Los gobiernos municipales deben establecer una red de aceras y pasos peatonales que brinden seguridad a los peatones” Ley General de Transporte N°165 - art. 190 III”.

Tabla 1
Dimensionamiento de las aceras

Equipamiento	Ancho (m)	Esquema
Paradas de buses	2.5	
Terrazas de restaurantes	3.0	
Anaqueles	2.0	
Vendedores ambulantes	0.7	
Vegetación	3.5	

Nota: Fuente manual de diseño de calles para las ciudades bolivianas.

2.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO

2.2.1 Definición de la topografía

Es la técnica encargada de estudiar y representar la superficie terrestre. Esto incluye la medición, descripción y análisis de las características físicas de un terreno; tales como su relieve, altimetría, planimetría, líneas de pendiente y otras formas geométricas de la superficie tanto naturales como artificiales que son esenciales para esencial para proyectos de construcción (Usnayo, 2016).

Un levantamiento topográfico es el proceso mediante el cual se miden y registran las características físicas de un terreno o área específica con el fin de crear una representación precisa de su superficie y sus elementos relevantes. Este proceso implica el uso de diversos instrumentos y técnicas para obtener datos sobre altitudes, distancias, ángulos y coordenadas de

puntos sobre el terreno además puede incluir detalles como líneas de nivel, carreteras, edificaciones y cuerpos de agua.

2.2.2 División de la topografía

Se divide en dos aspectos para representar la superficie de la tierra generando las curvas de nivel y se refiere a los siguientes:

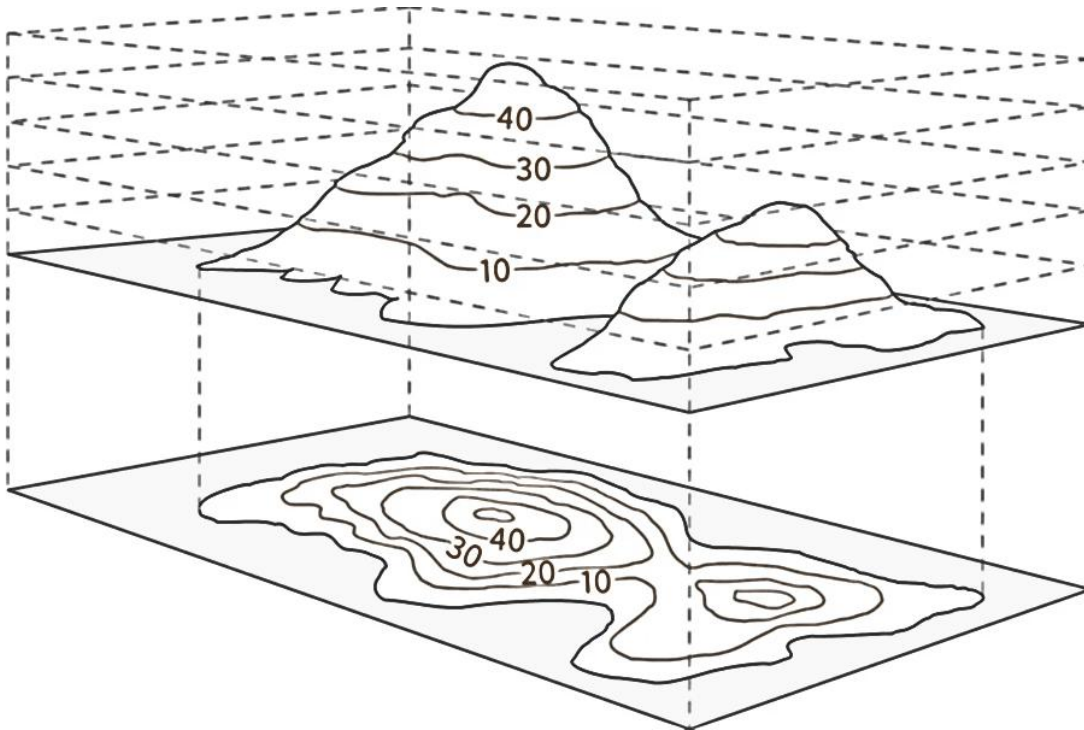
Planimetría: Es una rama de la topografía que se enfoca en los métodos y procedimientos necesarios para obtener la representación a escala de todos los detalles naturales y artificiales de un terreno, omitiendo el relieve.

Altimetría: En esta área de la topografía, se analizan los métodos utilizados para determinar las posiciones relativas o absolutas de los puntos en la superficie terrestre proyectándolos sobre un plano vertical. Esto se realiza mediante un procedimiento clave denominado nivelación, que permite calcular las diferencias de elevación entre diversos puntos del terreno.

Curvas de nivel: Son líneas que conectan puntos de igual altitud en un plano horizontal, representando el relieve del terreno. Su distribución refleja las pendientes: mientras más juntas, más inclinada es la superficie. Se obtienen mediante métodos como la nivelación y permiten analizar la topografía para el diseño y planificación de obras civiles.

Figura 6

Mapa de contorno de las curvas de nivel



Nota: Fuente curso de capacitación integral en topografía de la universidad de Sevilla

2.2.3 Superficies de nivel

Altura: Es la distancia vertical o desnivel existente entre dos puntos, con respecto a una superficie de comparación.

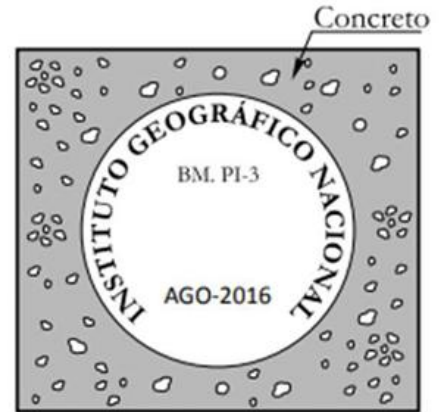
Nivel medio del mar: Es el nivel ± 000 adoptado convencionalmente y viene a ser el promedio de los momentos de marea alta y baja. En nuestro caso el océano pacífico.

Cotas: Valor de altura con respecto a un plano de comparación que puede ser aparente o verdadero.

Bench Mark (B.M.) o Bancos de Nivel (B.N.): Es la altitud de un punto, respecto al plano correspondiente al nivel medio del mar, se llama también cota absoluta.

Figura 7

Figuras ilustrativas de Bench Marks



Nota: Fuente *Leica Geosystems*, (s.f.).

Para la ejecución del presente estudio topográfico, se empleó como punto de referencia altimétrico el Bench Mark (BM) institucional perteneciente a la Universidad Amazónica de Pando. Este BM se encuentra localizado en el campus universitario, situado en el barrio Brisas del Acre.

2.2.4 Levantamientos topográficos

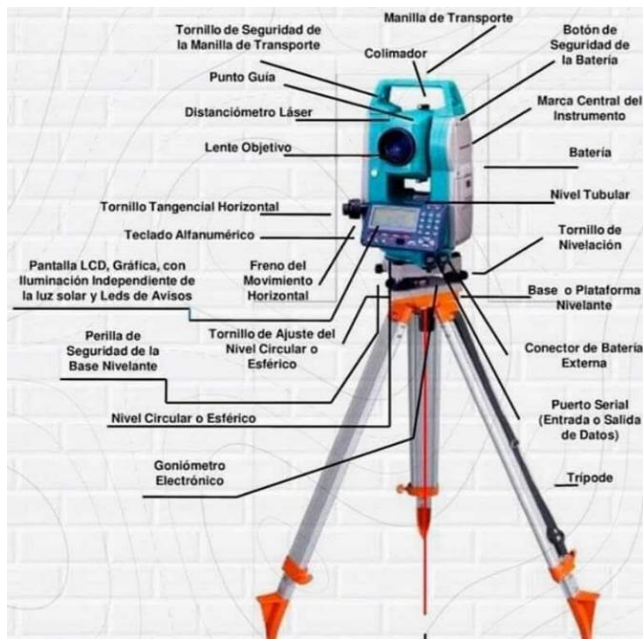
El levantamiento topográfico es un conjunto de operaciones realizadas sobre una porción de la superficie terrestre utilizando los instrumentos adecuados, con el objetivo de elaborar una representación gráfica precisa en forma de plano. Este plano es esencial para la ejecución de cualquier proyecto u obra de ingeniería ya sea en las etapas de planificación, ejecución o supervisión. Además, en la actualidad estos levantamientos deben realizarse con una georreferenciación precisa (coordenadas X, Y, Z) (Usnayo, 2016).

La realización de un levantamiento topográfico es una de las actividades clave en obras de ingeniería. En el pasado estos levantamientos se realizaban utilizando instrumentos como teodolitos y taquímetros con los cuales se efectuaban lecturas de ángulos horizontales, verticales y de las lecturas de hilos (medio, superior e inferior). Posteriormente se calculaban las distancias

y coordenadas utilizando planillas taquimétricas, todo ello de forma manual, óptica y mecánica (Usnayo, 2016).

Estación total: Son instrumentos que combinan las funciones de un teodolito y un instrumento EDM (Medición Electrónica de Distancia), integrando además la capacidad de realizar cálculos automáticos. Estos equipos permiten medir y calcular sus componentes electrónicamente los ángulos horizontales y verticales, además de las distancias normales e inclinadas. De este modo la estación total determina de forma instantánea y precisa las coordenadas de todos los puntos observados optimizando el proceso de levantamiento topográfico (Usnayo, 2016). La estación usada para el estudio topográfico de este proyecto fue la estación total Leica TC-405.

Figura 8
Partes de una estación total



Nota: Fuente curso de capacitación integral en topografía de la universidad de Sevilla

Poligonal abierta: Es un procedimiento topográfico que consiste en establecer una sucesión de puntos interconectados a partir de un Bench Mark (BM) hasta el área de interés del proyecto.

Este método se aplica principalmente en levantamientos donde no es viable cerrar el recorrido, como en trazados de infraestructura vial o estudios hidrológicos en ríos (Santamaria Peña, 2005).

El levantamiento inicia con la identificación de un BM de control, cuyas coordenadas han sido previamente definidas con precisión. A partir de este punto base se proyectan puntos sucesivos mediante instrumentos como estación total o sistemas GPS de alta precisión diferencial o RTK. A lo largo del eje longitudinal del proyecto se posicionan vértices que permiten definir el trazo preliminar y el alineamiento geométrico de la vía. Una vez registrados los puntos se procede con el cálculo de parámetros topográficos esenciales, tales como orientación, azimut, y coordenadas planimétricas, lo que asegura la fidelidad geométrica del levantamiento (Santamaria Peña, 2005).

La triangulación: Es un procedimiento fundamental en topografía en la elaboración de curvas de nivel, ya que permite establecer puntos de control precisos mediante la medición de ángulos y distancias entre vértices geodésicos los cuales sirven como referencia para determinar elevaciones en el terreno. Al integrar estos datos con mediciones altimétricas obtenidas por nivelación, se generan modelos topográficos fiables en los que se trazan curvas de nivel con intervalos definidos. Este proceso garantiza una representación detallada del relieve, facilitando el diseño de obras civiles, el análisis geomorfológico y la planificación territorial con alta precisión (Santamaria Peña, 2005).

2.2.5 Red municipal y clasificación de vías urbanas

Las carreteras que conforman la red vial municipal, sean existentes o proyectadas conforme a la capacidad financiera local deben funcionar como vías de alimentación hacia la red departamental o troncal, facilitando la integración territorial. Su trazado debe priorizar la conexión entre comunidades rurales, centros de producción y capitales provinciales,

promoviendo la conexión con la capital departamental. La clasificación funcional de una vía urbana requiere un análisis integral que contemple variables como el volumen y la tipología del tránsito vehicular, las características geométricas de la infraestructura (ancho de calzada, número de carriles, pendientes longitudinales), los usos del suelo circundante (residencial, comercial, industrial, entre otros) y su rol dentro del sistema vial urbano, en términos de accesibilidad, conectividad y distribución eficiente del flujo vehicular (Correa Montoya, 2020).

Estos factores permiten determinar el papel que desempeña la vía dentro de la red urbana y guían su diseño y planificación. Al tener en cuenta todos estos aspectos, las vías urbanas se clasifican en:

Autopista urbana: Son vías de alta capacidad y velocidad, diseñadas para el tránsito rápido y continuo entre zonas de alta demanda, con acceso controlado y sin intersecciones a nivel. Su función es conectar áreas distantes mediante corredores eficientes, restringiendo actividades como estacionamiento o tránsito peatonal, y canalizando el acceso a predios adyacentes por vías secundarias.

Vías arterias: Conforman la red estructural básica de la ciudad, facilitando el tránsito vehicular con alta fluidez y limitada accesibilidad directa. Distribuyen eficientemente el tráfico hacia vías colectoras y locales, restringen el estacionamiento y la descarga de mercancías, y requieren sincronización semafórica para preservar la continuidad del flujo. Su trazado influye directamente en la configuración urbana.

Vías colectoras: Canalizan el tránsito entre vías locales y arteriales, conectando directamente zonas residenciales, comerciales, educativas e industriales. Admiten circulación mixta, con interrupciones frecuentes por semáforos y señales, y permiten estacionamiento y operaciones de

carga bajo regulación. Pueden tener uno o dos sentidos de circulación y disponen de infraestructura limitada para transporte público.

Vías residenciales: Las vías residenciales canalizan el tránsito entre zonas locales y colectoras, facilitando el acceso directo a áreas habitacionales, educativas y comerciales de baja intensidad. Admiten circulación bidireccional o unidireccional. Su flujo se interrumpe frecuentemente por semáforos o señalización y permiten estacionamiento, carga y descarga bajo regulación. Son utilizadas por vehículos de paso y de destino, incluyendo transporte público en baja proporción.

Tabla 2

Clasificación funcional para diseño de carretera y camino rurales

CATEGORIA	SECCION TRANSVERSAL		VELOCIDADES DE PROYECTO (km/h)	CODIGO TIPO
	Nº CARRILES	Nº CALZADAS		
AUTOPISTA (O)	4 ó + UD	2	120 - 100 - 80	A (n) - xx
AUTORUTA (LA)	4 ó + UD	2	100 - 90 - 80	AR (n) - xx
PRIMARIO (LB)	4 ó + UD	2 (1)	100 - 90 - 80	P (n) - xx
	2 BD	1	100 - 90 - 80	P (2) - xx
COLECTOR (II)	4 ó + UD	2 (1)	80 - 70 - 60	C (n) - xx
	2 BD	1	80 - 70 - 60	C (2) - xx
LOCAL (III)	2 BD	1	70 - 60 - 50 - 40	L (2) - xx
DESARROLLO	2 BD	1	50 - 40 - 30*	D - xx

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, 2021).

2.2.6 Parámetros de alineamiento horizontal

Radios mínimos en curva horizontal: El radio mínimo de curva horizontal es un parámetro esencial en el diseño geométrico vial, ya que determina la curvatura mínima admisible para garantizar seguridad y confort en la conducción. Su valor depende de la velocidad operativa (V85%), el tipo de vía y la longitud del tramo recto previo. En trazados con curvas consecutivas o al final de segmentos prolongados, debe ajustarse para evitar maniobras bruscas que comprometan la estabilidad vehicular.

Tabla 3

Radios mínimos en curvas horizontales

Parámetros	Caminos Colectores – Locales – Desarrollo						Carreteras – Autopistas Autorrutas – Primarios				
	V _p (km/h)	30	40	50	60	70	80	80	90	100	110
e _{máx} (%)	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8
f	0,215	0,198	0,182	0,165	0,149	0,132	0,122	0,114	0,105	0,096	0,087
R _{min} (m)	25	50	80	120	180	250	250	330	425	540	700

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, 2021).

Peralte: Es la inclinación transversal aplicada en curvas horizontales, elevando el borde exterior respecto al interior, con el fin de generar una componente centrípeta que contrarreste la fuerza centrífuga. Expresado en porcentaje o grados, mejora la estabilidad vehicular, reduce el riesgo de deslizamiento lateral y optimiza la adherencia neumática–pavimento. Su magnitud se determina en función del radio de curva y la velocidad de operación prevista.

Figura 9

Esquema de peraltes y bombeo en calzada estructural



Nota: Fuente curso de capacitación integral en topografía de la universidad de Sevilla.

Tabla 4

Peralte

Tipo de Vía	e _{máx} (%)	Fórmula de f (Coeficiente de fricción)
Caminos VP: 30 a 80 km/h	7%	$f=0,265-V/602,4$
Carreteras VP: 80 a 120 km/h	8%	$f=0,193-V/1134$

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, 2021).

2.2.7 Parámetros de alineamiento vertical

Pendiente longitudinal mínima: Con el propósito de garantizar un drenaje superficial eficiente en la calzada, se recomienda establecer una pendiente longitudinal mínima de 0,5%.

Esta condición permite el escurrimiento adecuado del agua en cualquier punto de la vía, contribuyendo a la conservación del pavimento y a la seguridad operativa de la infraestructura vial.

Sin embargo, dependiendo de las características geométricas del diseño, pueden admitirse ciertas excepciones. En calzadas que presentan un bombeo transversal del 2% y no cuentan con soleras ni cunetas, es posible permitir de manera excepcional pendientes longitudinales tan bajas como 0,2%, siempre que se mantenga la capacidad de evacuación superficial. Asimismo, si el bombeo transversal alcanza el 2,5%, pueden aceptarse sectores con pendiente longitudinal igual a cero, dado que el escurrimiento se realiza predominantemente en sentido transversal.

En aquellos casos donde la vía incorpora soleras en los bordes del pavimento, se recomienda conservar una pendiente longitudinal mínima de 0,5%, estableciendo una mínima absoluta de 0,35%. Esta medida asegura que el agua superficial sea dirigida eficazmente hacia los elementos de drenaje, evitando acumulaciones que puedan comprometer la funcionalidad estructural e hidráulica de la vía.

Pendiente longitudinal máxima: Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), las pendientes longitudinales máximas varían en función de la categoría de la vía y la velocidad de diseño, con el objetivo de garantizar condiciones seguras y eficientes de operación vehicular. En general, velocidades más altas exigen pendientes más suaves para mantener el confort y la seguridad.

Sin embargo, pueden admitirse excepciones cuando las condiciones topográficas o de diseño lo justifiquen. En estos casos, es posible aplicar pendientes superiores a las recomendadas, siempre que el diseño lo requiera y se justifique de manera técnica. A continuación, se presentan las pendientes máximas recomendadas:

Tabla 5*Pendiente longitudinal máxima*

CATEGORÍA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)									
	≤30	40	50	60	70	80	90	100	110*	120
Desarrollo	10-12	10-9	9	-	-	-	-	-	-	-
Local	-	9	9	8	8	-	-	-	-	-
Colector	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-
Primario	-	-	-	-	-	6	5	4,5	-	-
Autorrutas	-	-	-	-	-	6	5	4,5	-	-
Autopistas	-	-	-	-	-	5	-	4,5	-	4

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, 2021). * 110km/h no está considerada dentro del rango de V_p asociadas a las categorías.

Pendiente transversal bombeo: Es una inclinación lateral aplicada desde el eje hacia los bordes de la calzada con perfil convexo que facilita el drenaje superficial hacia cunetas o bordes laterales. Es esencial en el diseño geométrico vial para prevenir acumulación de agua, reducir riesgos de deterioro estructural y mejorar la seguridad operativa del pavimento.

Tabla 6*Pendiente transversal de bombeo*

Tipo de Superficie	Pendiente Transversal (l' 10) ≤ 15 mm/h (1)	Pendiente Transversal (l' 10) > 15 mm/h (1)
Pav. de Hormigón o Asfalto	2,0	2,5
Tratamiento Superficial	3,0 (2)	3,5
Tierra, Grava, Chancado	3,0 – 3,5 (2)	3,5 – 4,0

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, 2021).

Curvas verticales cóncavas y convexas:

Las curvas verticales cóncavas se generan en la transición entre una pendiente descendente y una ascendente. Su diseño responde a criterios de confort vehicular y eficiencia en el drenaje, evitando cambios abruptos que comprometan la estabilidad dinámica y la comodidad del usuario.

Las curvas verticales convexas ocurren en la transición de una pendiente ascendente a una descendente. Su diseño se fundamenta en la distancia de visibilidad requerida para frenado

seguro, siendo crucial en zonas donde la percepción temprana de obstáculos determina la eficacia de la maniobra y la seguridad vial.

Tabla 7
Curvas Verticales de cóncava y convexas

Velocidad de Proyecto V_p (km/h)	CURVAS CONVEXAS K_v			CURVAS CONCAVAS K_c
	$V^* = V_p$	$V^* = V_p + 5$	$V^* = V_p + 10$	V_p (km/h)
30	300	300	300	400
40	400	500	600	500
50	700	950	1100	1000
60	1200	1450	1800	1400
70	1800	2350	2850	1900
80	3000	3550	4400	2600
90	4700	5100	6000	3400
100	6850	7400	8200	4200
110	9850	10600	11000	5200
120	14000	15100	16000	6300

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, 2021).

2.2.8 Señalización horizontal

Son marcas o elementos instalados sobre el pavimento, que mediante el uso de símbolos y leyendas determinadas cumplen la función de ordenar y regular el uso de la calzada. definiendo el espacio por el cual debe circular, otorgando al conductor la seguridad de estar transitando por el espacio destinado para tal efecto. Por el contrario, la ausencia de demarcación, genera comportamientos erráticos e inesperados en los conductores.

Líneas Longitudinales: Las líneas longitudinales se emplean para delimitar pistas y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para delimitar pistas de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, pistas exclusivas de bicicletas o buses.

Línea longitudinal de eje: Las líneas de eje central se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar dónde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas.

Tabla 8
Señalización horizontal longitudinal al eje usadas en el proyecto

Descripción	Criterio de uso	Diagramas
Línea amarilla discontinua	Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde se permite la maniobra de adelantamiento.	<p>Carreteras: 450, 750, 450, 750, 450</p> <p>Caminos: 300, 500, 300, 500, 300, 500, 300</p> <p>Dimensiones en cm</p>
Línea doble amarilla continua	Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde no es permitida la maniobra de adelantamiento.	<p>12 10 10</p> <p>500 a 1400 800 a 2400</p> <p>tachas rojas</p>

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005).

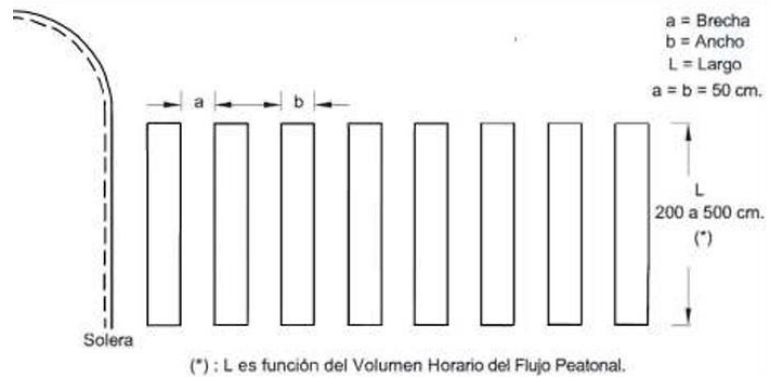
Líneas Transversales: Las líneas transversales tienen la función de definir puntos de detención y/o sendas de cruce de peatones y ciclistas, pueden ser de dos tipos; líneas de detención y líneas de cruce.

Tabla 9
Señalización horizontal transversal (líneas de cruce) usadas en el proyecto

Descripción	Criterio de uso	Diagramas
-------------	-----------------	-----------

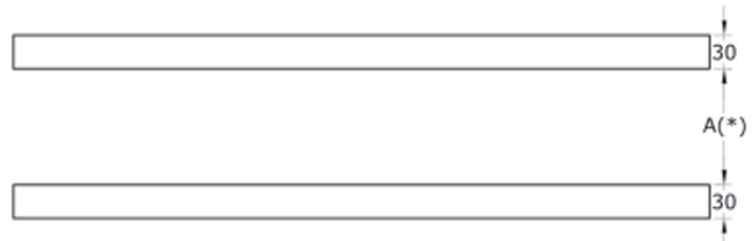
Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra

Se utiliza para delimitar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta



Líneas para cruce peatonal semaforizado

Corresponde a las líneas de demarcación, que delimitan el sector de la calzada empleada por los peatones, para realizar el atravesado en cruces regulado por semáforo.



Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005).

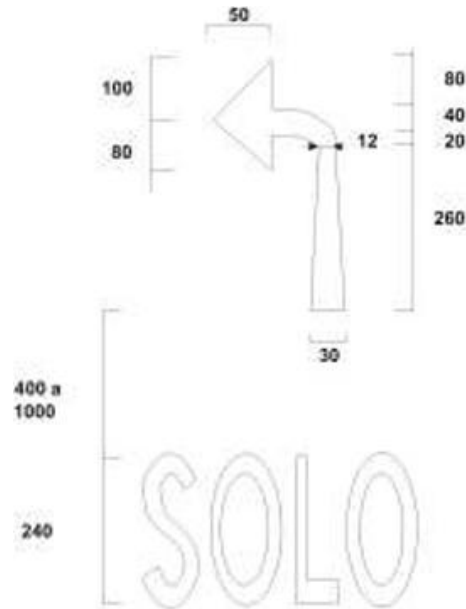
Símbolos y Leyendas: Los símbolos y leyendas se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de demarcación flechas, señales como ceda el paso y pare y leyendas como lento, entre otras.

Tabla 10
Señalización símbolos y leyendas usadas en el proyecto

Descripción	Criterio de uso	Diagramas
Flecha recta	Indica que la pista donde se ubica, está destinada al tránsito que continúa en línea recta. En general, se utiliza en aproximaciones a intersecciones, empalmes o enlaces.	

Flecha de viraje

Esta flecha indica que la pista donde se ubica está destinada al tránsito que vira en la dirección y sentido señalado por la flecha. En general se utiliza en las proximidades de intersecciones y empalmes para señalar a los conductores las pistas donde sólo es posible virar. Debe ser reforzada con la leyenda “SOLO”.



Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005).

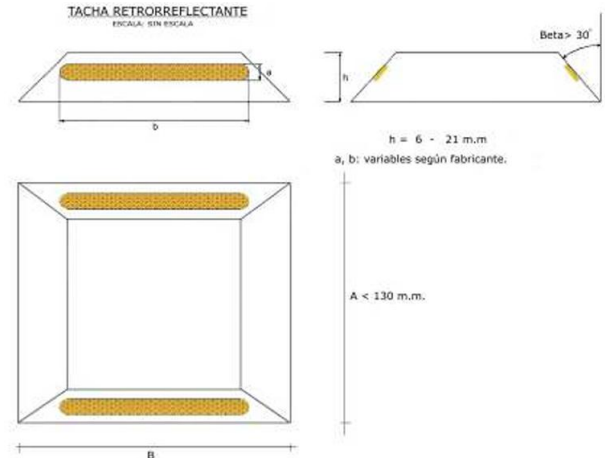
Otras demarcaciones: Corresponden a demarcaciones como achurados, demarcaciones de tránsito divergente y convergente, distanciadores, etc. En este caso no es posible agruparlas por sus características geométricas, dado a que ninguna de sus formas o líneas predomina sobre las otras.

Tabla 11
Señalización otras demarcaciones usadas en el proyecto

Descripción	Criterio de uso	Diagramas
Resaltos	El exceso de velocidad es una de las causas de la ocurrencia y la gravedad de los accidentes de tránsito, entonces, para disminuir la velocidad se deberá recurrir al empleo de medidas reductoras de velocidad como son los resaltos.	<p>The diagram shows a perspective view of a road with a yellow speed bump. Dimensions include a bump width of 2500 and a road width of 240. A warning sign is shown above the bump, with dimensions of 180 height and 70 width. A legend indicates 'Tachos amarillos' (yellow bumps).</p>

Tachas

Las tachas se ubican paralelas a una línea de demarcación con la finalidad de confirmar la instrucción entregada por dicha línea, principalmente en la conducción nocturna y bajo condiciones de lluvia.



Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005).

2.2.9 Señalización vertical

Conforme al Manual de Dispositivos de Control de Tránsito de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC, 2005), constituyen elementos fijos instalados sobre soportes como postes, ménsulas o estructuras ubicadas en la calzada o en sus márgenes. Su función es transmitir información vial mediante pictogramas, leyendas o símbolos normalizados, cumpliendo tres propósitos fundamentales:

Primero, advertir peligros, alertando a los usuarios sobre condiciones adversas o riesgos específicos presentes en la vía, tales como curvas cerradas, intersecciones, cambios de nivel, zonas escolares o áreas en obra.

Segundo, regular el uso de la vía, estableciendo prohibiciones, obligaciones o restricciones de circulación, como límites de velocidad, sentidos de tránsito, paradas obligatorias o restricciones por peso y altura.

Tercero, informar y guiar, proporcionando datos esenciales para la orientación de conductores y peatones, incluyendo destinos, distancias, referencias urbanas y servicios disponibles.

Para garantizar su efectividad, estas señales deben cumplir con los parámetros técnicos establecidos por el manual en cuanto a forma, dimensiones, colorimetría y retro-reflectividad, asegurando su visibilidad y legibilidad tanto en condiciones diurnas como nocturnas, y bajo diversas situaciones climáticas.

Ubicación longitudinal: La ubicación de una señal debe garantizar que un usuario que se desplaza a la velocidad máxima que permite la vía, será capaz de interpretar y comprender el mensaje que se le está transmitiendo, con el tiempo suficiente para efectuar las acciones que se requieran para una eficiente y segura operación ((ABC), 2018).


Tabla 12
Distancia mínima entre señales vertical

Orden en que el conductor verá las Señales	Velocidad (km/h)			
	120 - 110	100 - 90	80 - 60	50 - 30
Reglamentaria o Advertencia → Reglamentaria o Advertencia	50	50	30	20
Reglamentaria o Advertencia → Informativa	90	80	60	40
Informativa → Reglamentaria o Advertencia	60	50	40	30
Informativa → Informativa	110	90	70	50

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005).

Ubicación lateral: En señal vertical, dependerá a la distancia, medida desde el borde de la calzada, a la cual será instalada. Para esto, es importante tener presente que el conductor de un vehículo tiene una visibilidad en la forma de un cono de proyección, el que se abre en un ángulo de alrededor de 10° con respecto a su eje visual ((ABC), 2018).

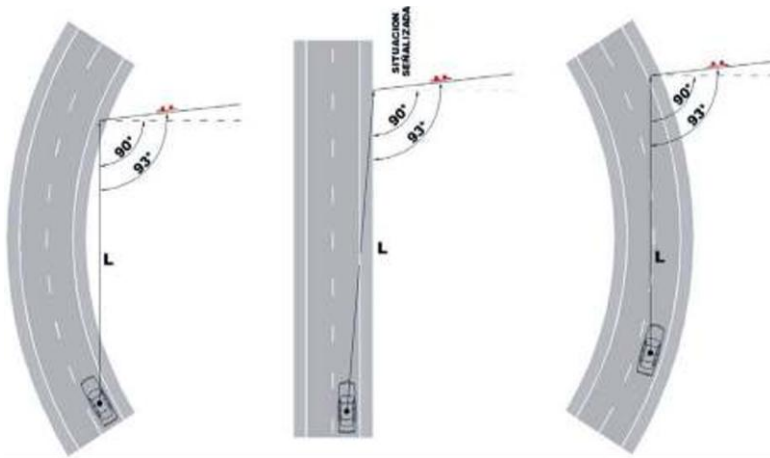
Tabla 13
Ubicación transversal de señales verticales (distancia y altura)

Tipo de Vía	A (m)		H (m)		En zona urbana
	Mínimo	Mínimo	Mínimo	Máximo	
Carreteras	2,0	1,5	1,5	2,2	
Caminos	1,5	1,5	1,5	2,2	
Vías Urbanas	0,6	2,0	1,5	2,2	

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005).

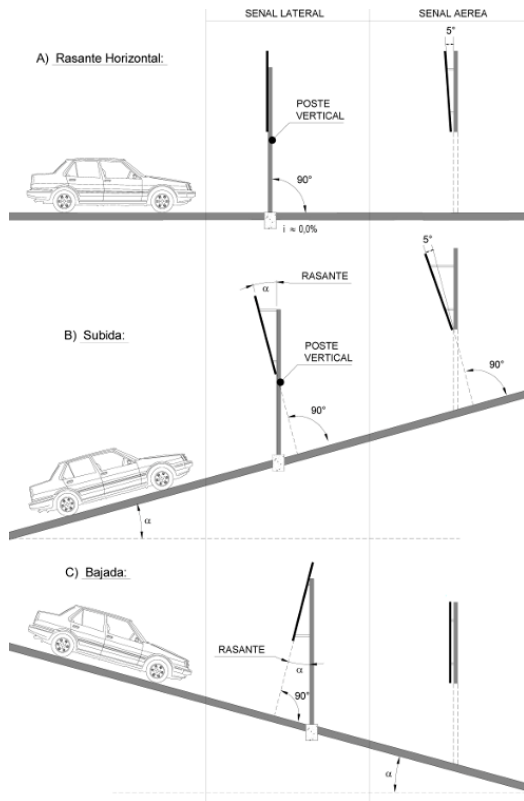
Orientación: Considerando que una lámina retrorreflectante, al ser iluminada por los focos de un vehículo, podría devolver demasiada cantidad de luz al conductor, ocasionando encandilamiento o dificultades para una adecuada comprensión del mensaje de la señal, se deberá instalar la placa de manera tal, que ésta y una línea paralela al eje de la calzada, formen un ángulo levemente superior a los 90° (ángulo recto), recomendándose un valor de 93°.

Figura 10
Orientación de la señal (perspectiva horizontal)



Nota: Fuente (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005).


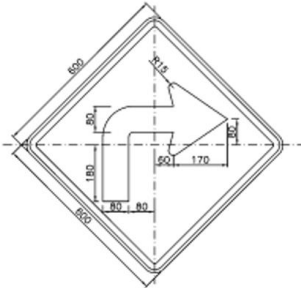
Figura 11
Orientación de la señal (perspectiva vertical)



Nota: Fuente (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005).

Señalización preventiva: Tienen como propósito advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones especiales presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Para este proyecto se usaron las siguientes señales reglamentarias:

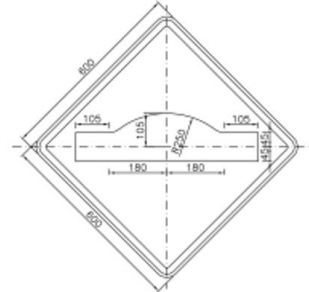
Tabla 14
Señalización preventiva usadas en el proyecto

Clasificación	Criterio de uso	Diagramas
curva peligrosa sp-1,2 	Esta señal se emplea para advertir al conductor la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño es inferior a 50km/h.	

resalto sp-14 velocidad



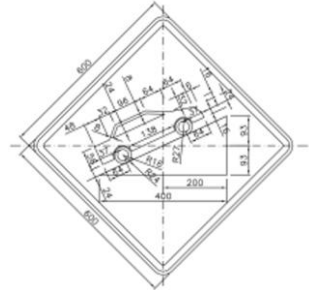
Esta señal se emplea para advertir la proximidad de un resalto o de un reductor de velocidad en la superficie de la calzada.



pendiente fuerte sp-16,17



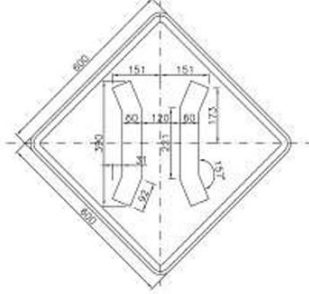
Estas señales se utilizan para advertir la proximidad de una pendiente fuerte tanto de bajada como de subida.



punto angosto sp-44



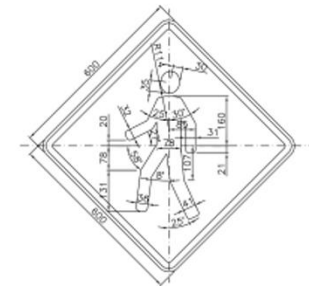
Se emplea para advertir al conductor la proximidad de un puente alcantarilla u obras similares características



peatones en la vía sp-52




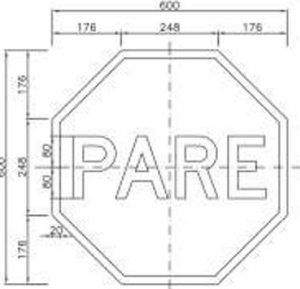

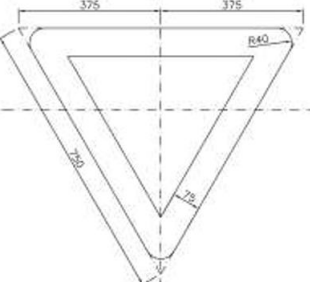




Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad de lugares frecuentado por peatones que caminan sobre la calzada o cruzan a un nivel en un sitio determinado



Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005).

Señales reglamentarias: Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su trasgresión constituye infracción a las normas del tránsito y acarrea las sanciones previstas en la Ley.

Tabla 15
Señalización reglamentarias usadas en el proyecto

Clasificación	Criterio de uso	Diagramas
<p>pare sr-1</p> 	<p>Su función de esta señal es obligar a los conductores a detenerse por completo y solo continuar cuando sea seguro.</p>	
<p>ceda el paso srs-2</p> 	<p>Indica a los conductores que deben ceder el paso a los vehículos que circulan por la vía a la cual se aproximan</p>	
<p>velocidad máxima sr-30</p> 	<p>Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía</p>	
<p>peso máximo total permitido sr-31</p> 	<p>se emplea para advertir al conductor la proximidad de un puente alcantarilla u obras similares características</p>	

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005).

2.3 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Los estudios geotécnicos son investigaciones que se realizan para evaluar las propiedades del suelo y las rocas en un terreno determinado, con el fin de determinar su idoneidad para la construcción de obras civiles. Estos estudios incluyen análisis de la resistencia, compresibilidad, permeabilidad y estabilidad del suelo, entre otros aspectos (Das, 2011).

Los estudios de suelos pueden clasificarse según los requerimientos técnicos de la obra civil o la especialidad ingenieril a la que estén dirigidos. Para este proyecto que está enfocado en realizar una propuesta de diseño de pavimentación se analizarán los siguientes tipos de ensayos geotécnicos.

2.3.1 Investigación de suelos y rocas para propósitos de ingeniería (ASTM D420 / AASHTO T86)

Las calicatas son excavaciones superficiales (manuales o mecánicas) realizadas en el terreno para inspeccionar visualmente el perfil del suelo, identificar estratigrafía, obtener muestras alteradas o inalteradas, y detectar condiciones geotécnicas críticas (como nivel freático o presencia de material orgánico). Son un método económico y rápido para estudios preliminares en proyectos viales (Zoilo, 2013).

Tabla 16
Numero de calicatas para exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicates	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas x km 	

Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	• 3 calicatas x km	longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	• 2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	• 1 calicata x km	

Nota: Fuente Manual de Ensayos de Materiales del MTC.

Materiales y equipo:

- Pala, pico.
- Barreta para suelos compactos o rocas blandas.
- Cinta métrica o regla (para medir profundidad de estratos).
- Bolsas plásticas o recipientes herméticos (para muestras alteradas).
- Cuchillo o tubo muestreador (para muestras inalteradas, si aplica).
- Etiquetas para identificación.
- Casco, guantes, botas.

Figura 12

Materiales y equipo para extracción de muestras mediante calicatas



Nota: Fuente elaboración propia.

Procedimiento:

- Definir ubicación y profundidad de calicatas (según objetivos del estudio).

- Abrir una zanja rectangular o circular (típicamente 1.0 m × 1.5 m y hasta 3 m de profundidad).
- Medir espesor de capas y profundidad del nivel freático (si se encuentra).
- Muestras alteradas: Recolectar con pala o cuchillo de cada estrato (≥ 1 kg por muestra).
- Muestras inalteradas: Usar tubos o bloques tallados (en suelos cohesivos).
- Etiquetar con: ubicación, profundidad, fecha y nombre del investigador.
- Rellenar la calicata con material excavado (o señalar si queda abierta temporalmente).

Figura 13

Procedimiento ilustrativo de la extracción de muestras mediante calicata



Nota: Fuente elaboración propia.

2.3.2 Cuarteo (ASTM D75 / AASHTO T146)

El cuarteo es un método de reducción y división de muestras de materiales granulares (como suelos, agregados para construcción o minerales) para obtener una porción representativa que conserve las mismas propiedades que el total. (American Society for Testing and Materials (ASTM, 2019).

Materiales y equipo:

- Pala o cuchillo.
- Superficie limpia (bandeja o lona).
- Divisor de muestras (opcional).

Figura 14

Materiales y equipo para método del cuarteo



Nota: Fuente elaboración propia.

Procedimiento:

- Mezclar la muestra original hasta homogeneizar.
- Formar un cono y dividirlo en 4 cuadrantes iguales (cuarteo).
- Seleccionar dos cuadrantes opuestos para la muestra final.
- Repetir hasta obtener el tamaño deseado.

Figura 15

Procedimiento grafico del cuarteo



Nota: Fuente elaboración propia.

2.3.3 Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422 / AASHTO T88)

Este ensayo abarca la determinación de la distribución del tamaño de partículas mayores a 0.075 mm por medio de un proceso de tamizado y el cálculo de los coeficientes de uniformidad “Cu” y curvatura “Cc” siempre y cuando sean aplicables. (American Society for Testing and Materials (1999). ASTM D2488-00, 2003).

Los ensayos se realizaron para cada una de las muestras utilizando los siguientes tamices proporcionados en el laboratorio de suelos y hormigones:

Tabla 17
Serie de tamices utilizados en el ensayo de granulometría

No. Tamiz	Diámetro mm
3"	76.2
2"	50.8
1"	25.4
3/4"	19.0
1/2"	13.0
3/8"	9.0
1/4"	6.3
4	4.750
10	2.000
30	0.600
50	0.300
100	0.150

200	0.075
Bandeja	0.000

Nota: Fuente elaboración propia en base a los tamices usados en el ensayo realizado que tiene el laboratorio de la UAP.

Materiales y equipo:

- Horno de secado, controlado por termostato, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Balanza de 0,01 g de precisión para muestras de hasta 200 g de masa y de 0,1 g de precisión para muestras de más de 200 g de masa.
- Juego de tamices (3", 2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", No.4, No.10, No.30, No.50, No.100, No.200 y bandeja).
- Tamizador automático.
- Mortero.
- Cuarteadores.
- Equipo de manipuleo: Guantes de asbesto, cucharas y cepillos.

Figura 16

Materiales y equipó para el estudio de granulometría



Nota: Fuente elaboración propia.

Procedimiento:

- Se toma una muestra representativa del suelo.
- Se seca la muestra en horno a una temperatura de 105°C a 110°C hasta obtener peso constante.
- Si se espera que haya una cantidad significativa de material fino (como arcillas o limos), se realiza un lavado. Para esto, se utiliza un tamiz de 75 micras (0.075 mm).
- La muestra se coloca en este tamiz y se lava con agua para eliminar las partículas finas (arcillas, limos) que no son adecuadamente separadas por el tamizado.
- El agua de lavado se debe filtrar hasta que el filtrado esté claro y libre de partículas finas y se vuelve a poner al horno hasta su secado.
- Se seleccionan los tamices adecuados según el rango de tamaños de partículas presentes en la muestra. Generalmente, se usa una serie de tamices con tamaños de malla decrecientes, desde un tamiz grueso hasta uno fino.
- La muestra seca se coloca en el tamiz superior de la columna de tamices.

- La muestra se somete a un proceso de tamizado, que se realiza mediante agitación mecánica (en una máquina de tamizado) durante un tiempo determinado.
- Después del tamizado, las fracciones de suelo retenidas en cada tamiz se pesan con precisión.
- Se calcula el porcentaje en peso de material retenido en cada tamiz, tomando en cuenta el peso inicial de la muestra.
- Se construye un diagrama de distribución granulométrica, que muestra la relación entre el tamaño de las partículas y el porcentaje acumulado en peso de material retenido en cada tamiz.

Figura 17

Procedimiento ilustrativo de estudio granulométrico



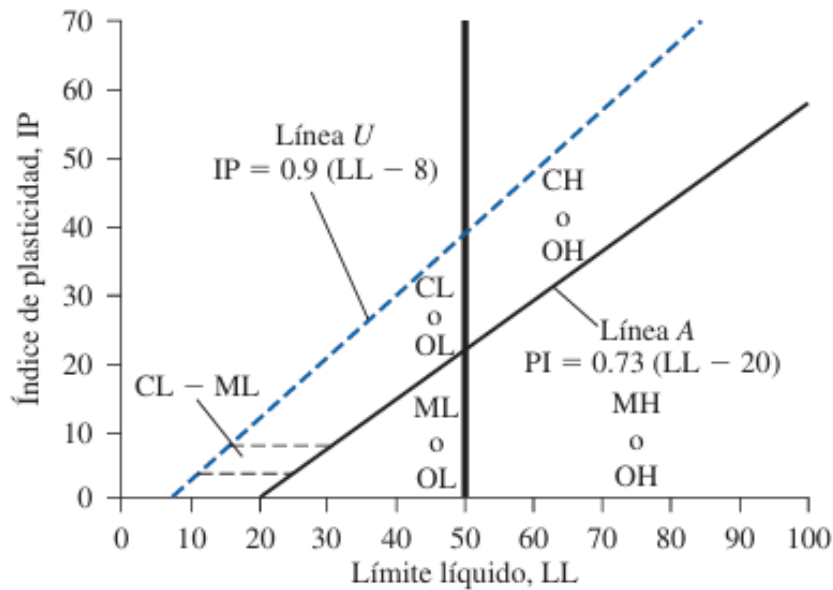
Nota: Fuente elaboración propia.

2.3.4 Límites de consistencia de Atterberg (ASTM D4318 / AASHTO T89 Y T90)

Este ensayo consiste en la determinación de los límites de consistencia de una muestra de suelo por medio de una serie de mediciones y procedimientos normalizados. El límite líquido es

el contenido de agua de un suelo definido arbitrariamente como la frontera entre los estados semilíquido y plástico. El límite plástico es el contenido de agua de un suelo ubicado en la frontera entre los estados plástico y semisólido (American Society for Testing and Materials (1999). ASTM D2488-00, 2003).

Figura 18
Grafica de plasticidad



Nota: Fuente fundamentos de ingeniería de cimentaciones braja m. das

Materiales y equipo:

- Aparato de límite líquido de Casagrande
- Ranurador ASTM.
- Tamíz No. 40.
- Mortero.
- Placa de vidrio.
- Horno de secado, controlado por termostato, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

- Balanza de 0,01 g de precisión.
- Equipo de manipuleo: guantes de asbesto, espátulas y cucharas.
- Agua destilada o desmineralizada.

Figura 19

Materiales y equipo para el estudio de límites de consistencia



Nota: Fuente elaboración propia.

Procedimiento:

- Toma una muestra representativa del suelo a analizar.
- Si la muestra contiene partículas gruesas o está demasiado compacta, es posible que necesites pulverizar el suelo utilizando un mortero para reducir las partículas grandes a un tamaño adecuado. Este paso puede ser necesario especialmente en suelos con material grueso. Usa el mortero de manera que el suelo no se deshidrate en exceso ni se altere químicamente.

- Una vez pulverizado, pasa el suelo a través de un tamiz Nro 40 para eliminar las partículas gruesas.
- Humedece el suelo con agua destilada hasta alcanzar un contenido de humedad adecuado para el ensayo.

Limite liquido:

- Coloca una porción de la muestra en un aparato de Casagrande hasta formar una superficie plana a la mitad de la cuchara.
- Con el ranurador haz un surco vertical en el centro de la cuchara.
- Baja el pestillo de la máquina y golpea el aparato hasta que el surco se cierre a una distancia de 1 cm.
- Después de cada serie de golpes, observa la distancia que se cierra el surco. Registra la cantidad de golpes y la cantidad de agua que había en la muestra.
- Realiza varias pruebas para diferentes contenidos de agua y encuentra el valor promedio del contenido de agua en el que el surco se cierra a 25 golpes. Este es el límite líquido del suelo.

Figura 20

Procedimiento ilustrativo del estudio de limite liquido



Nota: Fuente elaboración propia.

Limite plástico:

- Toma una porción de la muestra del mismo material utilizado para el límite líquido.
- Forma un rollo de tierra sobre una superficie plana con la mano.
- Continúa estirando el rollo hasta que su diámetro llegue a 3 mm. La muestra se debe romper y formar grietas cuando alcance ese diámetro. Registra el contenido de humedad en ese punto.
- Este contenido de agua se registra como el límite plástico.

Figura 21

Procedimiento ilustrativo del estudio de límites plásticos



Nota: Fuente elaboración propia.

2.3.5 Ensayo de compactación proctor modificado (ASTM D1557 / AASHTO T180)

Es utilizado para la determinación de la relación que existe entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo. Además, mediante la anterior relación se determina el peso unitario seco máximo para un valor óptimo del contenido de humedad. Este ensayo se aplica únicamente, a suelos con menos del 30% en peso de partículas retenidas en el tamiz de 19 mm (Fernando Lopez Alborta, 2014).

Antes de ejecutar el ensayo de compactación Proctor modificado, es fundamental determinar el método adecuado (A, B, C o D) para utilizar los materiales y equipos adecuado además de un procedimiento bien realizado según las características del suelo en estudio. Las normas

establecen cuatro variantes en función del tamaño máximo de partículas y el porcentaje de material retenido en el tamiz No. 4 (4.75 mm) que se describen de manera resumida en la siguiente tabla:

Tabla 18

Comparación de métodos de compactación de suelo según normas ASTM y AASHTO

METODO	ASTM 1557-91 A	ASHTO T-180 A	ASTM 1557-91 B	ASHTO T-180 B	ASTM 1557-91 C	ASHTO T-180 C	ASTM 1557-91 D	ASHTO T-180 D
Diámetro del molde	4 in (101.6 mm)	102 mm	4 in (101.6 mm)	152 mm	6 in (152.4 mm)	102 mm	No tiene	152 mm
Volumen del molde	944 cm ³	944 cm ³	944 cm ³	2 124 cm ³	2 124 cm ³	944 cm ³	No tiene	2 124 cm ³
Peso del pisón	4.54 Kg		4.54 Kg		4.54 Kg		No tiene	
Altura de caída del pisón	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm	127.0 mm	457.2 mm	305.0 mm	No tiene	127 mm
Número de golpes del pisón por capa de suelo	25	25	25	56	56	25	No tiene	56
Número de capas de compactación	5	3	5		5		No tiene	
Energía de compactación	600 KN-m/m ³	600 KN-m/m ³	600 KN-m/m ³	600 KN-m/m ³	600 KN-m/m ³	600 KN-m/m ³	No tiene	2700 KN-m/m ³
Suelo por usarse	Tamiz No 4 ≤20% Retenido	Tamiz No 4	Tamiz No 3/8 ≤20% Retenido	Tamiz No 4	Tamiz No 3/8 ≤20% Retenido	Tamiz No 3/4 Retiene tamiz No 4	No tiene	Tamiz No 2 Retiene tamiz No 4

Nota: Fuente elaboración propia a partir de los requerimientos especificados en las normas AASHTO 93 y ASTM.

Materiales y equipo:

- Un molde cilíndrico de metal con dimensiones normadas y diámetro referencial de 4 pulg (molde de compactación de 4 pulg).
- Un molde cilíndrico de metal con dimensiones normadas y diámetro referencial de 6 pulg (molde de compactación de 6 pulg).
- Un martillo pistón compactador modificado de $4.54 \pm 0,01$ kg de masa que debe tener una caída libre de $457.2 \pm 1,6$ mm. La cara de golpe del pistón tiene un diámetro de $50.8 \pm 0,25$ mm cuando esta nueva. El pistón debe ser reemplazado cuando el diámetro de la cara de golpe es desgastado o expandido en 12 mm.

- El pistón debe estar equipado con un tubo guía que le permita desplazarse en la caída con facilidad, el tubo guía debe tener al menos cuatro agujeros en cada extremo espaciados 90 grados entre sí, el diámetro mínimo para estos agujeros es de 9.5 mm.
- Una regla de metal rígida recta de no menos de 254 mm de largo.
- Tamices de 19 mm (3/4 pulg), 9.5 mm (3/8 pulg), y 4.75 mm (No. 4) de abertura.
- Horno de secado, controlado por termostato, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.
- Balanza de 0.01 g de precisión para muestras de hasta 200 g de masa o balanza de 0.1 g de precisión para muestras de más de 200 g de masa.
- Contenedores. Deben ser claramente identificables y se requerirá de un contenedor por cada determinación de contenido de humedad.
- Equipo de manipuleo: guantes de asbesto, guantes de goma, espátulas y cucharas.

Figura 22

Materiales y equipo para el estudio de Proctor modificado



Nota: Fuente elaboración propia.

Procedimiento:

- Secar el suelo al aire o en un horno (a menos de 60 °C) para facilitar su manipulación.
- Pulverizar los terrones con un mazo o tamiz, sin romper partículas grandes.
- Pasar la muestra por el tamiz N° 4 (4.75 mm) y eliminar las partículas más grandes.
- Registrar el porcentaje de material retenido para futuras correcciones.
- Asegúrate de que el molde y el equipo estén limpios y secos antes de comenzar.
- Añadir agua gradualmente al suelo y mezclar uniformemente.
- El rango inicial debe estar por debajo del óptimo estimado.
- Mezclar completamente para garantizar una distribución uniforme de la humedad.
- Dividir la muestra en 5 capas aproximadamente iguales.
- Verter la primera capa en el molde.

- Compactar cada capa aplicando 25 golpes uniformemente distribuidos usando el pisón.
- Repetir el proceso para las cinco capas, rasando la última capa con una espátula al nivel del molde.
- Pesar el molde con el suelo compactado para obtener la masa húmeda.
- Extraer material de la muestra compactada para determinar el contenido de humedad.
- Secar la muestra en el horno a 105-110 °C hasta peso constante.
- Determinar el contenido de humedad mediante la fórmula:
- Incrementar el contenido de humedad en pasos de 2-3%.
- Realizar el ensayo al menos 5 veces para cubrir un rango que incluya el contenido de humedad óptimo.

Figura 23

Procedimiento ilustrativo del estudio de Proctor modificado



Nota: Fuente elaboración propia.

2.3.6 Determinación de relación de soporte califonia del suelo (CBR) (ASTM D1883 / AASHTO T193)

El Ensayo de Relación de Soporte California (California Bearing Ratio, CBR) es un método estandarizado para evaluar la resistencia al corte de suelos y materiales granulares bajo condiciones controladas de humedad y densidad. Se utiliza principalmente en el diseño de pavimentos para determinar el espesor de las capas estructurales (base, subbase y subrasante) (Zoilo, 2013).

Materiales y equipo:

- Prensa manual de compresión, Ver catálogo de este equipo.
- 3 moldes CBR.
- 3 Discos espaciadores.
- 3 piezas de sobrecarga, (carga metálica anular, cargas ranuradas).
- 3 placas metálica de hinchamiento con perforaciones.
- 1 pistón de penetración.
- 1 anillo de carga con capacidad de 50 KN
- 3 deformímetros de precisión de 0,001” de precisión
- 1 deformímetros de 0,001” de precisión.
- 3 placas de sobrecarga de masa igual a 4,54 kg
- Balanza de 20 kg con precisión de 0,1 g y balanza de 1000 g con precisión de 0,01 g
- Tamices.

Figura 24
Materiales y equipo para el estudio de CBR



Nota: Fuente elaboración propia.

Procedimiento:

- Asegúrate de que el molde y el equipo estén limpios y en buen estado.
- Añadir agua al suelo para obtener un contenido de humedad cercano al óptimo previamente determinado mediante el ensayo Proctor, Homogeneizar la muestra.
- Colocar el suelo en el molde en cinco capas aproximadamente iguales.
- Compactar cada capa con 56 golpes uniformemente distribuidos utilizando el martillo estándar.
- Raspar el exceso de material al nivel del borde del molde.
- Colocar el conjunto de pesos perforados sobre la muestra compactada.
- Añadir agua hasta cubrir la muestra y dejarla en remojo por un período de 96 horas (según la norma).
- Registrar la expansión vertical de la muestra utilizando un dial indicador.
- Colocar el molde con la muestra en la máquina de ensayo.
- Retirar los pesos superiores y ajustar la placa de carga sobre el pistón de penetración.

- Aplicar una carga vertical a una velocidad constante.
- Registrar las cargas correspondientes a las penetraciones de 0.625 mm, 1.25 mm, 2.5 mm, 5 mm, 7.5 mm, y 10 mm.
- El valor de CBR corresponde al mayor valor entre las penetraciones de 2.5 mm y 5.0 mm.

Figura 25

Procedimiento ilustrativo del ensayo de CBR



Nota: Fuente elaboración propia.

2.3.7 Mejoramiento de Suelos con Cemento (ASTM D806 / AASHTO T134)

El mejoramiento de suelos con cemento es una técnica de estabilización química que consiste en mezclar suelo natural con cemento Portland y agua para incrementar su resistencia, reducir su plasticidad y mejorar su capacidad de carga. Se aplica en subrasantes de carreteras, bases de pavimentos y cimentaciones superficiales (Das, 2011).

Durante la ejecución de los estudios geotécnicos para la determinación del CBR en los distintos tramos, se evidenció que algunos sectores no alcanzaban el valor mínimo requerido para el diseño del paquete estructural, presentando valores de CBR considerablemente bajos. Para garantizar la viabilidad del diseño, se implementó un proceso de mejoramiento de suelos permitiendo incrementar la capacidad portante de la subrasante y cumplir con los requisitos establecidos. A continuación, se presenta una tabla con los valores mínimos exigidos:

Tabla 19

Tabla de CBR y espesores mínimos requeridos según el tipo de pavimento

Elemento	Requisito	Flexible	Rígido	Adoquines
Sub-rasante	Compactación	95% (Proctor Modificado: Suelos Granulares / Proctor Estándar: Suelos Cohesivos)		
	Espesor compactado	≥250 mm (Vías locales/colectoras) / ≥300 mm (Vías arteriales/expresas)		
Sub-base	CBR	≥40%		≥30%
	Compactación	100% Proctor Modificado		100% Proctor Modificado
Base	CBR	≥80%		≥80%
	Compactación	100% Proctor Modificado	N.A.*	100% Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo	Especificación	Penetración ≥5 mm	N.A.*	Cama de arena fina (25-40 mm)
Espesor capa de rodadura	Vías locales	≥50 mm		≥60 mm
	Vías colectoras	≥60 mm	≥150 mm	≥80 mm
	Vías arteriales	≥70 mm		NR**
	Vías expresas	≥80 mm	≥200 mm	NR**
Material	Vías locales	Concreto asfáltico***	MR ≥3.4 MPa (34 kg/cm ²)	f'c ≥38 MPa (380 kg/cm ²)

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la norma CE.0.1 pavimentos urbanos del Peru.

Materiales y equipo:

- Suelo a mejorar arcillas, limos o arenas con baja capacidad portante.
- Cemento Portland tipo I o II (ASTM C150) en proporciones típicas de 3% a 10% en peso del suelo seco.
- Agua libre de impurezas (pH neutro, sin sales agresivas).

- Compactador.
- Moldes para cilindros (diámetro 50–100 mm, altura 2:1).
- Prensa de compresión.

Figura 26

Materiales y equipo del ensayo de mejoramiento de suelos



Nota: Fuente elaboración propia.

Procedimiento:

- Extraer muestreo de suelo inalterado o alterado.
- Secar al aire o en horno, luego pulverizar grumos.
- Tamizado, Pasar por tamiz #4 (4.75 mm) para homogenizar.
- Dosificar en proporciones la mezcla del suelo y cemento en seco hasta homogenizar.
- Añadir agua gradualmente (usando humedad óptima del Proctor modificado).
- Moldeo de probetas y posterior compactación en moldes de 3–5 capas.
- Curado envuelto en bolsas plásticas o en cámara húmeda ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $>95\%$ humedad) por 7, 14 y 28 días.

- Romper probetas compresión a diferentes edades.
- Criterio de aceptación: Mínimo 1.4 MPa (200 psi) a 7 días (para bases de pavimento).

Figura 27

Procedimiento ilustrativo del estudio de mejoramiento de suelos



Nota: Fuente elaboración propia.

2.4 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRAULICOS

2.4.1 Caracterización de la cuenca de aporte

Es el proceso de identificar, analizar y describir las características físicas, hidrológicas, y ambientales de una cuenca hidrográfica la cual es una unidad natural de drenaje donde el agua se recoge y fluye hacia un punto común.

Área de aporte: Es un espacio geográfico delimitado por la divisoria de aguas que es una línea imaginaria formada por los puntos más altos a nivel topográfico, sobre el cual los aportes hídricos naturales provienen de las precipitaciones. Su función principal es conducir y almacenar

el agua y los sedimentos transportados que concluyen en un único punto de salida o desembocadura (Agustin Cahuana Andia, 2009).

Figura 28

Modelo hidrográfico ilustrativo



Nota: Fuente (Agustin Cahuana Andia, 2009).

Coefficiente de escorrentía: Es un valor adimensional que representa la proporción de agua de lluvia que escurre superficialmente en un terreno, en lugar de infiltrarse o evaporarse. Depende del tipo de suelo, la cobertura vegetal, la pendiente y el uso del terreno. Su valor varía entre 0 (sin escorrentía) y 1 (escorrentía total). el coeficiente de escurrimiento “C” puede ser calculado con la siguiente expresión:

Ecuación 1

Calculo de coeficiente de escorrentía teórico

$$C = \frac{\text{volumen de la escorrentia superficial total}}{\text{voumen presipitado total}} \quad \dots (1)$$

Cuando el área de drenaje o aporte (Cuenca) está constituida por diferentes tipos de cubierta y superficies, el coeficiente de escurrimiento puede obtenerse en función de las características de cada porción del área como un promedio ponderado:

Ecuación 2

Cálculo del coeficiente de escorrentía ponderado

$$C = \frac{C_1 * A_1 + C_2 * A_2 + \dots + C_n * A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad \dots (2)$$

Donde:

An=Área parcial que tiene cierto tipo de superficie.

Cn=Coeficiente de escurrimiento correspondiente al área *An*.

El coeficiente de drenaje se obtiene a partir de valores estimados y recopilados en la siguiente tabla, la cual considera diversos factores, como la cobertura del suelo, el tipo de suelo (impermeable, semipermeable o permeable), y la pendiente del terreno (%).

Tabla 20

Valores de coeficiente de escurrimiento

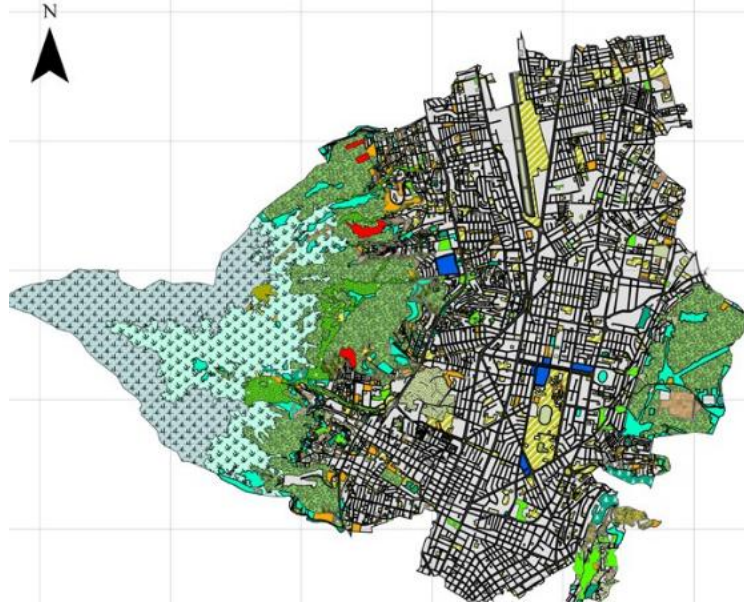
Cobertura del Suelo	Tipo de Suelo	Pendiente				
		>50%	20-50%	5-20%	1-5%	0-1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Nota: Fuente según Benitez et al. (1980), citado por Lemus & Navarro (2003).

En la siguiente imagen podemos observar la correcta zonificación y categorización del territorio funcional para el desarrollo de un proyecto.

Figura 29

Modelo de mapa de uso de suelos y cobertura vegetal



Nota: Fuente curso de capacitación integral en modelado hidrológico de cuencas con ARCGIS.

Los coeficientes de escurrimiento están influenciados por múltiples factores, características del terreno y las condiciones superficiales. Por ello su correcta estimación requiere de un criterio técnico sólido, que permitan seleccionar un valor representativo acorde a la realidad del proyecto. A continuación, se presentan tablas con valores de referencia utilizados comúnmente en ingeniería hidráulica.

Tabla 21

Valores de coeficiente de escurrimiento según el tipo de terreno

Tipo de Terreno	Coefficiente de Escurrimiento
Pavimentos de adoquín	0,50 – 0,70
Pavimentos asfálticos	0,70 – 0,95
Pavimentos en concreto	0,80 – 0,95
Suelo arenoso con vegetación y pendiente 2% - 7%	0,15 – 0,20
Suelo arcilloso con pasto y pendiente 2% - 7%	0,25 – 0,65

Zonas de cultivo	0,20 – 0,40
------------------	-------------

Nota: Fuente (ABC, 2021)

Tabla 22

Valores de coeficiente de escurrimiento según el tipo características de la cuenca

Características generales de la cuenca receptora	Valores C
Partes centrales, densamente construidas con calles y vías pavimentadas	0,70 a 0,90
Partes adyacentes al centro, de menor densidad de habitación con calles y vías pavimentadas	0,70
Zonas residenciales de construcciones cerradas y vías pavimentadas	0,65
Zonas residenciales medianamente habitadas	0,55 a 0,65
Zonas residenciales de pequeña densidad	0,35 a 0,55
Barrios con jardines y vías empedradas	0,30
Superficies arborizadas, parques, jardines y campos deportivos con pavimento	0,10 a 0,20

Nota: Fuente (NB 688)

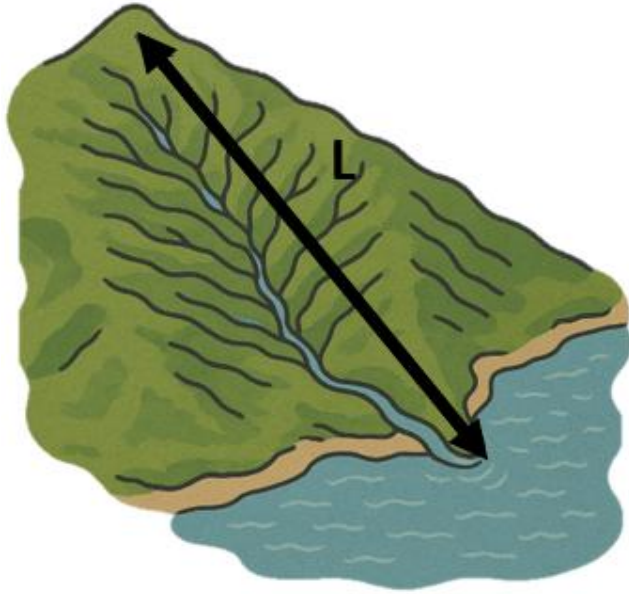
Tabla 23

Valores del coeficiente de escorrentía según tipo de superficie

Tipo de superficie	Coficiente (C)
Calles	0,70 - 0,95
Techos	0,75 - 0,95
Terreno natural arenoso	0,05 - 0,20
Terreno natural arcilloso	0,13 - 0,35

Nota: Fuente Criterios de diseño de drenaje pluvial IMM

Longitud de la Cuenca: Es la distancia entre la salida y el punto más alejado, cercano a la cabecera del cauce principal medida en línea recta.



Nota: Fuente elaboración propia en base a la IA.

Pendiente de la cuenca: Es un parámetro geomorfológico que mide el cambio de elevación del terreno dentro de una cuenca hidrográfica en relación con su longitud. Se expresa generalmente como una proporción, un porcentaje o en grado.

2.4.1.1 Análisis de precipitaciones

Datos históricos de lluvia: Son registros que documentan las precipitaciones ocurridas en una región específica durante un período de tiempo prolongado. Existen distintas fuentes de los datos históricos de precipitación máxima diaria, para este proyecto se usaron datos recolectados de la estación meteorológica que nos proporcionan el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), obteniendo mediciones precisas de precipitación diaria, mensual y anual. A partir de los registros de las estaciones meteorológicas ubicadas en el municipio de Cobija, escogemos la denominada “Cobija Aeropuerto”, se presenta a continuación una descripción detallada de dicha estación.

Tabla 24*Datos generales de la estación meteorológica*

Código	Estación Meteorológica	Fecha creación	Ubicación Geográfica			Coordenadas Geográficas		
			Departamento	Provincia	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud
A-1168	Cobija Aeropuerto	27/12/1942	Pando	Nicolás Suárez	Cobija	-11.039.722	-6.878.027	235

Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos del senamhi, al ser esta una estación meteorológica sinóptica principal SP por ser de carácter aeronáutico puede cubrir una distancia de 75-100km a la redonda según López V. (2009), usando del método de Gandin.

Datos mensuales de precipitación máxima en 24 hrs. (mm): Estos representan el valor más alto de lluvia acumulada en un periodo de 24 horas para cada mes. Este indicador es crucial para evaluar eventos extremos de precipitación como lluvias intensas que puedan generar riesgos como inundaciones, deslizamientos de tierra o impactos en la infraestructura (Agustin Cahuana Andía, 2009).

Estimación de la precipitación máxima probable: Se refiere a la cantidad máxima de precipitación que puede ocurrir en una cuenca generando un caudal extremo que en teoría tiene una probabilidad casi nula de ser superado. La estimación de esta precipitación no sigue un procedimiento único ya que depende de varios factores como:

- Cantidad y calidad de los datos disponibles.
- Tamaño, ubicación y topografía de la cuenca.
- Tipos de fenómenos meteorológicos que producen lluvias extremas.
- Condiciones climáticas de la región.

Los métodos de estimación más sencillos y rápidos son los empíricos y estadísticos. Aunque existen muchas distribuciones de probabilidad en hidrología solo algunas se utilizan frecuentemente ya que se ajustan bien a los datos hidrológicos. Las lluvias extremas ya sean horarias o diarias suelen adaptarse mejor a distribuciones como:

- Gumbel (valores extremos tipo I).

- Log-Pearson tipo III.
- Gamma incompleta.

En este proyecto, se utilizó la distribución de Gumbel para la estimación de precipitaciones máximas.

Registros pluviométricos Estación Cobija Aeropuerto - Método Gumbel: En la siguiente tabla se puede observar los valores de las máximas precipitaciones de la estación pluviométrica Cobija aeropuerto por mes de cada año desde 1950-2023:

Tabla 25
Datos históricos de precipitación máxima

N°	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1950	Febrero	97.00	27.1862865
2	1951	Noviembre	86.80	237.592846
3	1952	Noviembre	171.00	4731.50733
4	1953	Diciembre	120.00	316.340123
5	1954	Diciembre	93.80	70.7961875
6	1955	Marzo	120.00	316.340123
7	1956	Octubre	88.00	202.039133
8	1957	Noviembre	82.20	400.562079
9	1958	Febrero	157.00	3001.50064
10	1959	Noviembre	91.10	123.522042

Nota: Los datos completos se encuentran en el anexo C.4

Cálculos variables probabilísticas: Son herramientas estadísticas que se utilizan para describir y predecir el comportamiento de las variables aleatorias.

Ecuación 3
Media aritmética de la serie de datos considerados

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \dots (3)$$

Ecuación 4
Desviación típica o estándar de la muestra de datos considerados

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \dots (4)$$

Ecuación 5

Parámetro de escala variable α (alfa)

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \cdot s \quad \dots (5)$$

Ecuación 6

Parámetro de localización (μ)

$$u = \bar{x} - 0.5772 \cdot \alpha \quad \dots (6)$$

Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias:

Se utiliza en hidrología para estimar las precipitaciones extremas que pueden ocurrir en un intervalo de tiempo específico. Estas precipitaciones están relacionadas con la probabilidad de que un evento de lluvia extrema ocurra en un año dado. Para este proyecto se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 26

Precipitaciones diarias máximas probables

<i>Periodo Retorno</i>	<i>Variable Reducida</i>	<i>Precip. (mm)</i>	<i>Prob. de ocurrencia</i>	<i>Corrección intervalo fijo</i>
<i>Años</i>	<i>YT</i>	<i>XT'(mm)</i>	<i>F(xT)</i>	<i>XT (mm)</i>
2	0.3665	98.1743	0.5000	110.9370
5	1.4999	119.9067	0.8000	135.4946
10	2.2504	134.2955	0.9000	151.7539
25	3.1985	152.4757	0.9600	172.2976
50	3.9019	165.9628	0.9800	187.5380
100	4.6001	179.3504	0.9900	202.6659
500	6.2136	210.2870	0.9980	237.6243

Para el modelo de probabilidad:

Ecuación 7

Transformación inversa de Gumbel generalizada

$$x = u + \left(\alpha \cdot \left(-\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right) \right) \quad \dots (7)$$

Donde: la variable reducida $YT = -\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right)$ por temas de cálculo.

Ecuación 8

Función de distribución acumulada de la distribución Gumbel

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}} \quad \dots (8)$$

Según el estudio de miles de estaciones – año de datos de lluvia, realizado por L. L. Welss, los resultados de un análisis probabilístico llevado a cabo con lluvias máximas anuales tomadas en un único y fijo intervalo de observación, al ser incrementados en un **13%** conducían a magnitudes más aproximadas a las obtenidas en el análisis basado en lluvias máximas verdaderas. Por tanto, el valor representativo adoptado para la cuenca será multiplicado por **1.13** para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación.

Coefficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas: Las relaciones o cocientes a la lluvia de 24 horas se emplean para duraciones de varias horas. D. F. Campos A. propone los siguientes cocientes:

Tabla 27

Coefficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Estos datos serán obtenidos como un porcentaje de los resultados de la precipitación máxima probable para 24 horas, para cada período de retorno, diferentes porcentajes de este valor según los tiempos de duración de lluvia adoptados.

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias: Es un análisis estadístico utilizado para prever la cantidad máxima de lluvia esperada durante períodos específicos de tiempo, basándose en la frecuencia o el periodo de retorno de dichos eventos lluviosos. Para este proyecto se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 28
Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	110.937	135.495	151.754	172.298	187.538	202.666	237.624
18 hr	X18 = 91%	100.953	123.300	138.096	156.791	170.660	184.426	216.238
12 hr	X12 = 80%	88.750	108.396	121.403	137.838	150.030	162.133	190.099
8 hr	X8 = 68%	75.437	92.136	103.193	117.162	127.526	137.813	161.584
6 hr	X6 = 61%	67.672	82.652	92.570	105.102	114.398	123.626	144.951
5 hr	X5 = 57%	63.234	77.232	86.500	98.210	106.897	115.520	135.446
4 hr	X4 = 52%	57.687	70.457	78.912	89.595	97.520	105.386	123.565
3 hr	X3 = 46%	51.031	62.328	69.807	79.257	86.267	93.226	109.307
2 hr	X2 = 39%	43.265	52.843	59.184	67.196	73.140	79.040	92.673
1 hr	X1 = 30%	33.281	40.648	45.526	51.689	56.261	60.800	71.287

Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma: Estas intensidades equivalentes se calculan a través del cociente de precipitación máxima P entre el tiempo de duración en horas que se encuentra expresado en la siguiente ecuación:

Ecuación 9
Calculo de la intensidad teórica

$$I = \frac{P_{(mm)}}{t_{duracion (hr)}} \quad \dots (9)$$

Con el anterior calculo explicado para este proyecto obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 29
Intensidades de lluvia en función de duración y frecuencia de la precipitación

Tiempo de duración	Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno
--------------------	--

Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	4.6224	5.6456	6.3231	7.1791	7.8141	8.4444	9.9010
18 hr	1080	5.6085	6.8500	7.6720	8.7106	9.4811	10.2459	12.0132
12 hr	720	7.3958	9.0330	10.1169	11.4865	12.5025	13.5111	15.8416
8 hr	480	9.4296	11.5170	12.8991	14.6453	15.9407	17.2266	20.1981
6 hr	360	11.2786	13.7753	15.4283	17.5169	19.0664	20.6044	24.1585
5 hr	300	12.6468	15.4464	17.2999	19.6419	21.3793	23.1039	27.0892
4 hr	240	14.4218	17.6143	19.7280	22.3987	24.3799	26.3466	30.8912
3 hr	180	17.0103	20.7758	23.2689	26.4190	28.7558	31.0754	36.4357
2 hr	120	21.6327	26.4214	29.5920	33.5980	36.5699	39.5199	46.3367
1 hr	60	33.2811	40.6484	45.5262	51.6893	56.2614	60.7998	71.2873

Cálculo de intensidades de lluvia: Mediante un modelo de regresión lineal se extrapoló la ecuación generada, a zonas que no cuentan con registros pluviográficos, pero que se localizan relativamente cerca. A esta ecuación se le aplicó la siguiente modificación:

Ecuación 10

Calculo de la intensidad en función de sus parámetros

$$I = \frac{K \cdot T^m}{D^n} \quad \dots (10)$$

Donde

k, m y n=constantes de regresión lineal múltiple.

T=periodo de retorno en años.

D=duración en minutos u horas.

I=intensidad de la precipitación en mm/hr.

Ecuación 11

Ecuación de la intensidad logarítmica

$$\text{Log}(I) = \text{Log}(K) + m * \text{Log}(T) - n * \text{Log}(D) \quad \dots (11)$$

Para la simplificación de cálculos se realiza un cambio de variable:

Figura 30

Simplificación por cambio de variable de los parámetros

$$Y = \log(I)$$

$$A = \log(K)$$

$$X_1 = \log(T)$$

$$B = m$$

$$X_2 = \log(D)$$

$$C = -n$$

Entonces, la ecuación de la recta es:

Ecuación 12

Ecuación de la recta

$$Y = A + B * X_1 + C * X_2 \quad \dots (12)$$

Para determinar los parámetros A, B, C se deben resolver el sistema de ecuaciones mínimo cuadráticas siguientes:

Figura 31

Sistema de ecuaciones cuadráticas para el cálculo de los parámetros

$$\Sigma Y = A * n + B * \Sigma X_1 + C * \Sigma X_2$$

$$\Sigma X_1 Y = A * \Sigma X_1 + B * \Sigma X_1^2 + C * \Sigma (X_1 * X_2)$$

$$\Sigma X_2 Y = A * \Sigma X_2 + B * \Sigma (X_1 * X_2) + C * \Sigma X_2^2$$

Después de este proceso se realiza un cálculo de intensidad y duración para diferentes periodos de retorno para los años 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 años, Con el cual obtenemos los parámetros finales para el cálculo de la ecuación de intensidad duración frecuencia mediante términos y coeficientes de regresión:

Tabla 30

Cálculo del coeficiente de regresión k, m y n

Nº	x	y	<i>Regresión potencial</i>				Coef. de regresión [n]
			ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2	
1	2	417.9795	0.6931	6.0354	4.1834	0.4805	-0.6164
2	5	510.8282	1.6094	6.2360	10.0365	2.5903	-0.6164
3	10	572.3021	2.3026	6.3497	14.6206	5.3019	-0.6164
4	25	649.9746	3.2189	6.4769	20.8484	10.3612	-0.6164
5	50	707.5964	3.9120	6.5619	25.6702	15.3039	-0.6164
6	100	764.7928	4.6052	6.6396	30.5765	21.2076	-0.6164

7	500	896.9650	6.2146	6.7990	42.2532	38.6214	-0.6164
7	692	4520.4386	22.5558	45.0986	148.1890	93.8667	

Nota: fuente elaboración propia

Obteniendo los resultados mediante la regresión de los parámetros $K=405.9423$, $m=0.1354$, $n=-0.6164$.

Cálculo de tiempo de concentración: El tiempo de concentración es el intervalo necesario para que el agua de lluvia fluya desde el punto más alejado de una cuenca hasta el punto de salida o desagüe, representando el tiempo máximo que tarda en generarse el caudal pico en un sistema de drenaje.

Método de Ven Te Chow: Se aplican en diseños para cuencas con área menor a 200 Km². Útil en estudios hidrológicos donde se requiere estimar el tiempo de concentración para modelar respuestas de escorrentía. Se estima mediante la siguiente formula:

Ecuación 13

Tiempo de concentración (ven te chow)

$$T_c = 0.096 \cdot \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.64} \quad \dots (13)$$

Donde:

L =Longitud hidráulica de la cuenca (mayor trayectoria de flujo), en kilómetros (km).

S =Pendiente promedio de la cuenca (adimensional, en m/m).

Método de Témez: Especialmente desarrollado para cuencas rurales, con un grado de urbanización no superior al 7% del área total.

Ecuación 14

Tiempo de concentración (Temez)

$$T_c = 0.3 \cdot \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.76} \quad \dots (14)$$

Donde:

L =Longitud hidráulica de la cuenca (mayor trayectoria de flujo), en kilómetros (Km).

S =Pendiente promedio de la cuenca expresada en porcentaje (%).

Método de Kirpich – 1940: Válida para cuencas urbanas, con abundante espacio libre (parques, parcelas, etc). Fue obtenida a partir de información del SCS de siete pequeñas cuencas rurales en Tennessee (Estados Unidos) de áreas menores a 0.5km², con pendientes variables entre 3 y 10%.

Ecuación 15

Tiempo de concentración (Kirpich – 1940)

$$Tc = 0.066 \cdot \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad \dots (15)$$

Donde:

L =Longitud hidráulica, en kilometros (km).

S =Pendiente expresada en porcentaje (adimensional, en m/m).

Periodo de retorno: El periodo de retorno seleccionado para el diseño de una estructura hidráulica debe determinarse mediante un análisis costo-beneficio, donde un mayor periodo implica obras más costosas, pero potencialmente con mayores beneficios. Sin embargo, dado que la cuantificación de estos beneficios suele ser compleja, en la práctica se recurre a valores estándar basados en criterios técnicos y experiencias previas.

Tabla 31

Periodo de retorno para estructuras menores

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)
Puente sobre carretera importante	50 - 100
Puente sobre carretera menos importante o alcantarillas sobre carretera importante	25
Alcantarillas sobre camino secundario	5 - 10
Drenaje lateral de los pavimentos, donde puede tolerarse encharcamiento con lluvia de corta duración	1 – 2
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	2 - 10
Drenaje agrícola	5 - 10

*Nota: Fuente elaboración propia a partir de Villon 2002, Hidrología Estadística; * Puede aumentar si estas obras protegen poblados de importancia.*

También se puede entender el periodo de retorno como un coeficiente de seguridad que se asigna a las distintas estructuras, a raíz de la falta de información y conocimiento del comportamiento de las variables hidrológicas (Precipitación, Caudales), siendo una medida de seguridad ante cualquier eventualidad.

Coeficiente de uniformidad: Su incorporación cuantifica el aumento del caudal máximo cuando se admite que la intensidad de lluvia varía en el tiempo acercándose más a los valores reales, frente al valor que resultaría si se considerase idéntica en todo el intervalo de cálculo.

Ecuación 16

Calculo del coeficiente de uniformidad

$$CU = 1 + \frac{Tc^{1.25}}{Tc^{1.25} + 14} \quad \dots (16)$$

Método racional y racional modificado: En hidrología es una técnica empírica ampliamente utilizada para estimar el caudal máximo de escorrentía en pequeñas cuencas hidrográficas. Este método se basa en la relación directa entre la intensidad de la lluvia, las características de la cuenca y el área drenada. Su fórmula principal es:

Ecuación 17

Ecuación método racional

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6} \quad \dots (17)$$

Ecuación 18

Ecuación método racional modificado

$$Q = \frac{CU * C * I * A}{3.6} \quad \dots (18)$$

Donde:

Q=es el caudal máximo de escorrentía (m³/s).

C=es el coeficiente de escorrentía, representa la capacidad de infiltración y retención del suelo.

I=es la intensidad de precipitación (mm/h).

A=es el área de la cuenca (km²).

CU= coeficiente de uniformidad

2.4.2 Cálculo de cunetas

Las cunetas son estructuras hidráulicas lineales y superficiales diseñadas para captar, conducir y evacuar el agua de escorrentía superficial, evitando la erosión e inundaciones en caminos, áreas urbanas o agrícolas. Suelen construirse en laterales de vías o terrenos con pendiente, utilizando materiales como hormigón, piedra o tierra compactada ((ABC), 2018).

Las cunetas son las depresiones en los extremos de las vías, calles o calzadas que recogen el escurrimiento pluvial que drena a éstas.

En el presente proyecto se desarrollará el diseño hidráulico de las cuentas, aplicando la ecuación de manning conforme a los criterios establecidos en la norma boliviana de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial NB 688, además de la comprobación en programas como Hcanales para su veracidad de los cálculos.

Ecuación 19

Ecuación de Manning

$$Q = A * V = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \dots (19)$$

Donde:

Q=Caudal o gasto volumétrico m³/s.

V= Velocidad de escurrimiento m/s.

n=Coeficiente de rugosidad de Manning Adimensional.

A=Área transversal del flujo m².

P=Perímetro mojado m.

S=Pendiente longitudinal de la conducción (adimensional o m/m).

Coefficiente de Manning (n): Es un parámetro empírico que representa la resistencia al flujo causada por la rugosidad de las paredes de un conducto y otros factores como la vegetación, irregularidades o sedimentos; sus valores estandarizados se establecen en base a estudios experimentales y se encuentran tabulados en normativas de referencia.

Tabla 32
Coefficientes de rugosidad de Manning

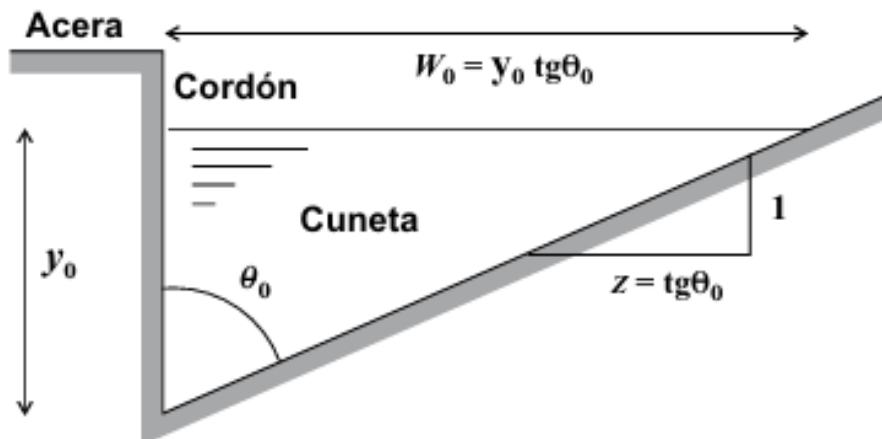
Tipo de superficie	“n”
Cuenca de hormigón con buen acabado	0,012
Revestimiento de asfalto con textura lisa	0,013
Revestimiento de asfalto con textura áspera	0,016
Revestimiento con lechada de cemento	
a) Acabado con frotachado	0,014
b) Acabado manual alisado	0,016
c) Acabado manual áspero	0,020
Revestimiento con adoquines	0,020

Nota: Fuente elaboración propia en base a datos de la NB688

Área y perímetro de la cuneta (A) y (P):

- Es el área transversal ocupada por el flujo de agua dentro de una estructura de drenaje superficial (cuneta).
- El perímetro es todo aquello que tiene contacto entre fluido y el conducto.

Figura 32
Sección típica de una cuneta



Nota: Fuente extraída de la norma NB688

Donde:

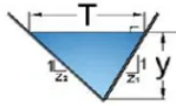
Y_0 =Altura máxima del agua en el cordón de acera.

W_0 =Ancho máximo del espejo de agua.

$Z = Y_0 / W_0$: Inversa de la pendiente transversal.

Para el cálculo de los parámetros hidráulicos (área mojada y perímetro mojado), se determinan mediante las relaciones geométricas de la sección transversal del conducto guiándonos con la siguiente figura (teniendo en cuenta que $z_1=0$):

Figura 33
Fórmulas de geometrías hidráulicas

Sección	Área (a)	Perímetro mojado (p)	Radio hidráulico (r)	Ancho superficial (t)
	$\left(\frac{z_1 + z_2}{2}\right) * y^2$	$\left(\sqrt{1 + z_1^2} + \sqrt{1 + z_2^2}\right) * y$	$\frac{\left(\frac{z_1 + z_2}{2}\right) * y}{\left(\sqrt{1 + z_1^2} + \sqrt{1 + z_2^2}\right)}$	$(z_1 + z_2) * y$

Donde:

Z_1 y Z_2 =pendientes laterales de los taludes del trapecio (relación horizontal: vertical).

Y =altura máxima del agua.

Pendiente longitudinal (S): Es la relación entre el desnivel vertical (Δh) y la distancia horizontal (L) de un tramo de conducción, canal o tubería. Representa la inclinación que favorece el flujo por gravedad y se expresa como:

Ecuación 20
Pendiente longitudinal

$$S = \frac{cota_{superior} - cota_{inferior}}{longitud} \quad \dots (20)$$

En el diseño de sistemas de drenaje para plataformas urbanas, se emplea como referencia la Norma Boliviana NB 688 “Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial”. Esta normativa proporciona lineamientos técnicos destinados a la captación y evacuación eficiente de

aguas pluviales en contextos urbanos. A continuación, se detallan los criterios de diseño adoptados conforme a dicha norma:

Tabla 33
Criterio de diseño para cunetas en calle y avenidas

Datos característicos	Valores		
	Máximo	Mínimo	Usual
Pendiente longitudinal del pavimento	-	-	0,4 %
Pendiente transversal del pavimento	2,5 %	1,0 %	2,0 %
Pendiente transversal de la cuneta	10,05 %	2,0 %	5,0 %
Coefficiente de Manning	0,025	0,012	0,016
Altura del cordón de acera	0,20 m	0,10 m	0,15 m
Altura del agua en el cordón de acera	0,13 m	-	-
Velocidad de escurrimiento en la cuneta	3,0 m/s	0,75 m/s	-
Ancho de la cuneta sin estacionamiento	-	-	0,60 m
Ancho de la cuneta con estacionamiento	-	-	0,90 m

Nota: Fuente Norma Boliviana (NB 688, 2007)

Numero de froude (Fr): Es un parámetro adimensional utilizado en hidráulica para caracterizar el tipo de flujo en canales abiertos. Representa la relación entre las fuerzas inerciales por la velocidad del flujo y las fuerzas gravitatorias por la profundidad del agua. Que se calcula mediante la siguiente expresión:

Ecuación 21
Número de froude

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot D}} \quad \dots (21)$$

Nota: “ $Fr < 1$ Flujo subcrítico”; flujo lento, controlado aguas abajo (predomina la gravedad).

“ $Fr = 1$ Flujo crítico”; flujo en estado de equilibrio, velocidad crítica.

“ $Fr > 1$ Flujo supercrítico”; flujo rápido, controlado aguas arriba (predominan fuerzas inerciales).

Donde:

V = velocidad media del flujo (m/s)

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s)

D = Profundidad hidráulica

Descarga Admisible (Q_{adm}): Durante el dimensionamiento de cunetas, es fundamental incorporar un margen de seguridad en su capacidad hidráulica, considerando los factores funcionales que pueden comprometer su eficiencia. Entre estos, destacan la acumulación de sedimentos, obstrucciones y velocidades excesivas, las cuales no solo disminuyen el escurrimiento eficiente, sino que también pueden generar daños estructurales en la infraestructura y afectar la seguridad vial.

Ecuación 22

Descarga admisible

$$Q_{adm} = F \cdot Q_0 \quad \dots (22)$$

Nota: los valores de *F* se encuentran en la siguiente figura.

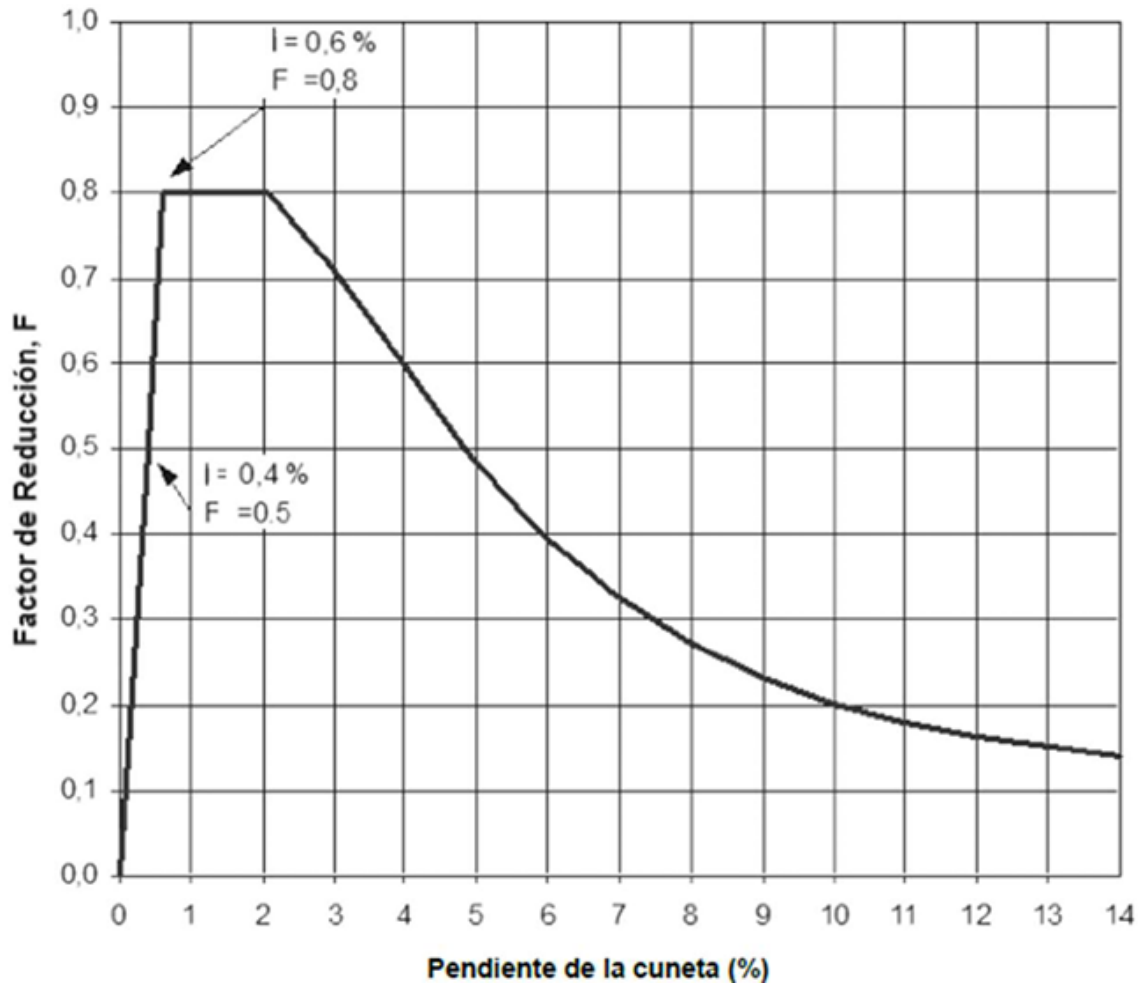
Donde:

Q₀=caudal en la cuneta en (m³/s)

F=Factor de reducción

Figura 34

Cálculo del factor de reducción en función de la pendiente



Nota: Fuente Norma Boliviana (NB 688, 2007)

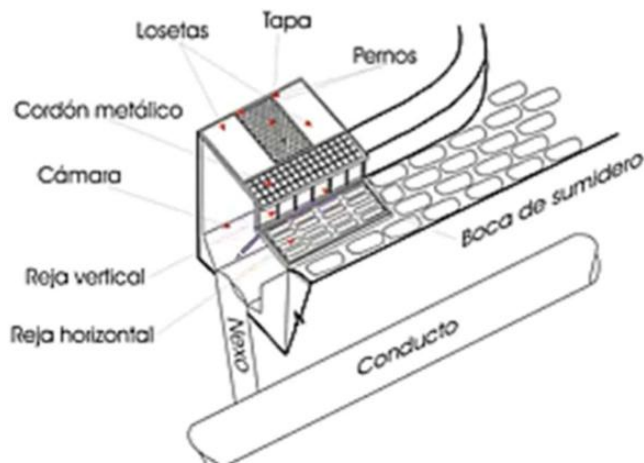
2.4.3 Cálculo de sumideros

En ocasiones cuando la capacidad de la vía no es suficiente para mantener un buen manejo de aguas lluvias, se hace indispensable el uso de sistemas de captación para garantizar un buen funcionamiento de la vía. Los sumideros se encuentran localizados en vías y aceras cuya función es capturar de manera lateral o transversal, el agua que circula en las calles y llevarla hacia estructura de almacenamiento temporal o directamente hacia el sistema de alcantarillado.

(Ballesteros Campillo, 2021).

Figura 35

Sumidero y sus componentes



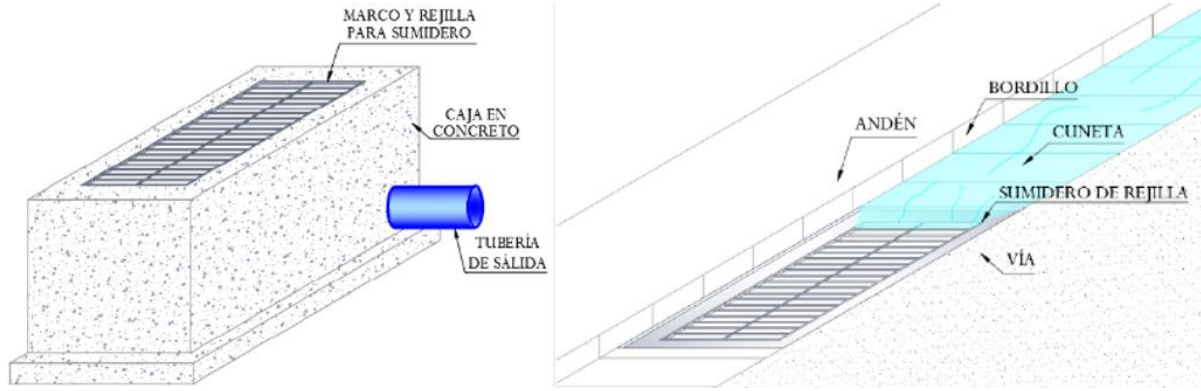
Nota: Fuente: (Ballesteros Campillo, 2021).

Sumidero de rejilla: Consiste en una abertura en la canchales o zanja cubierta por una rejilla, se desempeña satisfactoriamente en una amplia gama de grados de canalones; Las entradas de rejilla generalmente pierden capacidad con el aumento de la pendiente, pero en menor grado que las entradas de apertura de la acera. La principal ventaja de las entradas de rejilla es que están instaladas a lo largo de la carretera donde fluye el agua, por lo que se facilita su entrada, pero así mismo pueden obstruirse por basura flotante o escombros (FHWA, 2013).

En este tipo de sumideros, el agua que fluye por la vía es interceptada por una reja, cuyas barras están separadas a una distancia tal que, sin resultar objetable para el tráfico, permita una máxima captación del caudal de escorrentía (Soberanis, 2004).

Figura 36

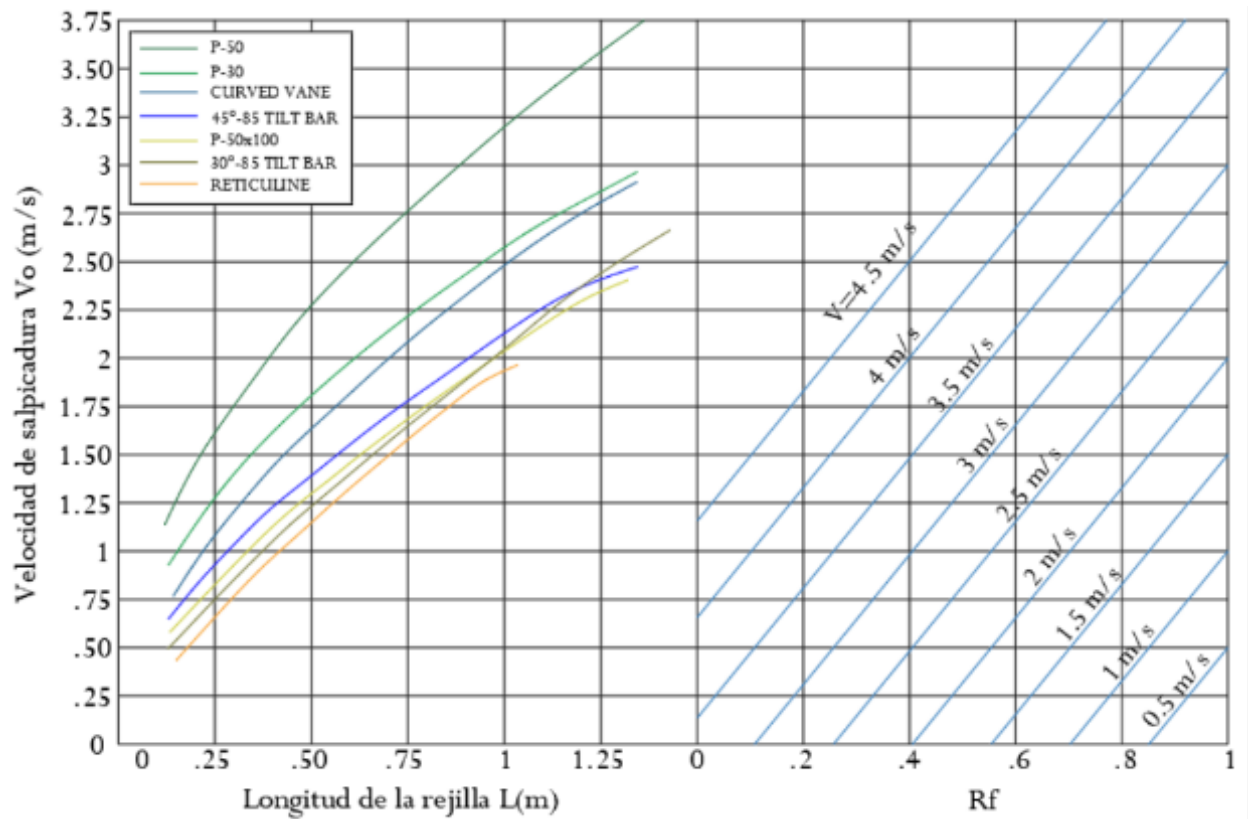
Forma y ubicación de un sumidero de rejilla



Nota: Fuente (Epm, 2017)

Velocidad de entrada al sumidero V_o : velocidad del flujo superficial justo antes de ingresar a una estructura de captación, se calcula con la siguiente figura en función de la longitud del sumidero:

Figura 37
Eficiencia de interceptación de flujo frontal de entrada de rejilla



Nota: Fuente FHWA (2013).

Flujo frontal y lateral:

El flujo frontal: Es la parte del caudal superficial que ingresa directamente al sumidero desde el frente, es decir, desde la porción del flujo que se encuentra alineada con la abertura del sumidero en la cuneta. Se calcula mediante la ecuación:

Ecuación 23

Cálculo del flujo frontal

$$Q_w = Q \cdot \left[1 - \left(-1 - \frac{W}{T} \right)^{2.67} \right] \quad \dots (23)$$

Donde:

W=Ancho del sumidero

Q_w=Caudal frontal

T=Ancho superficial de la cuneta

El flujo lateral: Es la porción del caudal que ingresa al sumidero desde los costados, es decir, desde los bordes laterales del flujo superficial que no fueron interceptados frontalmente.

Se calcula mediante la ecuación:

Ecuación 24

Cálculo del flujo lateral

$$Q_s = Q - Q_w \quad \dots (24)$$

Relación de flujo frontal y lateral:

Relación del flujo frontal: Es un coeficiente que cuantifica qué porcentaje del caudal total en una cuneta ingresa por la parte frontal del sumidero, en función de la velocidad del flujo. Se define mediante la ecuación:

Ecuación 25

Cálculo de relación del flujo frontal

$$R_f = 1 - 0.295 \cdot (v - v_0) \quad \dots (25)$$

Nota: Esta ecuación se aplica solo si $V > V_0$; de lo contrario $V < V_0$ entonces $R_f = 1$.

Donde:

R_f=relación de flujo frontal

V₀= velocidad del sumidero

V=velocidad de la cuneta

Relación de flujo lateral: Es un coeficiente que mide la eficiencia del ingreso del caudal lateral (desde los costados) al sumidero, considerando la geometría de la cuneta, la longitud del sumidero y la velocidad del flujo. Se expresa mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 26

Cálculo de relación del flujo lateral

$$R_s = \frac{1}{1 + \left[\frac{0.0828 * v^{1.8}}{S_x \cdot L^{2.3}} \right]} \quad \dots (26)$$

Donde:

Rs=relación de flujo lateral

V= velocidad de la cuneta

Sx= pendiente frontal de la cuneta

L= longitud del sumidero

Eficiencia de captación: Representa la capacidad del sistema de drenaje para interceptar el caudal que fluye por la cuneta antes de que continúe por la vía. Este valor adimensional y menor o igual a 1, permite evaluar el rendimiento del sistema de captación.

Ecuación 27

Cálculo de eficiencia de captación

$$E = R_f \cdot \frac{Q_w}{Q} + R_s \cdot \frac{Q_s}{Q} \quad \dots (27)$$

Caudal interceptado: Representa la porción del caudal total que es efectivamente captada por un sumidero o rejilla, y se calcula con la siguiente formula:

Ecuación 28

Cálculo del caudal interceptado

$$Q_i = E \cdot Q \quad \dots (28)$$

Donde:

Qi= caudal interceptado.

E=eficiencia de captación.

Q= caudal de la cuneta

Caudal de sobrepaso: Representa la porción del caudal total que no es captada por el sumidero y que continúa su trayecto a lo largo de la cuneta o sobre la calzada y se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 29

Cálculo del caudal de sobrepaso

$$Q_b = Q - Q_i \quad \dots (29)$$

Donde:

Q_b = Caudal de sobrepaso

Q_i = Caudal interceptado

Q = Caudal de la cuneta

2.5 ESTUDIOS DE TRANSITO

2.5.1 Aforo vehicular

Los aforos vehiculares permiten calcular el número de vehículos que transitan por una vía en ambas direcciones de una carretera. Esta actividad facilita la comprensión de las características del flujo de tránsito, como los volúmenes totales, la composición vehicular y las variaciones horarias en la demanda (Arcurio, 2009).

El objetivo de un plan de aforo vehicular es determinar la intensidad media diaria anual (IMDA) en el tramo en estudio. Existen diversos métodos de aforo vehicular los cuales dependen de los recursos disponibles para medir los volúmenes de tránsito. Estos métodos pueden clasificarse en diferentes categorías según su método de recolección y duración:

Según la duración del estudio:

- **Aforo Instantáneo:** Se realiza en un momento específico, útil para obtener una muestra rápida del flujo vehicular en un punto determinado.
- **Aforo Temporal Muestral:** Se lleva a cabo durante un periodo corto (horas o días), generalmente en puntos estratégicos como intersecciones o accesos urbanos. Sirve para estimar volúmenes representativos.

- **Aforo Periódico:** Se repite en intervalos regulares (semanales, mensuales) para observar variaciones en el tránsito. Es común en estudios de evolución de demanda.
- **Aforo Continuo:** Utiliza equipos automáticos (neumáticos o electrónicos) para registrar el flujo vehicular de forma constante durante semanas o meses. Ideal para vías de alto tráfico y estudios de diseño vial

Según la técnica de recolección:

- Aforos manuales
- Aforos combinados de método manual y mecánico
- Aforos utilizando dispositivos mecánicos

En el proyecto dada la magnitud del estudio y las limitaciones de equipo en el municipio, se optó por utilizar el método de aforo temporal muestral, manual y mecánico. Este tipo de método considera la variación horaria y diaria de manera precisa y representativa, y a su vez también la presencia limitada del personal durante el aforo manual en horarios poco representativos se complementa con equipos electrónicos como cámaras. Esta combinación de métodos mejora la cobertura temporal y la confiabilidad del conteo vehicular.

2.5.2 Método de aforo manual y mecánico

El método de aforo manual y mecánico es un recuento que implica la recopilación de datos vehiculares mediante la observación directa e indirecta al registro en planillas. Este proceso se realiza mediante personal que tenga conocimientos en la materia (Arcurio, 2009).

Este método se utiliza cuando se busca obtener información más específica y detallada del flujo vehicular como tipo de vehículos, clasificación, dirección de tránsito, horario o cualquier otra característica relevante para el estudio según categorías específicas. Es esencial para estudios enfocados en el comportamiento del tránsito a nivel local o en periodos específicos.

2.5.3 Clasificación de vehículos

Para clasificar adecuadamente los vehículos en la planilla de aforo es esencial reflejar las condiciones reales del tránsito en la zona. La clasificación de vehículos permite un análisis más preciso del flujo vehicular, su distribución y las dinámicas de tránsito en diferentes escenarios.

Existen diversas normativas que establecen criterios para la clasificación vehicular, pero en Bolivia la administradora boliviana de carreteras (ABC) es la autoridad que define las categorías actuales. Según la ABC los vehículos se clasifican en los siguientes grupos:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Automóvil, vagoneta (Tipo 1) | 8. Camión grande de eje simple (Tipo 8) |
| 2. Camioneta (Tipo 2) | 9. Camión grande de eje tandem (Tipo 9) |
| 3. Minibús (Tipo 3) | 10. Semirremolque tandem (Tipo 10) |
| 4. Microbús (Tipo 4) | 11. Camiones con remolque (Tipo 11) |
| 5. Bus mediano (Tipo 5) | 12. Otros |
| 6. Bus grande de ejes tandem (Tipo 6) | |
| 7. Camión mediano (Tipo 7) | |

2.5.4 Pesos y dimensión vehicular

Según la ley N° 441 (artículo 8) el control de pesos se efectuará considerando las configuraciones vehiculares por eje, grupo de ejes o peso bruto total y no así por marca, modelo o forma del vehículo, las cuales se encuentran plasmadas en la siguiente tabla:

Tabla 34

Pesos brutos máximos permitido por ejes y grupos de ejes

Tipos de configuraciones de eje y grupos de ejes vehiculares	Peso bruto máximo permitido por eje o grupo de ejes (toneladas)
Eje sencillo (direccional o fijo) de 2 llantas	7

Eje sencillo de 2 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	7.7
Eje tipo Tándem de 4 llantas	10
Eje sencillo de 4 llantas	11
Eje tipo tándem de 4 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	12
Eje tipo tándem de 6 llantas	14
Eje tipo tándem de 6 llantas con un eje con cubierta extra ancha y suspensión neumática	16
Eje tipo Trídem de 6 llantas	17
Eje tipo tándem de 8 llantas	18
Eje tipo trídem de 6 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	18
Eje tipo trídem de 10 llantas	21
Eje tipo trídem de 10 llantas con un eje con cubierta extra ancha y suspensión neumática	22
Eje tipo trídem de 12 llantas	25

Nota: Fuente ley 441 – ley de pesos y dimensiones vehiculares en la red vial fundamental, 2013

El monitoreo de las dimensiones vehiculares incluirá la evaluación de la altura, el ancho y la longitud del vehículo, considerando adicionalmente las características de la carga transportada.

Como se puede evidenciar en la siguiente tabla:

Tabla 35
Dimensión vehicular de tipos de vehículos

Dimensiones	Tipo de vehículo	Metros
Ancho total máximo	Todos	2.6
	Camiones	4.2
Altura total máxima	Furgones y Contenedores	4.3
	Buses	4.10/4.20
Longitudes totales máximas	Buses	14
	Camiones con dos ejes	12
	Camiones con más de dos ejes (rígidos)	12.5
	Tractocamiones con semirremolque	18.6
	Camiones con remolque	20.5
	Vehículos para transporte de ganado en pie	24

Nota: Fuente ley 441 – ley de pesos y dimensiones vehiculares en la red vial fundamental, 2013

2.5.5 Componentes del tránsito vehicular

Los componentes del tránsito vehicular son los elementos fundamentales que permiten analizar y clasificar el flujo de vehículos en una vía. Estos incluyen:

Tránsito existente: Es el volumen de vehículos que ya circula por una vía antes de cualquier intervención o desarrollo. Se mide generalmente mediante conteos aforados manuales o automáticos, y representa la línea base de evaluación.

Tránsito atraído: Son vehículos que no usaban la vía originalmente, pero que cambian su ruta proveniente desde calles secundarias para beneficiarse de alguna mejora o nueva funcionalidad.

Tránsito actual: Este es el resultado la suma entre el tránsito existente y el tránsito atraído, representa el flujo vehicular presente en el momento del análisis.

Tránsito generado: Comprende aquellos desplazamientos vehiculares que, de no realizarse mejoras o rehabilitaciones en la vía, no habrían ocurrido. En otras palabras, son viajes nuevos que surgen exclusivamente como consecuencia de intervenciones en la infraestructura vial, impulsados por la mayor accesibilidad, reducción de tiempos de viaje o mejora en las condiciones de seguridad, Este tráfico se desglosa en tres categorías técnicas:

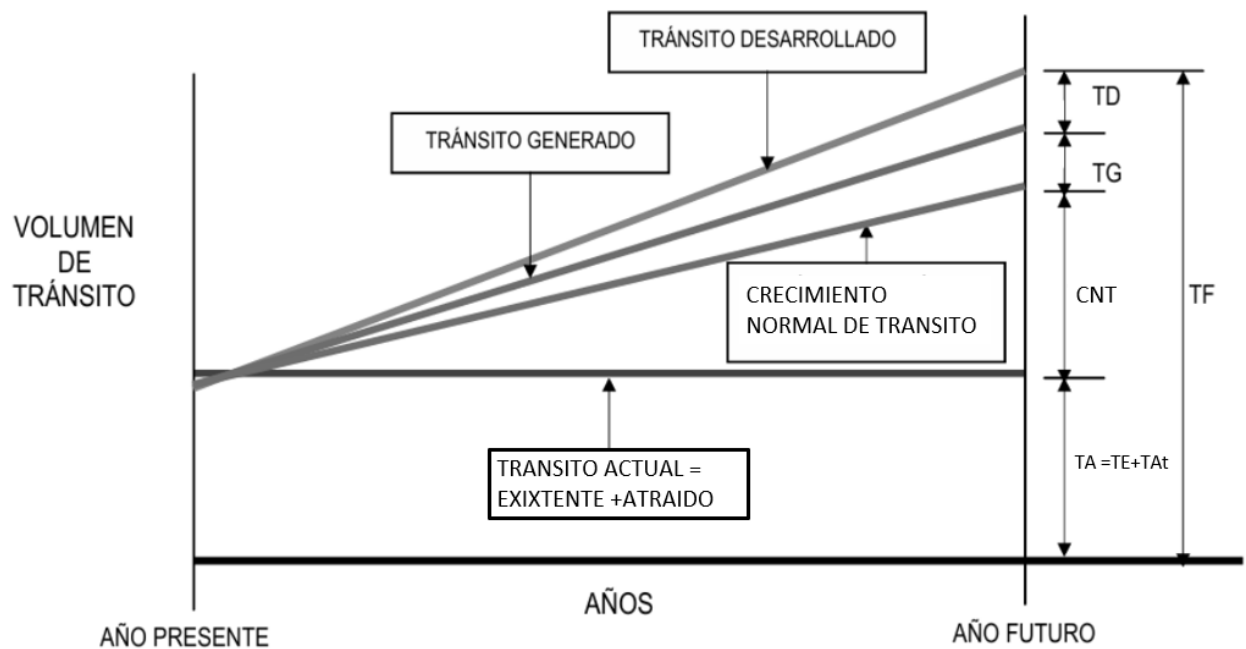
- **Tráfico inducido:** Corresponde a los viajes que emergen debido a la mejora de la vía, atrayendo a usuarios que antes no tenían motivación para desplazarse por esa ruta.
- **Tráfico convertido:** Comprende aquellos desplazamientos que, si bien se realizaban por rutas alternativas, optan por la nueva vía mejorada debido a ventajas como menor tiempo de viaje o mayor confort.

- **Tráfico trasladado:** Se refiere a los viajes que originalmente se efectuaban por otras arterias y que se redirigen hacia la vía rehabilitada, aprovechando sus condiciones superiores para optimizar el recorrido.

Tránsito desarrollado: Es el volumen adicional de vehículos que surge como consecuencia de cambios en la infraestructura vial o transformaciones en el uso del suelo adyacente a la carretera. A diferencia del tránsito existente este no formaba parte del flujo vehicular previo.

Figura 38

Diagrama de clasificación del volumen de tránsito



Nota: Fuente (Ayllon Acosta 2013).

Para una vía nueva el tránsito actual es igual al tránsito atraído a comparación de una vía mejorada tránsito actual es igual al tránsito atraído más tránsito existente.

Para el proyecto, mediante estudios de tráfico previos los tramos seleccionados presentan un bajo volumen de tránsito sirviendo mayormente solo de acceso a las propiedades privadas. Tras realizar los estudios de campo correspondientes se ha demostrado que la contribución del tránsito

existente es casi nula por lo que no se incluye en los cálculos. En consecuencia, se toma en cuenta únicamente el tránsito atraído. Cabe destacar que dicho tránsito atraído puede considerarse como tránsito total en situaciones excepcionales tales como manifestaciones sociales, accidentes, deterioro de las vías principales u otros eventos fortuitos que son muy comunes en nuestro entorno, por lo tanto, estas rutas alternativas podrían asumir temporalmente una función de respaldo en la red vial, por tal motivo para el presente proyecto se considera el mismo TPD que la vía principal.

Índice medio o tránsito promedio diario (IMD o TPD): El IMD es la medida más usada para el caso de Ingeniería de Caminos. Se utiliza para caracterizar el tránsito cuando no existe la congestión vehicular. se expresa en vehículos por día, el flujo vehicular para determinar el IMD puede presentarse de forma general o descomponerse según categoría vehicular.

Índice medio o tránsito promedio diario semanal (IMDS o TPDS): Debido a que el volumen del tránsito no es constante, además de existir distintos factores que representan durante el año son: variación del clima, festividades, movimiento y extracción de productos. Es por ello que las variaciones volumétricas de tránsito tienen cierto comportamiento estadístico.

El Índice Medio Diario Semanal (IMDS) se obtiene a partir del volumen de tránsito diario registrado por tipo de vehículo en un tramo de la red vial durante 7 días o mediante la siguiente estimación:

Ecuación 30

Cálculo del TPDS o IMDS

$$TPDS = \frac{5TPDL + 2TPDF}{7} \quad \dots (30)$$

Donde:

TPDL= tránsito promedio diario laboral.

TPDF= tránsito promedio diario feriado.

Índice medio o tránsito promedio diario anual (IMDA o TPDA): Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera.

Debido a la falta de tiempo suficiente para realizar un estudio completo del tránsito promedio diario anual (TPDA), se llevan a cabo estimaciones basadas en estudios de media muestral, como el análisis de tránsito promedio diario (TPD) y el tránsito promedio diario semanal (TPDS) en función a un determinado nivel de confianza; con la siguiente ecuación:

Ecuación 31

Cálculo de TPDA o IMDA

$$TPDA = TPDS \pm K \cdot E \quad \dots (31)$$

Donde:

TPDS= tránsito promedio diario semanal.

K= número de desviaciones estándar correspondientes al nivel de confiabilidad deseado.

E= error estándar de la media.

Se ha demostrado que las medias de diferentes muestras de la misma población se distribuyen normalmente con una desviación estándar equivalente al error estándar.

Ecuación 32

Caculo de error estándar de la media

$$E = \sigma = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot \left(\sqrt{\frac{N - n}{N - 1}} \right) \quad \dots (32)$$

Donde:

σ = estimador de desviación estándar poblacional.

n= tamaño de la muestra (# de días de aforo) =7 días.

N= tamaño de la población (# de los días del año) =365 días.

S = desviación estándar muestral.

Ecuación 33

Cálculo de desviación estándar muestral

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TDi - TPDS)^2}{n - 1}} \quad \dots (33)$$

En la distribución normal se presentan los niveles de confiabilidad correspondientes a los valores de K :

Tabla 36

Valor de la constante k en función del nivel de confiabilidad

Constante K	Nivel de confiabilidad %
1.00	68.30
1.50	89.60
1.64	90.00
1.96	95.00
2.00	95.50
2.50	98.80
2.58	99.00
3.00	99.70

Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos probabilísticos de distribución normal.

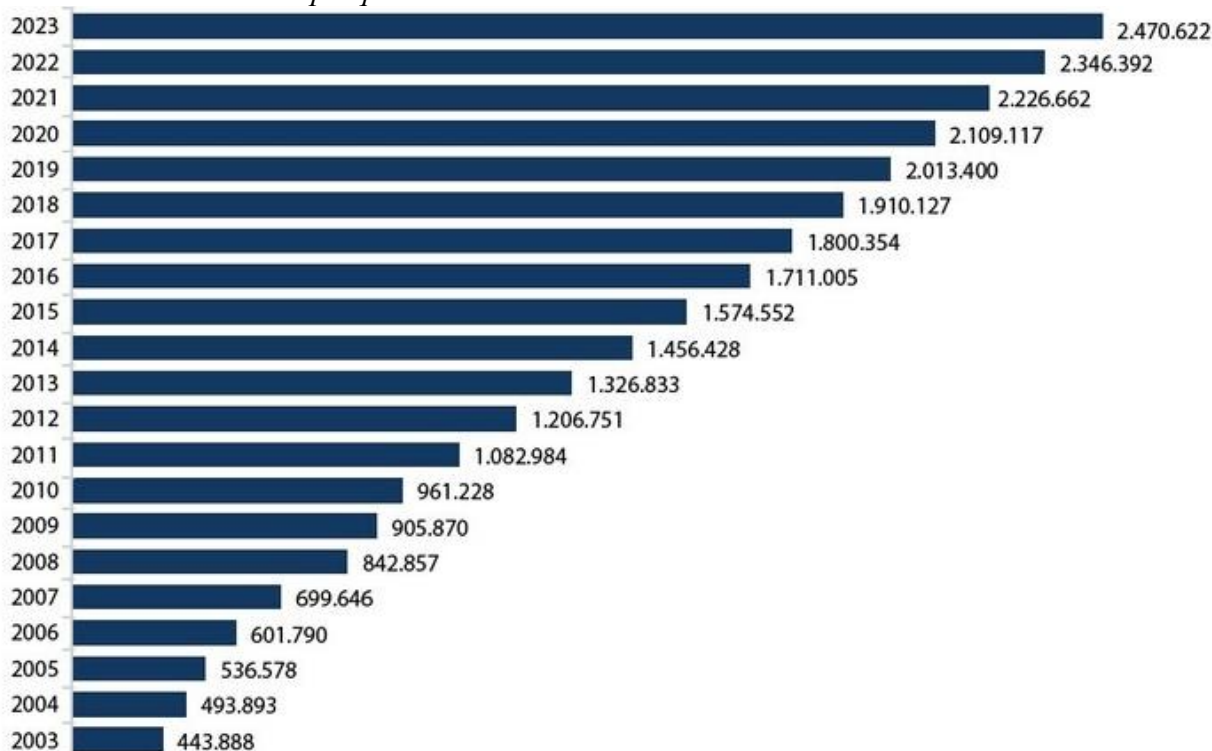
2.5.6 Proyección de tránsito vehicular

La proyección de tránsito vehicular es un proceso técnico que busca predecir el volumen, las características y la distribución del tránsito en una red vial o en un punto específico durante un período futuro. Esta proyección se realiza para evaluar la capacidad, funcionalidad y seguridad de las vías, así como para tomar decisiones relacionadas con el diseño, construcción, mantenimiento y mejora de infraestructura vial, esta proyección depende de varios factores representativos nacionales y departamentales como: Tasa de crecimiento vehicular, tasa de crecimiento poblacional, PIB (producto interno bruto), consumo anual de combustible (Cordo, 2006).

La tasa de crecimiento vehicular: Es un indicador que mide el aumento del parque automotor en un determinado periodo de tiempo. Este crecimiento está influenciado por factores como el desarrollo económico, la urbanización, el acceso al crédito y las políticas de movilidad. En Bolivia, el incremento en la cantidad de vehículos ha sido constante en los últimos años, reflejando la expansión de las ciudades y el aumento en la demanda de transporte. Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) con base en el Registro Único para la Administración Tributaria Municipal (RUAT), reporta que a 2023 el parque automotor en Bolivia alcanzó a 2.470.622 vehículos, cantidad superior en 5,3% que se traducen en 125.230 unidades más a la registrada en 2022, cuando llegó a 2.346.392 vehículos (INE, 2023).

Figura 39

Número de vehículos del parque automotor de Bolivia 2003-2023



Nota: Fuente registro único para la administración tributaria municipal (RUAT) instituto nacional de estadística.

A 2023 el departamento de Pando registró 8.836 vehículos equivalentes al 0,4% del total del parque automotor a nivel nacional.

Figura 40

Variación porcentual del parque automotor de la gestión 2022-2023

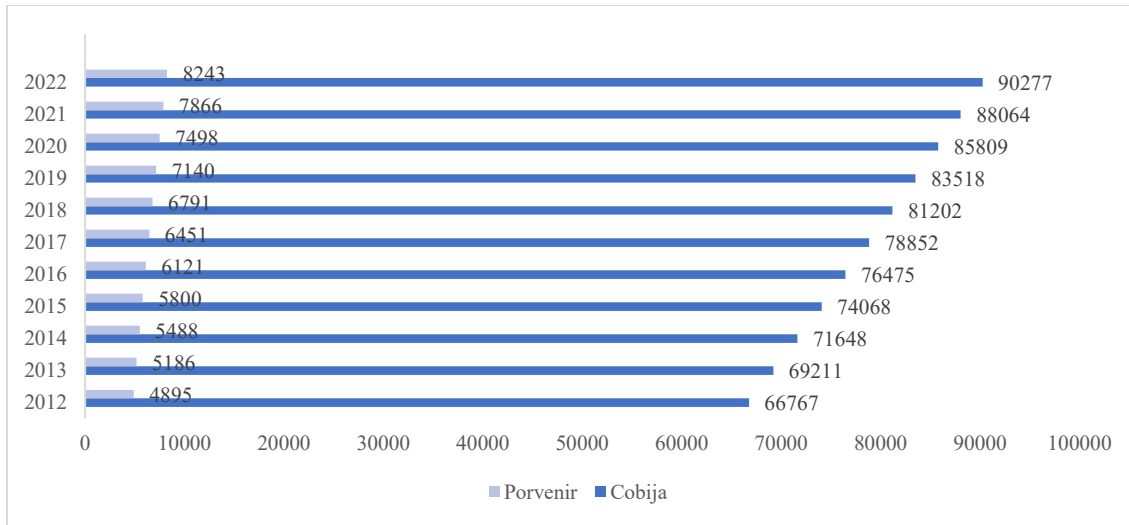
DEPARTAMENTO	2022		2023		VARIACIÓN PORCENTUAL
	Número de vehículos	Participación porcentual	Número de vehículos	Participación porcentual	
TOTAL	2.346.392	100,0	2.470.622	100,0	5,3
Chuquisaca	88.504	3,8	92.190	3,7	4,2
La Paz	538.623	23,0	560.217	22,7	4,0
Cochabamba	501.855	21,4	523.685	21,2	4,3
Oruro	115.946	4,9	120.400	4,9	3,8
Potosí	79.863	3,4	84.026	3,4	5,2
Tarija	132.949	5,7	141.189	5,7	6,2
Santa Cruz	827.603	35,3	885.380	35,8	7,0
Beni	53.420	2,3	54.699	2,2	2,4
Pando ⁽¹⁾	7.629	0,3	8.836	0,4	15,8

Nota: Fuente registro único para la administración tributaria municipal (RUAT) instituto nacional de estadística.

La tasa de crecimiento poblacional: Mide el incremento del número de habitantes en una región dentro de un periodo específico. Este indicador está determinado por la natalidad, mortalidad y migración. En Bolivia, la población ha experimentado un crecimiento progresivo, con variaciones según el área geográfica. Mientras que las ciudades han registrado un aumento significativo debido a la migración interna, las zonas rurales han mostrado un crecimiento más moderado. Según el INE, el crecimiento poblacional ha impactado en la demanda de servicios públicos, vivienda y transporte, evidenciando la necesidad de políticas de planificación urbana que atiendan el desarrollo sostenible (INE, 2023).

Figura 41

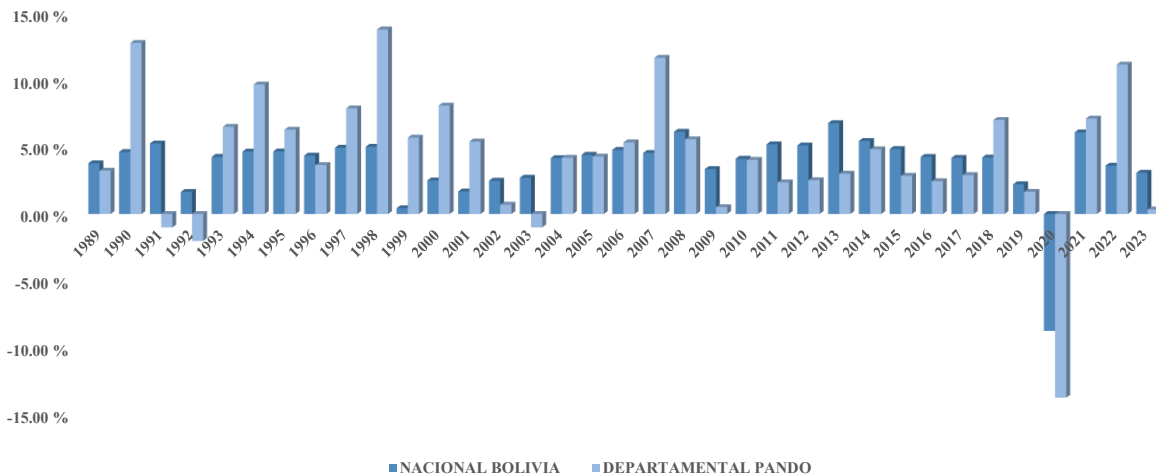
Tasa de crecimiento poblacional histórico 2012-2022



Nota: Fuente elaboración propia en base a los datos recolectados por la INE.

El Producto Interno Bruto (PIB): Es un indicador económico que mide el valor total de los bienes y servicios producidos en un país durante un periodo determinado. Este parámetro refleja la evolución de la economía y está influenciado por sectores como la industria, el comercio, la agricultura y los servicios. En Bolivia el PIB ha mostrado un crecimiento sostenido en las últimas décadas, impulsado principalmente por la exportación de recursos naturales, el incremento del consumo interno y la inversión en infraestructura.

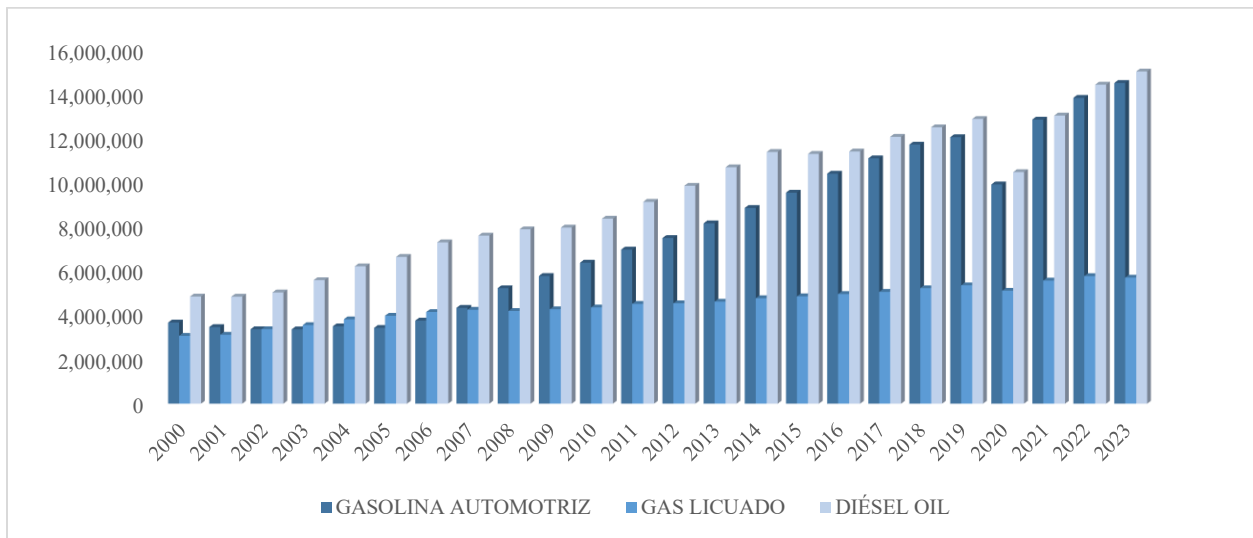
Figura 42
Producto Interno Bruto histórico 1989-2023



Nota: Fuente elaboración propia en base a los datos recolectados por la INE.

El consumo anual de combustible: Es un indicador clave que refleja la demanda energética del país, principalmente en el sector del transporte. A medida que la economía crece y la población aumenta, el consumo de hidrocarburos también se incrementa, lo que genera desafíos en términos de abastecimiento y sostenibilidad ambiental. En Bolivia, el consumo de diésel y gasolina ha registrado un crecimiento constante debido a la expansión del parque automotor y el desarrollo industrial (Linares Zambrana, 2006).

Figura 43
Consumo anual de combustible histórico 2000-2023



Nota: Fuente elaboración propia en base a los datos recolectados por la INE.

Utilizando los datos recopilados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), se realizaron cálculos mediante técnicas de pronóstico probabilístico para determinar el porcentaje de tasa de crecimiento vehicular a nivel nacional y departamental con respecto al anterior año por cada clase de vehículo y además del valor inicial de tránsito para el año en el que se inicia la propuesta de proyecto mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 34

Fórmula de tasa de crecimiento y proyección en función exponencial

$$T_f = T_i \cdot (1 + r)^{n-1} \quad \dots (34)$$

Nota: *En algunos modelos (como series temporales discretas), el tiempo $n=1$ se considera el primer período de crecimiento, no el inicial.*

Donde:

T_f=Tránsito proyectado al final del período de diseño.

T_i=Tránsito inicial o actual.

r=Tasa anual de crecimiento del tránsito.

n=Número de años del período de proyección.

Los valores correspondientes al número de vehículos del parque automotor se presentan en el Anexo D.4.

2.5.6.1 DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL

El cálculo del paquete estructural de pavimentos rígidos y pavimentos adoquinados o articulados sigue un procedimiento similar, aunque existen diferencias clave que deben ser consideradas en función de las características particulares de cada tipo de pavimento.

En el caso de los pavimentos rígidos el diseño estructural implica la determinación del espesor de las losas de concreto con base en las cargas de tránsito, las propiedades del material y las condiciones de la subrasante. Este tipo de pavimento requiere una modelación detallada para distribuir eficientemente las cargas sobre la superficie.

Por otro lado, en los pavimentos articulados los elementos prefabricados (como adoquines o bloques) presentan dimensiones y espesores estandarizados, lo que limita la necesidad de calcular espesores adicionales de los elementos prefabricados. Sin embargo, el análisis debe enfocarse en el diseño adecuado de las capas de soporte como la base granular y la subbase, para garantizar una correcta distribución de las cargas y la estabilidad del sistema.

En ambos casos es fundamental considerar aspectos como el coeficiente de reacción del terreno (k), la capacidad de carga de la subrasante, el nivel de tránsito proyectado en términos de ESALs, y las condiciones climáticas locales. La correcta selección de materiales y espesores en cada capa estructural es clave para asegurar la durabilidad y funcionalidad del pavimento, Para ello se efectuarán los cálculos utilizando las siguientes fórmulas:

Ecuación 35

Cálculo de espesor de la losa del pavimento rígido

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R * S_0 + 7.35 * \text{Log}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.625 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * Pt) * \text{Log}\left(\frac{S'c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J * (D^{0.75} - 18.42 * \left(\frac{k}{E_c}\right)^{0.25})}\right) \dots (35)$$

Ecuación 36

Cálculo de numero estructural del pavimento flexible (articulado)

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R * S_0 + 9.36 * \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}(M_R) - 8.07 \dots (36)$$

Donde:

W18 = número de cargas de 18 kips (80 KN) previstas

ZR = abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada.

S0 = desvío estándar de todas las variables

D = espesor de la losa del pavimento, en pulg

SN = número estructural de los espesores del pavimento en pulg

ΔPSI = pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño

pt = serviciabilidad final

SC' = módulo de rotura del hormigón, en psi

J = coeficiente de transferencia de cargas

Cd = coeficiente de drenaje

Ec = módulo de elasticidad del hormigón, en psi

K = módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balasto), en psi/pulg

MR= Módulo de resiliencia de la subrasante, en psi.

2.5.7 Cálculo de ejes equivalentes ESALs (Equivalent simple axial Load) W18

El número de aplicaciones de cargas por eje estándar (W18kips) durante el período de diseño representa la cantidad acumulada de ejes equivalentes simples de 8.2 toneladas (8,200 kg) que transitan por el carril de diseño. Este valor es obtenido mediante la conversión del flujo de tránsito compuesto por diversas configuraciones de carga por eje en un equivalente estándar. Para ello, cada carga esperada sobre la vía durante el período de diseño se convierte a una carga equivalente de 8.2 toneladas, sumándose todas las cargas equivalentes para obtener el total acumulado (W18) (Cordo, 2006).

Ecuación 37

Cálculo de ejes equivalentes

$$W_{18} = \sum EE_i \cdot F_{ca} \cdot 365 \quad \dots (37)$$

Donde:

W18=Número total de ejes equivalentes de 8.2 toneladas durante el período de diseño.

EEi=Suma de los factores de equivalencia de daño de cada tipo de eje i.

Fca=Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo

365=Factor de conversión de días por año.

Ecuación 38

Cálculos de ejes equivalentes por tipo de vehículo

$$EE_i = IMD_i \cdot F_c \cdot F_d \cdot F_{vp} \cdot F_p \quad \dots (38)$$

Donde:

EEi=Ejes equivalentes generados por el tipo de vehículo i.

IMDi=Índice medio diario del tipo de vehículo i.

Fd=Factor de distribución del tránsito por carril.

Fc=Factor de crecimiento del tránsito.

Fvp=Factor de porcentaje de vehículos pesados.

Fp=Factor de daño correspondiente a la configuración del eje del vehículo.

Factor de crecimiento acumulado Fca: Es un coeficiente que permite estimar el volumen total de tránsito que circulará por una vía durante su período de diseño. Se basa en la tasa de crecimiento anual del tránsito y el número de años considerados en la proyección. Para su cálculo lo podemos estimar mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 39

Cálculo de factor de crecimiento acumulado

$$F_{CA} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \quad \dots (39)$$

Donde:

r=Tasa anual de crecimiento del tránsito para cada tipo de vehículo.

n=Número de años del período de proyección.

Para la proyección del tránsito vehicular se emplea un periodo de diseño de **n=20 años** que según la siguiente tabla es perteneciente a un tramo pavimentado de baja intensidad de tránsito.

Tabla 37

Periodos de diseño en función del tipo de carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 – 20

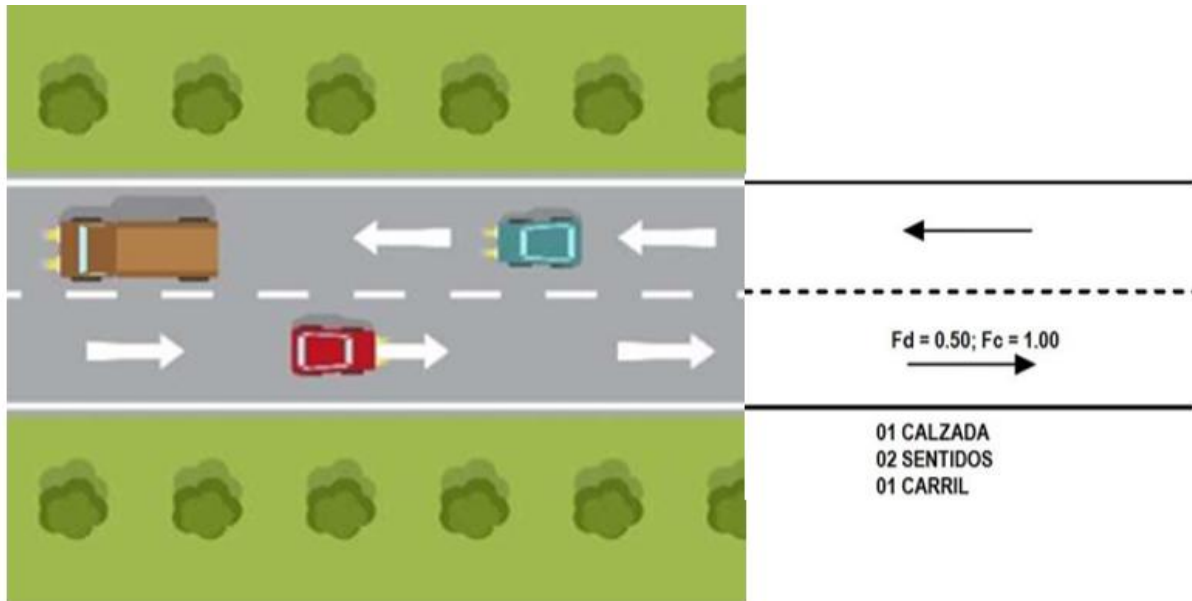
Nota: Fuente *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (1993, p. 11–17).*

Factor de distribución por carril Fc: Expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de ejes equivalentes, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril.

El tránsito para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado.

Figura 44

Imagen ilustrativa de los factores de dirección



Nota: Fuente elaboración propia.

Factor de distribución direccional F_d : El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al circulan en una dirección o número sentido de vehículos de pesados que tránsito, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tránsito.

Tabla 38

Factores de distribución direccional y de carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (F_d)	Factor Carril (F_c)	Factor Ponderado ($F_d \times F_c$ para el carril de diseño)
1 calzada (para IMDA total de la calzada)	1 sentido	1	1	1	1
	1 sentido	2	1	0.8	0.8
	1 sentido	3	1	0.6	0.6
	1 sentido	4	1	0.5	0.5
	2 sentido	1	0.5	1	0.5
	2 sentido	2	0.5	0.8	0.4
	2 sentido	1	0.5	1	0.5

2 calzadas con	2 sentido	2	0.5	0.8	0.4
separador central	2 sentido	3	0.5	0.6	0.3
(para IMDA total					
de las dos	2 sentido	4	0.5	0.5	0.25
calzadas)					

Nota: Fuente elaboración propia en base a los datos de la guía AASHTO 93

Factor de porcentaje de vehículos pesados F_{vp} : Con el objeto de evaluar el efecto dañino en un pavimento, de las diferentes cargas a un eje estándar, se han considerado factores de equivalencia de carga por eje o factor equivalency load (FEC o FEL). Estos valores se obtuvieron a partir de los resultados experimentales de la AASHO RoadTest (Cordo, 2006).

Los resultados obtenidos han permitido determinar que la equivalencia entre cargas diferentes transmitidas al pavimento por el mismo sistema de ruedas y ejes se expresa como:

Tabla 39

Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1=(P/6.6)^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2=(P/8.2)^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETa1)	$EETA1=(P/13.0)^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EETa2)	$EETA2=(P/13.3)^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1=(P/16.6)^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2=(P/17.5)^{4.0}$

Nota: Fuente elaboración propia en base a correlaciones con los valores de las tablas del apéndice D de la Guía AASHTO 93, extraída del MTC; P= peso real por eje en toneladas.

Tabla 40

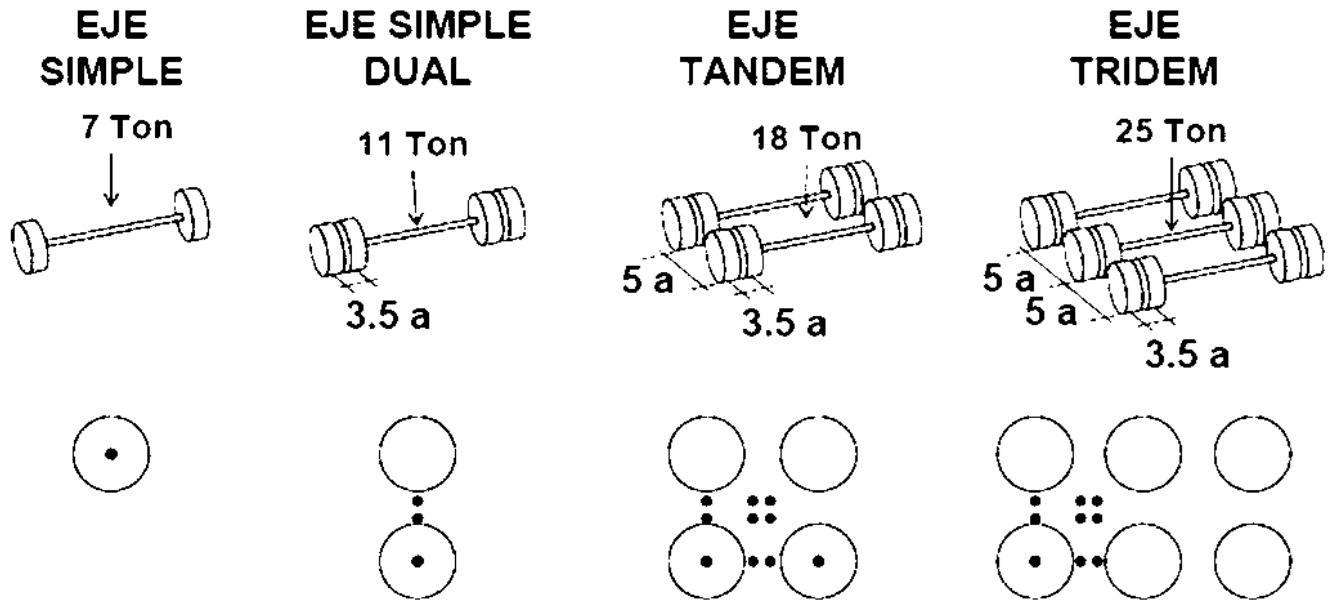
Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos flexibles (articulados)

Tipo de Eje	Eje Equivalente
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1=(P/6.6)^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2=(P/8.2)^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETa1)	$EETA1=(P/14.8)^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EETa2)	$EETA2=(P/15.1)^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1=(P/20.7)^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2=(P/21.8)^{3.9}$

Nota: Fuente elaboración propia en base a correlaciones con los valores de las tablas del apéndice D de la Guía AASHTO 93, extraída del MTC; P= peso real por eje en toneladas.

Tenemos definidos pesos y medidas, pero no el control de qué tipo de vehículos pueden pasar por la vía. En el reglamento de tránsito encontramos la variedad de tipo de vehículos con los ejes de diseño más frecuentes:

Figura 45
Demostración ilustrativa de las cargas en los ejes



Nota: Fuente curso de capacitación integral en estudios viales y proyectos de infraestructura vial.

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida por AASHTO como ejes equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en análisis. AASHTO definió como un EE al efecto del deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumático a presión de 80 lbs/pulg². Los ejes equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo sobre la estructura del pavimento.

Factor de daño correspondiente a la configuración del eje del vehículo F_p :

Presión de inflado del neumático (PIN): Está referido al promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.

Presión de contacto del neumático (PCN): Igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.

Para espesores menores de capa de rodadura asfáltica, se aplicará el Factor de Ajuste igual al espesor de 50mm.

Tabla 41

Factor de ajuste por presión de neumático (Fp) para Ejes Equivalentes (EE)

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi						
	PCN= 0.90*(presión de inflado de neumático) (PSI)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.8	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.3	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.2
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.8	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.7	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.3	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Nota: Fuente elaboración propia con base a datos de la Guía AASHTO 93 donde se considera una presión de contacto de 80 PSI y espesor de capa de rodadura de 80 mm.

2.5.8 Confiabilidad y desviación estándar normal R y ZR

La confiabilidad R: En el diseño de pavimentos representa la probabilidad de que la estructura cumpla su vida útil prevista, considerando las incertidumbres asociadas al tránsito y las variaciones en el modelo de comportamiento AASHTO. Este parámetro (R) permite garantizar que las secciones del pavimento mantendrán un desempeño adecuado durante el

período de diseño, asegurando una respuesta estructural óptima frente a las condiciones de carga y servicio esperadas.

Tabla 42

Valores del nivel de confianza R (%) de acuerdo al tipo de camino

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Carreteras de primer orden	80 – 99	75 – 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 – 80	50 – 80

Nota: Fuente (American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 1993, p. 11–19).

Desviación estándar normal Zr: Una vez determinado el valor óptimo del nivel de confianza R, considerando las características y clasificación del camino, se procede al cálculo de la confiabilidad estructural mediante el parámetro Zr mediante la siguiente tabla:

Tabla 43

Valores que corresponden a los niveles de confiabilidad

Confiabilidad R (%)	ZR
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.647
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
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	-3.09
99.99	-3.75

Nota: Fuente elaboración propia a base de datos de la AASHTO 93.

2.5.9 Error estándar combinado S_o

Representa la variabilidad en el diseño y desempeño del pavimento refleja las diferencias entre los valores de los parámetros teóricos establecidos y los valores obtenidos en mediciones reales en el terreno. Esta diferencia es influenciada por factores como la calidad de los materiales, la precisión de los datos de tráfico y las incertidumbres en la predicción de la demanda vehicular, afectando la confiabilidad estructural y el comportamiento a largo plazo de la infraestructura vial. Para los distintos tipos de pavimentos el parámetro asociado toma valores recomendados específicos:

Tabla 44

Valores del desvío estándar

Condición de diseño Tipos de pavimento	Desvío Estándar	
	Rígido	Flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0.34	0.44
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito	0.39	0.49

Nota: Fuente elaboración propia a base de datos de la AASHTO 93.

2.5.10 Índices de serviciabilidad P_o y P_t

La serviciabilidad de un pavimento se define como su capacidad para satisfacer las condiciones operativas del tipo de tránsito para el cual ha sido diseñado. Se mide mediante el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI, Present Serviciability Index), que califica el estado funcional del pavimento en una escala de 0 a 5, donde 0 representa condiciones deterioradas y 5 un estado óptimo.

Tabla 45

Calificación del pavimento según el índice de serviciabilidad

Índice de servicio	Calificación
excelente	5
muy bueno	4
bueno	3

regular	2
malo	1
intransitable	0

Nota: Fuente (Ayllon Acosta 2013).

El procedimiento de diseño AASHTO estima la pérdida de serviciabilidad (ΔPSI) para distintos niveles de tránsito y cargas de ejes. A medida que ΔPSI aumenta el pavimento puede soportar una mayor carga antes de fallar.

Ecuación 40

Calculo de perdida de serviciabilidad

$$\Delta PSI = P_0 - P_t \quad \dots (40)$$

Donde:

ΔPSI : Pérdida de serviciabilidad a lo largo de la vida útil del pavimento.

P_0 : Índice de serviciabilidad inicial.

P_t : Índice de serviciabilidad terminal o final.

Los valores recomendados son los que se obtuvieron en el AASHTO Road Test:

Índice de Serviciabilidad Inicial (P_0): Es el valor del PSI al momento de la construcción del pavimento. Este valor depende de la calidad de los materiales y del proceso constructivo.

- $P_0 = 4.5$ para pavimentos rígidos
- $P_0 = 4.2$ para pavimentos flexibles

Índice de Serviciabilidad Terminal o Final (P_t): Corresponde al valor del PSI en el momento en que el pavimento se considera inadecuado para su función, ya sea por deformaciones, fisuras o pérdida de confort para los usuarios.

- $P_t = 2.5$ o más para caminos muy importantes
- $P_t = 2.0$ para caminos de menor tránsito

2.5.11 Módulo de rotura del concreto $S'c$

El módulo de rotura del concreto ($S'c$) es una propiedad mecánica fundamental en el diseño y análisis de pavimentos rígidos. Representa la resistencia a la flexión del concreto y se define como el esfuerzo máximo que un material puede soportar antes de fracturarse bajo una carga de flexión. Esta propiedad es esencial en el ámbito de las carreteras, ya que los pavimentos de concreto están sometidos a cargas repetidas del tránsito, que generan tensiones de flexión en la superficie del pavimento. Para su cálculo se optó por la aproximación empírica de la siguiente fórmula:

Ecuación 41

Cálculo mediante correlación de módulo de ruptura del concreto

$$S'c = (8 - 10) \cdot \sqrt{F'_c} \quad \dots (41)$$

Donde:

$S'c$ = Módulo de rotura o resistencia a la flexión del concreto.

F'_c = Resistencia a compresión del concreto.

2.5.12 Módulo de elasticidad del concreto E_c

Se define como la relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación elástica del material. Su valor permite evaluar la capacidad del concreto para resistir las cargas vehiculares sin deformaciones permanentes, influyendo directamente en el cálculo del espesor de las losas, el cual se determina mediante la relación empírica:

Ecuación 42

Cálculo de módulo de elasticidad del concreto E_c mediante correlación

$$E_c = 57000 \cdot \sqrt{F'_c} \quad \dots (42)$$

Donde:

E_c = Módulo de elasticidad del concreto.

F'_c = Resistencia a compresión del concreto.

2.5.13 Capacidad de drenaje Cd

Es un factor que ajusta el diseño estructural del pavimento para considerar los efectos de la humedad, el valor de este coeficiente está determinado por dos factores clave:

Exposición a humedad: Representa el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento permanece expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación a lo largo del año. Este porcentaje está directamente influenciado por la precipitación media anual y las condiciones de drenaje del pavimento.

Tabla 46
Capacidad de Drenaje

Calidad de drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	Más de 10 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mucho más de 10 horas

Nota. Fuente Instituto Boliviano del Cemento y Hormigón (IBCH), (2021, p. 118)

La capacidad del drenaje: Se refiere a la eficiencia del sistema de drenaje del pavimento para evacuar el agua acumulada. Esta capacidad se evalúa en función del tiempo necesario para drenar el agua del pavimento evitando el deterioro de la estructura vial. Encontraremos los valores respectivos para cada uno de los tipos de pavimento según su calidad y su tiempo de exposición a la humedad en las siguientes tablas:

Tabla 47
Coefficientes de drenajes para pavimentos rígidos

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1 a 5%	5% a 25%	Más del 25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Malo	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy malo	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

Nota: Fuente (American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 1993, p. 11–25)

Tabla 48

Coefficientes de drenajes para pavimentos flexibles (articulados)

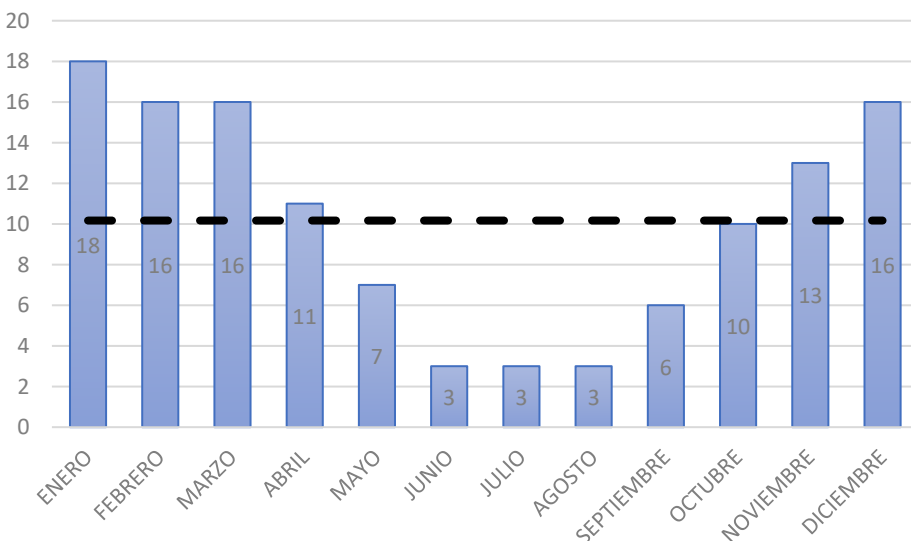
Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1 a 5%	5% a 25%	Más del 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Malo	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy malo	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Nota: Fuente (American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 1993, p. 11–25)

Según los registros históricos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), detallados en el Anexo C.4, se ha determinado el porcentaje promedio de días con precipitaciones mensuales en el departamento de Pando expresados en la siguiente figura:

Figura 46

Días promedio históricos lluviosos al mes



Para estimar el porcentaje de saturación pluviométrica en la localidad de Cobija, se han considerado exclusivamente los valores promedios anuales históricos correspondientes a los meses que superan el promedio anual de precipitación. En este caso, se incluyen los primeros cuatro meses del año (enero a abril) y los dos últimos (noviembre y diciembre), por presentar niveles de precipitación superiores a la media anual. Mediante el procesamiento de estos datos, se obtiene un porcentaje próximo a la saturación de **24,66%**, calculado con base en la siguiente expresión:

Ecuación 43

Calculo de porcentaje próximo a la saturación

$$\%Proximo\ a\ saturacion = \frac{\sum\ dias\ lluvia\ mayor\ al\ promedio}{365} \cdot 100 \quad \dots (43)$$

2.5.14 Coeficiente de transmisión de carga J

Es un factor utilizado en el diseño de pavimentos de concreto para considerar la eficiencia con la que las cargas se transfieren entre losas a través de las discontinuidades como juntas o grietas. Su valor influye directamente en la capacidad estructural del pavimento y en su desempeño a lo largo del tiempo.

Tabla 49

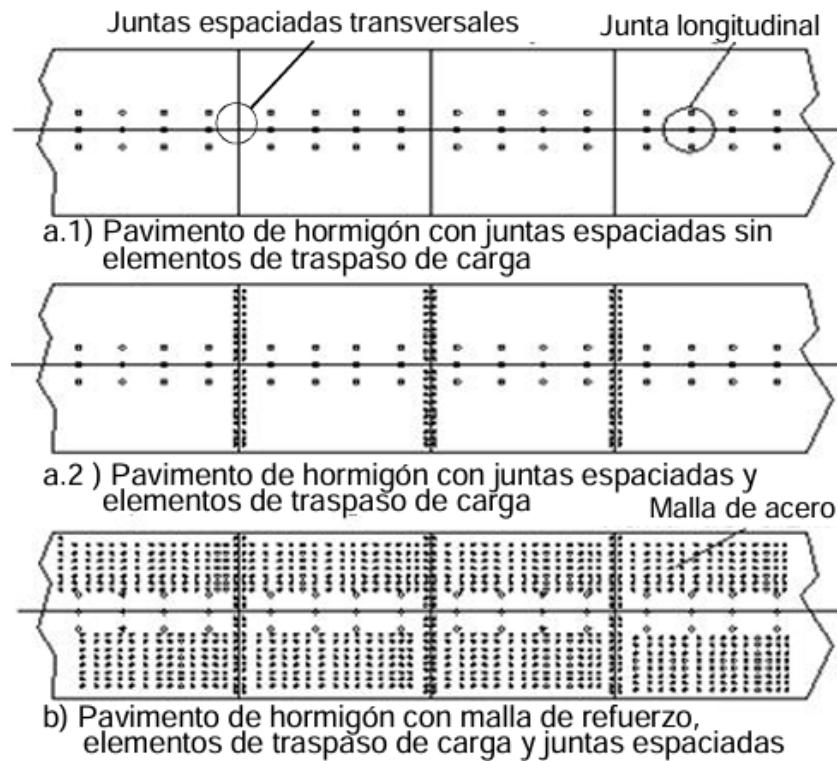
Coeficiente de transmisión J

Tipo de pavimento	Asfalto		Concreto	
	Si	No	Si	No
Dispositivo (barras) de transferencia de carga				
Hormigón simple no reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8-4.4	2.5-3.1	3.6-4.2
Hormigón reforzado continuo	2.9-3.2	-	2.3-2.9	-

Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos de la AASHTO 93.

Este valor debe seleccionarse en función del tipo de pavimento de hormigón adoptado, para lo cual puede utilizarse como referencia la imagen que se presenta a continuación.

Figura 47
Tipos de pavimentos de hormigón



Nota: Fuente manual de diseño estructural de pavimentos rígidos.

Espaciamiento entre juntas: El espaciamiento entre juntas de contracción de pavimentos de hormigón simple depende de factores principalmente locales, como calidad de materiales y condiciones climáticas. La AASHTO recomienda que el espaciamiento entre juntas en pies no debe ser mayor a dos veces el espesor de la losa en pulgadas, dicho de otra manera, no debe ser mayor a 24 veces el espesor de la losa, para pavimentos sobre sub-base no estabilizada. Para sub-bases estabilizadas no debe ser mayor a 21 veces el espesor de la losa.

Tabla 50
Espaciamiento de junta de acuerdo al tipo de agregado

Tipo de agregado	Espaciamiento máximo (m)
Granito triturado	6,00
Caliza triturada	6,00
Grava calcárea	6,00
Grava silíceo	4,50

Grava tamaño máx.
 $\leq 3/4"$ Escoria 4,50

Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos de la AASHTO 93.

Tabla 51

Dimensiones en pasajuntas en pavimentos urbanos

Espesor del pavimento (cm)	Diámetro de la pasajunta		Longitud (cm)	Espaciamiento (cm)
	cm	pulgadas		
10-15	1,6	5 /8	30	45
15-18	1,9	3/4	38	38
18-20	2,5	1	38	30
20-25	3,2	1 1/4	38	30

Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos de la AASHTO 93.

Tipo de juntas: El diseño de las juntas, que deben realizarse en el hormigón, forma parte integrante del sistema estructural de los pavimentos de hormigón, ya que sus características (espaciamiento, tipo, dimensiones, barras, sellos, etc.) son un factor importante a considerar con relación a las tensiones de la losa y la durabilidad del pavimento y por lo tanto condicionan importantemente su diseño y comportamiento en servicio. Se distinguen los siguientes tipos de juntas:

Juntas de contracción: Se diseñan para controlar los movimientos de contracción y dilatación y las tensiones que generan, producidos por los cambios de temperatura, humedad y fricción. Ejercen al mismo tiempo un control sobre las fisuras que ocasionan estas tensiones. Las juntas de contracción pueden ser transversales o longitudinales.

Tabla 52

Tipos de juntas de contracción

Tipo	Descripción	Esquema
------	-------------	---------

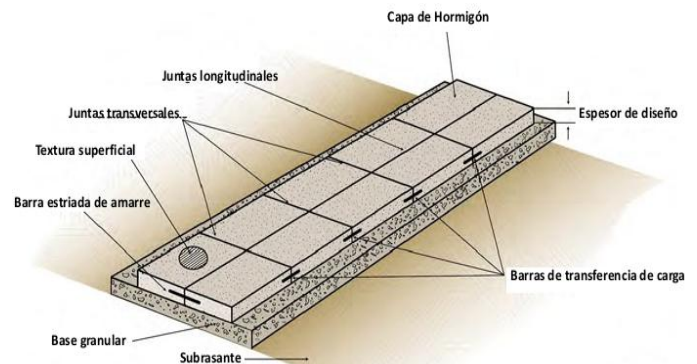
Transversal

Se construyen perpendicularmente al eje de trazo del pavimento. Su espaciamiento se determina para evitar el agrietamiento provocado por el secado del hormigón en la fase de fraguado o debido a los cambios de temperatura y humedad.



Longitudinal

Son aquellos que dividen a los carriles en la dirección longitudinal, se utilizan cuando se van a construir dos o más carriles al mismo tiempo.



Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos de la AASHTO 93.

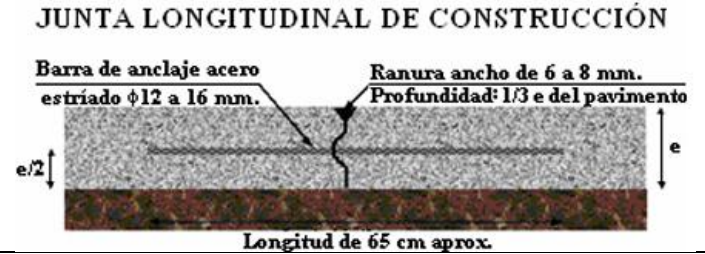
Juntas de construcción: Son aquellas que se construyen por razones constructivas, pueden ser transversales o longitudinales.

Tabla 53
Tipos de juntas de construcción

Tipo	Descripción	Esquema
Transversal	Se ejecutan al final de cada jornada de trabajo, o cuando por alguna contingencia se debe suspender el vaciado del hormigón, también debido a necesidades del proyecto, por ejemplo, en los cambios de pendiente, en el ingreso a puentes, etc.	

Longitudinal

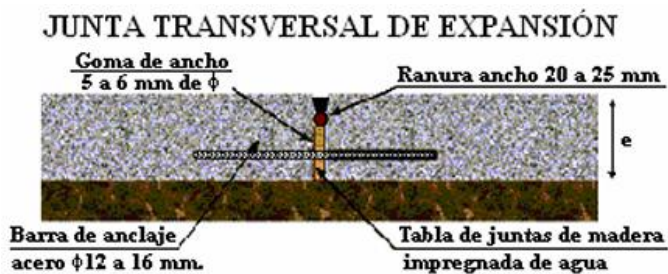
Son las que se construyen entre dos carriles que se hormigonan en días diferentes.



Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos de la AASHTO 93.

Juntas de expansión (aislantes): Se ejecutan en posición transversal al eje de cambio, tiene el fin de permitir el movimiento horizontal del pavimento, con respecto a estructuras existentes, como estribos de puentes, alcantarillas, etc. Se utilizan también en la unión de dos tramos de diferente dirección.

Figura 48
junta de expansión



Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos de la AASHTO 93.

2.5.15 Módulo de reacción compuesto de la subrasante k

Es un parámetro utilizado en el diseño de pavimentos rígidos para representar la capacidad de soporte del sistema suelo-base-subrasante. Se obtiene mediante ensayos de placa de carga en campo o a partir de correlaciones con otros parámetros del suelo.

Este módulo considera la interacción entre la subrasante y las capas de base o subbase, reflejando su comportamiento conjunto bajo cargas aplicadas. Un mayor valor de K indica un soporte más rígido y estable, mientras que un menor valor sugiere una menor capacidad de carga

y mayor deformabilidad del suelo. Para este proyecto se determinó mediante las siguientes relaciones empíricas:

Ecuación 44

Caculo correlativo del módulo de reacción compuesto k de la subrasante cuando el CBR ≤10%

$$k_{PCI} = 2.55 + 52.5 \cdot \log(CBR) \quad \dots (44)$$

Ecuación 45

Caculo correlativo del módulo de reacción compuesto k de la subrasante cuando el CBR >10%

$$k_{PCI} = 46 + 9.08 \cdot \log(CBR)^{4.34} \quad \dots (45)$$

La incorporación de una capa de subbase genera un aumento significativo en este módulo debido a la mejora en la distribución de esfuerzos y la reducción de deformaciones en la subrasante lo que optimiza el desempeño estructural del pavimento. Esto ocurre porque la subbase actúa como una capa intermedia proporcionando un soporte más uniforme que distribuye mejor las cargas generadas por el tránsito evitando concentraciones excesivas de esfuerzo sobre la subrasante y reduciendo el riesgo de asentamientos diferenciales dependiendo del material utilizado ya sea granular, estabilizado con cemento, entre otros.

Tabla 54

Aumento de k debido a presencia de subbase granular

Valor de soporte de subrasante		Valor soporte sobre el sistema estructural (MPa/m), para espesor de base iguales a:			
CBR (%)	K (MPa/m)	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
2	16	19	22	27	33
3	24	27	31	37	45
4	30	34	38	44	54
5	34	38	42	49	59
6	38	42	46	53	65
7	41	45	50	56	69
8	44	48	53	60	72
9	47	52	56	63	76
10	49	54	58	65	79
11	51	56	60	67	81
12	53	58	62	69	84
13	54	59	63	70	85
14	56	61	65	72	87

15	57	62	66	73	88
16	59	64	68	75	91
17	60	65	69	76	92
18	61	66	70	77	93
19	62	67	71	78	94
20	63	68	73	79	96

Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos de la AASHTO 93.

Tabla 55

Aumento de k debido a la presencia de subbase de suelo cemento

Valor de soporte de subrasante		Valor soporte sobre el sistema estructural (MPa/m), para espesor de base iguales a:		
CBR (%)	K (MPa/m)	10 cm	15 cm	20 cm
2	16	50	66	89
3	24	69	91	122
4	30	81	108	145
5	34	90	119	160
6	38	98	130	174
7	41	103	138	185
8	44	109	146	195
9	47	115	153	205
10	49	119	158	212
11	51	122	163	218
12	53	126	168	225
13	54	128	171	229
14	56	131	176	235
15	57	133	178	239
16	59	137	183	245
17	60	139	185	248
18	61	140	188	251
19	62	142	190	255
20	63	144	192	258

Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos de la AASHTO 93.

Con base en las consideraciones previas, se procede al cálculo del coeficiente equivalente

(K_{eq}):

Ecuación 46

coeficiente equivalente K_{eq}

$$k_{eq} = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \cdot \left(\frac{k_1}{k_0} \right)^{2/3} \right]^{0.5} \cdot k_0 \quad \dots (46)$$

Donde:

h = espesor de la capa de concreto (mm)

k_1 = módulo de la subrasante de la primera capa

k_2 = módulo de la subrasante de la segunda capa

2.5.16 Módulo de resiliencia del suelo M_r

Es la propiedad del material usado para representar las características de soporte del suelo natural en el diseño de pavimentos flexibles la cual sufre deformaciones en respuesta a las aplicaciones de carga.

El módulo resiliente puede medirse aplicando distintos procedimientos ya sea mediante datos de reflectometría en campo o ensayos en laboratorio, estos últimos comprenden el ensayo de modulo resiliente diametral para mezclas asfálticas y el ensayo triaxial par suelos granulares.

Puesto que no todos los países cuentan con equipos que permitan la determinación en laboratorio de los módulos resilientes para suelos, existen varias correlaciones que pueden ser utilizadas para realizar una estimación en base al CBR u otras variables. A continuación, se detalla alguna de ellas:

Ecuación 47

Calculo correlativo del módulo resiliente para $CBR < 10$ desarrollado por Huekelom y Klomp

$$M_r = 1500 * (CBR) \quad \dots (47)$$

Nota: *especialmente usado para suelos finos*

Ecuación 48

Calculo correlativo del módulo resiliente para $6 < CBR < 12$

$$M_r = 2555 * (CBR)^{0.64} \quad \dots (48)$$

Nota: *especialmente usado para suelos finos*

Ecuación 49

Calculo correlativo del módulo resiliente para $12 < CBR < 80$

$$M_r = 3205 * (CBR)^{0.55} \quad \dots (49)$$

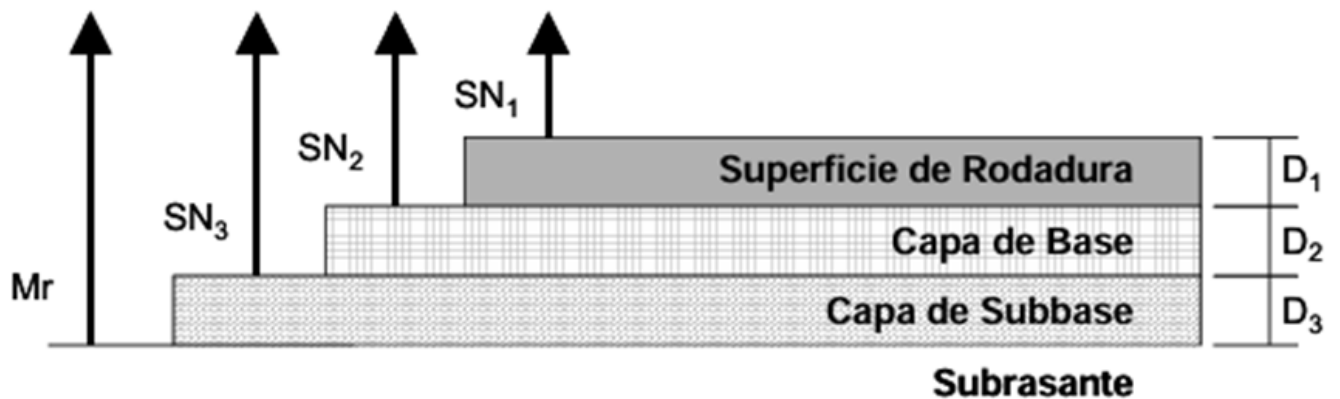
Nota: *especialmente usado para suelos granulares.*

2.5.17 Número estructural de los espesores del pavimento SN

Es un valor originalmente concebido como adimensional, que representa la capacidad requerida por un pavimento flexible para soportar las cargas impuestas por el tránsito y bajo las condiciones que expresan los datos de diseño. Su cálculo se realiza mediante coeficientes estructurales y espesores de capa, permitiendo determinar la durabilidad y eficiencia de la vía. Gracias a este parámetro, es posible definir el diseño óptimo del pavimento, asegurando su estabilidad y funcionalidad a lo largo de su vida útil.

Figura 49

Figura ilustrativa de funcionamiento del número estructural



Nota: Fuente extraída de la norma AASHTO 93.

El valor de numero estructural requerido se convierte a espesores individuales de capas en el pavimento a través de la siguiente relación:

Ecuación 50

Calculo número estructural de los espesores del pavimento SN

$$SN = a_1 * D_1 * m_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3 \quad \dots (50)$$

Donde:

a_n=coeficientes estructurales de capa.

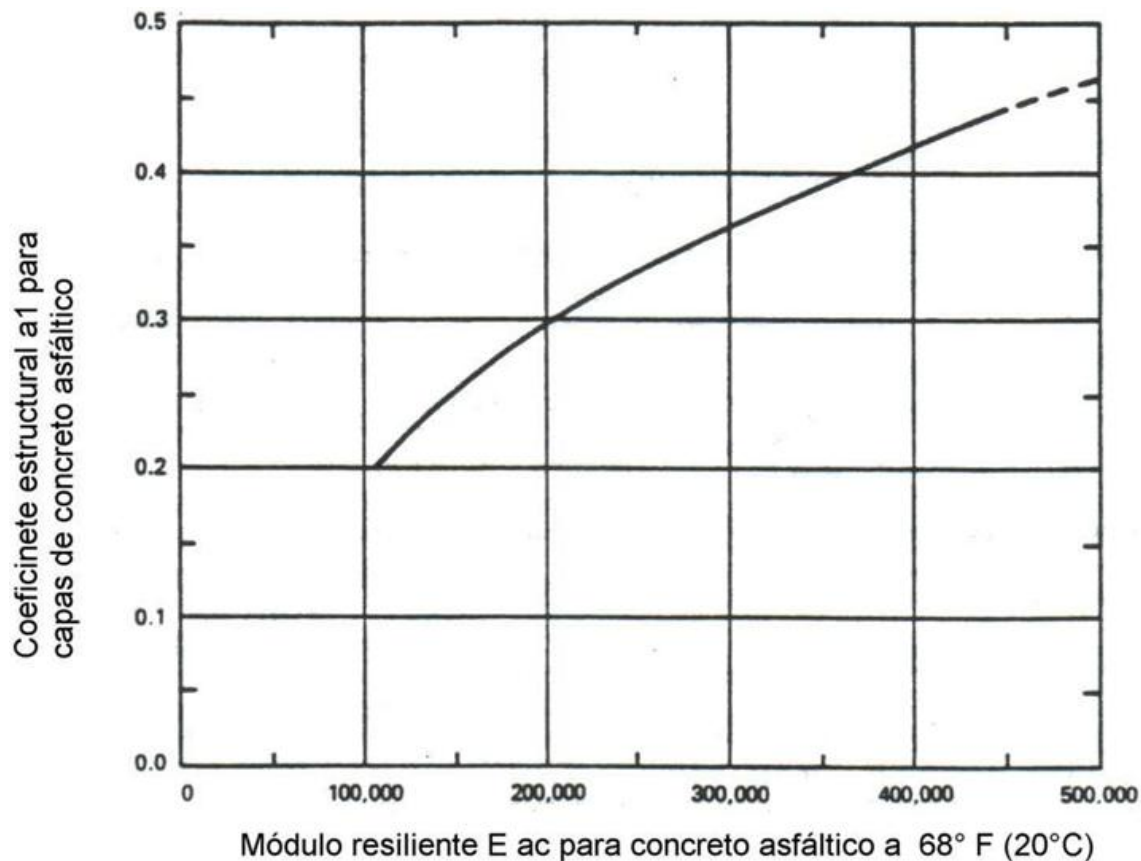
D_n=espesores de capa.

m_n=coeficientes de drenaje.

Coefficientes estructurales de capa ai: Representan la capacidad de cada capa del pavimento para resistir cargas. Se obtienen de estudios de laboratorio o tablas de la metodología AASHTO, según el tipo de material (mezcla asfáltica, base granular, subbase). Para este proyecto, se ha optado por correlaciones y graficas proporcionadas por la normativa AASHTO 93 las cuales son las siguientes:

Coefficiente estructural a1:

Figura 50
Cálculo del coeficiente estructural de la capa asfáltica



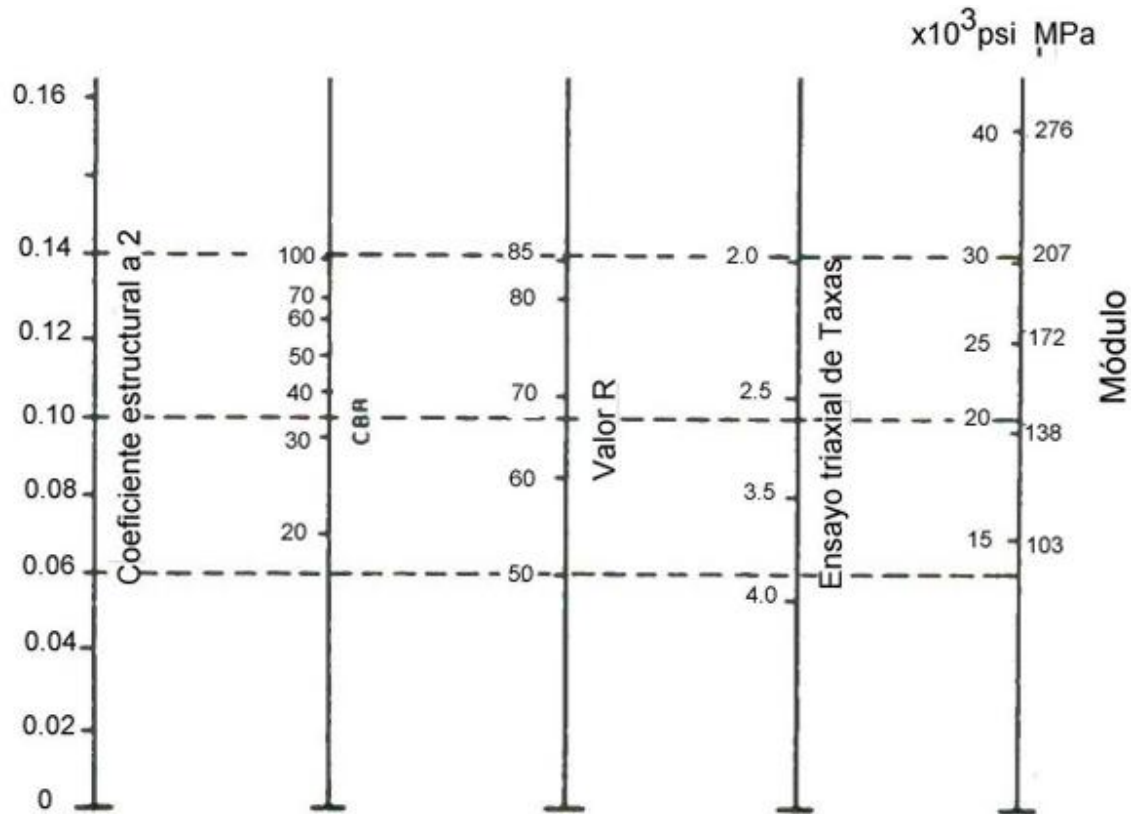
Nota: Fuente extraída de la norma AASHTO 93.

Donde: el módulo resiliente del concreto asfáltico **E_{ac}=450.000 psi** entonces **a₁=0.44**.

Coefficiente estructural a2:

Figura 51

Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes



Nota: Fuente extraída de la norma AASHTO 93.

Ecuación 51

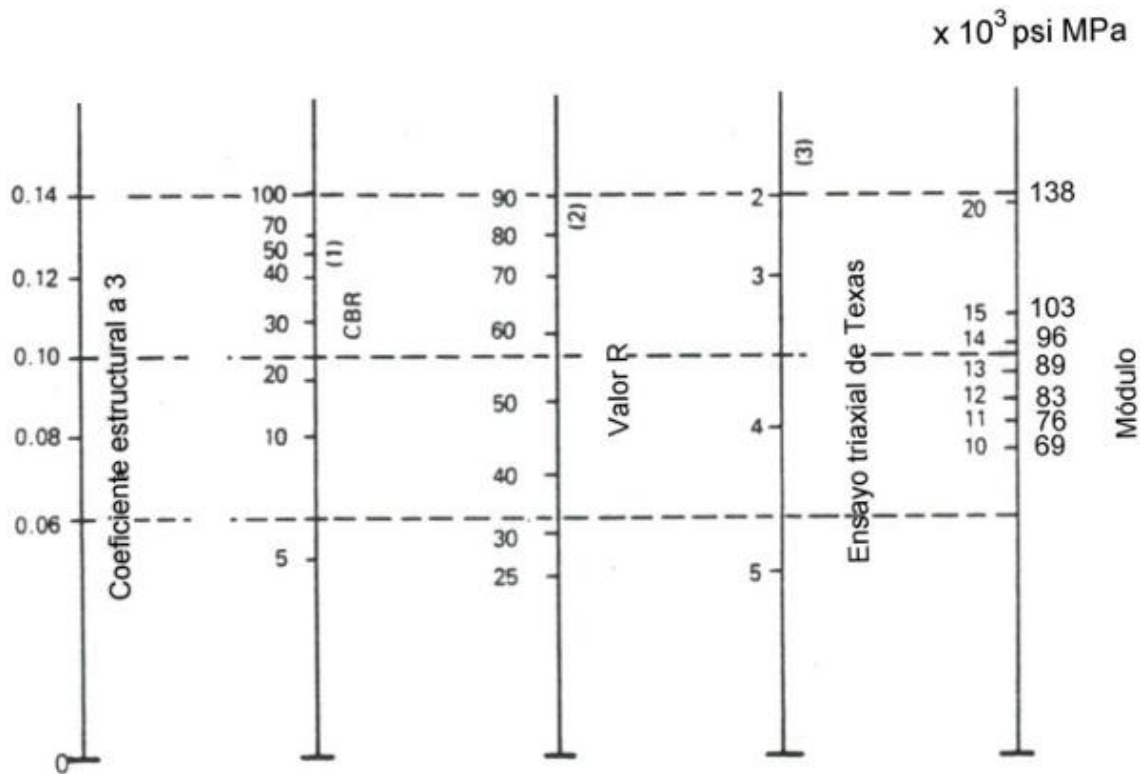
Calculo mediante correlación del coeficiente estructural de la capa base

$$a_2 = 0.249 * \log(E_B) - 0.977 \quad \dots (51)$$

Coeficiente estructural a3:

Figura 52

Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes



Nota: Fuente extraída de la norma AASHTO 93.

Ecuación 52

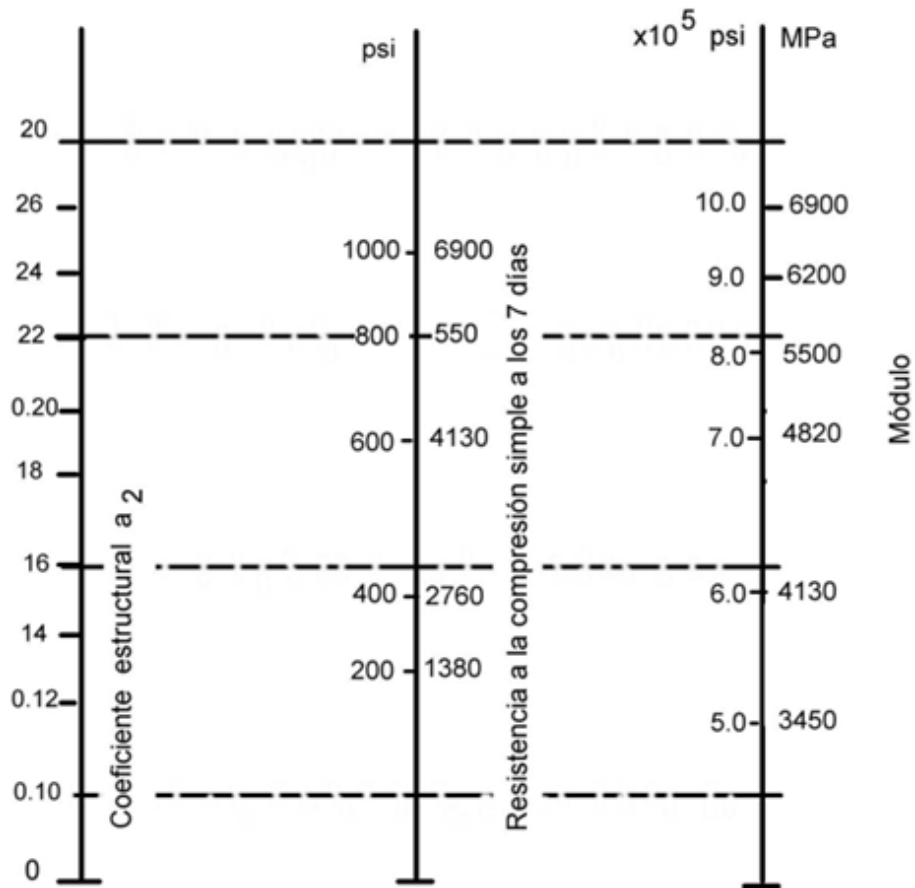
Calculo mediante correlación del coeficiente estructural de la capa sub-base

$$a_3 = 0.227 * \log(E_{SB}) - 0.839 \quad \dots (52)$$

Las bases estabilizadas con cemento presentan un mayor módulo de rigidez en comparación con bases granulares sin tratamiento, lo que se traduce en un coeficiente estructural más alto. Su valor depende de factores como la dosificación de cemento, la compactación del material, y las propiedades mecánicas obtenidas en ensayos de laboratorio generalmente en su resistencia a la compresión a los 7 días.

Figura 53

Relación entre el coeficiente estructural para base tratada con comento y distintos parámetros resistentes



Nota: Fuente extraída de la norma AASHTO 93.

Espesores de capa Di: Corresponde al grosor de cada capa del pavimento en centímetros o pulgadas. Se define en función de las condiciones del tránsito y el tipo de suelo.

Tabla 56
Ajuste de espesores en función del número estructural

Espesores corregidos	Numero estructural corregido	Comprobación
$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$	$SN_1^* = a_1 * D_1^* \geq SN_1$	$SN_1^* \geq SN_1$
$D_2^* \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * m_2}$	$SN_2^* = a_2 * m_2 * D_2^*$	$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$
$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 * m_3}$	$SN_3^* = a_3 * m_3 * D_3^*$	$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* \geq SN$

Coefficientes de drenaje mi: Indican el impacto del agua en los materiales del pavimento.

Dependen de la capacidad de drenaje de la estructura vial y su exposición a humedad. Los valores para estos datos tanto m1 y m2 se encuentran en la tabla del subtítulo capacidad de drenaje Cd.

Espesores mínimos: El diseño de espesores mínimos en pavimentos está directamente relacionado con la intensidad y tipo de tráfico que soportará la vía. En pavimentos flexibles la normativa establece que el espesor debe garantizar una distribución adecuada de las cargas para evitar deformaciones prematuras, valores cuales podremos observar en la siguiente tabla:

Tabla 57
Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular

Número de ESALs	Concreto Asfáltico (cm)	Base Granular (cm)
Menos de 50,000	2.5	10
50,000 - 150,000	5	10
150,000 - 500,000	6.5	10
500,000 - 2,000,000	7.5	15
2,000,000 - 7,000,000	9	15
Más de 7,000,000	10	15

Nota: Fuente elaboración propia a partir de datos de la AASHTO 93.

Figura 54
Espesores recomendados para pavimentos de adoquín

Estructura de Pavimento (cm)	Precipitación pluvial mm/año		
	<= 800	800 a 1500	>= 1500
<i>Adoquín</i>	10	10	10
<i>Capa de arena</i>	3-5	3-5	3-5
<i>Base</i>	10	10-18	20
<i>Subbase</i>	10	16	20
TOTAL	42	46	50

Nota: Fuente diseño de espesores de nuevos pavimentos Frederic Hartz.

CAPITULO III.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo-aplicado y diseño no experimental de corte transversal. En el cual se analizó el estado actual de las vías seleccionadas además de la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos mediante procedimientos técnicos y estandarizados con el objetivo de proponer soluciones mediante el diseño de pavimentos rígido y enlosetado; Este enfoque metodológico permite obtener datos precisos sobre variables fundamentales para el diseño vial, tales como la configuración topográfica del terreno, las propiedades mecánicas del suelo, el volumen y tipo de tránsito vehicular, así como las condiciones hidrológicas del área de estudio. La integración de estos parámetros garantiza una toma de decisiones fundamentada en criterios técnicos, lo que contribuye a una planificación eficiente y segura de la infraestructura vial. La descripción de los estudios realizados se realiza a continuación:

3.1 DESCRIPCIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

3.1.1 Datos y ubicación de los tramos

Los tramos objeto de estudio se localizan en el distrito 1 del municipio de Cobija, departamento de Pando, específicamente en el barrio 27 de mayo. Estas vías constituyen accesos principales para los habitantes del sector y presentan un estado de deterioro avanzado, evidenciado por la falta de pavimentación y condiciones deficientes de transitabilidad. La selección de estos tramos fue realizada en coordinación con el presidente del barrio, quien los presentó como prioritarios en función de un consenso establecido con los vecinos, reflejando la necesidad de intervención en dichas áreas.

Figura 55

Mapa de ubicación de los tramos



Nota: Fuente elaboración propia a partir de programa Google earth.

3.1.2 Equipos y materiales utilizados

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico se hizo uso de:

- Una estación total marca Leica modelo TS02 plus.
- Un trípode.
- Cuatro bastones con prisma.
- Un flexómetro.
- Libreta de anotaciones.
- Clavos de calamina.
- Un mazo y una pintura en spray.

Figura 56

Materiales y equipos usados en el levantamiento topográfico



Nota: Fuente elaboración propia a partir de herramientas de laboratorio de topografía.

3.1.3 Trabajo en campo

El trabajo topográfico se realizó de manera grupal junto con los compañeros de grado, tomando como puntos de partida los puntos de referencia BM ubicados en la rotonda de la avenida 27 de mayo y en la esquina donde se encontraba la antigua ubicación de "Ex Rombol". En este lugar estacionamos el equipo topográfico.

Una vez estacionado, se establecieron puntos auxiliares para llevar a cabo la topografía de los distintos tramos del barrio 27 de mayo, donde se propone realizar la pavimentación. Los datos recolectados se guardaron automáticamente en el equipo permitiendo posteriormente generar la nube de puntos necesaria para el levantamiento topográfico.

Figura 57

Trabajo en campo levantamiento topográfico



Nota: Fuente elaboración propia.

3.1.4 Trabajo de gabinete

Una vez finalizado el trabajo topográfico en campo, se procedió a realizar los cálculos y análisis correspondientes utilizando un ordenador y software especializado. Como resultado de esta actividad, se obtuvo la nube de puntos de los distintos tramos, lo que permitió un análisis más detallado del terreno en estudio.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

Los estudios geotécnicos realizados para el presente proyecto de grado se llevaron a cabo específicamente en los distintos tramos de estudio. Estos estudios son fundamentales ya que permiten conocer características esenciales como la resistencia del suelo frente a las cargas vehiculares información necesaria para el cálculo del paquete estructural.

3.2.1 Trabajo en campo

La primera etapa del estudio geotécnico consiste en realizar el trabajo de campo en el cual se obtienen muestras mediante ensayos conocidos como calicatas. Esta técnica implica la

excavación de un hueco en el suelo con dimensiones específicas para extraer una porción representativa del terreno sin alterar las muestras garantizando su integridad para el análisis y los ensayos correspondientes.

Figura 58

Trabajo en campo extracción de muestras



Nota: Fuente elaboración propia.

3.2.2 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizaron sobre muestras representativas de los suelos provenientes de los distintos tramos obtenidos mediante las calicatas. Estos ensayos se llevaron a cabo siguiendo los estándares establecidos por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM) y la Asociación Estadounidense de Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte (AASHTO).

Las pruebas se efectuaron en la Universidad Amazónica de Pando, específicamente en la Facultad de Ingeniería y Tecnología (F.I.T.), que dispone de un laboratorio de suelos equipado con instrumentos calificados para garantizar la precisión y fiabilidad de los ensayos:

- Investigación de suelos y rocas para propósitos de ingeniería (ASTM D420 / AASHTO T86)
- Cuarteo (ASTM D75 / AASHTO T146)
- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422 / AASHTO T88)
- Límites de consistencia de Atterberg (ASTM D4318 / AASHTO T89 Y T90)
- Ensayo de compactación proctor modificado (ASTM D1557 / AASHTO T180)
- Determinación de relación de soporte californiana del suelo (CBR) (ASTM D1883 / AASHTO T193)
- Mejoramiento de Suelos con Cemento (ASTM D806 / AASHTO T134)

Con la guía de los técnicos y jefe de laboratorio, estos ensayos fueron realizados, presentando el procedimiento y cálculo de resultados en los anexos “B” del presente proyecto de grado mediante planillas de elaboración propia según lo descrito en las normas.

3.2.3 Trabajo de gabinete

Una vez concluidos los ensayos de laboratorio realizados a las muestras de suelo obtenidas durante el trabajo de campo del estudio geotécnico se procede a la etapa de gabinete. Esta etapa consiste en la interpretación y síntesis de los resultados los cuales permiten caracterizar los distintos tramos analizados en el estudio geotécnico.

El objetivo principal de este proceso es clasificar los diferentes tipos de suelo, determinar su contenido de humedad óptimo y finalmente calcular la resistencia del suelo mediante el ensayo CBR (California Bearing Ratio) y su posterior mejoramiento de suelo si es que lo amerita.

3.2.4 Cambio y mejoramiento de material para subrasante

Tras completar la etapa de trabajo de gabinete se identificó que algunos tramos no presentaban una resistencia adecuada debido a la presencia de suelos arcillosos, caracterizados por su baja capacidad portante. Por esta razón se decidió proceder con el reemplazo del material existente por otro material, además de implementar un tratamiento de mejoramiento para garantizar una resistencia óptima.

El proceso incluyó el uso de bancos de préstamo para obtener material de mejor calidad y la estabilización del suelo mediante la aplicación de suelo-cemento, asegurando así un terreno más adecuado y resistente para los fines del proyecto en los tramos que lo requieran.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRAULICOS

3.3.1 Procesamiento de los datos y relleno de datos faltantes de las precipitaciones

Para obtener los datos necesarios para el análisis hidrológico, se recopiló registros de la página de SENAMHI Bolivia, específicamente de la estación Cobija Aeropuerto. Se descargaron datos diarios desde la década de 1950, garantizando así una amplia variedad y cantidad de información suficiente para llevar a cabo este análisis de manera completa y precisa.

Debido a la gran cantidad de datos disponibles se llevó a cabo un proceso de organización y estructuración. Posteriormente se realizó el análisis de precipitaciones máximas diarias identificando sus parámetros principales y detectando datos faltantes. Para estos últimos se aplicaron métodos estimación de datos faltantes.

En ocasiones las estaciones meteorológicas pueden dejar de registrar datos durante ciertos períodos debido a fallos en los instrumentos o a la ausencia del observador encargado. Sin embargo, esta información perdida puede ser crucial para el análisis de fenómenos relacionados con la precipitación. Por este motivo se han desarrollado métodos prácticos para estimar los

datos pluviométricos faltantes. Generalmente la estimación de estos datos se realiza utilizando los registros de estaciones meteorológicas cercanas que tengan registros completos con el objetivo de garantizar la mayor precisión posible en la estimación.

Método racional deductivo: Cuando no se dispone de estaciones cercanas a la estación con registros completos o cuando las estaciones existentes carecen de observaciones para los datos faltantes, es posible estimar el valor faltante utilizando un promedio aritmético simple. Este método se basa en calcular la media de los valores disponibles en el registro correspondiente a ese mes.

El desarrollo del método se puede sintetizar en los siguientes cuatro pasos:

1. Efectuar la suma de precipitaciones mensuales en todos los años completos y obtener la precipitación mensual promedio.
2. Calcular para todos los años completos los porcentajes mensuales de precipitación, los que serán igual a la lluvia mensual entre el promedio mensual calculado en el paso anterior y por 100. Al sumar los porcentajes calculados y obtener su promedio deberán de obtenerse 1200 y 100, respectivamente.
3. Todos los porcentajes mensuales correspondientes a cada uno de los doce meses se suman y se divide tal suma entre el número de años completos, es decir se calcula el porcentaje promedio S_j , con j variando de 1 a 12, uno para enero y 12 para diciembre.
4. El método acepta la hipótesis que considera que los meses desconocidos tendrán un porcentaje igual al porcentaje promedio (S_j). Se designan las siguientes variables:

Ecuación 53

Calculo de la precipitación mensual desconocida en cada año incompleto

$$P_i = \left(\frac{\sum P}{1200 - \sum s_i} \right) s_i \quad \dots (53)$$

Donde:

i = cada uno de los meses desconocidos, como máximo pueden ser once.

P_i = precipitación mensual desconocida en cada año incompleto, en mm.

$\sum S_i$ = suma de los porcentajes promedio de los meses cuya precipitación se desconoce, en porcentaje.

$\sum p$ = suma de las precipitaciones mensuales conocidas en los años incompletos, en mm.

S_i = porcentaje promedio asignado a cada uno de los meses desconocidos o faltantes.

3.3.2 Cálculo de parámetros geomorfológicos

El cálculo de parámetros geomorfológicos con Sistemas de Información Geográfica (SIG) permite analizar y extraer información clave sobre la topografía, hidrografía, geomorfología. Este proceso es fundamental para estudios como la delimitación de cuencas, análisis de pendientes, perfiles longitudinales, evaluación de la cobertura vegetal, distribución de actividades humanas y caracterización de las propiedades de usos y tipos de suelos optimizando la comprensión de los recursos naturales y su manejo.

Todos estos datos fueron obtenidos de fuentes confiables provenientes de páginas y plataformas reconocidas tales como:

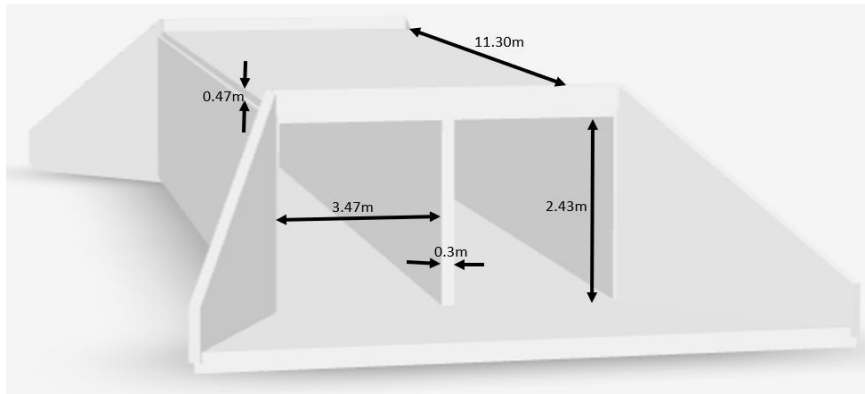
- USGS (United States Geological Survey): Servicio Geológico de los Estados Unidos, especializado en datos topográficos, hidrológicos y modelos digitales de elevación (MDE).
- MapBiomas Bolivia es una iniciativa que utiliza tecnología de sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG) para mapear la cobertura y el uso del suelo en Bolivia a lo largo del tiempo.
- ISRIC (International Soil Reference and Information Centre): Centro internacional de referencia en suelos que ofrece datos detallados sobre las propiedades y clasificación de los suelos a nivel global.

3.3.3 Evaluación técnica del cumplimiento y estado actual de obras de hidráulicas

En uno de los tramos analizados mediante una revisión in situ se identificaron estructuras hidráulicas como puentes sobre las cuales se ejecutaron mediciones para evaluar su cumplimiento en el período actual, así como su estado de conservación, funcionalidad y otros aspectos técnicos relevantes asociados a su integridad estructural y desempeño hidráulico.

Figura 59

Levantamiento de datos de alcantarilla



Realizada la medición en campo de la estructura del puente, se realizan cálculos mediante las fórmulas de Manning para determinar el caudal. Estos cálculos se procesan con los datos obtenidos, utilizando el programa HCANALES para su análisis hidráulico.

Figura 60

Calculo de caudal de alcantarilla mediante Hcanales

Lugar:	COBIJA-PANDO	Proyecto:	7 DE MAYO COBIJA PANDO"
Tramo:	NUMERO 4	Revestimiento:	CONCRETO

Datos:		
Tirante (y):	2.43 m	
Ancho de solera (b):	3.47 m	
Talud (Z):	0	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.02 m/m	

Resultados:			
Caudal (Q):	92.4772 m ³ /s	Velocidad (v):	10.9673 m/s
Area hidráulica (A):	8.4321 m ²	Perímetro (p):	8.3300 m
Radio hidráulico (R):	1.0123 m	Espejo de agua (T):	3.4700 m
Número de Froude (F):	2.2463	Energía específica (E):	8.5605 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Dado que el puente consta de una alcantarilla de 2 celdas, el caudal de entrada se duplica, obteniendo un caudal total de $Q = 184.95 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.3.4 Diseño de hidráulico

En el diseño de drenaje superficial el área de aporte se define según condiciones hidrológicas y geomorfológicas específicas. En zonas urbanizadas, se incluye el aporte de viviendas evitando subdimensionamiento. Mientras que en sectores con influencia de microcuencas (quebradas o laderas convergentes), se incorpora el caudal externo para prevenir erosión e inundaciones, siguiendo normativas como el NB-688 que emplean el método de Manning y criterios de seguridad hidráulica.

Para el cálculo del sistema de drenaje superficial, se evaluaron inicialmente cunetas como único elemento de captación y conducción. Al verificar que este sistema resultaba insuficiente para evacuar el caudal de diseño, se optó por una sección combinada (cuneta con bombeo de calzada). Esta configuración tampoco resultó hidráulicamente viable dadas las elevadas pendientes y precipitaciones pluviales en la zona de estudio. Por tanto, se adoptó un sistema mixto que incorpora sumideros de rejilla (captación puntual) para interceptar los caudales excedentes y reducir la lámina de agua circulante.

3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS DE TRAFICO

En el estudio de tránsito para el cálculo de la cantidad de vehículos que pasan por un punto de control se utilizaron grabaciones de cámara para obtener datos precisos y completos, eliminando limitaciones comunes de los métodos tradicionales de observación directa. Este tipo de estudio permite una recopilación detallada de información cubriendo intervalos de tiempo prolongados sin interrupciones, lo que resulta esencial para análisis confiables y representativos.

El proceso comienza con la instalación o ubicación de cámaras ya disponibles de manera estratégica en el puesto de control que se encuentren elevadas y con un campo de visión óptimo asegurando que todos los carriles y direcciones de tránsito estén completamente visibles.

La grabación se realiza de manera continua durante un período predefinido generalmente de varios días consecutivos para capturar variaciones en los patrones de tránsito a lo largo del día y entre diferentes días de la semana. Esto elimina la necesidad de presencia física constante en el lugar lo que no solo reduce costos operativos, sino que también supera las limitaciones humanas como la fatiga o la posibilidad de errores en el conteo manual. Además, este enfoque permite registrar flujos vehiculares durante las 24 horas del día, proporcionando un panorama completo de la actividad del punto de control.

Una vez recopilados los datos en video, se procede al análisis. Este proceso puede incluir el uso de software especializado que automatiza el conteo y la clasificación de vehículos directamente desde las grabaciones, lo que agiliza el análisis y reduce los márgenes de error. Para garantizar la precisión, se realizan validaciones manuales de una muestra representativa de los datos procesados automáticamente. El análisis también permite desglosar los flujos vehiculares por tipo de vehículo, dirección de movimiento y franjas horarias específicas, lo que resulta crucial para identificar patrones de tránsito, como las horas pico.

El conteo vehicular se realizó de manera personal durante los 7 días de la semana en el barrio 27 de mayo en la vía principal del barrio debido al poco flujo de vehículos en cada uno de los tramos. El registro actual se llevó desde las 00:00 hasta las 24:00 horas, este mismo procedimiento se realizó durante siete días.

Figura 61
Conteo vehicular remoto: apoyo en horario fuera de campo



CAPITULO IV.

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

4.1.1 Resultados del estudio de levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con precisión utilizando la estación total, garantizando la correcta adquisición de datos en campo. Al finalizar el proceso de medición, se exportaron los puntos topográficos en formato CSV y DXF, compatibles con AutoCAD Civil 3D, permitiendo su integración en el modelado digital del terreno.

Los datos procesados incluyen:

- Coordenadas georreferenciadas (X, Y, Z).
- Puntos de control para la calibración del modelo.
- Curvas de nivel generadas a partir de la interpolación de datos.
- Definición de secciones transversales para análisis de pendientes y volumetría.

En la siguiente figura podremos observar la base de datos recopilados en el levantamiento topográfico.

Figura 62
Resultados el estudio topográfico



Nota: Fuente elaboración propia realizado en el programa de civil 3D

4.1.2 Resultados del estudio topográfico en software

A partir del levantamiento topográfico realizado se obtuvieron planos georreferenciados que permitieron definir la planta del alineamiento horizontal, incluyendo curvas, tangentes e intersecciones. También se generó el perfil longitudinal que representa tanto el terreno natural como la rasante de diseño, identificando pendientes y las necesidades de cortes y rellenos.

Las secciones transversales proporcionaron detalles sobre la geometría de la vía, especificando anchos de calzada, taludes y áreas de movimiento de tierras. Además, se definieron los terraplenes y cortes necesarios considerando su estabilidad y los materiales requeridos.

Por otro lado, se diseñaron sistemas de drenaje como cunetas y sumideros

para garantizar un manejo adecuado de aguas pluviales y evitar erosiones. Finalmente, se calcularon los volúmenes totales de movimiento de tierras permitiendo optimizar recursos y costos, se elaboraron planos finales detallados que consolidan toda la información del proyecto que se encuentran en los anexos G.

A continuación, veremos los resultados de cortes y relleno de volúmenes que nos dio el programa de civil 3D especificando para cada uno su longitud individual de tramo y su cota de progresiva, así como su nombre de la calle respectiva. Dando un total 652.53 metros de longitud de proyecto:

Tabla 58
Resumen de movimiento de tierras por tramo vial

TRAMO	LONGITUD	NOMBRE DE LA CALLE	CORTE	RELLENO	NETO
1	0+84.56	JOSE DONATO PAVON	319.21	0	319.21
2	0+86.41	25 DE MAYO	246.12	1.58	244.54
3	0+90.00	SIN NOMBRE	185.27	0	185.27
4	0+100.00	TOMAS COLLINS	160.83	201.88	-41.05
5	0+291.56	MISIONEROS MARIKNOLL-SN	5439.38	12.77	5426.62

4.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOTECNICO

4.2.1 Resultados de ensayos granulométricos y su clasificación

Los ensayos granulométricos realizados han permitido determinar la distribución de tamaños de partículas en las muestras analizadas. A partir de los datos obtenidos, se han trazado las curvas granulométricas correspondientes, identificando los rangos de partículas presentes y su grado de uniformidad.

El análisis revela que los materiales presentan una granulometría bien definida, con coeficientes de uniformidad y curvatura dentro de los parámetros establecidos para su clasificación. Estos resultados permiten determinar su idoneidad para diferentes aplicaciones en ingeniería civil, asegurando su cumplimiento con las especificaciones técnicas requeridas.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las muestras a partir de los ensayos realizados en las calicatas resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 59

Resumen de los resultados de granulometría por tramos

IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD [m]	GRANULOMETRÍA % QUE PASA POR LOS TAMICES (EN PESO)													Bandeja
		3"	2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	30	50	100	200	
T1S1	0.35-1.54	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	89	44	34	0
T2S1	0.35-1.47	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	45	34	0
T3S1	0.30-1.55	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	88	36	23	0
T4S1	0.30-1.60	100	100	100	100	99	99	94	92	87	85	83	74	67	0
T5S1	0.32-1.60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	98	0

Nota: fuente elaboración propia

Tabla 60

Resumen de los resultados de clasificación de suelos por tramos

IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD [m]	CLASIFICACIÓN		
		AASHTO	SUCS	DENOMINACIÓN
T1S1	0.35-1.54	A-3 (0)	SM	ARENA LIMOSA SM
T2S1	0.35-1.47	A-3 (0)	SM	ARENA LIMOSA SM
T3S1	0.30-1.55	A-3 (0)	SM	ARENA LIMOSA SM
T4S1	0.30-1.60	A-7-5 (19)	CH	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD ARENOSA
T5S1	0.32-1.60	A-7-5 (20)	CH	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD ARENOSA

Nota: fuente elaboración propia

4.2.2 Resultados de ensayos de límites de Atterberg

Los ensayos de límites de Atterberg realizados han permitido determinar las propiedades de plasticidad y consistencia de las muestras de suelo analizadas. A partir de los resultados obtenidos, se han establecido los valores de límite líquido (LL), límite plástico (LP) y índice de plasticidad (IP), lo que ha permitido clasificar el suelo según su comportamiento frente a variaciones de humedad.

El análisis muestra que los suelos presentan características que afectan su estabilidad y trabajabilidad, determinando su aptitud para aplicaciones en ingeniería civil. Estos resultados son clave para definir su uso en proyectos de infraestructura y establecer medidas correctivas si fuera necesario.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las muestras a partir de los ensayos realizados en las calicatas resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 61*Resumen de los resultados de límites de Atterberg*

IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD [m]	LÍMITES		
		LL [%]	LP [%]	IP
T1S1	0.35-1.54			0
T2S1	0.35-1.47			0
T3S1	0.30-1.55			0
T4S1	0.30-1.60	58.57	29.80	28.77
T5S1	0.32-1.60	66.53	37.25	29.29

*Nota: fuente elaboración propia***4.2.3 Resultados de compactación Proctor y CBR**

Los ensayos de compactación Proctor y CBR (California Bearing Ratio) realizados han permitido evaluar la densidad óptima y la resistencia del suelo analizado. A partir de los resultados obtenidos, se ha determinado la humedad óptima de compactación y la máxima densidad seca, lo que facilita el diseño adecuado de estructuras de pavimento y terraplenes.

El ensayo CBR ha revelado la capacidad portante del suelo, estableciendo su resistencia frente a cargas aplicadas y su idoneidad para la construcción de bases y subbases viales. Los valores obtenidos han sido comparados con estándares técnicos, permitiendo definir su aplicabilidad en el proyecto de infraestructura.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las muestras a partir de los ensayos realizados en las calicatas resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 62*Resumen de los resultados de ensayos proctor modificado y CBR*

IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD [m]	COMPACTACION		CBR 100%	TIPO DE PAVIMENTO
		HUM. OPT. [%]	DEN. MAX. [kN/m ³]		
T1S1	0.35-1.54				
T2S1	0.35-1.47	7.96	19.93	66.86	ARTICULADO
T3S1	0.30-1.55				
T4S1	0.30-1.60				
T5S1	0.32-1.60	16	17.95	1.1	RÍGIDO

Nota: fuente elaboración propia

Las planillas de cálculo de los ensayos realizados en el laboratorio y su procedimiento se encuentran en los anexos B.

4.3 RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

4.3.1 Resultado de los parámetros geomorfológicos

Tras el procesamiento de datos en el programa GIS, se generó una tabla que representa los principales parámetros geomorfológicos de la cuenca como el contorno del área de drenaje, divisorias de aguas, pendientes, elevaciones y red hidrográfica. Esta representación cartográfica facilita el análisis técnico para cálculos hidrológicos, brindando una comprensión precisa de la configuración espacial de la cuenca.

Tabla 63

Parámetros geomorfológicos

Parámetro	Valor	Clasificación
Área de la cuenca	0.92 km ²	Microcuenca (< 10 km ²)
Tipo de salida	Intermitente	Corriente intermitente
Altitud media	226 m.s.n.m.	Baja altitud (< 500 m)
Coefficiente de Gravelius (Kg)	2.51	Muy alargada
Factor de Forma (Kf)	0.33	Alargada
Relación de Elongación (Re)	0.65	Alargada
Relación de Circularidad (Rc)	0.16	Muy alargada
Relación de Relieve (Rr)	0.023	Muy baja
Densidad de drenaje (Dd)	3.04 km/km ²	Media (2–5 km/km ²)
Constante de estabilidad (C)	3.07	Media-alta estabilidad

4.3.2 Resultado de estudios hidrológicos

Tras realizar el análisis y procesamiento de los datos se procedió al cálculo de la ecuación de intensidad en función de sus parámetros período de retorno y duración de la precipitación. La ecuación resultante es la siguiente:

$$I = \frac{405.9423 \cdot T^{0.135445}}{t^{0.61639}}$$

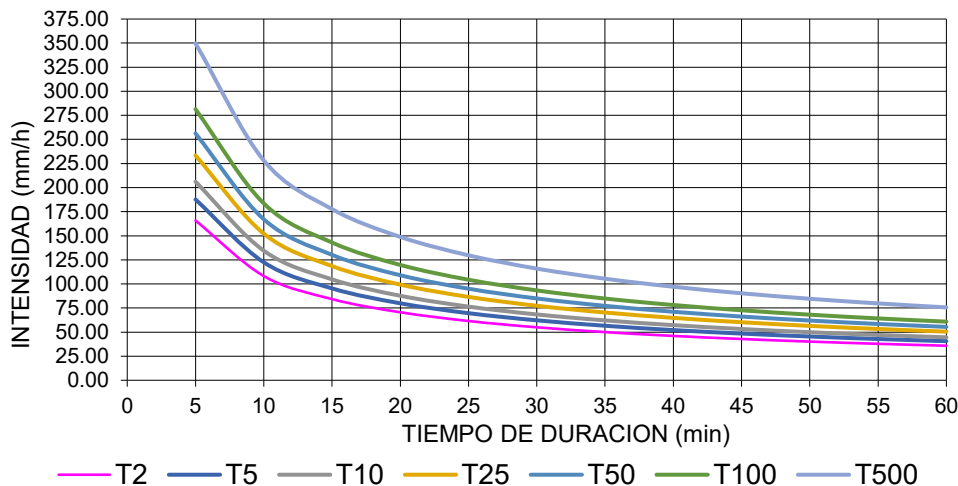
De una manera más representativa se pueden observar los resultados en la siguiente tabla que muestra la relación calculada entre la intensidad de la precipitación, los diferentes períodos de retorno en años y la duración de la lluvia en minutos:

Tabla 64*Tabla de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)*

Frecuencia	Duración en minutos												
	años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	165.86	108.19	84.27	70.58	61.51	54.97	49.99	46.04	42.81	40.12	37.83	35.86	
5	187.73	122.45	95.37	79.88	69.61	62.21	56.57	52.10	48.46	45.41	42.82	40.58	
10	206.16	134.48	104.74	87.72	76.45	68.32	62.13	57.22	53.21	49.87	47.02	44.57	
25	233.33	152.20	118.54	99.28	86.52	77.33	70.32	64.76	60.23	56.44	53.22	50.44	
50	256.24	167.15	130.18	109.03	95.02	84.92	77.22	71.12	66.14	61.98	58.45	55.39	
100	281.40	183.56	142.97	119.74	104.35	93.26	84.80	78.10	72.63	68.07	64.18	60.83	
500	349.76	228.15	177.70	148.82	129.70	115.91	105.41	97.08	90.28	84.60	79.78	75.61	

Nota: Fuente elaboración propia

Utilizando la ecuación previamente presentada o los datos de la tabla, se generó el siguiente gráfico donde se observa la variación de la intensidad en función de sus parámetros:

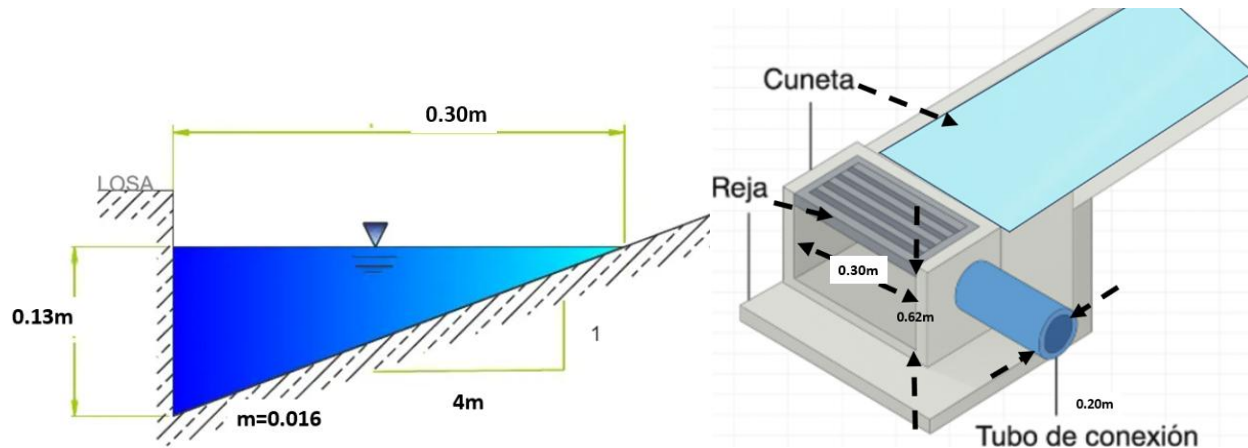
Figura 63*Curvas IDF de la precipitación**Nota: fuente elaboración propia*

4.3.3 Resultado de estudios hidráulicos

A partir del análisis e interpretación de los datos hidrológicos, así como del diseño detallado de cunetas y sumideros ubicados en el anexo C.6, se obtuvieron resultados que permiten dimensionar adecuadamente las estructuras de captación. Este proceso evitó subdimensionamientos, garantizando que las secciones propuestas respondan eficazmente a los

caudales máximos esperados. En consecuencia, se definieron las siguientes dimensiones hidráulicas:

Figura 64
Dimensiones de cunetas y sumideros



Nota: Fuente elaboración propia

4.4 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE TRANSITO

4.4.1 Resultados del estudio de tránsito promedio diario, semanal, anual

Una vez realizado el conteo vehicular de manera manual, se procedió a la tabulación y organización de los datos obtenidos. Este proceso permitió identificar la variación en el flujo de los distintos tipos de vehículos que transitan en el tramo, así como sus patrones de circulación a lo largo del día y su variación horaria en ambos sentidos de ida y de vuelta.

De la misma manera en que se llevó a cabo el estudio de tránsito diario, se realizó el análisis del tránsito semanal con el objetivo de identificar la variación del flujo vehicular a lo largo de la semana. Este estudio permitió evaluar cómo cambia la circulación de los distintos tipos de vehículos en función del día, proporcionando una visión más completa de los patrones de movilidad.

Una vez calculado el tránsito diario semanal, se procede a determinar el tránsito diario anual utilizando los parámetros previamente mencionados, los cuales están en función del nivel de

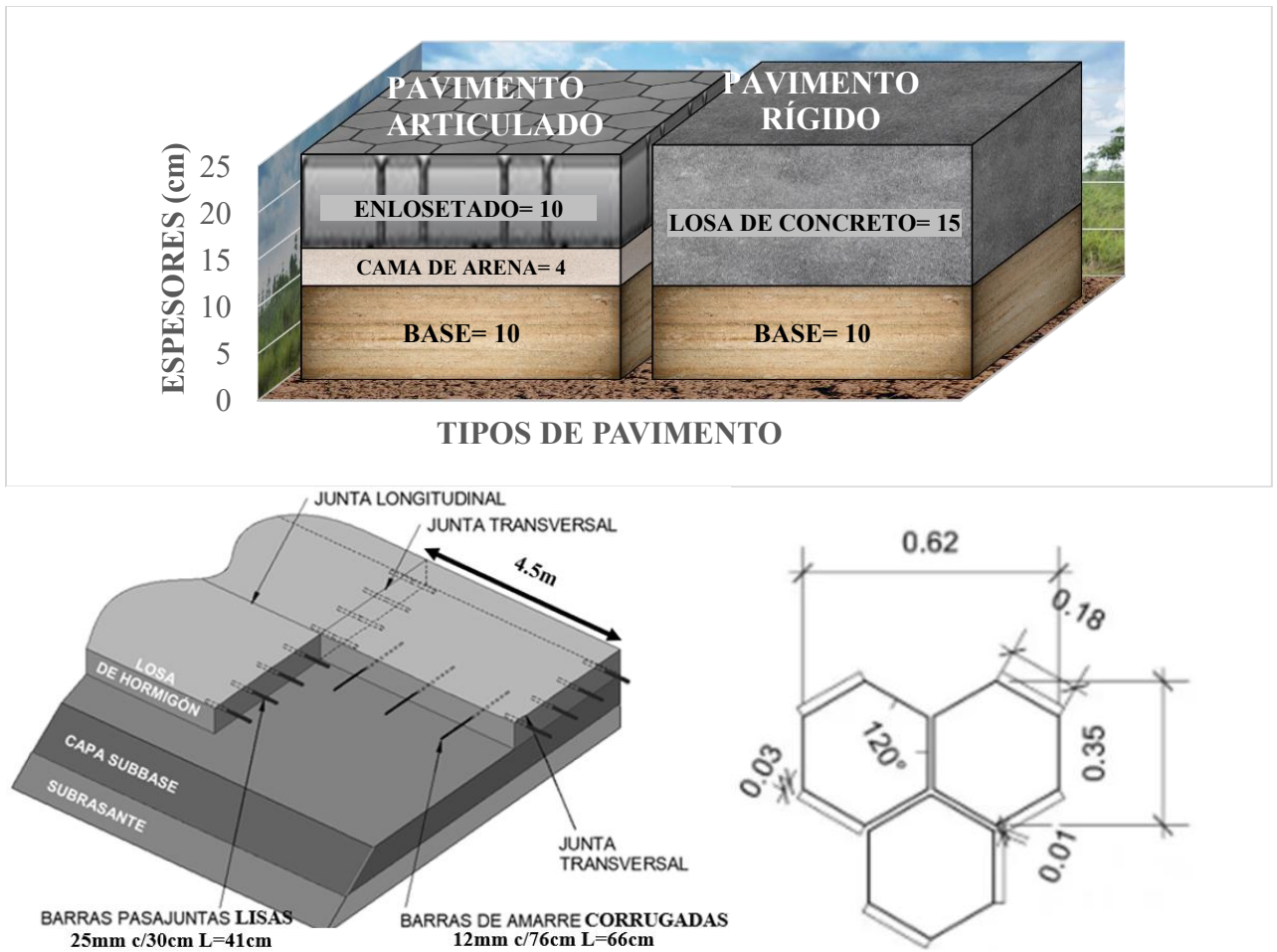
confiabilidad. El desarrollo de los cálculos realizados y sus representaciones graficas se presentan en los anexos D.

4.5 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE CALCULO DE PAQUETE ESTRUCTURAL

Tras concluir el análisis estructural y procesar los cálculos correspondientes a las distintas tipologías de pavimento, se obtuvieron los resultados específicos que se detallan a continuación:

Figura 65

Composición estructural y elementos de refuerzo de los pavimentos diseñados



CAPITULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El levantamiento topográfico realizado con estación total permitió caracterizar el relieve ondulado del terreno, identificando pendientes de hasta el 12 %. Esta información, que puede verificarse en los anexos “G”, lo permitió definir con exactitud las cotas del terreno natural y optimizar la planificación de la infraestructura vial.

Mediante el estudio del aforo de tránsito vehicular se caracterizó el flujo y la tipología vehicular del tramo, aplicando métodos manuales y mecánicos. La carga generada fue de 2747595.284 ejes equivalentes para pavimento rígido y de 2171178.252 ejes equivalentes para pavimento enlosetado para el tipo de vía simple.

Con el estudio geotécnico se identificaron las características de los suelos existentes en cada uno de los tramos, que van desde arcillosos y arenosos los cuales se encuentran de manera detallada en los anexos “B”. Los suelos arcillosos presentaron baja capacidad portante con un 1,1% de CBR y alta plasticidad $IP > 20\%$, lo que los hace inadecuados para la subrasante, por tanto, se propuso un cambio de material por otro más adecuado extraído de un banco de préstamo logrando un CBR de 31.75%, mejorado con cemento al 5% generó un coeficiente de reacción de 215.44 MPa/m, adecuado para soportar las cargas previstas

Mediante el estudio hidrológico permitió el cálculo de todo el sistema de drenaje superficial, compuesto por cunetas triangulares de 0.30 m de ancho y 0.15 m de altura con una longitud total de cunetas en todos los tramos de 1,305.06 metros y 24 sumideros ubicados estratégicamente según pendientes, fue dimensionado para captar eficientemente el escurrimiento superficial. En conjunto, los resultados evidencian un diseño técnico sólido y adecuado a las condiciones

locales. También se hizo la verificación hidráulica del puente cajón ubicado en el tramo 4 el cual cubre la demanda de caudal solicitado.

El diseño del pavimento rígido, basado en el método AASHTO 93, responde adecuadamente a las condiciones del proyecto, considerando un periodo de diseño de 20 años, un tránsito acumulado de 2,747,595.28 ESALs, y una confiabilidad del 80%. Se adoptó una losa de 15 cm de espesor y con resistencia de hormigón de 250 kg/cm², sobre una base de 10 cm mejorada de con suelo cemento al 5%. Además, el diseño incluye barras pasajuntas de 25.4 mm y barras de amarre de 12 mm, con separaciones y longitudes conforme a normativa, asegurando estabilidad estructural y control de fisuras.

El diseño del pavimento articulado, basado en el método AASHTO 93, responde adecuadamente a las condiciones del proyecto, considerando un periodo de diseño de 20 años, un tránsito acumulado de 2,171,178.25 ESALs, y una confiabilidad del 80%. Se adoptó losetas hexagonales de un espesor de 10 cm, sobre una cama de arena de 4 cm y una base de 10 cm con un CBR de 66.86%, generó un módulo de resiliencia de 32,334.70 psi con un coeficiente estructural de $a_2=0.15$, adecuado para soportar las cargas previstas. Además, el diseño incluye separaciones con un espesor de 2cm y ligante asfáltico para su debida adhesión, conforme a normativa, asegurando estabilidad estructural y control de fisuras.

El diseño geométrico del tramo vial fue desarrollado conforme a los lineamientos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de la ABC, considerando condiciones urbanas, topográficas e hidráulicas del entorno. Se adoptó una velocidad de proyecto de 30 km/h, definiéndose radios mínimos de 25 m, peraltes del 7 % y un bombeo transversal de 2 % para garantizar una evacuación eficiente del agua superficial en respuesta a intensas precipitaciones pluviales. El alineamiento vertical incorporó curvas parabólicas de segundo grado y pendientes de hasta 12 %

en zonas puntuales, justificadas por restricciones topográficas. La geometría de la vía fue verificada y ajustada para adaptarse a las condiciones preexistentes de la zona, respetando los anchos ya delimitados de la calzada. Este criterio de diseño priorizó la funcionalidad urbana y las características específicas de cada tramo.

Se consolidó el presupuesto general del proyecto, desglosado por ítems según las fases de obras preliminares, demolición y remosion, drenaje, terraplenes y bases, pavimentación, señalización, complementarios. alcanzando un total de Bs. 7,619,564.49 y si consideramos que las vías de estudio se encuentran dentro de la zona franca se debe excluir el IVA entonces el presupuesto reduce en Bs. 6,481,201.56. Asimismo, se elaboró un cronograma detallado de ejecución, estableciendo un plazo de 131 días calendario, estructurado en actividades secuenciales alineadas con la disponibilidad de recursos y la lógica constructiva.

Es recomendable y fundamental realizar la construcción, limpieza y mantenimiento de cunetas y sumideros, con el propósito de asegurar una correcta evacuación de las aguas pluviales, evitando el deterioro prematuro de la infraestructura vial y reduciendo riesgos de inundación, No solamente en los tramos intervenidos sino también en las vías aledañas debido a que en épocas de lluvia las vías generan encharcamientos elevados provocado por la falta de drenaje superficial.

El tramo N.º 4, debido a las altas pendientes existentes, se recomienda realizar el diseño de escalera o graderías que permita una conexión segura y funcional con la vía principal, mejorando así la accesibilidad peatonal y reduciendo riesgos para los usuarios.

El estudio se elaboró de manera integral y con un enfoque técnico por lo cual recomiendo sea considerado como un documento base o texto guía para el desarrollo de futuros proyectos similares, especialmente en el ámbito del diseño y mejoramiento de vías urbanas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- (ABC), A. B. (2018). *Reglamento de Diseño Geométrico de Caminos. Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia.*
- Agustin Cahuana Andia, W. Y. (2009). *material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología civ-233.*
- American Society for Testing and Materials (1999). ASTM D2488-00, 2. a. (2003). *Descripcion and Identification of Soils (Visual - Manual). (Vols. Volume 04.08 Soil and Rock (I): D420 - D4912. ASTM).*
- American Society for Testing and Materials (ASTM, I. (2019). *"ASTM D75/D75M-19: Standard Practice for Sampling Aggregates"*.
- Arcurio, M. I. (2009). *ingenieria de pavimentos materiales, diseño y conservacion.*
- Arkiplus. (2025). *Historia del pavimento.* Obtenido de Recuperado de Arkiplus:<https://www.arkiplus.com/historia-del-pavimento>.
- Choquehuanca, D. A. (2018). *planificación y programación de construcción de pavimento rígido av. néstor galindo.*
- Cordo, I. O. (2006). *Diseño de Pavimentos – AASHTO 93.*
- Correa Montoya, M. (2020). *manual de diseño de vias urbanas universidad eafit. .*
- Das, B. M. (2011). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.*
- Fernando Lopez Alborta, H. C. (2014). *Manual de ensayos de laboratorio "Compactacion proctor modificado (ASTM D1557)". Laboratorio de Geotecnia, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.*
- INE, I. (2023). *Estadísticas de parque automotor y población. Bolivia: INE.*
- Linares Zambrana, R. (2006). *Efectos socioeconómicos de la conversión de vehiculos de diésel a GNV: Caso de estudio Santa Cruz.*
- Mamani, C. M. (2021). *"Pavimento Articulado Una Alternativa De Solución Ante Fallas Geológicas En La Construcción De Infraestructura Vial"*.
- MTC Diseño Geometrico, m. d. (2018). *Manual de carretera Diseño geometrico. Peru: MTC.*
- Santamaria Peña, J. (2005). *Manual de practicas de topografía y cartografía. colombia: universidad de la rioja.*
- Usnayo, E. L. (2016). *"Generacion Del Modelo Digital Del Terreno Para El Diseño Final De Carretera, Tramo: Cruz De Soliz – San Ignacio De Velasco – Departamento De Santa Cruz"*. LA PAZ – BOLIVIA.
- Zoilo, L. M. (2013). *"Diseño De Pavimento Rigido Calle 10 De Septiembre"*. LA PAZ- BOLIVIA.



7. ANEXOS


7.1 ANEXOS “A” TOPOGRAFÍA Y DISEÑO GEOMETRICO

7.1.1 Anexo A.1 trabajo en campo



7.1.2 Anexo A.2 recolección de Bench Marks (BM) locales

MONOGRAFÍA PUNTO GEOREFERENCIADO					
Entidad ejecutora	CONSULTORÍA MAKY				
Proyecto	S/N	Nombre del Punto	CU-3	Código	CU-3
LOCALIZACION DEL PUNTO					
País	Departamento	Provincia	Municipio	Localización del Punto	
BOLIVIA	PANDO	NICOLÁS SUÁREZ	Cobija	UNIVERSITARIO (UAP)	
CONTROL HORIZONTAL					
Datum Horizontal	WGS - 84	Sistema de referencia			
Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM		Orden:	C. Tercero
Latitud:	11°02'00.81204" S	Zona:	19L	Fecha de determinación	
Longitud:	68°45'32.68295" W	Norte (m):	8780299.350		
Altura Elipsoidal:	258.247 m	Este(m):	526316.270	03-06-2024	
CONTROL VERTICAL					
Datum Vertical		Altura Ortométrica	Tipo de nivelaciones		
NIVEL MEDIO DEL MAR - IDGEO		258.247 m			
CROQUIS			FOTOGRAFIA PANORAMICA		
					
Accesibilidad			Inscripción en la placa		
<p>Para ubicar el punto CU-3, en la ciudad de Cobija nos dirigimos hacia la Av. Las Palmas, dentro del Campus Universitario entrando por la puerta principal en dirección a la facultad de ingeniería en tecnología frente a la cancha de futbol en plena Jardinera se encuentra el mojón CU-3</p>			CU-3		
			Materialización		Estado
			MOJON TIPO 1		BUENO
Observaciones			NINGUNA		
Elaborado por			GADDEY HUAYHUAS QUISPE		

MONOGRAFÍA PUNTO GEOREFERENCIADO					
Entidad ejecutora	CONSULTORÍA MAKY				
Proyecto	S/N	Nombre del Punto	CU-4	Código	CU-4
LOCALIZACION DEL PUNTO					
País	Departamento	Provincia	Municipio	Localización del Punto	
BOLIVIA	PANDO	NICOLÁS SUÁREZ	Cobija	UNIVERSITARIO (UAP)	
CONTROL HORIZONTAL					
Datum Horizontal	WGS - 84	Sistema de referencia			
Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM		Orden:	C. Terreno
Latitud:	11°01'59.37255" S	Zona:	19L	Fecha de determinación	
Longitud:	68°45'29.55907" W	Norte (m):	8,780,341.500		
Altura Elipsoidal:	254.800 m	Este(m):	526,341.092	03-06-2024	
CONTROL VERTICAL					
Datum Vertical		Altura Ortométrica	Tipo de nivelaciones		
NIVEL MEDIO DEL MAR - IDGEO		254.800 m			
CROQUIS			FOTOGRAFIA PANORAMICA		
					
Accesibilidad			Inscripción en la placa		
<p>Para ubicar el punto CU-4, en la ciudad de Cobija nos dirigimos hacia la Av. Las Palmas, dentro del Campus Universitario entrando por la puerta principal o portón de atrás en dirección a la facultad de ingeniería en tecnología frente a la misma se encuentra el mojón CU-4.</p>			CU-4		
			Materialización		Estado
			MOJON TIPO 1		BUENO
Observaciones			NINGUNA		
Elaborado por			GADDEY HUAYHUAS QUISPE		

BM auxiliar para replanteo

7.1.3 Anexo A.3 levantamiento topográfico de las vías

N°	Este	Norte	Altitud
1	8781543.028	525459.933	233.394
2	8781610.043	525432.112	232.438
3	8781608.333	525432.8217	233.5602
4	8781549.855	525460.0533	233.3988
5	8781546.244	525459.9601	233.3748
6	8781549.071	525464.7613	233.3782
7	8781547.362	525465.4445	233.1431
8	8781538.635	525468.9773	233.5964
9	8781544.017	525467.2753	233.2848
10	8781540.03	525468.2379	233.2976
11	8781540.136	525472.647	233.3748
12	8781541.385	525471.6892	233.2461
13	8781545.12	525470.3375	233.2293
14	8781551.645	525471.5007	233.213
15	8781541.545	525476.0322	233.356
16	8781550.425	525472.3108	233.2161
17	8781542.886	525475.1778	233.2027
18	8781546.796	525473.9291	233.199
19	8781542.959	525479.4973	233.3253
20	8781553.973	525477.7525	233.1984
21	8781552.659	525477.8374	233.0867
22	8781544.332	525478.6844	233.1023
23	8781548.5	525478.1523	233.1505
24	8781544.992	525484.5539	233.3056
25	8781556.121	525481.9997	233.1964
26	8781554.367	525482.1057	233.0816
27	8781550.571	525483.031	233.0992
28	8781559.016	525489.2102	233.0103
29	8781557.508	525489.767	233.9914
30	8781553.325	525490.0498	233.0141
31	8781560.473	525494.4875	233.0394
32	8781559.53	525494.9101	232.942
33	8781559.557	525494.8593	232.9495
34	8781545.402	525478.1055	233.1463
35	8781545.452	525482.9155	233.286
36	8781545.68	525486.2748	233.3003
37	8781555.538	525494.9325	233.0052
38	8781555.538	525494.932	233.005
39	8781543.028	525459.933	233.394
40	8781543.03	525459.94	233.4094
41	8781543.028	525459.933	233.394
42	8781543.027	525459.9312	233.4095
43	8781555.538	525459.932	233.005
44	8781543.028	525459.933	233.394
45	8781543.02	525459.9117	233.4093
46	8781543.028	525459.933	233.394
47	8781543.02	525459.9129	233.4093
48	8781555.538	525494.932	233.005
49	8781543.028	525459.933	233.394
50	8781543.024	525459.9206	233.4092

N°	Este	Norte	Altitud
101	8781570.57	525545.106	232.7147
102	8781505.69	525475.355	233.394
103	8781543.03	525459.933	233.394
104	8781543.07	525459.91	233.4317
105	8781538.45	525563.436	235.3251
106	8781532.98	525562.188	235.4259
107	8781536.88	525559.765	235.1933
108	8781531.66	525557.538	235.5518
109	8781539.93	525558.605	235.0447
110	8781542.31	525557.59	234.8479
111	8781540.86	525554.282	235.0771
112	8781539.04	525554.34	235.0098
113	8781535.67	525556.199	235.1303
114	8781528.16	525552.165	235.7175
115	8781539.05	525550.114	235.3743
116	8781537.46	525550.625	235.1372
117	8781533.97	525551.929	235.2294
118	8781529.4	525551.755	235.5589
119	8781537.54	525546.409	235.3696
120	8781536.3	525547.387	235.18
121	8781532.36	525548.077	235.3166
122	8781525.3	525544.571	235.7901
123	8781535.08	525541.51	235.384
124	8781534.11	525542.026	235.2023
125	8781527.88	525543.779	235.5097
126	8781523.07	525539.201	235.8734
127	8781533.73	525537.997	235.3832
128	8781532.63	525538.477	235.2413
129	8781528.68	525539.226	235.4149
130	8781523.08	525539.198	235.8792
131	8781532.1	525534.309	235.3838
132	8781531.25	525535.077	235.2809
133	8781524.69	525536.082	235.5508
134	8781520.32	525532.767	235.7997
135	8781531.26	525531.097	235.4134
136	8781529.99	525531.835	235.3479
137	8781524.71	525531.002	235.4814
138	8781520.32	525532.752	235.7983
139	8781529.83	525527.524	235.4334
140	8781528.56	525528.425	235.3526
141	8781523.64	525526.889	235.478
142	8781521.76	525531.932	235.6123
143	8781527.07	525521.885	235.5207
144	8781527.09	525524.945	235.3521
145	8781521.57	525523.568	235.5195
146	8781517.65	525525.777	235.8123
147	8781525.2	525516.738	235.5128
148	8781525.41	525521.145	235.4053
149	8781520.07	525520.689	235.5081
150	8781518.94	525525.014	235.6715

N°	Este	Norte	Altitud
51	8781555.54	525494.932	233.005
52	8781543.03	525459.933	233.394
53	8781543.03	525459.953	233.4045
54	8781548.76	525493.117	233.2068
55	8781548.74	525493.113	233.2074
56	8781548.8	525490.144	233.086
57	8781551.1	525499.701	233.2626
58	8781553.93	525506.126	232.946
59	8781555.38	525505.668	232.9059
60	8781562.05	525501.412	232.8842
61	8781562.05	525503.592	232.9431
62	8781565.82	525507.161	233.015
63	8781565.52	525514.318	232.9056
64	8781566.99	525508.351	232.765
65	8781564.42	525513.736	232.8497
66	8781567.97	525511.472	233.0037
67	8781567.69	525512.631	232.7873
68	8781566.41	525512.629	232.7234
69	8781562.44	525512.615	232.7796
70	8781569.54	525515.971	233.0963
71	8781569.28	525522.027	232.6834
72	8781569.28	525523.772	232.6838
73	8781567.97	525516.721	232.6966
74	8781561.11	525518.893	232.7732
75	8781565.05	525518.728	232.7556
76	8781560.92	525523.629	232.8931
77	8781572.28	525522.027	232.6834
78	8781567.38	525524.427	232.6838
79	8781563.8	525523.772	232.7647
80	8781569.17	525528.689	232.6475
81	8781570.91	525523.25	232.57
82	8781563.14	525528.888	232.9703
83	8781570.5	525532.023	232.6356
84	8781574.52	525528.043	232.7933
85	8781564.91	525528.783	232.7339
86	8781571.8	525535.521	232.6208
87	8781573.05	525529.01	232.6199
88	8781565.12	525533.62	232.982
89	8781566.57	525538.526	232.739
90	8781573.15	525538.526	232.5953
91	8781577.32	525536.408	232.635
92	8781567.01	525538.039	232.9376
93	8781574.37	525541.611	232.5181
94	8781575.27	525537.079	232.551
95	8781568.57	525537.751	232.7311
96	8781576.34	525546.948	232.7012
97	8781575.28	525537.311	232.5509
98	8781570.4	525543.737	232.6657
99	8781574.25	525543.545	232.5783
100	8781579.48	525540.82	232.4955

N°	Este	Norte	Altitud
151	8781523.84	525513.081	235.6788
152	8781523.95	525517.718	235.3804
153	8781518.83	525517.576	235.5006
154	8781515.75	525519.796	235.8016
155	8781522.2	525508.63	235.3751
156	8781522.52	525514.222	235.3328
157	8781517.96	525514.921	235.428
158	8781521.02	525505.634	235.3312
159	8781521.48	525511.191	235.27
160	8781509.92	525509.313	235.393
161	8781519.88	525506.981	235.2115
162	8781519.88	525506.981	235.2115
163	8781514.5	525504.112	235.3251
164	8781521.52	525511.167	235.2617
165	8781520.98	525505.686	235.3398
166	8781521.52	525511.134	235.2719
167	8781509.89	525506.449	235.678
168	8781518.87	525500.87	235.1626
169	8781519.88	525506.981	235.2115
170	8781512.53	525498.616	235.1865
171	8781509.38	525501.187	235.3433
172	8781516.91	525496.442	235.2126
173	8781518.24	525503.052	235.1802
174	8781511.05	525495.016	235.0962
175	8781507.29	525499.835	235.5683
176	8781516.89	525496.4	235.72
177	8781515.83	525498.046	235.0438
178	8781509.72	525491.147	234.9491
179	8781508.55	525498.929	235.335
180	8781514.63	525490.597	235.0982
181	8781514.33	525493.852	234.9426
182	8781509.73	525491.208	234.9459
183	8781506.44	525493.527	235.2555
184	8781512.87	525490.48	234.8918
185	8781513	525487.079	234.9816
186	8781507.92	525487.05	234.962
187	8781504.49	525492.667	235.435
188	8781512.1	525484.252	234.9253
189	8781511.44	525487.553	234.8538
190	8781507.09	525485.121	234.9058
191	8781506.03	525491.196	235.1943
192	8781510.8	525481.269	234.8447
193	8781510.5	525484.248	234.7621
194	8781505.95	525481.407	234.8686
195	8781501.03	525484.223	235.3379
196	8781505.8	525479.802	234.8594
197	8781509.44	525481.526	234.6959
198	8781509.86	525478.861	234.7563
199	8781508.37	525479.133	234.6909
200	8781511.3	525476.578	234.6536

N°	Este	Norte	Altitud
201	8781504.648	525478.0234	234.8424
202	8781508.334	525483.4156	235.1124
203	8781508.339	525476.8003	234.6207
204	8781512.01	525472.9676	234.4409
205	8781500.208	525482.3083	235.3449
206	8781495.489	525479.8221	235.1321
207	8781500.501	525480.517	235.1017
208	8781324.251	525558.176	238.7725
209	8781278.477	525563.228	240.188
210	8781278.477	525563.228	240.188
211	8781355.535	52562.8044	239.8766
212	8781360.121	525643.3387	239.9108
213	8781363.696	525640.4039	239.7173
214	8781353.373	525637.4568	240.0268
215	8781357.984	525638.3551	239.7772
216	8781360.736	525634.6302	239.7826
217	8781351.898	525634.1448	240.0483
218	8781359.441	525630.6556	240.0831
219	8781354.404	525630.4635	239.8766
220	8781357.118	525625.5116	240.2443
221	8781352.534	525625.3488	239.9758
222	8781348.586	525626.8624	240.2187
223	8781354.808	525620.3794	240.2172
224	8781351.198	525622.0018	240.0193
225	8781347.12	525623.6985	240.2008
226	8781352.929	525616.2813	240.0458
227	8781349.362	525617.5695	239.9752
228	8781345.2	525619.4281	240.2486
229	8781350.89	525616.2462	239.9483
230	8781347.288	525613.1751	240.0054
231	8781346.222	525618.708	240.1057
232	8781349.131	525612.3808	239.9899
233	8781345.828	525610.1116	239.9904
234	8781348.377	525623.417	240.06
235	8781350.757	525611.6089	240.1312
236	8781344.67	525606.6848	240.016
237	8781350.302	525627.7118	240.0346
238	8781354.043	525635.9699	239.9044
239	8781360.09	525634.9005	239.7187
240	8781355.273	525629.8914	239.8266
241	8781355.237	525624.7773	239.9127
242	8781352.999	525619.7284	239.9605
243	8781348.314	525605.9294	240.3009
244	8781343.341	525615.4586	240.3502
245	8781346.258	525606.6158	240.0871
246	8781344.52	525614.7827	240.0374
247	8781346.615	525602.4579	240.1776
248	8781343.384	525603.9614	239.9741
249	8781340.418	525609.6503	240.4232
250	8781344.473	525602.9928	240.0047

N°	Este	Norte	Altitud
251	8781341.55	525609.052	240.0815
252	8781342.54	525599.093	239.8486
253	8781341.21	525599.956	239.9134
254	8781337.33	525602.613	240.3156
255	8781344.4	525597.686	239.9525
256	8781339.64	525596.651	239.8032
257	8781338.68	525601.972	240.083
258	8781343.08	525594.856	239.9497
259	8781337.67	525592.747	239.7956
260	8781334.95	525597.38	240.2711
261	8781342.23	525595.314	239.7867
262	8781337.71	525592.745	239.7858
263	8781336.58	525596.753	239.963
264	8781339.63	525591.847	239.5963
265	8781336.17	525589.773	239.5774
266	8781333.29	525593.624	239.9275
267	8781339.68	525591.789	239.6087
268	8781334.81	525586.399	239.4681
269	8781334.58	525593.043	239.8089
270	8781340.31	525590.815	239.5462
271	8781333.22	525583.212	239.3892
272	8781330.57	525587.868	239.7612
273	8781339.46	525584.268	239.5573
274	8781331.72	525580.084	239.3136
275	8781332.27	525587.196	239.6274
276	8781336.56	525584.886	239.3288
277	8781330.15	525576.809	239.1728
278	8781326.85	525579.65	239.5048
279	8781333.73	525579.652	239.1697
280	8781328.66	525573.089	239.0728
281	8781327.91	525579.26	239.3783
282	8781335.41	525577.662	239.469
283	8781327.48	525570.188	238.9338
284	8781324.62	525575.074	239.4202
285	8781331.99	525570.594	239.4363
286	8781326.3	525566.964	238.874
287	8781326.14	525574.034	239.1642
288	8781329.76	525571.65	238.935
289	8781328.05	525567.55	238.864
290	8781324.37	525563.476	238.7909
291	8781322.81	525571.12	239.3313
292	8781330.01	525565.91	239.0466
293	8781324.51	525569.794	238.9547
294	8781328.41	525562.351	238.9249
295	8781323.28	525560.541	238.769
296	8781320.46	525565.948	239.2755
297	8781326.43	525563.396	238.787
298	8781322.15	525565.014	238.8676
299	8781326.98	525559.242	238.8426
300	8781318.76	525562.278	239.2524

N°	Este	Norte	Altitud
301	8781324.98	525560.076	238.7535
302	8781320.47	525561.59	238.7507
303	8781321.78	525557.505	238.7142
304	8781324.79	525555.567	238.6916
305	8781315.96	525559.858	239.2697
306	8781317.43	525557.921	238.8509
307	8781319.92	525554.186	238.6834
308	8781322.14	525553.364	238.6597
309	8781315.13	525555.762	238.7547
310	8781327.66	525550.78	238.5844
311	8781312.74	525557.235	238.8656
312	8781311.7	525555.495	238.8725
313	8781323.75	525550.53	238.6705
314	8781190.56	525558.674	245.521
315	8781278.54	525563.228	240.188
316	8781282	525563.228	240.188
317	8781190.56	525558.674	245.521
318	8781278.54	525563.229	240.188
319	8781281.95	525563.368	240.1943
320	8781278.54	525563.229	240.188
321	8781324.25	525558.176	238.725
322	8781324.29	525558.191	238.7399
323	8781190.58	525588.629	245.4905
324	8781324.66	525642.363	234.7455
325	8781190.58	525588.629	245.491
326	8781278.54	525563.229	240.188
327	8781278.53	525563.23	240.1402
328	8781181.09	525588.66	245.9003
329	8781182.46	525587.629	245.8504
330	8781184.55	525586.692	245.8031
331	8781188.41	525584.871	245.7433
332	8781177.41	525586.094	246.3792
333	8781179.99	525585.067	245.9206
334	8781183.11	525583.132	245.8304
335	8781190.04	525581.159	245.4926
336	8781174.94	525583.071	246.2942
337	8781177.56	525581.147	245.9389
338	8781180.96	525578.5	245.975
339	8781186.44	525581.954	245.8759
340	8781171.95	525578.756	246.3082
341	8781175.16	525577.138	245.896
342	8781177.98	525575.704	245.9598
343	8781179.98	525573.895	245.86
344	8781182.08	525573.798	245.7996
345	8781168.94	525572.801	246.0936
346	8781171.51	525570.875	245.7609
347	8781174.47	525568.509	245.8856
348	8781176.04	525567.662	245.7672
349	8781177.31	525567.028	245.6534
350	8781178.9	525566.118	245.6755

N°	Este	Norte	Altitud
351	8781175.77	525560.554	245.5077
352	8781172.32	525562.138	245.7035
353	8781165.3	525567.756	246.0158
354	8781169.8	525567.869	245.695
355	8781171.33	525566.848	245.7648
356	8781172.89	525565.953	245.8178
357	8781163.8	525563.235	246.0826
358	8781167.19	525563.055	245.5317
359	8781167.33	525559.719	245.6392
360	8781168.75	525558.764	245.6576
361	8781160.42	525557.75	245.8571
362	8781163.31	525556.575	245.4123
363	8781164.79	525555.485	245.5839
364	8781165.9	525553.996	245.59
365	8781155.73	525552.806	245.8255
366	8781159.55	525551.012	245.3163
367	8781161.29	525549.915	245.5101
368	8781162.07	525549.026	245.5072
369	8781157.43	525551.628	245.6788
370	8781157.8	525548.577	245.3264
371	8781159.9	525547.581	245.5395
372	8781160.59	525546.611	245.5176
373	8781153.4	525549.396	245.8527
374	8781156.6	525546.787	245.3269
375	8781158.49	525545.501	245.5088
376	8781154.82	525547.862	245.7476
377	8781154.95	525544.99	245.4106
378	8781157.28	525543.533	245.461
379	8781158.05	525542.945	245.4927
380	8781151.35	525546.028	245.8028
381	8781154.02	525539.888	245.4709
382	8781154.71	525539.364	245.4716
383	8781149.73	525543.813	246.031
384	8781151.68	525542.195	245.7285
385	8781152.81	525537.192	245.4686
386	8781153.4	525536.641	245.4421
387	8781151.51	525539.457	245.2186
388	8781148.68	525537.073	245.4182
389	8781146.52	525534.561	245.3702
390	8781144.64	525531.905	245.2564
391	8781142.08	525528.867	245.2039
392	8781139.13	525526.129	245.2134
393	8781141.8	525525.56	245.3256
394	8781144.45	525527.694	245.3571
395	8781146.81	525529.762	245.3896
396	8781149.01	525531.979	245.4039
397	8781151.19	525534.423	245.4199
398	8781153.4	525536.951	245.4412
399	8781155.62	525539.491	245.4627
400	8781157.57	525542.364	245.4875

N°	Este	Norte	Altitud
401	8781159.592	525544.9829	245.5115
402	8781161.306	525547.5019	245.5231
403	8781120.825	525502.6831	244.5565
404	8781120.825	525502.683	244.557
405	8781190.577	525588.629	245.491
406	8781190.578	525588.6561	244.4342
407	8781190.577	525588.6574	244.4342
408	8781120.825	525502.683	245.457
409	8781190.577	525588.629	245.491
410	8781190.591	525588.6465	245.3338
411	8781176.377	525559.8336	245.2969
412	8781173.869	525561.7889	245.479
413	8781170.326	525558.1472	245.4775
414	8781173.288	525554.6068	245.3277
415	8781169.52	525548.3518	245.136
416	8781166.799	525551.1987	245.3528
417	8781166.047	525542.4755	245.0089
418	8781163.543	525544.9742	245.281
419	8781159.571	525540.0953	245.2469
420	8781160.356	525535.9981	245.171
421	8781152.604	525532.7107	245.2154
422	8781154.871	525531.0598	245.0894
423	8781151.034	525527.6016	244.9932
424	8781148.819	525529.4485	245.1841
425	8781139.322	525532.6285	245.6091
426	8781141.861	525528.7076	245.1813
427	8781144.976	525525.933	245.1596
428	8781146.833	525523.5525	245.0655
429	8781135.213	525529.5227	245.7948
430	8781137.922	525525.0672	245.1652
431	8781141.168	525522.1351	245.1293
432	8781143.398	525519.2112	245.0376
433	8781131.454	525525.7645	245.917
434	8781134.443	525521.5278	245.2221
435	8781137.499	525518.3778	245.1267
436	8781141.528	525517.1589	245.0632
437	8781126.439	525520.8451	246.0137
438	8781131.453	525517.1774	245.0863
439	8781137.136	525519.0544	245.1856
440	8781136.831	525512.1319	245.0023
441	8781133.596	525515.169	245.1442
442	8781130.419	525506.966	245.2539
443	8781122.941	525516.7661	245.6694
444	8781126.565	525514.4151	244.9939
445	8781128.665	525511.891	245.125
446	8781129.857	525510.3851	245.2197
447	8781127.433	525503.1439	245.2209
448	8781122.811	525507.2978	244.9426
449	8781123.97	525506.004	245.2276
450	8781125.281	525504.733	245.3418

N°	Este	Norte	Altitud
451	8781120.79	525509.239	244.784
452	8781118.14	525512.42	245.5378
453	8781117.37	525496.29	245.0534
454	8781114.4	525499.712	244.689
455	8781109.65	525502.023	244.7571
456	8781112.49	525500.85	244.7119
457	8781109.66	525505.751	244.7872
458	8781109.66	525502.063	244.7542
459	8781114.8	525498.375	245.0784
460	8781109.35	525495.879	244.5747
461	8781113.59	525493.453	244.9433
462	8781108.13	525497.08	244.6214
463	8781106.56	525498.939	244.6418
464	8781103.22	525500.029	244.8122
465	8781111.24	525494.984	244.9978
466	8781098.91	525496.794	245.4176
467	8781102.42	525494.179	244.5315
468	8781104.88	525492.364	244.4781
469	8781103.6	525493.529	244.4987
470	8781107.84	525489.282	244.6808
471	8781094.18	525493.552	245.3869
472	8781097.32	525490.352	244.4082
473	8781099.98	525487.272	244.2994
474	8781098.59	525488.377	244.3578
475	8781090.72	525489.471	245.0598
476	8781092.11	525485.005	244.1347
477	8781094.83	525482.272	244.108
478	8781090.31	525483.401	244.1217
479	8781098.49	525479.558	243.8878
480	8781090.94	525478.852	243.8944
481	8781088.47	525480.926	243.3947
482	8781088.03	525486.312	244.9776
483	8781088.49	525480.883	243.39
484	8781087.25	525475.042	243.6891
485	8781086.11	525476.344	243.6422
486	8781088.49	525480.925	243.3862
487	8781085.42	525483.469	244.9385
488	8781081.62	525480.471	245.0912
489	8781088.52	525480.944	243.3845
490	8781084.74	525472.662	243.5496
491	8781083.56	525473.598	243.4753
492	8781088.49	525474.657	243.2415
493	8781078.1	525478.024	245.6381
494	8781079.83	525468.092	243.2123
495	8781078.57	525469.598	243.2312
496	8781073.2	525471.661	243.0227
497	8781073.1	525474.682	246.2234
498	8781076.11	525463.878	242.9546
499	8781074.8	525465.64	242.9498
500	8781073.16	525467.426	242.7148

N°	Este	Norte	Altitud
501	8781073.7	525474.694	246.2222
502	8781071.83	525459.996	242.6163
503	8781070.38	525462.353	242.6707
504	8781069.13	525464.195	242.4455
505	8781066.65	525469.738	246.1099
506	8781069.01	525458.562	242.3552
507	8781066.58	525452.178	242.3317
508	8781064.23	525459.844	242.0554
509	8781062.9	525465.911	246.4677
510	8781063.36	525451.622	241.5366
511	8781061.58	525453.571	241.96
512	8781055.41	525452.178	241.4971
513	8781056.85	525461.952	246.5936
514	8781058.83	525447.639	241.4263
515	8781052.72	525449.744	241.6153
516	8781052.48	525450.501	241.7305
517	8781052.25	525457.487	245.7159
518	8781054.99	525444.394	241.1598
519	8781053.59	525446.416	241.323
520	8781052.45	525448.271	241.5844
521	8781050.95	525453.847	243.2799
522	8781047.94	525447.22	241.8103
523	8781048.69	525443.463	241.5223
524	8781048.25	525444.763	241.6251
525	8781044	525443.082	241.7551
526	8781046.55	525445.845	241.7674
527	8781062.72	525450.175	241.7051
528	8781068.46	525455.128	242.295
529	8781073.4	525459.319	242.4172
530	8781079.42	525464.358	242.8854
531	8781083.98	525468.26	243.2441
532	8781089.37	525472.891	243.7034
533	8781095.62	525478.222	243.7919
534	8781100.99	525482.846	244.4337
535	8781105.56	525486.886	244.2601
536	8781107.62	525489.396	244.881
537	8781053.2	525461.379	246.7259
538	8781053.2	525461.379	246.726
539	8781053.2	525461.379	246.726
540	0	0	0
541	8781120.83	525502.683	245.457
542	8781120.84	525502.694	245.5042
543	8781063.72	525447.808	240.462
544	8781060.63	525446.942	241.323
545	8781064.74	525442.008	239.7772
546	8781057.43	525443.397	240.9159
547	8781051	525441.24	241.0481
548	8781062.29	525440.922	239.4377
549	8781060.05	525439.037	239.1917
550	8781056.82	525438.824	240.0212

N°	Este	Norte	Altitud
551	8781068	525433.663	237.9505
552	8781058.69	525436.655	239.1013
553	8781065.99	525432.746	237.91
554	8781061.81	525435.618	238.5414
555	8781063.79	525429.755	237.6438
556	8781065.36	525425.129	236.801
557	8781070.32	525427.062	236.7025
558	8781066.95	525420.058	236.0564
559	8781067.33	525426.106	236.8858
560	8781065.48	525418.617	236.0441
561	8781072.35	525421.499	235.7915
562	8781068.44	525416.911	235.6406
563	8781069.67	525421.355	236.1238
564	8781066.12	525415.276	235.8063
565	8781074.62	525416.243	235.4307
566	8781070.26	525412.668	235.2374
567	8781072.01	525413.978	235.2759
568	8781067.01	525412.065	235.5012
569	8781069.85	525408.99	234.915
570	8781069.88	525408.937	234.8968
571	8781068.3	525408.491	235.3567
572	8781069.82	525405.396	234.4843
573	8781071.58	525407.673	234.7819
574	8781076.97	525407.708	233.8626
575	8781072.56	525405.004	235.3542
576	8781079.62	525402.924	233.7103
577	8781071.72	525402.929	234.1709
578	8781077.77	525402.121	233.3883
579	8781074.64	525399.504	233.2785
580	8781076.58	525400.924	233.3483
581	8781072.6	525399.267	233.3635
582	8781080.78	525398.258	232.801
583	8781077.03	525396.033	233.2163
584	8781079.61	525396.328	232.5977
585	8781081.12	525392.953	232.1246
586	8781083.14	525391.637	231.8919
587	8781085.03	525387.194	231.405
588	8781080.37	525389.562	232.0277
589	8781076.59	525395.692	233.5017
590	8781075.67	525395.224	233.6052
591	8781081.38	525386.876	231.6768
592	8781087.19	525381.935	230.5236
593	8781074.59	525396.213	234.1886
594	8781081.99	525383.614	231.3732
595	8781084.51	525380.884	230.9757
596	8781086.44	525376.634	230.1795
597	8781085.37	525374.648	230.4728
598	8781088.56	525378.485	230.3245
599	8781091.28	525371.549	229.4336
600	8781085.92	525368.626	230.1815

N°	Este	Norte	Altitud
601	8781067.725	525399.962	233.2907
602	8781091.272	525751.683	229.4333
603	8781088.381	525363.8906	228.6004
604	8781093.562	525366.1465	228.7658
605	8781092.805	525361.1728	228.0476
606	8781095.117	525364.8385	228.3491
607	8781092.755	525367.9687	227.4168
608	8781094.397	525359.0887	227.4827
609	8781096.637	525359.1535	227.519
610	8781097.216	525357.4121	227.0616
611	8781095.354	525354.993	228.9661
612	8781092.92	525352.1584	226.7695
613	8781084.77	525355.9769	227.6616
614	8781086.416	525357.0848	227.8798
615	8781081.568	525359.5414	227.9156
616	8781084.284	525362.7645	228.653
617	8781079.89	525366.173	228.3212
618	8781082.22	525367.5011	229.0123
619	8781080.569	525372.7079	229.6896
620	8781077.446	525375.2216	229.5154
621	8781077.881	525380.3291	230.8847
622	8781075.455	525381.0364	230.5895
623	8781071.83	525403.4098	234.6022
624	8781077.437	525382.773	231.1656
625	8781072.904	525405.1237	235.41
626	8781069.827	525405.4731	234.4249
627	8781067.833	525407.9439	234.9484
628	8781074.523	525384.4057	231.0663
629	8781067.776	525406.0214	234.8483
630	8781076.786	525385.4436	231.8639
631	8781075.382	525389.8998	232.6562
632	8781067.225	525400.7065	231.9354
633	8781073.323	525390.7065	231.9354
634	8781066.488	525409.019	234.9804
635	8781074.162	525394.2877	233.036
636	8781076.071	525393.9369	233.7854
637	8781065.91	525409.1689	234.4931
638	8781077.781	525390.6121	233.1955
639	8781078.472	525387.4957	233.0566
640	8781065.47	525408.8992	234.1825
641	8781074.96	525396.3332	234.1924
642	8781074.137	525399.7695	233.3588
643	8781065.426	525410.2635	234.9787
644	8781068.51	525400.1781	232.8864
645	8781064.238	525410.7055	234.4228
646	8781073.097	525402.9732	234.0355
647	8781064.842	525412.2078	235.1449
648	8781070.373	525406.3856	234.6651
649	8781064.727	525412.6909	235.2222
650	8781068.663	525409.1941	235.2041

N°	Este	Norte	Altitud
701	8781201.38	525359.174	228.4976
702	8781200.49	525355.715	228.6084
703	8781202.34	525358.104	228.3593
704	8781203.59	525356.659	228.9905
705	8781199.78	525356.927	227.8632
706	8781205.04	525352.132	227.4517
707	8781201.42	525356.069	228.045
708	8781204.09	525353.419	227.5721
709	8781206.09	525354.174	226.5652
710	8781202.1	525354.664	227.7378
711	8781204.54	525353.467	227.0615
712	8781200.54	525348.984	226.2458
713	8781199.65	525352.318	226.9566
714	8781202.76	525350.425	226.2278
715	8781195.49	525352.425	225.1278
716	8781200.98	525351.51	226.5889
717	8781197	525352.693	226.5999
718	8781201.56	525347.474	225.9109
719	8781198.11	525351.607	226.6945
720	8781200.69	525348.022	225.8099
721	8781199.81	525350.197	225.6768
722	8781197.69	525349.071	225.9768
723	8781195.9	525349.861	225.884
724	8781168.38	525314.517	223.6846
725	8781168.38	525314.517	223.685
726	8781212.51	525370.215	234.721
727	8781212.51	525370.139	234.7217
728	8781193.23	525346.658	225.2658
729	8781195.32	525345.436	225.2143
730	8781197.38	525340.67	224.4166
731	8781187.51	525345.058	224.4402
732	8781193.57	525339.854	224.3582
733	8781191.12	525341.427	224.6014
734	8781183.67	525340.258	224.3385
735	8781193.46	525336.021	223.8929
736	8781187.5	525338.755	224.2739
737	8781185.56	525338.879	224.3627
738	8781188.56	525335.68	224.1056
739	8781190.05	525334.715	223.9765
740	8781180.14	525336.194	224.1102
741	8781187.94	525332.492	223.8116
742	8781185	525335.033	224.1229
743	8781182.91	525335.378	224.3397
744	8781184.48	525330.948	223.935
745	8781187.77	525328.678	223.782
746	8781177.54	525333.604	224.0745
747	8781180.83	525330.404	223.8884
748	8781184.59	525328.804	223.7319
749	8781180.94	525326.281	223.7516
750	8781179.43	525331.576	223.9504

N°	Este	Norte	Altitud
801	8781150.38	525281.584	223.689
802	8781144.65	525285.098	223.684
803	8781147.12	525283.077	223.5406
804	8781145.91	525283.758	223.754
805	8781148.31	525279.644	223.6313
806	8781143.23	525279.61	223.8805
807	8781144.31	525279.71	223.5695
808	8781141.11	525281.119	223.7847
809	8781146.52	525277.141	223.7777
810	8781139.19	525282.962	223.5444
811	8781144.31	525278.385	223.5966
812	8781138.26	525279.476	223.6379
813	8781142.68	525278.513	223.89
814	8781139.77	525277.735	223.9766
815	8781144.27	525274.803	223.915
816	8781140.85	525275.795	223.8169
817	8781142.57	525274.9	223.8158
818	8781143.03	525272.884	223.9807
819	8781139.37	525274.004	223.8928
820	8781141.85	525274.004	223.8928
821	8781137.47	525275.971	223.8622
822	8781136.82	525274.248	223.9816
823	8781142.67	525272.481	223.8931
824	8781134.75	525274.699	223.8931
825	8781140.47	525272.784	223.9976

N°	Este	Norte	Altitud
826	8781150.38	525279.644	223.6313
827	8781144.65	525285.098	223.684
828	8781147.12	525283.077	223.5406
829	8781145.91	525283.758	223.754
830	8781148.31	525279.644	223.6313
831	8781143.23	525279.61	223.8805
832	8781144.31	525279.71	223.5695
833	8781141.11	525281.119	223.7847
834	8781146.52	525277.141	223.7777
835	8781139.19	525282.962	223.5444
836	8781144.31	525278.385	223.5966
837	8781138.26	525279.476	223.6379
838	8781142.68	525278.513	223.89
839	8781139.77	525277.735	223.9766
840	8781144.27	525274.803	223.915
841	8781140.85	525275.795	223.8169
842	8781142.57	525274.9	223.8158
843	8781143.03	525272.884	223.9807
844	8781139.37	525274.004	223.8928
845	8781141.85	525274.004	223.8928
846	8781137.47	525275.971	223.8622
847	8781136.82	525274.248	223.9816
848	8781142.67	525272.481	223.8931
849	8781134.75	525274.699	223.8931
850	8781140.47	525272.784	223.9976

7.2 ANEXOS “B” GEOTÉCNICOS

7.2.1 Anexo B.1 trabajo de campo y laboratorio



7.2.2 Anexo B.2 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramos 1, 2 y 3

granulometría



UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
 Area de Ciencias y Tecnología
 Laboratorio de Suelos



ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D422

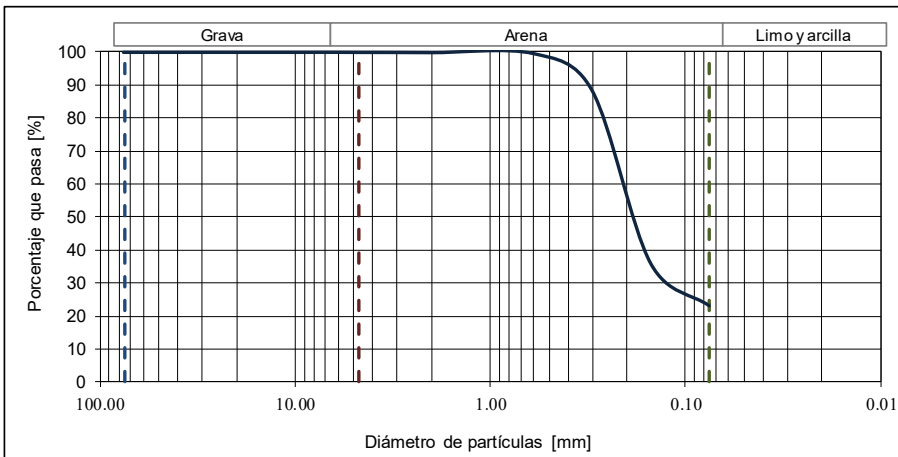
1. DATOS GENERALES

Proyecto: "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBUJA PANDO"
 Operador: Gustavo Socationa Crespo Fecha: 14/10/2024
 Ubicación: -11.024011, -68.765390 Profundidad : m 0.30
 Identificación muestra: TRAMO 3 MUESTRA 1 Descripción: SUCS: ARENA LIMOSA SM
 AASHTO A-3 (0)

2. DATOS TÉCNICOS

Masa Recipiente, g: 57.20
 Masa Muestra seca + Recipiente, g: 462.10
 Masa Muestra seca W_s : 404.90
 M. Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, g: 313.80

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret.(g)	Masa ret acum (g)	% retenido	% que pasa
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	13.0	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.0	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.3	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.10	0.10	0.02	99.98
10	2.000	0.30	0.40	0.10	99.90
30	0.600	1.10	1.50	0.37	99.63
50	0.300	45.15	46.65	11.52	88.48
100	0.150	212.70	259.35	64.05	35.95
200	0.075	52.25	311.60	76.96	23.04
Bandeja	0.000	2.20	404.90	100.00	0.00



% de grava:	0.02	D ₆₀ , mm:	0.21		
% de arena:	76.93	D ₃₀ , mm:	0.11	Cc:	No necesario
% de finos:	23.04	D ₁₀ , mm:	Suelo muy fino	Cu:	No necesario

7.2.3 Anexo B.3 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramos 1, 2 y 3 Proctor modificado



UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
 Area de Ciencias y Tecnología
PROCTOR MODIFICADO
ASTM D1557-00



A. DATOS GENERALES

Proyecto: *PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIA PANDO*
 Cliente: Est. Gustavo Socaticona Crespo
 Ubicación: -11.024011, -68.765390 Fecha: 14-oct-24
 Descripción de la muestra: A - 3 IG: (0)
 Identificación de muestra: TRAMO 3 MUESTRA 1 Profundidad: 0.30
 Tipo de muestra: No disturbada Disturbada Recompactada Operador: _____
 Extracción de la muestra: Cliente Laboratorio de Suelos

B. DATOS TECNICOS

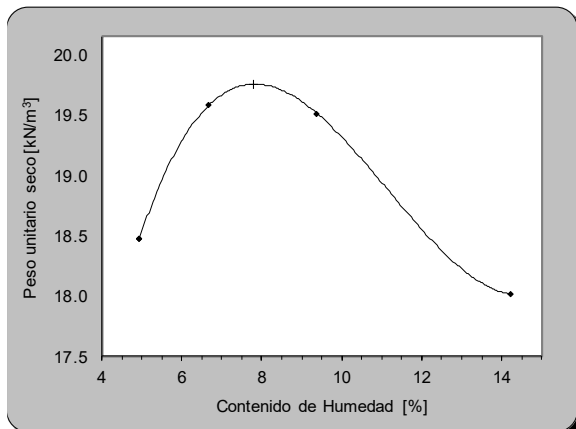
Método utilizado: B Diámetro del molde [mm] 100.00
 Gravedad específica: --- Altura del molde [mm] 117.00
 Volumen [cm³]: 918.9 % Material excluido: 0.00

C. PESO UNITARIO

Medición No.	1	2	3	4	5
Porcentaje de agua en peso	5%	5%	7%	10%	15%
Masa molde + suelo [g]	6060.0	6060.0	6201.0	6244.0	6172.0
Masa molde [g]	4244	4244	4244	4244	4244
Masa húmeda del suelo [g]	1816	1816	1957	2000	1928
Peso unitario humedo [kN/m ³]	19.38	19.38	20.88	21.34	20.57

D. CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de contenedor	37	22	37	22	31	34	19	106	30	27
Masa del contenedor [g]	17.65	22.15	17.65	22.15	18.80	18.60	19.70	12.25	17.80	18.40
Masa suelo húmedo + cont. [g]	41.30	42.15	41.30	42.15	40.55	55.90	51.00	30.90	82.75	55.65
Masa suelo seco + cont. [g]	40.20	41.20	40.20	41.20	39.20	53.55	48.40	29.25	74.60	51.05
Contenido de humedad [%]	4.88	4.99	4.88	4.99	6.62	6.72	9.06	9.71	14.35	14.09
HUMEDAD PROMEDIO [%]	4.93		4.93		6.67		9.38		14.22	
PESO UNITARIO SECO [kN/m ³]	18.47		18.47		19.58		19.51		18.01	



PESO UNITARIO SECO
 MÁXIMO [kN/m³] 19.75
 CONTENIDO DE HUMEDAD
 ÓPTIMO [%] 7.80

7.2.4 Anexo B.4 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramos 1, 2 y 3 CBR



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Laboratorio de Suelos



Ensayo de Relacion de Soporte de California del Suelo en Laboratorio (CBR) (ASTM D1883 - AASHTO T193)

A. DATOS GENERALES

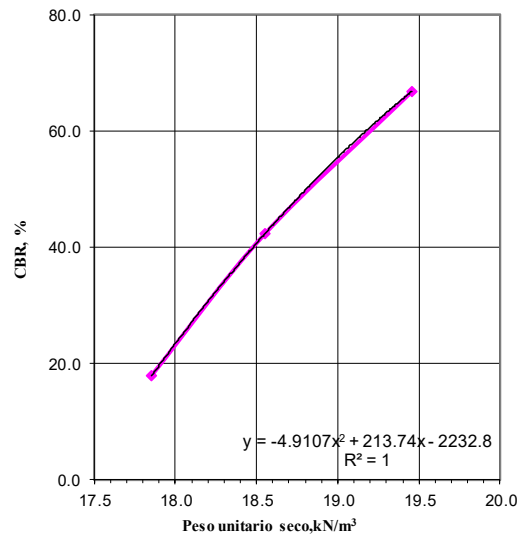
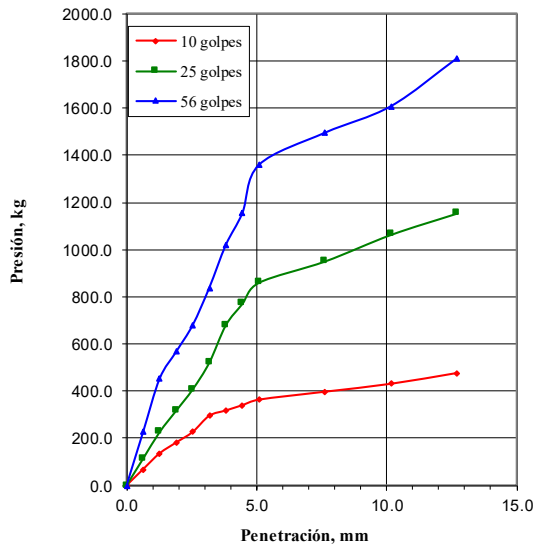
Proyecto: "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"
 Ubicación: -11.024011, -68.765390 Fecha: 2024-10-14
 Descripción de la muestra: A-3 (0) Profundidad: 0.3 m
 Identificación de muestra: TRAMO 3 MUESTRA 1 Cliente: Empresa _____
 Tipo de muestra: No disturbada Disturbada Recompactada Procesado: _____
 Extracción de la muestra: Cliente Laboratorio de suelos

B. DATOS DE LA MUESTRA

Muestra sumergida Muestra no sumergida

C. RESUMEN DE RESULTADOS

Lectura de penetración, in	Penetración mm	Carga kg (10 golpes)	Carga, kg (25 golpes)	Carga, kg (56 golpes)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	0.64	68.32	113.19	226.37
0.050	1.27	135.62	226.37	452.75
0.075	1.91	181.51	317.13	566.95
0.100	2.54	226.37	407.88	680.14
0.125	3.18	294.69	521.07	838.19
0.150	3.81	317.13	680.14	1019.70
0.175	4.45	339.56	770.89	1155.32
0.200	5.08	363.01	860.63	1359.26
0.300	7.62	396.66	951.38	1495.90
0.400	10.16	430.31	1064.57	1609.09
0.500	12.70	476.20	1155.32	1813.03



Número de golpes	Penetración mm	Presión alcanzada kg	Presión estándar, MPa	CBR %	Peso unitario seco, kN/m³
10	5.00	363.01	10.30	17.9	17.9
25	5.00	860.63	10.30	42.3	18.6
56	5.00	1359.26	10.30	66.9	19.5

7.2.5 Anexo B.5 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramo 4 y 5 granulometría



UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
Area de Ciencias y Tecnologia
Laboratorio de Suelos



ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D422

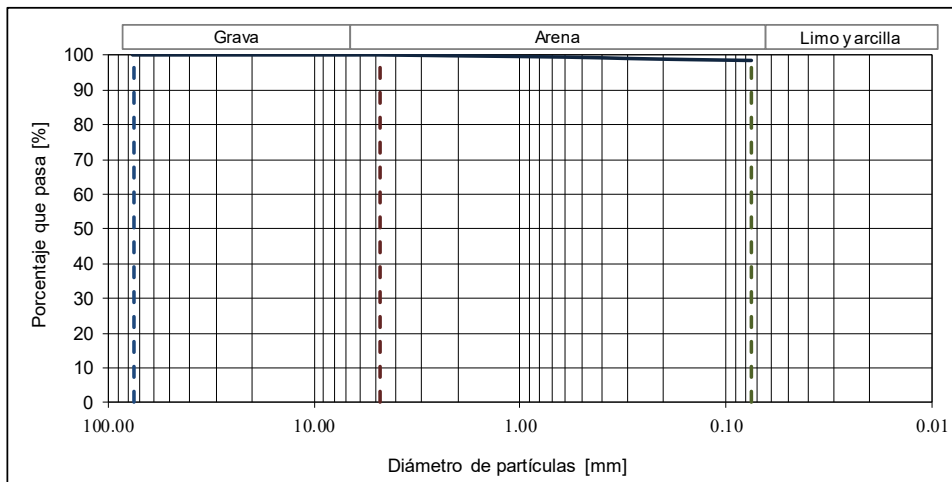
1. DATOS GENERALES

Proyecto: "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBUJA PANDO"
 Cliente: Gustavo Socratica Crespo Fecha: 15/10/2024
 Ubicación: -11.024011, -68.765390 Profundidad : m 0.32
 Identificación muestra: TRAMO 5 PUNTO 1 MUESTRA 1 Descripción: SUCS: Arcilla de alta plasticidad
 AASHTO: A-7-5 (20)

2. DATOS TÉCNICOS

Masa Recipiente, g: 129.00
 Masa Muestra seca + Recipiente, g: 639.55
 Masa Muestra seca W_s : 510.55
 M. Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, g: 8.50

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret. (g)	Masa ret acum (g)	% retenido	% que pasa
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	13.0	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.0	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.3	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	1.40	1.40	0.27	99.73
30	0.600	1.90	3.30	0.65	99.35
50	0.300	2.10	5.40	1.06	98.94
100	0.150	1.65	7.05	1.38	98.62
200	0.075	1.35	8.40	1.65	98.35
Bandeja	0.000	0.10	510.55	100.00	0.00



% de grava:	0.00	D ₆₀ , mm:	Suelo muy fino		
% de arena:	1.65	D ₃₀ , mm:	Suelo muy fino	Cc:	No necesario
% de finos:	98.35	D ₁₀ , mm:	Suelo muy fino	Cu:	No necesario

7.2.6 Anexo B.6 informes de laboratorio del “Suelo natural” límites de consistencia tramo

4 y 5



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

Area de Ciencia y Tecnología
Laboratorio de Suelos



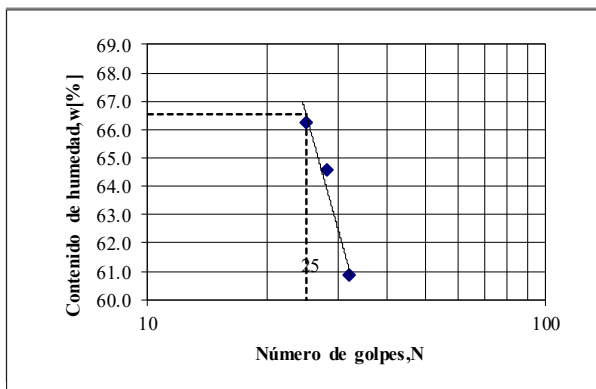
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318

1. DATOS GENERALES

Proyecto: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBUJA PANDO
 Operador: Gustavo Socaticona Crespo Fecha: 15/10/2024
 Ubicación: -11.024011, -68.765390 Profundidad, m : 0.32
 Identificación muestra: TRAMO 5 PUNTO 1 SUELO 1 Descripción: Arcilla de alta plasticidad

2. LÍMITE LÍQUIDO

Número de contenedor	106	100	12	14
Masa de contenedor [g]	12.25	12.30	12.35	12.30
Número de golpes	19	25	28	32
Masa del suelo húmedo + contenedor [g]	20.60	25.10	21.65	23.40
Masa de suelo seco + contenedor [g]	17.25	20.00	18.00	19.20
Masa de suelo seco [g]	2.75	2.79	2.93	2.96
Masa de agua [g]	1.49	1.46	1.47	1.43
Contenido de humedad [%]	54.20	52.30	50.20	48.30



LÍMITE LÍQUIDO (%) = 66.53

3. LÍMITE PLÁSTICO

Número de contenedor	061	15	01
Masa de contenedor [g]	14.45	14.30	14.35
Masa de suelo húmedo + contenedor [g]	16.00	15.50	15.45
Masa de suelo seco + contenedor [g]	15.55	15.20	15.15
Masa de suelo seco [g]	0.97	1.00	0.94
Masa de agua [g]	0.24	0.25	0.23
Contenido de humedad [%]	24.70	25.00	24.50

LÍMITE PLÁSTICO (%) = 37.25

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) = 29.29

7.2.7 Anexo B.7 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramos 4 y 5 Proctor modificado



UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
 Área de Ciencias y Tecnología
PROCTOR MODIFICADO
ASTM D1557-00



A. DATOS GENERALES

Proyecto: *PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBUJA PANDO*
 Operador: Gustavo Socaticona Crespo
 Ubicación: -11.026725;-68767238 Fecha: 15-oct-24
 Descripción de la muestra: A-7-5 IG: (20)
 Identificación de muestra: TRAMO 5 PUNTO 1 SUELO 1 Profundidad: 0.32
 Tipo de muestra: No disturbada Disturbada Recompactada Operador: _____
 Extracción de la muestra: Cliente Laboratorio de Suelos

B. DATOS TECNICOS

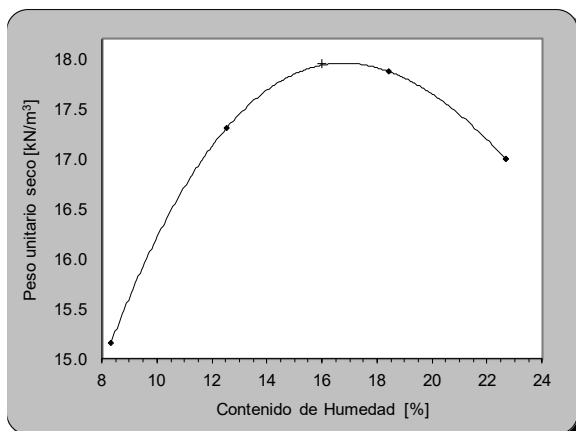
Método utilizado: B Diámetro del molde [mm] 101.00
 Gravedad específica: --- Altura del molde [mm] 116.00
 Volumen [cm³]: 929.4 % Material excluido: 0.00

C. PESO UNITARIO

Medición No.	1	2	3	4	5
Porcentaje de agua en peso	8%	12%	18%	22%	22%
Masa molde + suelo [g]	5800.0	6090.0	6250.0	6220.0	6220.0
Masa molde [g]	4244	4244	4244	4244	4244
Masa húmeda del suelo [g]	1556	1846	2006	1976	1976
Peso unitario humedo [kN/m ³]	16.42	19.48	21.17	20.85	20.85

D. CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de contenedor	100	107	37	22	31	34	19	106	30	27
Masa del contenedor [g]	12.30	10.65	17.65	22.15	18.80	18.60	19.70	12.25	19.70	12.25
Masa suelo húmedo + cont. [g]	37.50	29.80	42.00	44.50	44.90	58.20	53.40	32.70	53.40	32.70
Masa suelo seco + cont. [g]	35.60	28.30	39.30	42.00	40.80	52.10	47.20	28.90	47.20	28.90
Contenido de humedad [%]	8.15	8.50	12.47	12.59	18.64	18.21	22.55	22.82	22.55	22.82
HUMEDAD PROMEDIO [%]	8.33		12.53		18.42		22.68		22.68	
PESO UNITARIO SECO [kN/m ³]	15.16		17.31		17.87		16.99		16.99	



PESO UNITARIO SECO
 MÁXIMO [kN/m³] 17.95
 CONTENIDO DE HUMEDAD
 ÓPTIMO [%] 16.00

7.2.8 Anexo B.8 informes de laboratorio del “Suelo natural” tramos 4 y 5 CBR



UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA Laboratorio de Suelos



Ensayo de Relacion de Soporte de California del Suelo en Laboratorio (CBR) (ASTM D1883 - AASHTO T193)

A. DATOS GENERALES

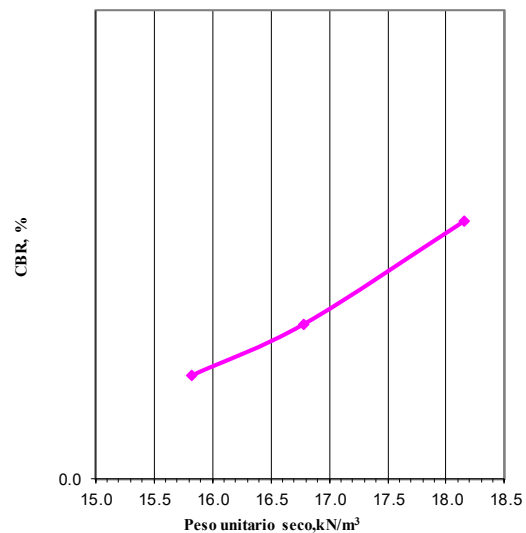
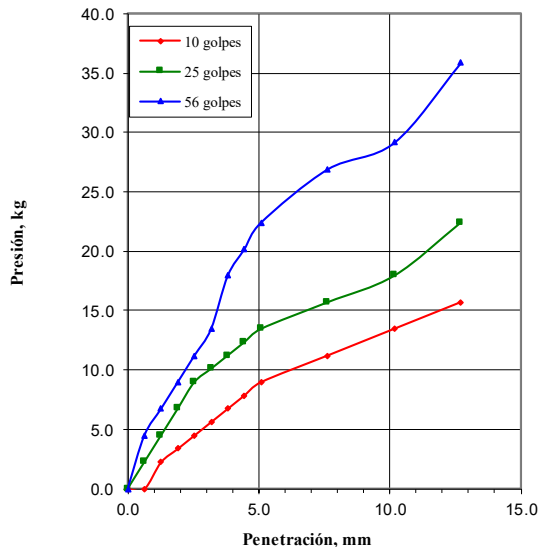
Proyecto: "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBUJA PANDO"
 Ubicación: -11.026725;-68767238 Fecha: 2024-10-19
 Descripción de la muestra: A-7-5 (20) Profundidad: 0.32
 Identificación de muestra: TRAMO 5 PUNTO 1 SUELO 1 Cliente: Empresa
 Tipo de muestra: No disturbada Disturbada Recompactada Procesado: Gustavo Socratona Crespo
 Extracción de la muestra: Cliente Laboratorio de suelos

B. DATOS DE LA MUESTRA

Muestra sumergida Muestra no sumergida

C. RESUMEN DE RESULTADOS

Lectura de penetración, in	Penetración mm	Carga kg (10 golpes)	Carga, kg (25 golpes)	Carga, kg (56 golpes)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	0.64	0.00	2.24	4.49
0.050	1.27	2.24	4.49	6.73
0.075	1.91	3.37	6.73	8.97
0.100	2.54	4.49	8.97	11.22
0.125	3.18	5.61	10.10	13.46
0.150	3.81	6.73	11.22	17.95
0.175	4.45	7.85	12.34	20.19
0.200	5.08	8.97	13.46	22.43
0.300	7.62	11.22	15.70	26.92
0.400	10.16	13.46	17.95	29.16
0.500	12.70	15.70	22.43	35.89



Número de golpes	Penetración mm	Presión alcanzada kg	Presión estándar, MPa	CBR %	Peso unitario seco, kN/m ³
10	5.00	8.97	10.30	0.4	15.8
25	5.00	13.46	10.30	0.7	16.8
56	5.00	22.43	10.30	1.1	18.2

7.2.9 Anexo B.9 informes de laboratorio del “Suelo mejorado” granulometría



UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
 Area de Ciencias y Tecnologia
 Laboratorio de Suelos



ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D422

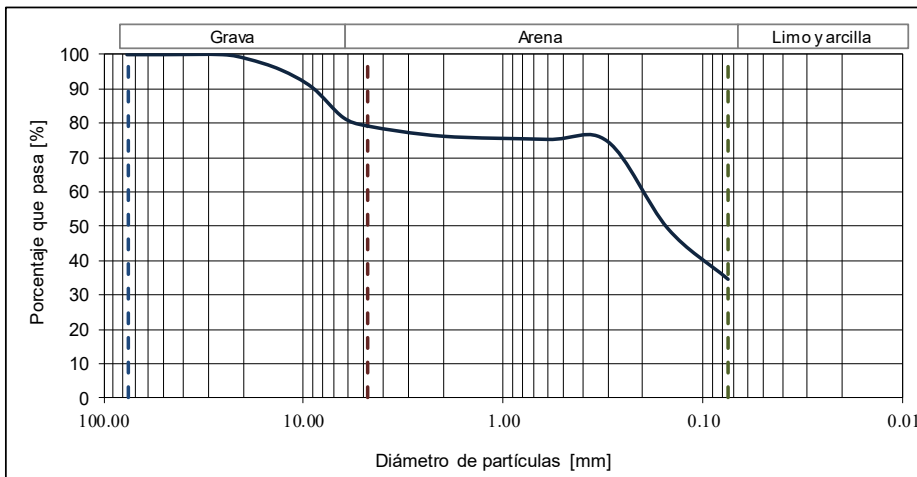
1. DATOS GENERALES

Proyecto: Propuesta de diseño de pavimento rigido y enlosetado en vías selectas del barrio 27 de mayo cobija pando
 Operador: Gustavo Socaticona Crespo Fecha: 28/4/2025
 Ubicación: Barrio 27 de mayo - Municipio de Cobija Profundidad : m 0.00
 Identificación muestra: Muestra de Banco - UTM 522296,64 ; 8777560,53 Descripción: A - 2 - 4 (0)

2. DATOS TÉCNICOS

Masa Recipiente, g: 61.60
 Masa Muestra seca + Recipiente, g: 618.55
 Masa Muestra seca W_s : 556.95
 M. Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, g: 364.05

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret.(g)	Masa ret acum (g)	% retenido	% que pasa
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	7.00	7.00	1.26	98.74
1/2"	13.0	17.40	24.40	4.38	95.62
3/8"	9.0	29.00	53.40	9.59	90.41
1/4"	6.3	48.70	102.10	18.33	81.67
4	4.750	13.70	115.80	20.79	79.21
10	2.000	16.45	132.25	23.75	76.25
30	0.600	5.10	137.35	24.66	75.34
50	0.300	3.45	140.80	25.28	74.72
100	0.150	141.15	281.95	50.62	49.38
200	0.075	82.10	364.05	65.36	34.64
Bandeja	0.000	0.00	556.95	100.00	0.00



% de grava:	20.79	D ₆₀ , mm:	0.20		
% de arena:	44.57	D ₃₀ , mm:	Suelo muy fino	Cc:	No necesario
% de finos:	34.64	D ₁₀ , mm:	Suelo muy fino	Cu:	No necesario

7.2.10 Anexo B.10 informes de laboratorio del “Suelo mejorado” límites de consistencia



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

Area de Ciencia y Tecnología
Laboratorio de Suelos

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318

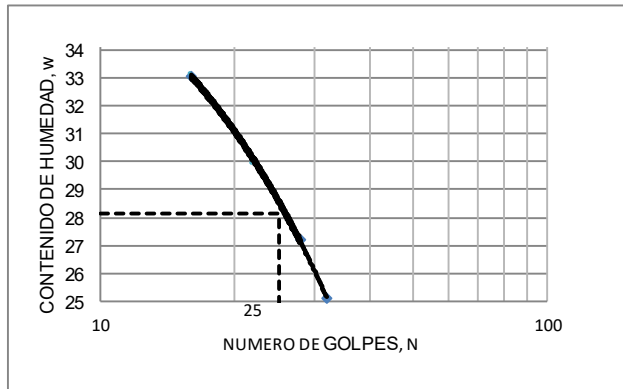


1. DATOS GENERALES

Proyecto: Propuesta de diseño de pavimento rígido y enlosado en vías selectas del barrio 27 de mayo cobija pando
 Operador: Gustavo Socaticona Crespo Fecha: 28/4/2025
 Ubicación: Barrio 27 de mayo - Municipio de Cobija Profundidad, m : 0.00
 Identificación muestra: Muestra de Banco-UTM 522296,6 ; 8777560,5 Descripción: A - 2 - 4 (0)

2. LÍMITE LÍQUIDO

Número de contenedor	17	199	45	10
Masa de contenedor [g]	18.25	22.45	14.10	13.45
Número de golpes	16	22	28	32
Masa del suelo húmedo + contenedor [g]	24.30	25.50	17.85	16.45
Masa de suelo seco + contenedor [g]	22.80	24.80	17.05	15.85
Masa de suelo seco [g]	4.55	2.35	2.95	2.40
Masa de agua [g]	1.50	0.70	0.80	0.60
Contenido de humedad [%]	33.00	29.80	27.10	25.00



LÍMITE LÍQUIDO (%) = 28.04

3. LÍMITE PLÁSTICO

Número de contenedor	32	7	42
Masa de contenedor [g]	14.35	14.40	14.30
Masa de suelo húmedo + contenedor [g]	15.85	16.15	15.30
Masa de suelo seco + contenedor [g]	15.60	15.85	15.13
Masa de suelo seco [g]	1.25	1.45	0.83
Masa de agua [g]	0.25	0.30	0.17
Contenido de humedad [%]	20.00	20.70	20.50

LÍMITE PLÁSTICO (%) = 20.39

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) = 7.65

7.2.11 Anexo B.11 informes de laboratorio del “Suelo mejorado” Proctor modificado



UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
 Area de Ciencias y Tecnologia
PROCTOR MODIFICADO
ASTM D1557-00



A. DATOS GENERALES

Proyecto: Propuesta de diseño de pavimento rigido y enlosado en vias selectas del barrio 27 de mayo cobija pando
 Operador: Gustavo Socaticona Crespo
 Ubicación: Barrio 27 de mayo - Municipio de Cobija Fecha: 29-abr-25
 Identificación de muestra: Muestra de Banco - coordenadas UTM 522296,64 ; 8777560,53
 Descripción de la muestra: A - 2 - 4 (0) Profundidad: 0,00 m.
 Tipo de muestra: No disturbada Disturbada Recompactada Operador: Gustavo Socaticona Crespo
 Extracción de la muestra: Cliente Laboratorio de Suelos

B. DATOS TECNICOS

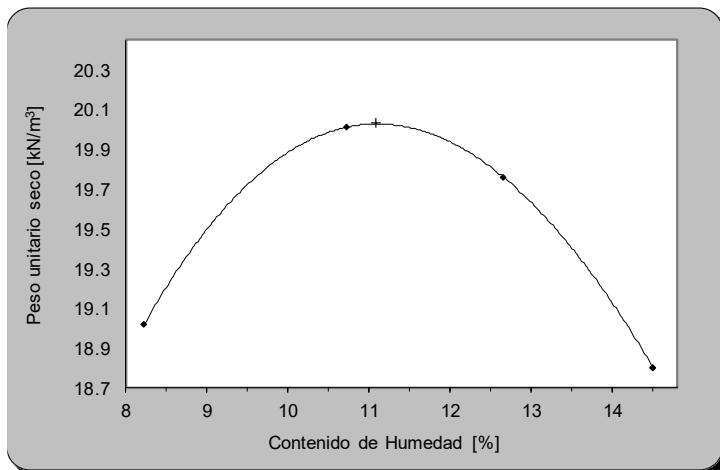
Método utilizado: B Diametro del molde [mm] 101.26
 Gravedad especifica: --- Altura del molde [mm] 116.38
 Volumen [cm³]: 937.2 % Material excluido: 0.00

C. PESO UNITARIO

Medición No.	1	2	3	4	5
Masa molde + suelo [g]	6208.0	6358.0	6368.0	6298.0	6298.0
Masa molde [g]	4244	4244	4244	4244	4244
Masa húmeda del suelo [g]	1964	2114	2124	2054	2054
Peso unitario humedo [kN/m ³]	20.55	22.12	22.22	21.49	21.49

D. CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de contenedor	R-21	R-28	B-7	R-2	R-33	A-03	R-1	P-10	R-1	P-10
Masa del contenedor [g]	31.00	30.35	60.25	58.70	63.40	53.45	61.25	57.20	61.25	57.20
Masa suelo húmedo + cont. [g]	106.40	103.95	161.25	182.50	161.30	167.00	161.35	189.05	161.35	189.05
Masa suelo seco + cont. [g]	100.50	98.40	151.45	170.35	150.20	154.20	148.60	172.26	148.60	172.26
Contenido de humedad [%]	8.49	8.16	10.75	10.88	12.79	12.70	14.60	14.59	14.60	14.59
HUMEDAD PROMEDIO [%]	8.32		10.81		12.75		14.59		14.59	
PESO UNITARIO SECO [kN/m ³]	18.97		19.96		19.71		18.75		18.75	



PESO UNITARIO SECO
 MÁXIMO [kN/m³] 19.98

CONTENIDO DE HUMEDAD
 ÓPTIMO [%] 11.17

7.2.12 Anexo B.12 informes de laboratorio del “Suelo mejorado” CBR



UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA Laboratorio de Suelos



Ensayo de Relacion de Soporte de California del Suelo en Laboratorio (CBR) (ASTM D1883 - AASHTO T193)

A. DATOS GENERALES

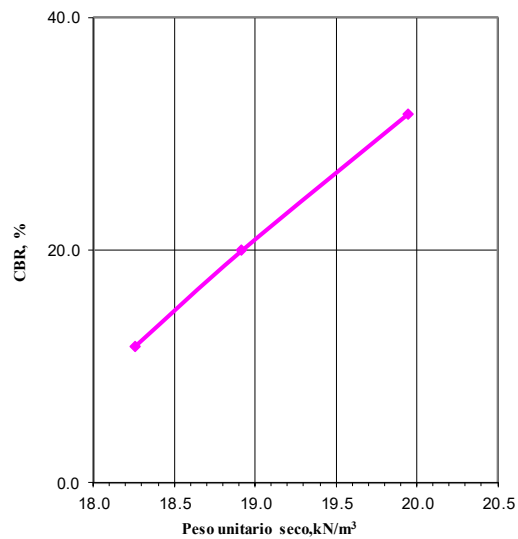
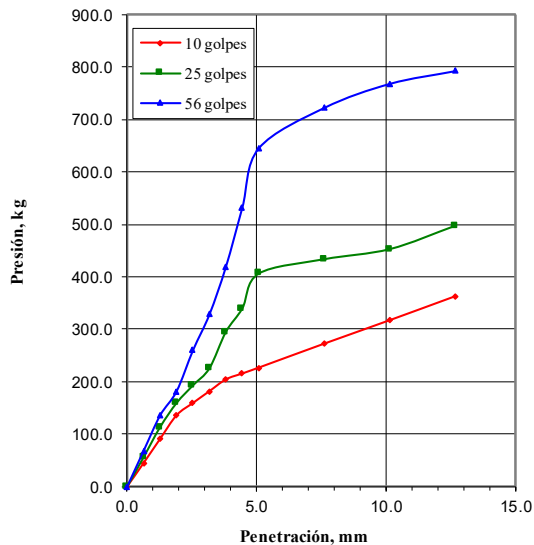
Proyecto: Propuesta de diseño de pavimento rígido y enlosado en vías selectas del barrio 27 de mayo cobija pando
 Ubicación: Barrio 27 de mayo - Municipio de Cobija Fecha: 2025-04-29
 Descripción de la muestra: A - 2 - 4 (0) Profundidad: 0,00 m.
 Identificación de muestra: Muestra de Banco-UTM 522296,6 ; 8777560,5 Operador: Gustavo Socaticona Crespo
 Tipo de muestra: No disturbada Disturbada Recompactada
 Extracción de la muestra: Cliente Laboratorio de suelos

B. DATOS DE LA MUESTRA

Muestra sumergida Muestra no sumergida

C. RESUMEN DE RESULTADOS

Lectura de penetración, in	Penetración mm	Carga kg (10 golpes)	Carga, kg (25 golpes)	Carga, kg (56 golpes)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	0.64	44.87	56.08	68.32
0.050	1.27	90.75	113.19	135.62
0.075	1.91	135.62	159.07	181.51
0.100	2.54	159.07	192.72	260.02
0.125	3.18	181.51	225.35	328.34
0.150	3.81	203.94	294.69	419.10
0.175	4.45	215.16	339.56	532.28
0.200	5.08	226.37	405.84	645.47
0.300	7.62	272.26	433.37	722.97
0.400	10.16	317.13	452.75	768.85
0.500	12.70	363.01	497.61	793.33



Número de golpes	Penetración mm	Presión alcanzada kg	Presión estándar, MPa	CBR %	Peso unitario seco, kN/m3
10	5.00	226.37	10.30	11.74	18.26
25	5.00	405.84	10.30	19.96	18.92
56	5.00	645.47	10.30	31.75	19.95

7.2.13 Anexo B.13 informes de laboratorio del “Suelo mejorado” rotura de probetas de resistencia a la compresión del mejoramiento con suelo cementos



UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
 Área de Ciencias y Tecnología
 Laboratorio de Suelos



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS PREPARADOS DE SUELO CEMENTO

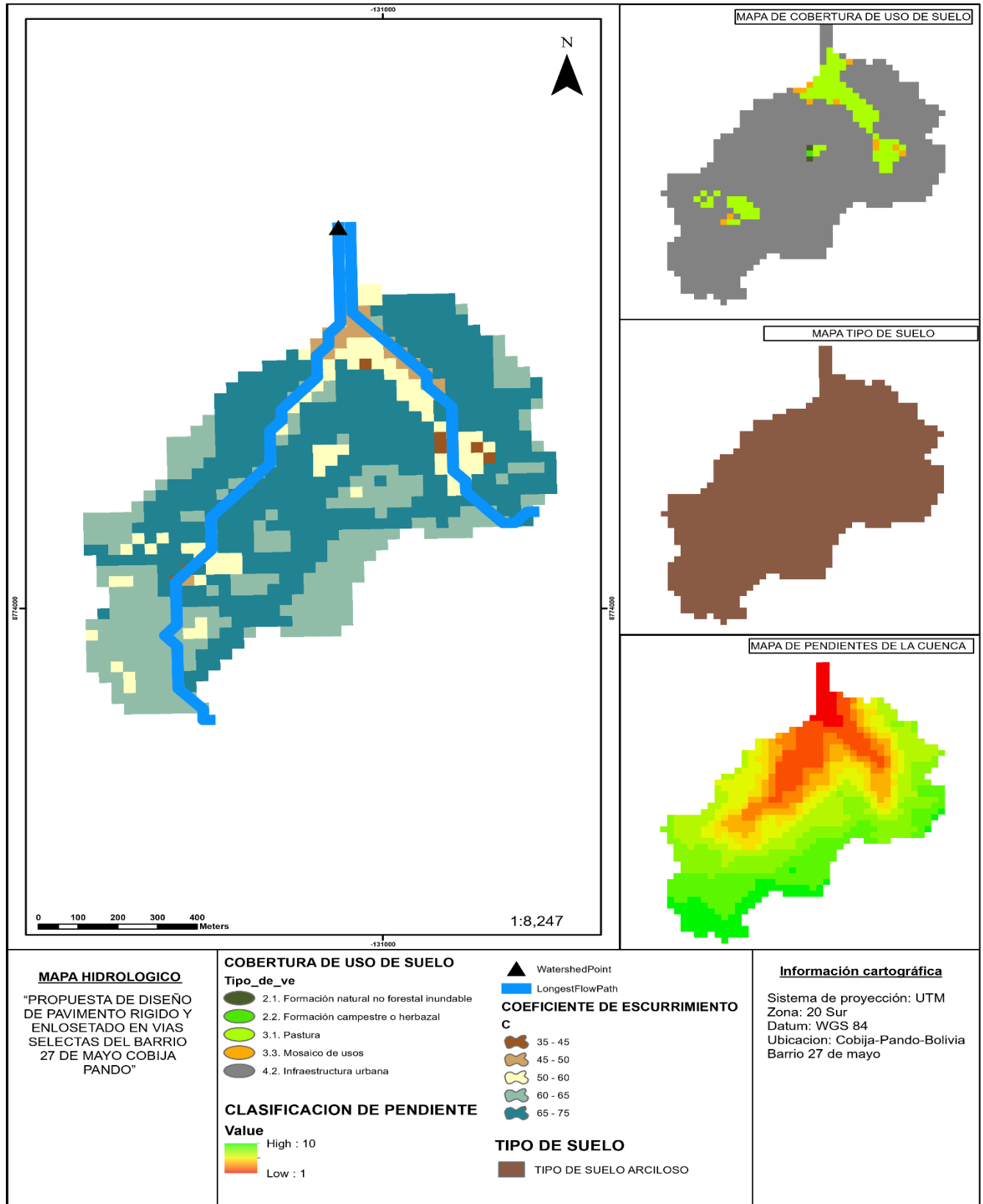
1. DATOS GENERALES

Proyecto: Propuesta de diseño de pavimento rigido y enlosetado en vias selectas del barrio 27 de mayo cobija pando
 Ubicación: Barrio 27 de mayo - Municipio de Cobija Profundidad m: 0.00
 Identificación: Muestra de Banco, coord. UTM 522296,647 ; 8777560,533 Descripción: A - 2 - 4 (0)
 Cemento Utilizado: VIACHA IP - 30 Fecha de rotura: 1/5/2025

2. DATOS TÉCNICOS

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS "SUELO CEMENTO - MUESTRA DE BANCO"								RESULTADO DEL ENSAYO	
IDENTIFICACION DE PROBETA	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO DEL CILINDRO (cm)	SUPERFICIE DE LA BASE (cm ²)	ALTURA DEL CILINDRO (cm)	PESO DEL CILINDRO (Kg.)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA ROTURA (Mpa)
5 % CEMENTO Probeta N° 1	24/4/2025	1/5/2025	7	10.00	78.54	20.30	3.63	3110.59	3.88
5 % CEMENTO Probeta N° 2	24/4/2025	1/5/2025	7	10.10	80.12	20.20	3.61	3119.87	3.82
5 % CEMENTO Probeta N° 3	24/4/2025	1/5/2025	7	10.05	79.33	20.30	3.63	3049.41	3.77

7.3.2 Anexo C.2 coeficiente de escorrentía



7.3.3 Anexo C.3 parámetros morfométricos y geomorfológicos de la cuenca

**CUADRO N° 1
RESUMEN DE PARAMETROS MORFOMETRICOS OBTENIDO CON EL ArcGIS**

DESCRIPCION DE LA SUPERFICIE	UND	VALOR
AREA	Km2	0.92
PERIMETRO	Km	8.54
COTAS		
COTA MAXIMA	m.s.n.m.	242.00
COTA MINIMA	m.s.n.m.	204.00
CENTROIDE (WGS 1984 UTM ZONE 19S)		
X (CENTROIDE)	m	525306
Y (CENTROIDE)	m	8780484
Z (CENTROIDE)	m.s.n.m.	223
ALTITUD		
ALTITUD MEDIA	m.s.n.m.	226
ALTITUD MAS FRECUENTE	m.s.n.m.	228
ALTITUD DE FRECUENCIA MEDIA	m.s.n.m.	229
PENDIENTE		
PENDIENTE PROMEDIO DE LA CUENCA	%	2.43
DE LA RED HIDRICA		
LONGITUD DEL CURSO PRINCIPAL	Km	1.68
LONGITUD DE LA RED HIDRICA	Km	2.80
PENDIENTE PROMEDIO DE LA RED HIDRICA	%	2.27
PARAMETROS GENERADOS		
TIEMPO DE CONCENTRACION	Hr	0.72
PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL	m/m	2.27%

**CUADRO N° 2
PARAMETROS MORFOMETRICOS**

PARAMETROS		UNIDAD	Cuenca Estudiado	
AREA DE LA CUENCA		Km ²	0.92	
PERIMETRO		Km	8.54	
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		
		FACTOR DE FORMA	Longitud (// al curso más largo)	Km
	Ancho Medio		Km	0.55
	Radio de Circularidad		Coef.	0.16
	Factor de Forma		Coef.	0.33
	Relacion de elongación		Coef.	0.65
	Indice de alargamiento		Coef.	3.05
	Coeficiente de masividad		Coef.	245.22
	Coeficiente de redondez		Coef.	2.40
	RECTANGULO EQUIVALENTE	Lado Mayor	Km	4.08
Lado Menor		Km	0.23	
PARAMETROS DE RELIEVE	Curva Hipsométrica	-	Cuenca equilibrada	
	Polígono de Frecuencia	-		
	Altitud Máxima de la Cuenca	m.s.n.m.	242.00	
	Altitud Mínima de la Cuenca	m.s.n.m.	204.00	
	Desnivel total de la Cuenca	Km	0.04	
	Altitud de Frecuencia Media	m.s.n.m.	228.50	
	Altitud Media de la Cuenca	m.s.n.m.	225.92	
	Altura más frecuente	m.s.n.m.	227.68	
	Pendiente de la cuenca (sist. del rectángulo equivalente)	%	0.93	
Pendiente de la cuenca (Reporte GIS)	%	2.43		
PARAMETROS DE LA RED	Tipo de corriente	-	Intermitente	
	Densidad de drenaje	Km/Km2	3.04	
	Pendiente media del río principal	m/m	0.02	
	Altitud Mínima del cauce	m.s.n.m.	204.00	

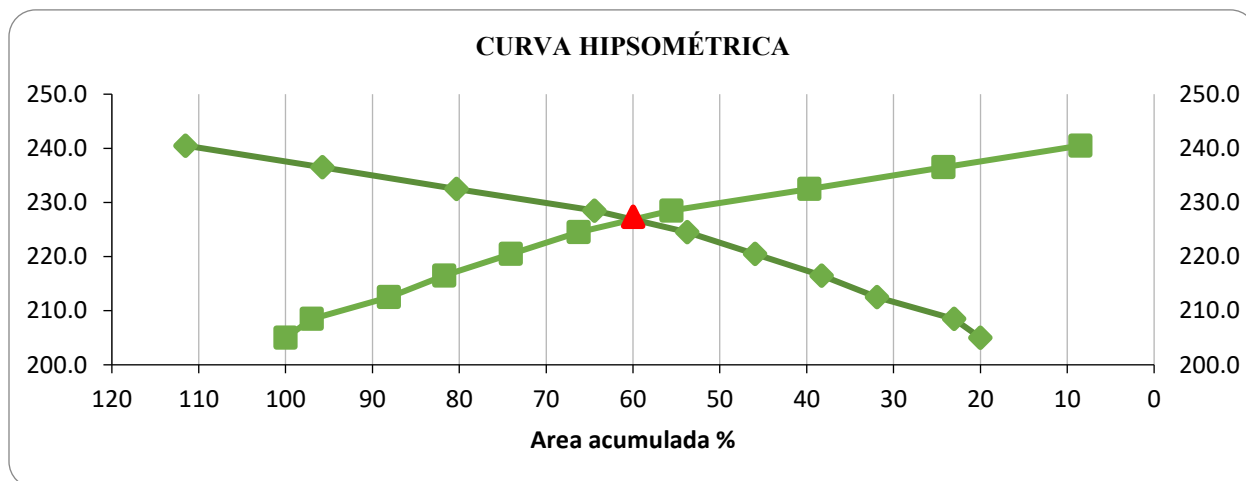
Tiempo de concentración	Hr.	0.40
-------------------------	-----	------

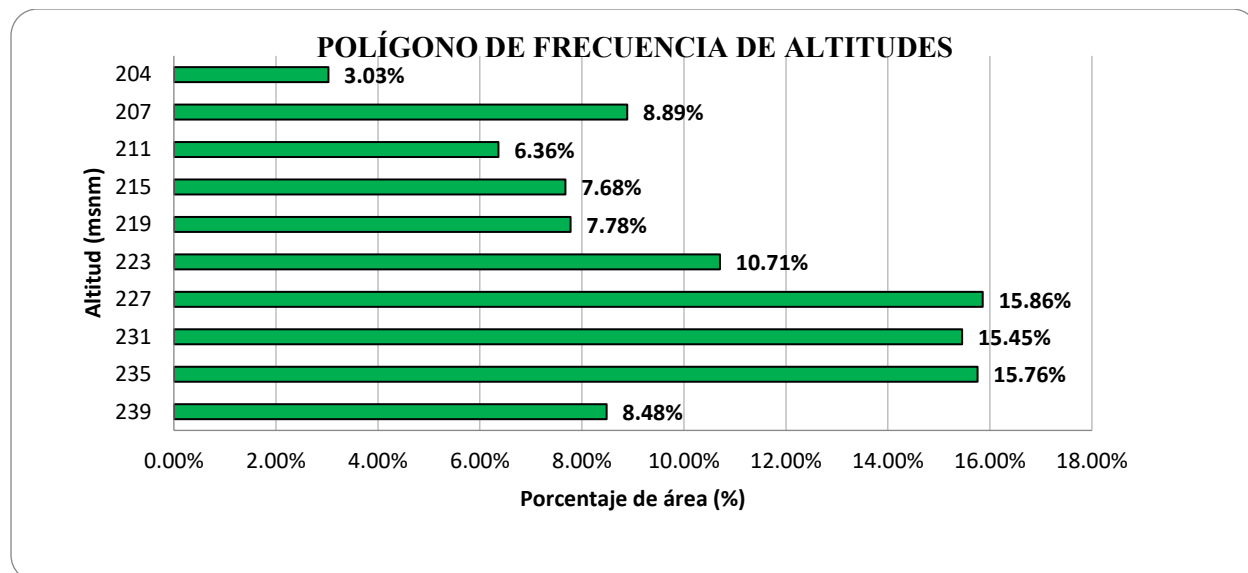
Nº	Rango	Término Descriptivo	PROMEDIO	Numero de ocurrencia	Pendiente media de la cuenca
1	0 - 2	Plano o casi a nivel	1.0	2.00	2.05
2	2 - 4	Ligeramente inclinado	3.0	10.00	3.34
3	4 - 8	Moderadamente inclinado	6.0	24.00	4.01
4	8 - 15	Fuertemente inclinado	11.5	116.00	10.07
5	15 - 25	Moderadamente empinado	20.0	173.00	8.65
6	25 - 50	Empinado	37.5	333.00	8.88
7	50 - 75	Muy empinado	62.5	146.00	2.34
8	Mayor a 75	Extremadamente empinado	208.6	47.00	0.23
TOTALES			350.05	851.00	2.43

CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UNA CUENCA
CUADRO DE ÁREAS ENTRE CURVAS DE NIVEL

Nº	COTA (msnm)			Área (km ²)					Ci*Ai
	Mínima	Máxima	Promedio "Ci"	Área Parcial (km ²) "Ai"	Área Acumulada (km ²)	Área que queda sobre la superficie (km ²)	Porcentaje de area entre C.N.	Porcentaje de área sobre C.N.	
1	204	206	205.0	0.027917786	0.03	0.92	3.03%	100.0	5.72
2	207	210	208.5	0.081892172	0.11	0.89	8.89%	97.0	17.07
3	211	214	212.5	0.05862735	0.17	0.81	6.36%	88.1	12.46
4	215	218	216.5	0.070725057	0.24	0.75	7.68%	81.7	15.31
5	219	222	220.5	0.07165565	0.31	0.68	7.78%	74.0	15.80
6	223	226	224.5	0.098642843	0.41	0.61	10.71%	66.3	22.15
7	227	230	228.5	0.146103079	0.56	0.51	15.86%	55.6	33.38
8	231	234	232.5	0.142380708	0.70	0.37	15.45%	39.7	33.10
9	235	238	236.5	0.145172486	0.84	0.22	15.76%	24.2	34.33
10	239	242	240.5	0.0781698	0.92	0.08	8.48%	8.5	18.80
				0.9213			100%		208.13

ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA	225.92 m.s.n.m
ALTITUD FRECUENTE MEDIA	227.68 m.s.n.m
ALTITUD MAS FRECUENTE	228.50 m.s.n.m





Punto control	Tiempo de concentración			Intensidad de la lluvia		Coefficiente de escorrentía	Coefficiente de uniformidad	Área	Caudal
	Long (m)	S (%)	Tc (hr)	Tr (años)	I (mm/Hr)	C aporte	CU	A (m ²)	Q (m ³ /s)
Cuenca	1,680.00	2.27	0.40	10	976.52	0.55	1.02	921,285.00	140.4941

Caudal de aporte				Caudal de recepción			
Q aporte (m ³ /s)	Q vía (m ³ /s)	Q cuenca (m ³ /s)	Q total (m ³ /s)	Q celda (m ³ /s)	Q alcantarilla (m ³ /s)	Q adm (m ³ /s)	Cumplimiento Q total < Q adm
0.3281	0.0615	140.4941	140.8837	92.48	184.96	147.968	sí cumple

7.3.4 Anexo C.4 datos históricos de la estación pluviométrica cobija aeropuerto

DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA (Cobija Aeropuerto) Código: A-1168 Fecha creación 27/12/1942														
Ubicación Geográfica:						Coordenadas Geográficas								
Departamento	Pando	Provincia	Nicolás Suárez	Municipio	Cobija	Latitud =	-11.039722	Longitud =	-6.878027	Altitud =	235			
DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)														
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo	
1950	47.10	97.00	67.10	17.20	21.40	2.40	0.00	0.00	22.00	42.00	78.90	47.50	97.00	Febrero
1951	34.70	59.50	49.60	16.00	51.50	46.10	0.00	39.00	50.70	40.20	86.80	52.80	86.80	Noviembre
1952	53.50	29.70	63.10	66.50	30.20	7.00	11.50	27.60	15.80	49.40	171.00	63.30	171.00	Noviembre
1953	73.00	62.70	101.50	69.20	39.20	7.00	23.30	3.50	65.20	29.00	45.70	120.00	120.00	Diciembre
1954	24.60	43.50	52.30	52.60	29.50	7.00	0.30	0.00	34.00	27.80	93.80	46.82	93.80	Diciembre
1955	81.50	37.00	120.00	87.00	52.60	10.00	0.20	28.30	15.00	77.00	82.00	69.00	120.00	Marzo
1956	56.20	71.50	41.00	37.80	19.50	1.50	31.60	19.00	37.00	88.00	65.00	67.00	88.00	Octubre
1957	39.50	63.20	65.00	48.20	27.60	16.30	15.00	16.20	21.00	62.00	82.20	17.00	82.20	Noviembre
1958	70.00	157.00	100.00	50.00	33.00	2.00	33.00	20.00	37.90	72.00	85.13	41.00	157.00	Febrero
1959	40.50	57.00	22.00	67.00	45.30	26.00	0.00	16.00	35.00	55.60	91.10	56.70	91.10	Noviembre
1960	50.40	107.80	52.00	67.00	28.50	3.00	0.00	105.00	42.00	52.00	47.60	77.30	107.80	Febrero
1961	32.30	49.00	51.00	58.60	35.10	22.00	0.00	0.00	30.80	80.50	49.00	109.50	109.50	Diciembre
1962	84.00	41.50	89.00	50.00	5.00	48.50	0.00	15.50	52.50	30.00	93.00	35.00	93.00	Noviembre
1963	39.00	103.00	40.00	55.00	29.00	10.80	6.20	5.00	47.00	49.00	46.00	33.00	103.00	Febrero
1964	83.50	44.00	30.00	37.80	51.00	10.00	3.00	6.00	44.00	56.60	25.00	104.00	104.00	Diciembre
1965	102.00	46.00	20.40	74.00	14.00	2.00	29.00	17.00	15.00	19.20	131.50	40.80	131.50	Noviembre
1966	19.80	70.00	72.00	146.00	37.50	10.00	3.00	12.60	38.00	69.50	38.00	55.20	146.00	Abril
1967	25.00	39.00	66.00	76.00	35.20	3.20	42.00	12.60	27.00	38.00	42.00	55.00	76.00	Abril
1968	59.00	26.50	56.50	99.50	14.00	17.20	90.00	46.20	26.90	26.40	68.00	64.40	99.50	Abril
1969	54.01	0.00	55.40	37.90	25.10	5.30	0.50	38.40	67.50	80.40	51.40	105.20	105.20	Abril
1970	29.00	48.50	47.30	64.30	34.90	49.60	41.30	42.20	65.20	69.10	51.30	69.54	69.54	Octubre
1971	53.00	83.20	97.40	25.30	102.00	4.20	28.20	14.00	43.20	40.00	54.00	55.00	102.00	Mayo
1972	81.00	140.00	41.10	77.00	47.20	19.40	17.00	29.00	22.50	67.90	41.40	101.00	140.00	Febrero

1973	32.00	82.10	53.40	34.90	47.00	21.40	21.00	54.10	26.00	120.00	72.00	52.20	120.00	Octubre
1974	81.00	65.20	28.10	103.00	14.40	41.10	19.00	31.00	25.00	80.00	51.00	59.00	103.00	Abril
1975	56.90	51.00	46.10	85.00	42.00	36.20	12.00	41.00	73.00	23.80	83.20	55.60	85.00	Abril
1976	85.00	54.50	56.00	74.10	41.00	27.00	15.69	14.00	20.00	88.00	50.10	46.50	88.00	Octubre
1977	48.20	44.20	64.00	25.10	29.10	60.00	20.80	46.50	56.10	62.00	127.80	43.10	127.80	Noviembre
1978	48.20	62.20	119.10	73.20	20.20	13.00	20.00	4.00	52.20	52.00	81.90	68.00	119.10	Marzo
1979	45.30	35.30	77.00	52.00	26.30	9.00	6.80	38.40	51.20	24.10	123.20	74.30	123.20	Noviembre
1980	65.30	46.00	43.00	49.00	36.00	1.70	10.00	14.80	110.00	46.20	31.60	37.00	110.00	Septiembre
1981	79.00	40.70	70.00	28.00	41.00	29.00	3.00	19.00	23.00	53.00	60.00	57.00	79.00	Enero
1982	55.00	59.00	27.00	53.00	55.00	3.00	15.00	90.00	76.00	47.00	68.00	30.00	90.00	Agosto
1983	70.00	30.00	54.00	103.00	78.00	17.00	2.00	8.00	12.00	31.00	91.00	60.00	103.00	Abril
1984	58.00	65.00	79.00	83.00	16.00	5.00	8.00	24.00	99.00	82.00	58.00	52.00	99.00	Septiembre
1985	45.00	29.00	34.00	56.00	6.00	1.00	27.00	26.00	92.00	82.00	53.00	47.00	92.00	Septiembre
1986	35.00	47.00	92.00	47.00	40.00	16.48	2.00	89.00	24.00	49.00	59.00	45.00	92.00	Marzo
1987	40.00	52.00	60.00	88.00	50.00	21.00	35.00	98.00	21.00	25.00	64.00	44.00	98.00	Agosto
1988	40.00	105.00	56.00	52.00	18.00	2.00	2.00	10.00	25.00	18.00	21.00	60.00	105.00	Febrero
1989	45.00	65.00	52.00	50.00	15.00	19.00	4.00	10.00	25.00	40.00	38.00	46.51	65.00	Diciembre
1990	77.00	50.00	70.00	48.00	46.00	5.00	21.00	46.00	32.00	29.00	63.00	72.00	77.00	Enero
1991	78.00	48.00	85.00	39.00	71.00	23.00	18.00	52.00	50.00	74.00	46.00	87.00	87.00	Diciembre
1992	82.00	34.00	50.00	29.20	24.20	6.00	8.20	63.00	41.00	46.60	57.80	107.00	107.00	Diciembre
1993	50.10	28.50	29.00	43.00	14.00	28.20	3.00	12.80	45.50	29.20	38.80	48.00	50.10	Enero
1994	39.50	26.90	27.70	54.20	7.50	9.00	0.00	12.80	16.20	52.20	30.20	63.20	63.20	Diciembre
1995	51.00	48.70	37.30	49.20	36.20	17.40	62.00	3.40	62.20	29.80	57.00	34.30	62.20	Septiembre
1996	52.30	76.60	49.30	38.60	28.20	30.20	0.00	23.20	68.80	43.20	44.00	85.80	85.80	Diciembre
1997	39.00	107.90	61.00	70.10	14.40	45.40	0.30	27.30	82.00	21.80	27.80	48.00	107.90	Febrero
1998	67.00	104.20	51.80	38.20	27.00	14.60	17.00	28.20	35.80	56.00	110.60	62.70	110.60	Noviembre
1999	53.90	97.00	54.20	37.60	32.00	57.20	18.20	0.00	31.20	31.60	97.20	81.50	97.20	Noviembre
2000	45.80	38.90	49.70	13.20	38.70	17.00	32.20	29.00	17.20	117.20	176.70	35.80	176.70	Noviembre
2001	73.70	35.40	111.70	64.20	31.30	33.10	4.60	19.20	51.70	76.60	81.70	42.20	111.70	Marzo
2002	37.60	44.10	94.40	67.20	39.90	2.20	9.30	7.60	11.60	86.80	68.30	60.20	94.40	Marzo
2003	60.50	100.60	39.60	53.20	46.20	5.10	0.80	28.50	33.10	85.90	76.20	73.40	100.60	Febrero
2004	55.10	117.00	39.60	19.30	36.10	48.20	13.80	29.20	28.20	65.20	73.50	77.90	117.00	Febrero
2005	55.60	82.10	28.00	36.00	6.60	1.10	1.10	9.60	46.20	40.20	74.60	80.60	82.10	Febrero
2006	57.90	133.90	45.70	44.60	24.40	32.70	26.40	31.20	26.20	36.20	45.30	58.20	133.90	Febrero
2007	30.60	48.20	87.50	66.20	61.60	2.70	9.20	1.10	46.30	36.20	32.40	48.40	87.50	Marzo
2008	60.80	104.20	26.90	76.40	3.80	2.40	17.80	60.90	4.00	80.70	61.80	55.10	104.20	Febrero
2009	41.80	75.10	71.30	82.20	108.10	33.60	42.30	47.60	55.60	57.20	69.20	138.80	138.80	Diciembre
2010	148.70	158.90	49.00	83.00	32.20	0.60	6.90	35.00	45.80	48.80	64.80	76.10	158.90	Febrero
2011	54.00	51.20	95.00	65.30	31.00	2.40	0.40	4.60	15.40	27.40	33.00	60.90	95.00	Marzo
2012	53.20	66.20	52.40	73.60	40.70	15.50	19.80	15.10	51.10	45.30	68.20	32.90	73.60	Abril
2013	48.40	37.00	87.40	21.70	46.70	50.90	27.60	56.70	24.60	27.50	56.20	29.90	87.40	Marzo
2014	50.20	59.50	62.80	31.50	24.00	20.00	4.00	43.90	65.20	85.20	60.10	51.50	85.20	Octubre
2015	110.00	63.60	40.50	34.50	49.60	24.10	4.40	35.70	5.60	26.00	25.00	26.60	110.00	Enero
2016	46.40	65.30	51.00	16.60	39.40	3.60	37.70	29.80	41.30	44.20	66.80	91.80	91.80	Diciembre
2017	36.00	65.40	66.10	40.10	11.10	0.30	10.20	40.20	16.70	37.70	35.60	55.50	66.10	Marzo
2018	34.20	54.00	41.60	36.60	30.30	11.40	7.00	52.00	29.10	28.20	96.80	49.40	96.80	Noviembre
2019	58.70	35.00	31.90	83.90	40.70	3.10	41.70	16.10	57.20	30.60	71.40	91.50	91.50	Diciembre
2020	56.70	64.10	25.00	45.10	7.70	2.40	26.70	6.30	5.10	49.30	59.10	83.30	83.30	Diciembre
2021	62.50	66.50	95.30	42.20	48.40	7.40	0.10	19.80	8.00	64.40	63.80	77.60	95.30	Marzo
2022	37.90	61.00	101.80	5.80	22.10	22.00	13.30	42.60	67.70	54.60	45.80	40.10	101.80	Marzo
2023	139.20	27.00	71.40	13.60	24.00	8.40	8.00	14.89	22.16	29.28	39.20	36.34	139.20	Enero
MAX	148.70	158.90	120.00	146.00	108.10	60.00	90.00	105.00	110.00	120.00	176.70	138.80	176.70	

Nº	Año	Mes	Max. Precip.	Precipitación (mm)	
				\bar{x}	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1950	Febrero	97		23.8325545
2	1951	Noviembre	86.8		227.462493
3	1952	Noviembre	171		4777.31731
4	1953	Diciembre	120		328.267006
5	1954	Diciembre	93.8		65.3164569
6	1955	Marzo	120		328.267006
7	1956	Octubre	88		192.70603
8	1957	Noviembre	82.2		387.375603
9	1958	Febrero	157		3038.00939
10	1959	Noviembre	91.1		116.248499
11	1960	Febrero	107.8		35.0243841
12	1961	Diciembre	109.5		58.036061
13	1962	Noviembre	93		78.8874325
14	1963	Febrero	103		1.25023764
15	1964	Diciembre	104		4.48651815
16	1965	Noviembre	131.5		877.234232
17	1966	Abril	146		1946.4103
18	1967	Abril	76		669.870664
19	1968	Abril	99.5		5.67325583
20	1969	Abril	105.2		11.0100548
21	1970	Octubre	69.54		1046.02949
22	1971	Mayo	102		0.01395712
23	1972	Febrero	140		1452.99262
24	1973	Octubre	120		328.267006
25	1974	Abril	103		1.25023764
26	1975	Abril	85		284.997188
27	1976	Octubre	88		192.70603
28	1977	Noviembre	127.8		671.749994
29	1978	Marzo	119.1		296.464354
30	1979	Noviembre	123.2		454.463104

31	1980	Septiembre	110	65.9042013
32	1981	Enero	79	523.579505
33	1982	Agosto	90	141.178591
34	1983	Abril	103	1.25023764
35	1984	Septiembre	99	8.30511557
36	1985	Septiembre	92	97.651152
37	1986	Marzo	92	97.651152
38	1987	Agosto	98	15.0688351
39	1988	Febrero	105	9.72279867
40	1989	Diciembre	65	1360.27158
41	1990	Enero	77	619.106944
42	1991	Diciembre	87	221.469749
43	1992	Diciembre	107	26.1953597
44	1993	Enero	50.1	2681.361
45	1994	Diciembre	63.2	1496.28627
46	1995	Septiembre	62.2	1574.64999
47	1996	Diciembre	85.8	258.626213
48	1997	Febrero	107.9	36.2180122
49	1998	Noviembre	110.6	76.0059696
50	1999	Noviembre	97.2	21.9198106
51	2000	Noviembre	176.7	5597.75411
52	2001	Marzo	111.7	96.3958781
53	2002	Marzo	94.4	55.9782252
54	2003	Febrero	100.6	1.64
55	2004	Febrero	117	228.56
56	2005	Febrero	82.1	391.32
57	2006	Febrero	133.9	1025.16
58	2007	Marzo	87.5	206.84
59	2008	Febrero	104.2	5.37
60	2009	Diciembre	138.8	1362.95
61	2010	Febrero	158.9	3251.07
62	2011	Marzo	95	47.36
63	2012	Abril	73.6	799.86
64	2013	Marzo	87.4	209.72
65	2014	Octubre	85.2	278.28
66	2015	Enero	110	65.90
67	2016	Diciembre	91.8	101.64
68	2017	Marzo	66.1	1280.34
69	2018	Noviembre	96.8	25.83
70	2019	Diciembre	91.5	107.78
71	2020	Diciembre	83.3	345.29
72	2021	Marzo	95.3	43.32
73	2022	Marzo	101.8	20.01
74	2023	Enero	139.2	1392.64
75	2024	Noviembre	77.3	604.27
		Suma	7641.14	44759.3

7.3.5 Anexo C.5 cálculo de la intensidad de la precipitación

Cálculo variables probabilísticas	Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias																																								
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 101.88 \text{ mm}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Periodo Retorno</th> <th>Variable Reducida</th> <th>Precip. (mm) XT(mm)</th> <th>Prob. de ocurrencia F(xT)</th> <th>Corrección intervalo fijo XT (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>0.3665</td><td>97.8418</td><td>0.5000</td><td>110.5612</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.4999</td><td>119.5761</td><td>0.8000</td><td>135.1210</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.2504</td><td>133.9661</td><td>0.9000</td><td>151.3816</td></tr> <tr><td>25</td><td>3.1985</td><td>152.1478</td><td>0.9600</td><td>171.9271</td></tr> <tr><td>50</td><td>3.9019</td><td>165.6361</td><td>0.9800</td><td>187.1688</td></tr> <tr><td>100</td><td>4.6001</td><td>179.0248</td><td>0.9900</td><td>202.2980</td></tr> <tr><td>500</td><td>6.2136</td><td>209.9640</td><td>0.9980</td><td>237.2594</td></tr> </tbody> </table>	Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm) XT(mm)	Prob. de ocurrencia F(xT)	Corrección intervalo fijo XT (mm)	2	0.3665	97.8418	0.5000	110.5612	5	1.4999	119.5761	0.8000	135.1210	10	2.2504	133.9661	0.9000	151.3816	25	3.1985	152.1478	0.9600	171.9271	50	3.9019	165.6361	0.9800	187.1688	100	4.6001	179.0248	0.9900	202.2980	500	6.2136	209.9640	0.9980	237.2594
Periodo Retorno		Variable Reducida	Precip. (mm) XT(mm)	Prob. de ocurrencia F(xT)	Corrección intervalo fijo XT (mm)																																				
2		0.3665	97.8418	0.5000	110.5612																																				
5		1.4999	119.5761	0.8000	135.1210																																				
10	2.2504	133.9661	0.9000	151.3816																																					
25	3.1985	152.1478	0.9600	171.9271																																					
50	3.9019	165.6361	0.9800	187.1688																																					
100	4.6001	179.0248	0.9900	202.2980																																					
500	6.2136	209.9640	0.9980	237.2594																																					
$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 24.59 \text{ mm}$																																									
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 19.18 \text{ mm}$																																									
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 90.81 \text{ mm}$																																									

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	110.56	135.12	151.38	171.93	187.17	202.30	237.26
18 hr	X18 = 91%	100.61	122.96	137.76	156.45	170.32	184.09	215.91
12 hr	X12 = 80%	88.45	108.10	121.11	137.54	149.74	161.84	189.81
8 hr	X8 = 68%	75.18	91.88	102.94	116.91	127.27	137.56	161.34
6 hr	X6 = 61%	67.44	82.42	92.34	104.88	114.17	123.40	144.73
5 hr	X5 = 57%	63.02	77.02	86.29	98.00	106.69	115.31	135.24
4 hr	X4 = 52%	57.49	70.26	78.72	89.40	97.33	105.19	123.37
3 hr	X3 = 46%	50.86	62.16	69.64	79.09	86.10	93.06	109.14
2 hr	X2 = 39%	43.12	52.70	59.04	67.05	73.00	78.90	92.53
1 hr	X1 = 30%	33.17	40.54	45.41	51.58	56.15	60.69	71.18

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	4.607	5.630	6.308	7.164	7.799	8.429	9.886

18 hr	1080	5.589	6.831	7.653	8.692	9.462	10.227	11.995
12 hr	720	7.371	9.008	10.092	11.462	12.478	13.487	15.817
8 hr	480	9.398	11.485	12.867	14.614	15.909	17.195	20.167
6 hr	360	11.240	13.737	15.390	17.479	19.029	20.567	24.121
5 hr	300	12.604	15.404	17.258	19.600	21.337	23.062	27.048
4 hr	240	14.373	17.566	19.680	22.351	24.332	26.299	30.844
3 hr	180	16.953	20.719	23.212	26.362	28.699	31.019	36.380
2 hr	120	21.559	26.349	29.519	33.526	36.498	39.448	46.266
1 hr	60	33.168	40.536	45.414	51.578	56.151	60.689	71.178

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.6067	7.2724	1.5275	11.1087	52.8878
2	1080	5.5895	6.9847	1.7209	12.0199	48.7863
3	720	7.3707	6.5793	1.9975	13.1422	43.2865
4	480	9.3977	6.1738	2.2405	13.8322	38.1156
5	360	11.2404	5.8861	2.4195	14.2415	34.6462
6	300	12.6040	5.7038	2.5340	14.4535	32.5331
7	240	14.3730	5.4806	2.6653	14.6078	30.0374
8	180	16.9527	5.1930	2.8304	14.6983	26.9668
9	120	21.5594	4.7875	3.0708	14.7015	22.9201
10	60	33.1684	4.0943	3.5016	14.3367	16.7637
10	4980	136.8625	58.1555	24.5081	137.1422	346.9435
Ln (d) =	6.0354	d =	417.9795	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5.6300	7.2724	1.7281	12.5676	52.8878
2	1080	6.8311	6.9847	1.9215	13.4210	48.7863
3	720	9.0081	6.5793	2.1981	14.4620	43.2865
4	480	11.4853	6.1738	2.4411	15.0706	38.1156
5	360	13.7373	5.8861	2.6201	15.4223	34.6462
6	300	15.4038	5.7038	2.7346	15.5976	32.5331
7	240	17.5657	5.4806	2.8659	15.7072	30.0374
8	180	20.7185	5.1930	3.0310	15.7400	26.9668
9	120	26.3486	4.7875	3.2714	15.6619	22.9201
10	60	40.5363	4.0943	3.7022	15.1581	16.7637
10	4980	167.2647	58.1555	26.5141	148.8083	346.9435
Ln (d) =	6.2360	d =	510.8282	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	6.3076	7.2724	1.8418	13.3939	52.8878
2	1080	7.6532	6.9847	2.0351	14.2147	48.7863
3	720	10.0921	6.5793	2.3118	15.2096	43.2865
4	480	12.8674	6.1738	2.5547	15.7722	38.1156
5	360	15.3905	5.8861	2.7337	16.0911	34.6462
6	300	17.2575	5.7038	2.8482	16.2458	32.5331
7	240	19.6796	5.4806	2.9796	16.3300	30.0374
8	180	23.2119	5.1930	3.1447	16.3301	26.9668
9	120	29.5194	4.7875	3.3850	16.2059	22.9201
10	60	45.4145	4.0943	3.8158	15.6233	16.7637
10	4980	187.3936	58.1555	27.6504	155.4167	346.9435
Ln (d) =	6.3497	d =	572.3021	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	7.1636	7.2724	1.9690	14.3195	52.8878
2	1080	8.6919	6.9847	2.1624	15.1037	48.7863
3	720	11.4618	6.5793	2.4390	16.0469	43.2865
4	480	14.6138	6.1738	2.6820	16.5579	38.1156
5	360	17.4793	5.8861	2.8610	16.8402	34.6462
6	300	19.5997	5.7038	2.9755	16.9717	32.5331
7	240	22.3505	5.4806	3.1068	17.0275	30.0374
8	180	26.3621	5.1930	3.2719	16.9910	26.9668
9	120	33.5258	4.7875	3.5123	16.8152	22.9201
10	60	51.5781	4.0943	3.9431	16.1444	16.7637
10	4980	212.8266	58.1555	28.9231	162.8179	346.9435
Ln (d) =	6.4769	d =	649.9746	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	7.7987	7.2724	2.0540	14.9372	52.8878
2	1080	9.4624	6.9847	2.2473	15.6970	48.7863
3	720	12.4779	6.5793	2.5240	16.6058	43.2865
4	480	15.9093	6.1738	2.7669	17.0823	38.1156
5	360	19.0288	5.8861	2.9460	17.3402	34.6462
6	300	21.3372	5.7038	3.0605	17.4562	32.5331
7	240	24.3319	5.4806	3.1918	17.4930	30.0374
8	180	28.6992	5.1930	3.3569	17.4321	26.9668
9	120	36.4979	4.7875	3.5973	17.2218	22.9201
10	60	56.1506	4.0943	4.0280	16.4922	16.7637
10	4980	231.6942	58.1555	29.7725	167.7577	346.9435
Ln (d) =	6.5619	d =	707.5964	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	8.4291	7.2724	2.1317	15.5025	52.8878
2	1080	10.2273	6.9847	2.3251	16.2399	48.7863
3	720	13.4865	6.5793	2.6017	17.1172	43.2865
4	480	17.1953	6.1738	2.8446	17.5622	38.1156
5	360	20.5670	5.8861	3.0237	17.7977	34.6462
6	300	23.0620	5.7038	3.1382	17.8995	32.5331
7	240	26.2987	5.4806	3.2695	17.9191	30.0374
8	180	31.0190	5.1930	3.4346	17.8357	26.9668
9	120	39.4481	4.7875	3.6750	17.5940	22.9201
10	60	60.6894	4.0943	4.1058	16.8104	16.7637
10	4980	250.4225	58.1555	30.5498	172.2782	346.9435
Ln (d) =	6.6396	d =	764.7928	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	9.8858	7.2724	2.2911	16.6618	52.8878
2	1080	11.9948	6.9847	2.4845	17.3533	48.7863
3	720	15.8173	6.5793	2.7611	18.1660	43.2865
4	480	20.1670	6.1738	3.0040	18.5464	38.1156
5	360	24.1214	5.8861	3.1831	18.7360	34.6462
6	300	27.0476	5.7038	3.2976	18.8088	32.5331
7	240	30.8437	5.4806	3.4289	18.7927	30.0374
8	180	36.3798	5.1930	3.5940	18.6636	26.9668
9	120	46.2656	4.7875	3.8344	18.3571	22.9201
10	60	71.1778	4.0943	4.2652	17.4631	16.7637
10	4980	293.7007	58.1555	32.1439	181.5489	346.9435
Ln (d) =	6.7990	d =	896.9650	n =	-0.6164	

Regresión potencial							Coef. de regresión [n]
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2	
1	2	417.9795	0.6931	6.0354	4.1834	0.4805	-0.6164
2	5	510.8282	1.6094	6.2360	10.0365	2.5903	-0.6164
3	10	572.3021	2.3026	6.3497	14.6206	5.3019	-0.6164
4	25	649.9746	3.2189	6.4769	20.8484	10.3612	-0.6164
5	50	707.5964	3.9120	6.5619	25.6702	15.3039	-0.6164
6	100	764.7928	4.6052	6.6396	30.5765	21.2076	-0.6164
7	500	896.9650	6.2146	6.7990	42.2532	38.6214	-0.6164
7	692	4520.4386	22.5558	45.0986	148.1890	93.8667	-0.6164
Ln (K) =	6.0062	K =	405.9423	m =	0.1354		

7.3.6 Anexo C.6 cálculo de cunetas y sumidero

DISÑO HIDRAULICO DE CUNETAS

Proyecto: "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBI

1. IDENTIFICACION DE AREAS DE APORTE SOBRE LAS VIAS



2. DATOS DEL ESTUDIO HIDROLOGICO

Punto control	Tiempo de concentracion			Intencidad de la lluvia		Coeficiente de escorrentia		Coeficiente de uniformidad	Area		Caudal		
	Long (m)	S (%)	Tc (min)	Tr (años)	I (mm/Hr)	C aporte	C via	CU	A aporte (m²)	A via (m²)	Q aporte (m³/s)	Q via (m³/s)	Q total (m³/s)
Tramo 1	84.65	1.80%	3.09	2	222.43	0.48	0.60	1.23	2,825.95	1,017.49	0.103	0.0463	0.149
Tramo 2	88.00	4.72%	2.26	2	269.79	0.48	0.60	1.17	2,570.01	938.96	0.108	0.0492	0.157
Tramo 3	89.68	3.07%	2.67	2	243.66	0.48	0.60	1.20	2,723.59	753.31	0.106	0.0366	0.142
Tramo 4	88.88	11.73%	1.65	2	327.36	0.48	0.90	1.12	5,338.86	915.46	0.261	0.0838	0.344
Tramo 5	197.89	1.74%	5.71	2	152.32	0.52	0.90	1.39	4,272.08	2,594.34	0.130	0.1370	0.267
Tramo 5	104.26	11.07%	1.89	2	301.63	0.52	0.90	1.14	4,272.08	1,366.85	0.211	0.1171	0.329

3. DISEÑO HIDRAULICO

Punto control	GEOMETRIA Y CAUDAL DE DISEÑO DE LA VIA								
	Altura del agua y IT (m)	Ancho superficial IT (m)	Pendiente Long. De la vía (%)	Material	n Manning	Area hidraulica (m²)	Perimetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Q cuneta (m³/s)
Tramo 1	0.13	0.30	1.80%	Concreto	0.016	0.0195	0.46	0.04	0.0200
Tramo 2	0.13	0.30	4.72%	Concreto	0.016	0.0195	0.46	0.04	0.0323
Tramo 3	0.13	0.30	3.07%	Concreto	0.016	0.0195	0.46	0.04	0.0261
Tramo 4	0.13	0.30	11.73%	Concreto	0.016	0.0195	0.46	0.04	0.0510
Tramo 5	0.13	0.30	1.74%	Concreto	0.016	0.0195	0.46	0.04	0.0196
Tramo 5	0.13	0.30	11.07%	Concreto	0.016	0.0195	0.46	0.04	0.0495

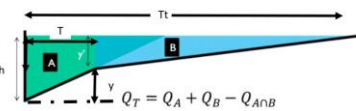
4. VERIFICACION DEL DISEÑO

Punto control	VERIFICACION DE CUMPLIMIENTO									
	Q cunetas (m³/s)	Factor de reduccion F	Pendiente de la cuneta	Q adm (m³/s)	Q total (m³/s)	AQ (m³/s)	V (m/s)	Numero de froude (Fr)	Tipo de flujo	Cumplimiento Q total < Q adm
Tramo 1	0.0399	0.80	1.80%	0.0319	0.1490	0.1171	3.00	2.66	Flujo supercrítico	no cumple
Tramo 2	0.0647	0.55	4.72%	0.0356	0.1569	0.1213	3.11	2.76	Flujo supercrítico	no cumple
Tramo 3	0.0522	0.67	3.07%	0.0349	0.1424	0.1074	2.75	2.44	Flujo supercrítico	no cumple
Tramo 4	0.1019	0.17	11.73%	0.0173	0.3443	0.3269	8.38	7.42	Flujo supercrítico	no cumple
Tramo 5	0.0393	0.80	1.74%	0.0314	0.2674	0.2359	6.05	5.36	Flujo supercrítico	no cumple
Tramo 5	0.0990	0.19	11.07%	0.0188	0.3286	0.3098	7.94	7.03	Flujo supercrítico	no cumple

5. INCORPORACION DE SUMIDEROS O CUNETAS COMPUESTAS CON EL PAVIMENTO

CUNETAS COMPUESTAS

$$Q = \frac{1}{\left(\frac{3}{n_c^2} \cdot (y + \sqrt{y^2 + T^2}) + n_p^2 \cdot (\sqrt{(h-y)^2 + (T-T)^2}) \right)^{3/2}} \cdot \left(\frac{y \cdot T}{2} + T \cdot (h-y) + \frac{(T-T) \cdot (h-y)}{2} \right) \cdot s^{1/2}$$



Punto control	GEOMETRIA Y CAUDAL DE DISEÑO DE LA VIA								
	Altura del agua y IT (m)	Ancho superficial IT (m)	Pendiente Long. De la vía (%)	Altura del agua total h (m)	Ancho superficial total Tt (m)	Seccion 1 n concreto	Seccion 2 n adoquin o concreto	Area hidraulica (m²)	Q cuneta (m³/s)
Tramo 1	0.10	0.30	1.80%	0.13	1.80	0.016	0.020	0.0465	0.02728
Tramo 2	0.10	0.30	4.72%	0.13	1.80	0.016	0.020	0.0465	0.04417
Tramo 3	0.10	0.30	3.07%	0.13	1.80	0.016	0.020	0.0465	0.03562
Tramo 4	0.10	0.30	11.73%	0.13	1.80	0.016	0.016	0.0465	0.08342
Tramo 5	0.10	0.30	1.74%	0.13	1.80	0.016	0.016	0.0465	0.03213
Tramo 5	0.10	0.30	11.07%	0.13	1.80	0.016	0.016	0.0465	0.08104

Punto control	VERIFICACION DE CUMPLIMIENTO										
	Q cuneta (m³/s)	Factor de reducción F	Pendiente de la cuneta %	Q adm (m³/s)	Q total (m³/s)	ΔQ (m³/s)	V (m/s)	Numero de froude (Fr)	Tipo de flujo	Cumplimiento Q total < Q adm	
Tramo 1	0.0546	0.80	1.80%	0.0436	0.1490	0.1054	1.13	1.00	Flujo supercrítico	no cumple	
Tramo 2	0.0883	0.55	4.72%	0.0486	0.1569	0.1083	1.16	1.03	Flujo supercrítico	no cumple	
Tramo 3	0.0712	0.67	3.07%	0.0477	0.1424	0.0946	1.02	0.90	Flujo subcrítico	no cumple	
Tramo 4	0.1668	0.17	11.73%	0.0284	0.3443	0.3159	3.40	3.01	Flujo supercrítico	no cumple	
Tramo 5	0.0643	0.80	1.74%	0.0514	0.2674	0.2159	2.32	2.06	Flujo supercrítico	no cumple	
Tramo 5	0.1621	0.19	11.07%	0.0308	0.3286	0.2978	3.20	2.84	Flujo supercrítico	no cumple	

SUMIDEROS

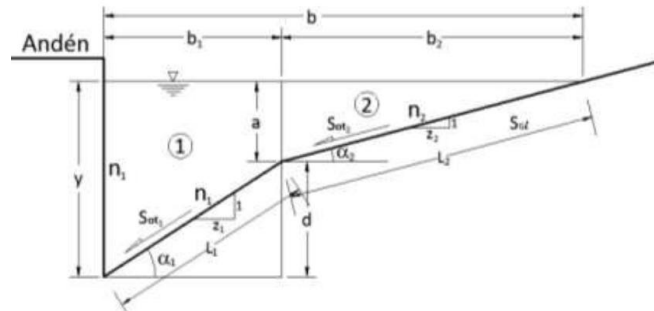
Punto control	VERIFICACION DE CUMPLIMIENTO														
	Ancho de sumidero w (m)	Ancho superficial IT (m)	Q cuneta excedente (m³/s)	Pendiente trans. De la vía (%)	Longitud del sumidero L (m)	V (m/s)	Vo (m/s)	Q frontal (m³/s)	Q lateral (m³/s)	Relacion de flujo frontal Rf	Relacion de flujo lateral Rs	Eficiencia de captacion	Caudal de interseccion (m³/s)	Caudal de sobrepaso (m³/s)	
Tramo 1	0.30	1.80	0.1054	2.00%	1.00	1.63	2.50	0.04	0.06	1.00	0.09	0.44	0.0466	0.0588	
Tramo 2	0.30	1.80	0.1083	2.00%	1.00	1.67	2.50	0.04	0.07	1.00	0.09	0.44	0.0476	0.0607	
Tramo 3	0.30	1.80	0.0946	2.00%	1.00	1.46	2.50	0.04	0.06	1.00	0.11	0.45	0.0429	0.0518	
Tramo 4	0.30	1.80	0.3159	2.00%	1.00	4.88	2.50	0.12	0.19	0.30	0.01	0.12	0.0391	0.2768	
Tramo 5	0.30	1.80	0.2159	2.00%	1.00	3.33	2.50	0.08	0.13	0.75	0.03	0.31	0.0664	0.1496	
Tramo 5	0.30	1.80	0.2978	2.00%	1.00	4.60	2.50	0.11	0.18	0.38	0.02	0.16	0.0466	0.2512	

6. VERIFICACION INCORPORADO AMBAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS

Punto control	VERIFICACION DE CUMPLIMIENTO									
	Caudal de interseccion (m³/s)	Caudal de sobrepaso (m³/s)	Numero de sumideros	Q cuneta excedente (m³/s)	Caudal de residuo para cunetas (m³/s)	V (m/s)	Numero de froude (Fr)	Tipo de flujo	Cumplimiento Q total < Q adm	
Tramo 1	0.0466	0.0588	2.000	0.1054	0.0122	0.13	0.12	Flujo subcrítico	si cumple	
Tramo 2	0.0476	0.0607	2.000	0.1083	0.0131	0.14	0.12	Flujo subcrítico	si cumple	
Tramo 3	0.0429	0.0518	2.000	0.0946	0.0089	0.10	0.08	Flujo subcrítico	si cumple	
Tramo 4	0.0391	0.2768	8.000	0.3159	0.0027	0.03	0.03	Flujo subcrítico	si cumple	
Tramo 5	0.0664	0.1496	3.000	0.2159	0.0168	0.18	0.16	Flujo subcrítico	si cumple	
Tramo 5	0.0466	0.2512	6.000	0.2978	0.0180	0.19	0.17	Flujo subcrítico	si cumple	

7. DIMENSIONES FINALES

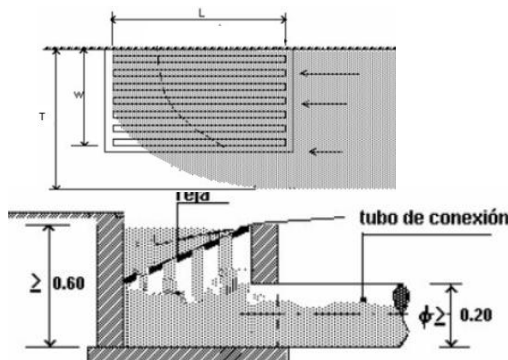
SECCION DE LAS CUNETAS



DATOS	UNIDAD	SECCION1	SECCION2
ALTURA DE AGUA	M	0.13	0.03
ANCHO SUPERFICIAL	M	0.30	1.50
COEF. MANNING	-	0.016	0.016-0.02
TALUD	-	3	50
BOMBEO	-	33%	2%
GRAVEDAD	M3/S	9.81	9.81

SUMIDERO REGILLA

Metodología FHWA















DATOS	UNIDAD	TRAMO1
LARGO DE REJILLA	M	1.00
ANCHO DE REJILLA	M	0.30
ALTURA DE REJILLA	M	0.60
D. TUBO	M	0.20
ALTURA DE ACERA	M	0.62
TIPO DE INTERSECCION	-	Vano curvado

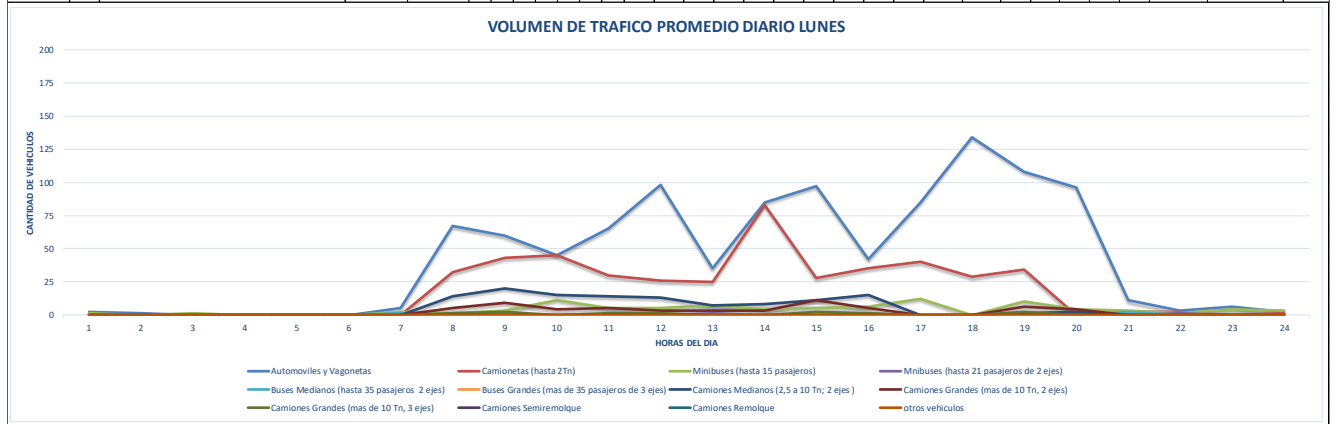
7.4 ANEXOS “D” TRANSITO













7.4.1 Anexo D.1 aforo vehicular

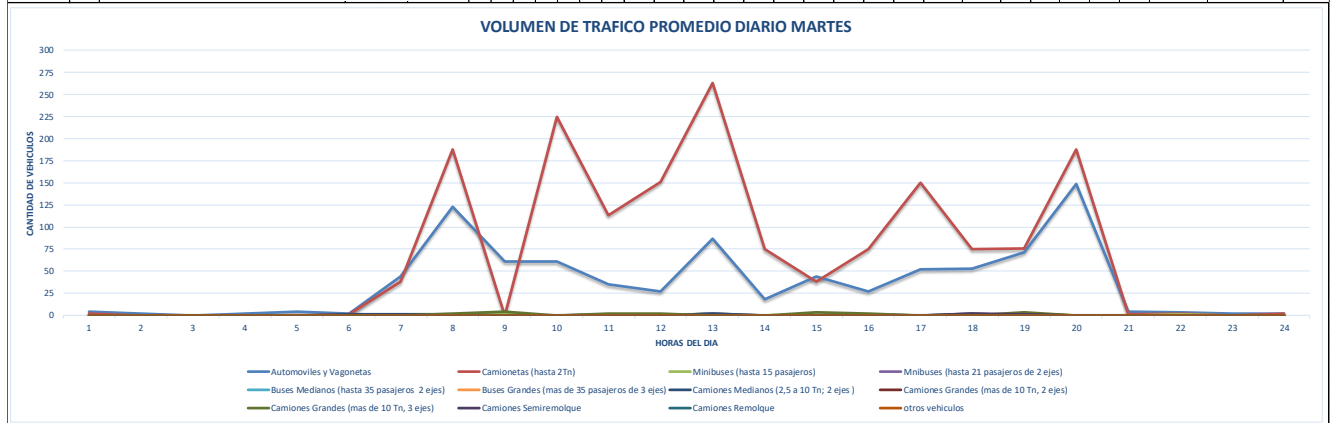














7.4.2 Anexo D.2 estudios de tránsito diario en su variación horaria

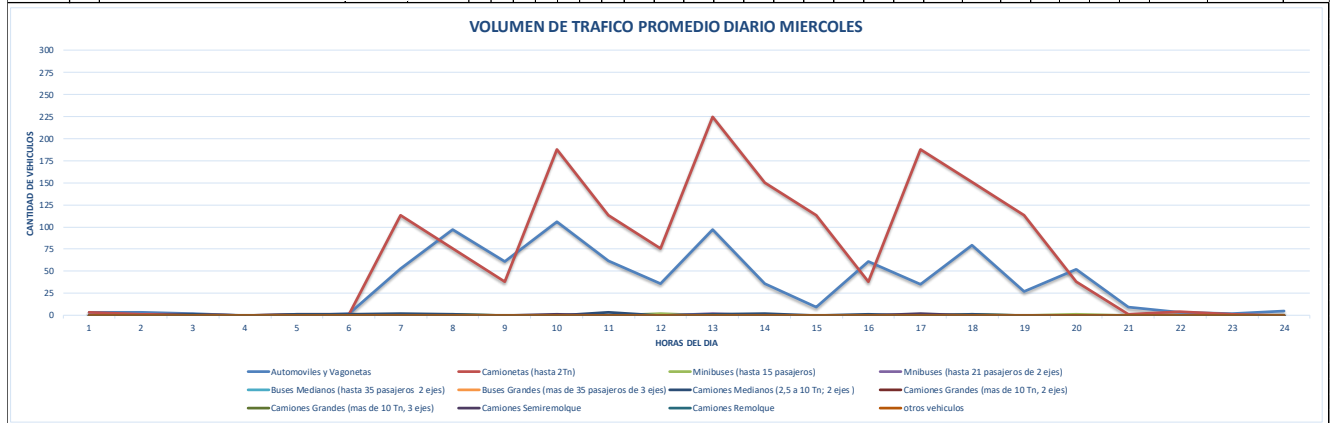
		VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO LUNES																												
CLASE	TIPO	IMAGEN	Carril	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL	GRUPOS	1783
LIVIANOS	1 Automoviles y Vagonetas		Ida	1	-	-	-	-	-	5	38	42	20	35	44	20	40	44	18	42	68	51	44	4	2	2	1	521	GRUPO A	1592
			Vuelta	1	1	-	-	-	-	-	29	18	25	30	54	15	45	53	24	43	66	57	52	7	1	4	1	526		
			Total	2	1	0	0	0	0	5	67	60	45	65	98	35	85	97	42	85	134	108	96	11	3	6	2	1047		
	2 Camionetas (hasta 2Tn)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	15	20	25	10	15	15	40	13	17	21	15	14	-	-	1	-	-	221		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	17	23	20	20	11	10	43	15	18	19	14	20	-	2	1	-	1	234		
			Total	0	0	0	0	0	0	32	43	45	30	26	25	83	28	35	40	29	34	0	2	2	0	1	-	455		
	3 Minibuses (hasta 15 pasajeros)		Ida	-	-	1	-	-	-	-	1	2	5	-	3	4	3	3	3	7	-	4	3	2	1	2	-	44		
			Vuelta	1	-	-	-	-	-	2	-	1	6	5	2	3	1	2	3	5	-	6	1	1	-	2	3	44		
Total			1	0	1	0	0	0	2	1	3	11	5	5	7	4	5	6	12	0	10	4	3	1	4	3	88			
MB Mñibuses (hasta 21 pasajeros de 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
		Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1		
		Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2		
OMNIBUS	B2 Buses Medianos (hasta 35 pasajeros 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
			Total	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	B3 Buses Grandes (mas de 35 pasajeros de 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CAMION	C2m Camiones Medianos (2,5 a 10 Tn; 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	8	12	8	5	7	3	5	6	7	-	-	-	-	-	1	2	-	-	64		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	6	8	7	9	6	4	3	5	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56		
			Total	0	0	0	0	0	0	14	20	15	14	13	7	8	11	15	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	120	
	C2 Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	2	3	1	2	1	2	1	5	3	-	-	-	-	3	2	-	-	-	25		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	3	6	3	3	2	1	2	6	2	-	-	-	-	3	2	-	-	-	33		
			Total	0	0	0	0	0	0	5	9	4	5	3	3	3	11	5	0	0	6	4	0	0	0	0	0	58		
C3 Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7			
		Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	10		
		Total	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	1	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	17		
SEMI-TRAILER	SSR Camiones Semiremolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
	CR Camiones Remolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
12 otros vehiculos		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
		Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		















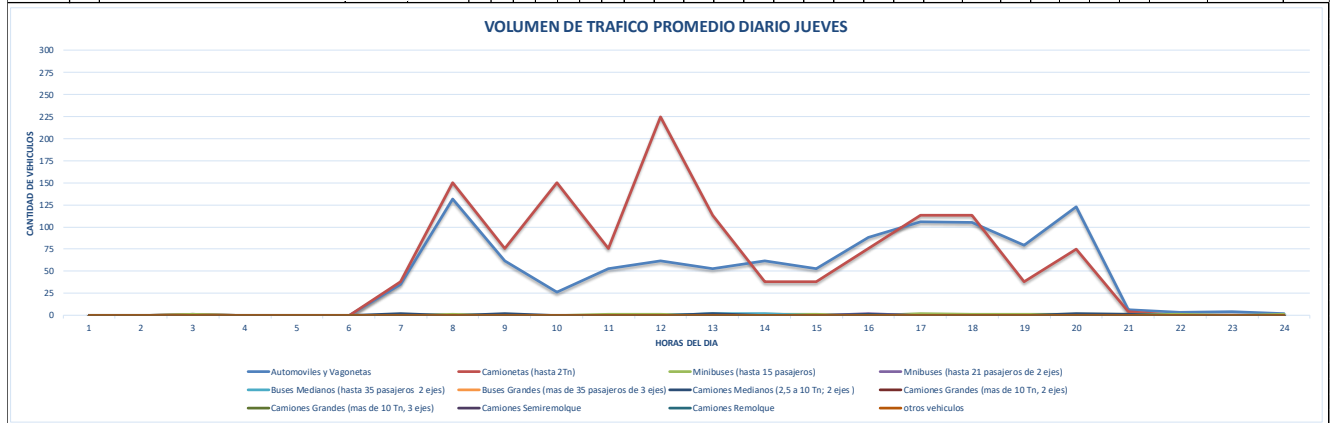
VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO MARTES																																
CLASE	TIPO	IMAGEN	Carril	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL	GRUPOS	2579		
LUVIADOS	1 Automoviles y Vagonetas		Ida	2	2	-	1	2	1	18	88	35	35	-	18	61	18	35	18	26	18	18	79	2	1	1	1	480	GRUPO A	2547		
			Vuelta	2	-	-	1	2	1	26	35	26	26	35	9	26	-	9	9	26	35	53	70	2	2	1	1	397				
			Total	4	2	0	2	4	2	44	123	61	61	35	27	87	18	44	27	52	53	71	149	4	3	2	2	877				
	2 Camionetas (hasta 2Tn)		Ida	1	-	-	-	-	-	-	75	-	75	38	38	150	75	38	-	-	75	38	75	-	1	-	-	1			680	
			Vuelta	1	-	-	-	-	1	38	113	-	150	75	113	113	-	-	75	150	-	38	113	1	1	-	1	983				
			Total	2	0	0	0	0	1	38	188	0	225	113	151	263	75	38	75	150	75	76	188	1	2	0	2	1663				
	3 Minibuses (hasta 15 pasajeros)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-			4	
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-			1	
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0			0	5
	MB Mnibuses (hasta 21 pasajeros de 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			2	
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	0
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0
OMNIBUS	B2 Buses Medianos (hasta 35 pasajeros 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B3 Buses Grandes (mas de 35 pasajeros de 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION	C2m Camiones Medianos (2,5 a 10 Tn; 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4			
			Vuelta	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5		
			Total	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
	C2 Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C3 Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	12			
		Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6		
		Total	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	2	2	0	0	3	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	18		
SEMI-TRAILER	SSR Camiones Semiremolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	3			
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3	
	CR Camiones Remolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 otros vehiculos		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
		Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
		Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	















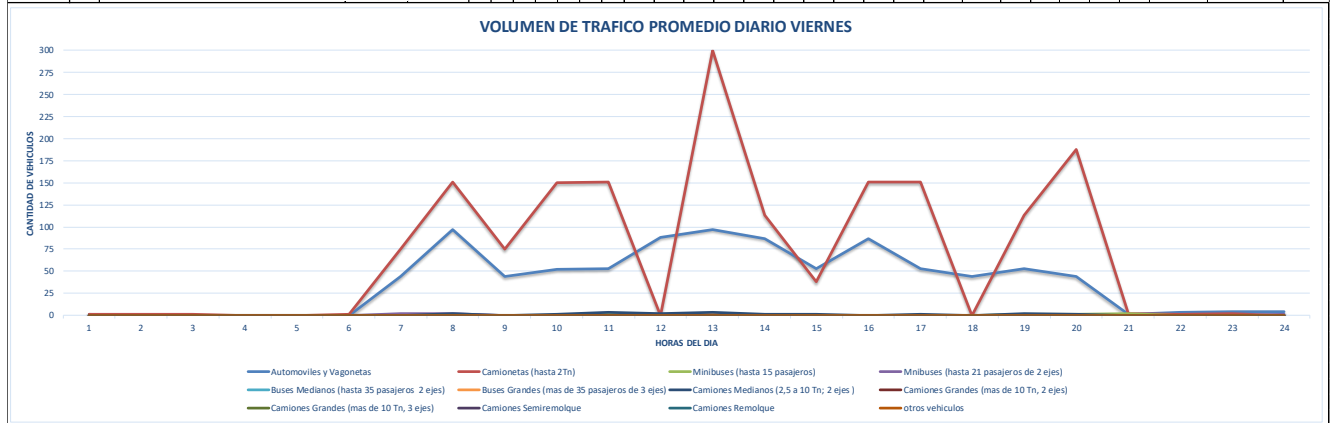
VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO MIERCOLES																																	
CLASE	TIPO	IMAGEN	Carril	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL	GRUPOS	2497			
LUVIADOS	1	Automoviles y Vagonetas		Ida	2	2	-	-	-	1	18	88	35	53	18	18	53	18	9	35	26	53	9	26	5	1	1	2	473	GRUPO A	2480		
				Vuelta	1	1	2	-	-	1	35	9	26	53	44	18	44	18	-	26	9	26	18	26	4	2	1	3	367				
				Total	3	3	2	0	0	2	53	97	61	106	62	36	97	36	9	61	35	79	27	52	9	3	2	5	840				
	2	Camionetas (hasta 2Tn)		Ida	2	1	-	-	1	38	38	38	75	38	38	150	75	38	-	150	38	75	-	-	-	-	-	-	-			798	
				Vuelta	1	-	1	-	-	1	75	38	-	113	75	38	75	75	75	38	38	113	38	38	1	1	1	1	-			-	835
				Total	3	1	1	0	1	1	113	76	38	188	113	76	225	150	113	38	188	151	113	38	1	4	1	0	1633				
	3	Minibuses (hasta 15 pasajeros)		Ida	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	4				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	1
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0			0	5
	MB	Mnibuses (hasta 21 pasajeros de 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	0
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	2
OMNIBUS	B2	Buses Medianos (hasta 35 pasajeros 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0					
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	B3	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros de 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CAMION	C2m	Camiones Medianos (2,5 a 10 Tn; 2 ejes)		Ida	-	-	1	1	2	-	-	-	1	-	1	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	10				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4		
				Total	0	0	1	0	1	1	2	1	0	0	3	0	1	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	14		
	C2	Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
C3	Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0					
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
SEMI-TRAILER	SSR	Camiones Semiremolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3		
	CR	Camiones Remolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	otros vehiculos		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			















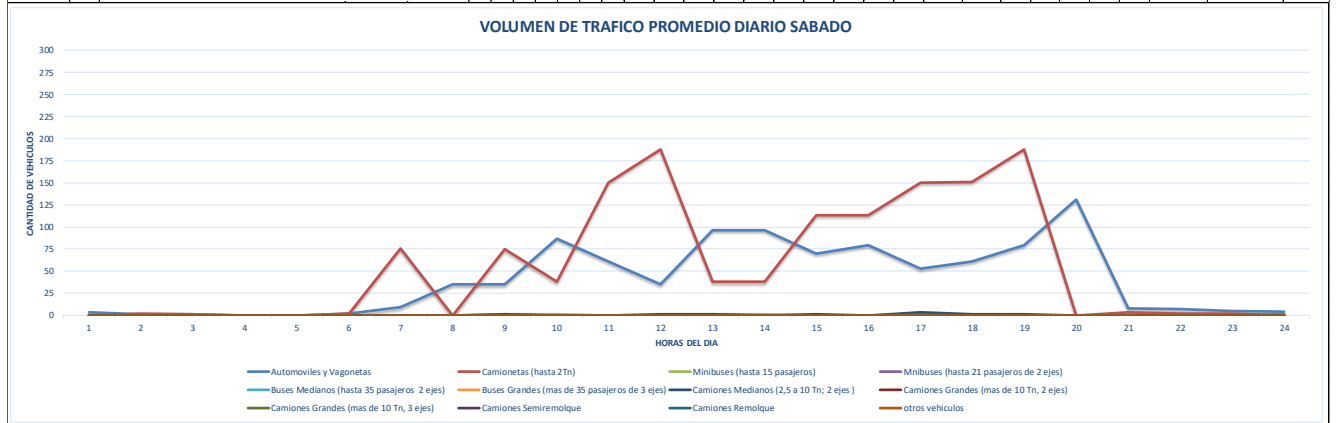
VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO JUEVES																															
CLASE	TIPO	IMAGEN	Carril	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL	GRUPOS	2409	
LUVIADOS	1	Automoviles y Vagonetas		Ida	-	-	-	-	-	35	114	44	26	35	44	18	53	44	44	53	61	35	70	2	1	1	1	681	GRUPO A	2395	
				Vuelta	-	-	1	-	-	-	18	18	-	18	18	35	9	9	44	53	44	44	53	4	2	3	1	374			
				Total	0	0	1	0	0	0	35	132	62	26	53	62	53	62	53	88	106	105	79	123	6	3	4	2			1055
	2	Camionetas (hasta 2Tn)		Ida	-	-	1	-	-	-	75	38	75	38	75	113	-	38	75	113	38	-	75	2	-	-	-	568			
				Vuelta	-	-	-	-	-	38	75	38	75	38	75	-	38	38	38	38	-	-	75	2	-	-	-	6			
				Total	0	0	1	0	0	0	38	150	76	150	76	225	113	38	38	76	113	113	38	75	4	0	0	0			1324
	3	Minibuses (hasta 15 pasajeros)		Ida	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1	-	1	1	1	1	1	-	1	8			
				Vuelta	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	1	1	-	1	1	1	-	1			6
				Total	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	0			1
	MB	Mnibuses (hasta 21 pasajeros de 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			0
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0			0
OMNIBUS	B2	Buses Medianos (hasta 35 pasajeros 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	B3	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros de 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAMION	C2m	Camiones Medianos (2,5 a 10 Tn; 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	7				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	3		
				Total	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	10		
	C2	Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C3	Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
SEMI-TRAILER	SSR	Camiones Semiremolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CR	Camiones Remolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	otros vehiculos		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		















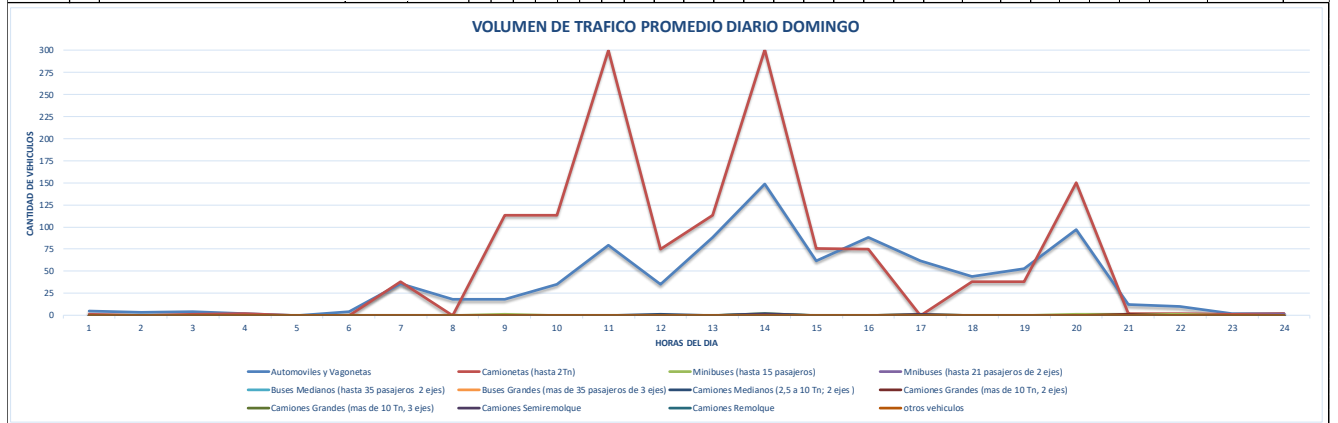
VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO VIERNES																																	
CLASE	TIPO	IMAGEN	Carril	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL	GRUPOS	2602			
LUVIADOS	1	Automoviles y Vagonetas		Ida	-	-	-	-	-	1	44	88	35	26	9	35	53	26	53	61	35	26	35	18	-	2	-	3	549	GRUPO A	2584		
				Vuelta	1	-	-	-	-	-	9	9	26	44	53	44	61	-	26	18	18	18	18	26	1	1	4	1	360				
				Total	1	0	0	0	0	0	44	97	44	52	53	88	97	87	53	87	53	44	53	44	1	3	4	4	909				
	2	Camionetas (hasta 2Tn)		Ida	-	-	-	-	-	1	75	113	75	150	38	-	150	75	38	113	113	-	38	38	1	1	1	-	1020				
				Vuelta	1	1	1	-	-	-	-	38	-	-	-	113	-	150	38	-	38	38	-	75	150	1	-	1	-			645	
				Total	1	1	1	0	0	1	75	151	75	150	151	0	300	113	38	151	151	0	113	188	2	1	2	0	1665				
	3	Minibuses (hasta 15 pasajeros)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	3				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-			-	2
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0			0	5
	MB	Mnibuses (hasta 21 pasajeros de 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	3
				Total	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			5	
OMNIBUS	B2	Buses Medianos (hasta 35 pasajeros 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0					
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	B3	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros de 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CAMION	C2m	Camiones Medianos (2,5 a 10 Tn; 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8					
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	9			
				Total	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3	2	3	1	1	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	0	17			
	C2	Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
C3	Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0					
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
SEMI-TRAILER	SSR	Camiones Semiremolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0					
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	CR	Camiones Remolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	otros vehiculos		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0					
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				



VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO SABADO																																
CLASE	TIPO	IMAGEN	Carril	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL	GRUPOS	2303		
LUVIADOS	1	Automoviles y Vagonetas		Ida	1	-	-	-	1	9	26	26	61	35	9	61	61	35	61	35	35	35	26	70	6	2	3	2	565	GRUPO A	2293	
				Vuelta	2	1	1	-	1	-	9	9	26	26	26	35	35	35	18	18	26	53	61	2	5	2	2	2	393			
				Total	3	1	1	0	0	2	9	35	35	87	61	35	96	96	70	79	53	61	79	131	8	7	5	4	958			
	2	Camionetas (hasta 2Tn)		Ida	-	-	1	-	1	38	-	75	113	38	38	113	75	113	75	-	75	38	113	-	2	-	1	-	796			
				Vuelta	-	2	-	-	1	38	-	38	75	75	-	-	75	-	75	38	113	-	1	2	1	-	-	-	534			
				Total	0	2	1	0	0	2	76	0	75	38	150	188	38	38	113	113	150	151	188	0	3	2	2	0	1330			
	3	Minibuses (hasta 15 pasajeros)		Ida	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			1
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
	MB	Mnibuses (hasta 21 pasajeros de 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			1
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
OMNIBUS	B2	Buses Medianos (hasta 35 pasajeros 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	B3	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros de 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAMION	C2m	Camiones Medianos (2,5 a 10 Tn; 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	4		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	8	
	C2	Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C3	Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
SEMI-TRAILER	SSR	Camiones Semiremolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	CR	Camiones Remolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
				Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
				Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	otros vehiculos		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

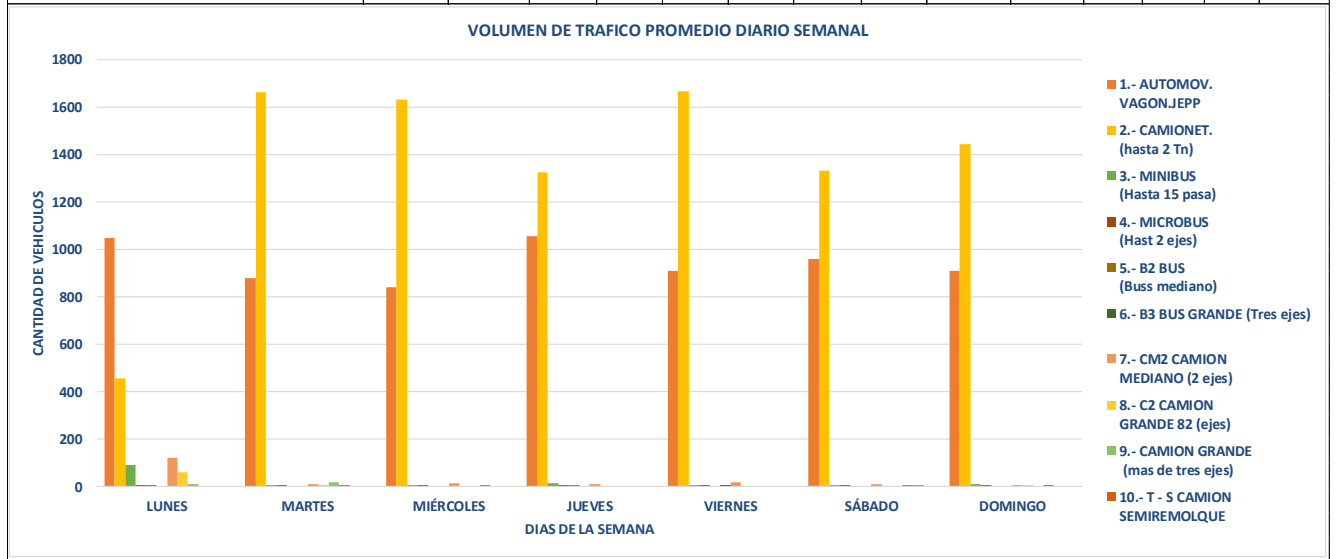


		VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO DOMINGO																												
CLASE	TIPO	IMAGEN	Carril	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL	GRUPOS	2363
LUVIADOS	1 Automoviles y Vagonetas		Ida	2	1	4	1	-	2	18	9	9	26	61	26	70	44	18	53	9	26	44	44	8	7	1	1	484	GRUPO A	2357
			Vuelta	3	2	-	1	-	2	18	9	9	9	18	9	18	105	44	35	53	18	9	53	4	3	1	1	424		
			Total	5	3	4	2	0	4	36	18	18	35	79	35	88	149	62	88	62	44	53	97	12	10	2	2	908		
	2 Camionetas (hasta 2Tn)		Ida	-	-	1	1	-	-	-	75	75	225	-	38	113	38	-	-	38	-	75	1	1	-	1	682			
			Vuelta	1	-	-	1	-	-	38	-	38	38	75	75	75	188	38	75	-	-	38	75	1	1	1	1	759		
			Total	1	0	1	2	0	0	38	0	113	113	300	75	113	301	76	75	0	38	38	150	2	2	1	2	1441		
	3 Minibuses (hasta 15 pasajeros)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	4			
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3		
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	1	1	0	7		
	MB Mnibuses (hasta 21 pasajeros de 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
OMNIBUS	B2 Buses Medianos (hasta 35 pasajeros 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	B3 Buses Grandes (mas de 35 pasajeros de 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAMION	C2m Camiones Medianos (2,5 a 10 Tn; 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	C2 Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 2 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1		
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
C3 Camiones Grandes (mas de 10 Tn, 3 ejes)		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
		Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
		Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
SEMI-TRAILER	SSR Camiones Semiremolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1			
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
	CR Camiones Remolque		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
			Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
			Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12 otros vehiculos		Ida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
		Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
		Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		



7.4.3 Anexo D.3 estudios de tránsito semanal en su variación diaria

TIPO DE TRANSPORTE			1.- AUTOMOV. VAGON JEPP	2.- CAMIONET. (hasta 2 Tn)	3.- MINIBUS (Hasta 15 pasa)	4.- MICROBUS (Hast 2 ejes)	5.- B2 BUS (Buss mediano)	6.- B3 BUS GRANDE (Tres ejes)	7.- CM2 CAMION MEDIANO (2 ejes)	8.- C2 CAMION GRANDE 82 (ejes)	9.- CAMION GRANDE (mas de tres ejes)	10.- T - S CAMION SEMIREMOLQUE	11.- C-R CAMION REMOLQUE	12.- OTROS	TOTAL	PORCENTAJE
DIA	FECHA	TRAMO BARRIO 27 DE MAYO														
LUNES	19/10/2024	IDA	521	221	44	1	1	0	64	25	7	0	0	0	1783	10.78%
		VUELTA	526	234	44	1	2	0	56	33	3	0	0	0		
		TOTAL	1047	455	88	2	3	0	120	58	10	0	0	0		
MARTES	20/10/2024	IDA	480	680	4	2	0	0	4	2	12	0	0	0	2579	15.60%
		VUELTA	397	983	1	0	0	0	5	0	6	3	0	0		
		TOTAL	877	1663	5	2	0	0	9	2	18	3	0	0		
MIÉRCOLES	21/10/2024	IDA	473	798	4	2	0	0	10	0	0	2	0	0	2497	15.10%
		VUELTA	367	835	1	0	0	0	4	0	0	1	0	0		
		TOTAL	840	1633	5	2	0	0	14	0	0	3	0	0		
JUEVES	22/10/2024	IDA	681	756	8	0	2	0	7	0	0	0	0	0	2409	14.57%
		VUELTA	374	568	6	2	2	0	3	0	0	0	0	0		
		TOTAL	1055	1324	14	2	4	0	10	0	0	0	0	0		
VIERNES	23/10/2024	IDA	549	1020	3	2	0	0	8	0	0	0	0	0	2602	15.74%
		VUELTA	360	645	2	3	0	1	9	0	0	0	0	0		
		TOTAL	909	1665	5	5	0	1	17	0	0	0	0	0		
SÁBADO	24/10/2024	IDA	565	796	3	0	0	0	4	0	0	1	0	0	2303	13.93%
		VUELTA	393	534	1	1	0	0	4	0	0	0	1	0		
		TOTAL	958	1330	4	1	0	0	8	0	0	1	1	0		
DOMINGO	25/10/2024	IDA	484	682	4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2363	14.29%
		VUELTA	424	759	3	1	0	0	2	1	0	1	0	0		
		TOTAL	908	1441	7	1	0	0	3	1	0	2	0	0		
TOTAL			6594	9511	128	15	7	1	181	61	28	9	1	0	16536	100.00%
PORCENTAJE			40%	58%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	



7.4.4 Anexo D.4 cuadros demostrativos del parque automotor, crecimiento del producto interno bruto, proyección de población nacional y departamental, volumen comercializado de combustible



Cuadro N° 2.9
PANDO (%): PARQUE AUTOMOTOR, SEGÚN TIPO DE SERVICIO Y CLASE DE VEHÍCULO, 2003 - 2023
 (En número de vehículos)

TIPO DE SERVICIO ⁽¹⁾ /CLASE DE VEHÍCULO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
TOTAL	28	28	27	25	23	18	18	18	503	1,061	1,606	2,490	3,243	3,622	4,044	4,724	5,658	6,120	6,711	7,629	8,836
Particular	16	16	15	13	13	9	9	9	476	963	1,379	2,071	2,746	3,093	3,495	4,139	5,055	5,508	6,068	6,966	8,125
Ambulancia ⁽⁴⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5
Automóvil	2	2	2	2	2	2	2	2	21	42	51	63	70	75	83	97	107	110	112	123	127
Bus ⁽²⁾	0	0	1	1	1	0	0	0	3	7	5	9	8	6	7	7	7	7	7	8	7
Camión	5	5	4	4	4	4	4	4	38	65	82	100	117	129	135	139	136	137	146	148	147
Camioneta	2	2	1	1	1	0	0	0	17	62	83	132	162	179	206	227	267	286	318	354	393
Furgón	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	5	5	6	8	7	8	8	8	8
Jeep	3	3	3	2	2	1	1	1	9	27	30	31	33	33	37	41	40	43	43	46	46
Maquinaria pesada ⁽⁵⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microbús	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13	9	10	8	7	7	6	7	7	7	7	7
Minibús	0	0	0	0	0	0	0	0	25	43	47	48	48	44	46	45	47	46	47	46	46
Moto	1	1	1	1	1	0	0	0	115	314	475	1,252	1,856	2,158	2,537	3,134	3,987	4,409	4,937	5,767	6,877
Quadra-Trac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	4	4	6	7	9	9	11
Torpedo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracto - Camión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	9	14	14	13	12	20	17	14	16	15
Trimóvil - Camión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vagoneta	3	3	3	2	2	2	2	2	243	384	386	412	423	437	416	418	426	425	416	428	436
Público	12	12	12	12	10	9	9	9	9	38	60	66	77	90	92	101	99	104	109	112	107
Automóvil	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus ⁽²⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	8	9	8	8	8	7	7	7	7	7	7
Camión	8	8	8	8	7	5	5	5	5	5	5	6	6	9	9	14	20	20	20	20	18
Camioneta	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	5	5	5	5	6	5	6	7	7	7
Furgón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jeep	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microbús	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	5	6	6	5	5	4	4	4	4	4
Minibús	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4	6	6	6	6	6	6	6	6	5	7	6
Moto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	14	16	17	21	20	21	22	22	24	24
Quadra-Trac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torpedo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracto - Camión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	13	17	22	24	20	23	24	26	24
Trimóvil - Camión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vagoneta	1	1	1	1	1	1	1	1	17	23	21	18	22	18	17	16	17	16	17	18	17
Oficial	0	0	0	0	0	0	0	0	18	60	167	353	420	439	457	481	504	508	534	551	604
Ambulancia ⁽⁴⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Automóvil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	7	8	9	9	9	9	9	9	9
Bus ⁽²⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	12	32	37	41	42	43	49	49	48	48	49
Camión	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	23	64	67	74	76	78	78	77	77	77	83
Camioneta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Furgón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jeep	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microbús	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minibús	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Moto	0	0	0	0	0	0	0	0	13	45	107	221	278	285	299	316	331	337	364	380	426
Quadra-Trac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torpedo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracto - Camión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Trimóvil - Camión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vagoneta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	19	20	20	20	24	25	17	17	17	17

Fuente: Registro Único para la Administración Tributaria Municipal Instituto Nacional de Estadística

(1) Antes de la gestión 2021, por su condición de Zona Franca Comercial e Industrial según la Ley N°571 de 12/10/1983, el municipio de Cobija registró solo los vehículos que contaban con la Póliza Titulizada de Automotor (PTA) otorgado por la importación definitiva. A partir de 2022, el Gobierno Autónomo Municipal de Cobija emite la Ley Autonómica Municipal N°10/2022 que modifica la Ley Autonómica Municipal N°03/2021 de Regularización Voluntaria de Deudas Tributarias Municipales, entre los que se encuentra el impuesto a la propiedad de vehículos automotores y el impuesto municipal a la propiedad de vehículos automotores terrestres, norma que comprende la condonación de las multas y de los intereses generados por el incumplimiento de pago, lo que provocó el masivo registro de vehículos en ese Municipio.

(2) El RUAT por razones técnicas tributarias realizó el cambio del nombre de la categoría Ómnibus a Bus, debido a la implementación del proceso de homologación de esta clase de vehículos en todos los municipios.

(3) El RUAT a solicitud de los gobiernos municipales, en el 2017 implementó la actualización de la tarjeta de operación anual para la categorización del tipo de Servicio Público. Por lo que algunos de los vehículos que no cumplieron con este requisito, están registrados en el tipo de Servicio Particular a partir de 2017.

(4) A partir del año 2019, el RUAT por razones tributarias y a solicitud de los gobiernos municipales, implementa el proceso de homologación de la clase de vehículo Ambulancia.

(5) La categoría de "Maquinaria pesada" es incorporada por el RUAT para su respectivo registro a partir del año 2018, a solicitud de los gobiernos municipales en el marco de sus competencias. Cabe señalar que al interior de esta categoría están comprendidas las siguientes: autohormiguera, autocargable, cargador, compactador, excavador, excavadora, tractor, retroexcavadora, entre los más representativos.

CLASIFICACION	%
VEHÍCULOS LIVIANOS	13.39%
VEHÍCULOS MEDIANOS	15.35%
VEHÍCULOS PESADOS	39.08%
OTROS	47.25%

CLASIFICACION	TIPO DE VEHÍCULO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
VEHÍCULOS LIVIANOS	Ambulancia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	13	13
	Automóvil	21	43	52	65	72	77	85	99	110	112	115	126	130
	Camioneta	20	68	109	200	234	258	287	311	350	369	402	438	483
	Furgón	1	4	9	9	10	10	11	13	12	13	13	13	13
	Jeep	9	27	30	31	33	33	37	41	40	43	43	46	46
	Microbús	25	47	56	57	58	58	55	56	55	56	57	58	56
	Torpedo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vagoneta	244	405	415	452	461	479	454	459	467	459	450	463	470
	Total vehículos	320	594	671	814	868	915	929	979	1034	1065	1092	1157	1211
	% tasa de crecimiento	-	85.63%	12.96%	21.31%	6.63%	5.41%	1.53%	5.38%	5.62%	3.00%	2.54%	5.95%	4.67%
VEHÍCULOS MEDIANOS	Camión	46	75	99	137	160	179	186	196	205	206	214	216	214
	Bus	5	14	13	25	24	23	24	23	23	23	23	24	22
	Trimóvil - Camión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total vehículos	51	89	112	162	184	202	210	219	228	229	237	240	236
	% tasa de crecimiento	-	74.51%	25.84%	44.64%	13.58%	9.78%	3.96%	4.29%	4.11%	0.44%	3.49%	1.27%	-1.67%
Microbús	4	17	14	15	14	13	12	11	11	11	11	11	11	

	Tracto - Camión	0	1	12	18	27	31	36	37	41	41	39	43	40	
	Total vehículos	4	18	26	33	41	44	48	48	52	52	50	54	51	
	% tasa de crecimiento	-	350.00%	44.44%	26.92%	24.24%	7.32%	9.09%	0.00%	8.33%	0.00%	-3.85%	8.00%	-5.56%	39.08%
OTROS	Maquinaria pesada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Moto	128	359	785	1479	2148	2459	2853	3471	4338	4767	5323	6169	7327	
	Quadra-Trac	0	1	12	2	2	2	4	4	6	7	9	9	11	
	Total vehículos	128	360	797	1481	2150	2461	2857	3475	4344	4774	5332	6178	7338	
	% tasa de crecimiento	-	181.25%	121.39%	85.82%	45.17%	14.47%	16.09%	21.63%	25.01%	9.90%	11.69%	15.87%	18.78%	47.25%



Cuadro N° 10.01.02
BOLIVIA: CRECIMIENTO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO⁽¹⁾, SEGÚN DEPARTAMENTO, 1989 - 2023
(En porcentaje)

AÑO	CRECIMIENTO DEL PIB (% ANUAL)	NACIONAL	DEPARTAMENTAL
		BOLIVIA	PANDO
1989		3.79 %	3.24 %
1990		4.64 %	12.79 %
1991		5.27 %	-1.01 %
1992		1.65 %	-2.02 %
1993		4.27 %	6.51 %
1994		4.67 %	9.68 %
1995		4.68 %	6.30 %
1996		4.36 %	3.65 %
1997		4.95 %	7.90 %
1998		5.03 %	13.80 %
1999		0.43 %	5.71 %
2000		2.51 %	8.11 %
2001		1.68 %	5.42 %
2002		2.49 %	0.70 %
2003		2.71 %	-1.01 %
2004		4.17 %	4.20 %
2005		4.42 %	4.29 %
2006		4.80 %	5.35 %
2007		4.56 %	11.68 %
2008		6.15 %	5.59 %
2009		3.36 %	0.51 %
2010		4.13 %	4.05 %
2011		5.20 %	2.37 %
2012		5.12 %	2.53 %
2013		6.80 %	3.02 %
2014		5.46 %	4.84 %
2015		4.86 %	2.85 %
2016		4.26 %	2.45 %
2017		4.20 %	2.91 %
2018		4.22 %	7.03 %
2019		2.22 %	1.66 %
2020		-8.74 %	-13.74 %
2021		6.11 %	7.14 %
2022		3.61 %	11.17 %
2023		3.08 %	0.34 %
	%PIB PROMEDIO	3.75 %	4.29 %

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
(1): A precios de mercado
(p): Preliminar



Cuadro N° 3
BOLIVIA: PROYECCIONES DE POBLACIÓN, SEGÚN DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO, 2012-2022

DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BOLIVIA	10,355,973	10,521,247	10,665,394	10,851,103	11,016,439	11,181,651	11,347,241	11,512,469	11,677,496	11,841,955	12,006,031
PANDO	114,163	116,971	123,834	128,730	133,670	138,633	143,613	148,612	153,639	158,676	163,727
Nicolás Suárez											
Cobija	66,767	69,211	71,648	74,068	76,475	78,852	81,202	83,518	85,809	88,064	90,277
Porvenir	4,895	5,186	5,488	5,800	6,121	6,451	6,791	7,140	7,498	7,866	8,243
Bojopetra	969	1,074	1,189	1,315	1,453	1,603	1,766	1,944	2,137	2,347	2,574
Bella Flor	1,955	2,122	2,301	2,491	2,694	2,909	3,137	3,379	3,636	3,907	4,195
Manuripi											
Puerto Rico	7,843	8,142	8,441	8,739	9,035	9,331	9,623	9,912	10,198	10,480	10,759
San Pedro	1,267	1,315	1,368	1,415	1,465	1,516	1,565	1,614	1,662	1,710	1,757
Filadelfia	5,378	5,637	5,900	6,168	6,440	6,713	6,990	7,269	7,553	7,837	8,123
Madre de Dios											

Puerto Gonzales Moreno	5,169	5,378	5,586	5,795	6,005	6,213	6,421	6,628	6,834	7,038	7,240
San Lorenzo	6,124	6,426	6,735	7,047	7,365	7,688	8,015	8,345	8,680	9,016	9,358
Sena	5,268	5,539	5,817	6,099	6,387	6,681	6,978	7,281	7,588	7,899	8,213
Abuna											
Santa Rosa	1,866	1,950	2,036	2,122	2,209	2,297	2,385	2,473	2,562	2,651	2,741
Ingavi	1,429	1,521	1,618	1,719	1,825	1,934	2,046	2,162	2,283	2,408	2,537
Federico Román											
Nueva Esperanza	1,052	1,118	1,188	1,260	1,335	1,413	1,493	1,576	1,661	1,749	1,840
Villa Nueva - Loma Alta	2,329	2,417	2,504	2,591	2,677	2,763	2,847	2,932	3,015	3,096	3,177
Santos Mercado	1,853	1,935	2,017	2,101	2,184	2,269	2,354	2,439	2,523	2,608	2,693

Provincia de Nicolás Suárez											
Municipio	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Cobija	66767	69211	71648	74068	76475	78852	81202	83518	85809	88064	90277
Tasa de crecimiento		3.66%	3.52%	3.38%	3.25%	3.11%	2.98%	2.85%	2.74%	2.63%	2.51%
Porvenir	4895	5186	5488	5800	6121	6451	6791	7140	7498	7866	8243
Tasa de crecimiento		5.94%	5.82%	5.69%	5.53%	5.39%	5.27%	5.14%	5.01%	4.91%	4.79%

Municipio	% PROMEDIO
Cobija	3.06%
Porvenir	5.35%

Fuente: Ministerio de Educación, Ministerio de Salud y Deportes, Instituto Nacional de Estadística. Estimaciones y proyecciones de población, Revisión 2020

RECOMENDACIONES: Las proyecciones de población son elaboradas con base a información sobre los componentes demográficos (fecundidad, mortalidad y migración) investigadas en los censos y encuestas de demografía y salud. Cada Revisión de Proyección incorpora en el momento de su realización información más reciente sobre los componentes demográficos y/o cambios metodológicos de cálculo de proyecciones, debidamente explicitados en respectivas Metodologías. De esta manera se recomienda el uso de la revisión de proyección de población más reciente.



BOLIVIA: VOLUMEN COMERCIALIZADO DE REFINADOS AL MERCADO INTERNO POR PRODUCTO, SEGÚN AÑO Y MES, 2000 - 2025
(En barriles)

PERIODO	GASOLINA AUTOMOTRIZ	Tasa de crecimiento	GAS LICUADO	Tasa de crecimiento	DIÉSEL OIL	Tasa de crecimiento
2000	3,661,103		3,059,909		4,836,520	
2001	3,458,057	-5.55%	3,110,982	1.67%	4,827,728	-0.18%
2002	3,357,858	-2.90%	3,360,906	8.03%	5,019,848	3.98%
2003	3,351,959	-0.18%	3,546,016	5.51%	5,574,868	11.06%
2004	3,492,545	4.19%	3,807,368	7.37%	6,199,116	11.20%
2005	3,420,634	-2.06%	3,967,488	4.21%	6,623,898	6.85%
2006	3,748,953	9.60%	4,136,950	4.27%	7,280,394	9.91%
2007	4,324,902	15.36%	4,236,908	2.42%	7,587,119	4.21%
2008	5,212,592	20.53%	4,185,337	-1.22%	7,869,854	3.73%
2009	5,762,931	10.56%	4,261,895	1.83%	7,948,001	0.99%
2010	6,365,733	10.46%	4,343,144	1.91%	8,350,942	5.07%
2011	6,955,914	9.27%	4,503,393	3.69%	9,109,214	9.08%
2012	7,476,810	7.49%	4,530,874	0.61%	9,835,619	7.97%
2013	8,139,692	8.87%	4,604,901	1.63%	10,669,648	8.48%
2014	8,834,372	8.53%	4,758,234	3.33%	11,361,155	6.48%
2015	9,524,584	7.81%	4,844,776	1.82%	11,274,915	-0.76%
2016	10,380,598	8.99%	4,947,420	2.12%	11,384,654	0.97%
2017	11,074,563	6.69%	5,044,853	1.97%	12,047,126	5.82%
2018	11,696,105	5.61%	5,212,406	3.32%	12,474,346	3.55%
2019	12,029,336	2.85%	5,341,941	2.49%	12,850,991	3.02%
2020	9,896,879	-17.73%	5,097,699	-4.57%	10,452,754	-18.66%
2021	12,823,365	29.57%	5,556,439	9.00%	13,005,914	24.43%
2022	13,803,569	7.64%	5,758,434	3.64%	14,399,387	10.71%
2023	14,475,774	4.87%	5,688,901	-1.21%	14,993,960	4.13%
% PROMEDIO		6.54%		2.77%		5.31%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - Ministerio de Hidrocarburos y Energías

(p): Preliminar

CLASIFICACION DE VEHICULOS	TASA DE CRECIMIENTO			
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	OTROS
POBLACION (MUNICIPIO)				
COBIJA	3.06%	3.06%	3.06%	3.06%
PORVENIR	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%
PARQUE AUTOMOTOR				
PANDO	13.39%	15.35%	39.08%	47.25%
PRODUCTO INTERNO BRUTO				
PIB NACIONAL			3.75%	3.75%
PIB DEPARTAMENTAL	4.29%	4.29%	4.29%	4.29%
CONSUMO ANUAL DE COMBUSTIBLE				
GASOLINA	6.54%	6.54%		6.54%
GAS LICUADO	2.77%	2.77%		
DIÉSEL OIL		5.31%	5.31%	5.31%
% TASA PROMEDIO	5.90%	6.10%	10.14%	10.79%

7.4.5 Anexo D.5 cálculo de ejes equivalentes FEL o fvp por tipo de vehículo

PAVIMENTO RIGIDO	EJES EN TONELADAS					EJES EQUIVALENTES EN TONELADAS						
	VEHICULO	EJE DELANTERO	EJE SIMPLE RUEDA SIMPLE	EJE SIMPLE RUEDAD DOBLES	TANDEM	TRIDEM	ED	EES1	EES2	EETA2	EETR2	FVP
1.- AUTOMOV. VAGON.JEPP	1	1					0.00044	0.00044	-	-	-	0.00087
2.- CAMIONET.(hasta 2 Tn)	1	2					0.00044	0.00748	-	-	-	0.00792
3.- MINIBUS (Hasta 15 pasa)	1	2					0.00044	0.00748	-	-	-	0.00792
4.- MICROBUS (Hast 2 ejes)	1			4			0.00044	-	0.05270	-	-	0.05314
5.- B2 BUS (Buss mediano)	2			11			0.00748	-	3.33483	-	-	3.34231
6.- B3 BUS GRANDE (Tres ejes)	7				18		1.27283	-	-	3.45800	-	4.73084
7.- CM2 CAMION MEDIANO (2 ejes)	7			11			1.27283	-	3.33483	-	-	4.60766
8.- C2 CAMION GRANDE 82 (ejes)	7					25	1.27283	-	-	-	4.16493	5.43777
9.- CAMION GRANDE (mas de tres ejes)	7	7			18		1.27283	1.27283	-	3.45800	-	6.00367
10.- T - S CAMION SEMIREMOLQUE	7				18	25	1.27283	-	-	3.45800	4.16493	8.89577
11.- C- R CAMION REMOLQUE	7			11	18	25	1.27283	-	3.33483	3.45800	4.16493	12.23060
12.- OTROS	1			4			0.00044	-	0.05270	-	-	0.05314
												45.37160

PAVIMENTO ARTICULADO	EJES EN TONELADAS					EJES EQUIVALENTES EN TONELADAS						
	VEHICULO	EJE DELANTERO	EJE SIMPLE RUEDA SIMPLE	EJE SIMPLE RUEDAD DOBLES	TANDEM	TRIDEM	ED	EES1	EES2	EETA2	EETR2	FVP
1.- AUTOMOV. VAGON.JEPP	1	1					0.00053	0.00053	-	-	-	0.00105
2.- CAMIONET.(hasta 2 Tn)	1	2					0.00053	0.00843	-	-	-	0.00896
3.- MINIBUS (Hasta 15 pasa)	1	2					0.00053	0.00843	-	-	-	0.00896
4.- MICROBUS (Hast 2 ejes)	1			4			0.00053	-	0.05662	-	-	0.05715
5.- B2 BUS (Buss mediano)	2			11			0.00843	-	3.23829	-	-	3.24672
6.- B3 BUS GRANDE (Tres ejes)	7				18		1.26537	-	-	2.01921	-	3.28458
7.- CM2 CAMION MEDIANO (2 ejes)	7			11			1.26537	-	3.23829	-	-	4.50365
8.- C2 CAMION GRANDE 82 (ejes)	7					25	1.26537	-	-	-	1.70603	2.97139
9.- CAMION GRANDE (mas de tres ejes)	7	7			18		1.26537	1.26537	-	2.01921	-	4.54995
10.- T - S CAMION SEMIREMOLQUE	7				18	25	1.26537	-	-	2.01921	1.70603	4.99061
11.- C- R CAMION REMOLQUE	7			11	18	25	1.26537	-	3.23829	2.01921	1.70603	8.22889
12.- OTROS	1			4			0.00053	-	0.05662	-	-	0.05715
												31.90906

CLASE DE VEHÍCULO DEL AFORO	CONFIGURACIÓN DE EJES				CLASE DE VEHICULO	ESALs/VEHIC. PAV. FLEXIBLE	ESALs/VEHIC. PAV. RIGIDO
	EJE DELANTERO	EJE TRASERO 1	EJE TRASERO 2	EJE TRASERO 3			
1.- Automóviles, Jeep y Vagonetas	1TON.	1TON.				0.0010540331	0.0008727701
2.- Camionetas (Hasta 2 Ton.)	1TON.	2TON.				0.0089592814	0.0079196797
3.- Minibuses	1TON.	2TON.				0.0089592814	0.0079196797
4.- Microbuses (12 - 21 Asts.)	1TON.	4TON.				0.0571489319	0.0531362096
5.- Bus Mediano (22 - 35 Asts.)	2TON.	11TON.				3.2467192255	3.3423095677
6.- Bus Grande (36 Asts. o más)	7TON.	18TON.				3.2845802026	4.7308385891
7.- Camión Mediano (Hasta 6 Ton.)	7TON.	11TON.				4.5036537093	4.6076604508
8.- Camión Grande (Dos ejes.)	7TON.	25TON.				2.9713929969	5.4377654564
9.- Camión Grande (Tres ejes)	7TON.	7TON.	18TON.			4.5499469513	6.0036727668
10.- Camión semirremolque	7TON.	18TON.	25TON.			4.9906064508	8.8957698677
11.- Camión con remolque	7TON.	25TON.	11TON.	18TON.		8.2288934114	12.2305961407
12.- Otros vehículo	1TON.	4TON.				0.0571489319	0.0531362096

7.4.6 Anexo D.6 cálculo de tránsito promedio diario anual TPDA

CALCULO DE TPDA	1.- AUTOMOV. VAGON-JEPP	2.- CAMIONET. (hasta 2 Tn)	3.- MINIBUS (Hasta 15 pasa)	4.- MICROBUS (Hast 2 ejes)	5.- B2 BUS (Buss mediano)	6.- B3 BUS GRANDE (Tres ejes)	7.- CM2 CAMION MEDIANO (2 ejes)	8.- C2 CAMION GRANDE 82 (ejes)	9.- CAMION GRANDE (mas de tres ejes)	10.- T - S CAMION SEMIREMOLQUE	11.- C- R CAMION REMOLQUE	12.- OTROS
TIPO DE VEHICULO												
TPDA (PROMEDIO)	942	1359	18	2	1	0	26	9	4	1	0	0
+	1049	1912	58	4	3	1	80	37	13	3	1	0
-	835	805	-22	0	-1	0	-28	-20	-5	-1	0	0
TPDS	942	1359	18	2	1	0	26	9	4	1	0	0
K	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
E	82.59	425.66	30.93	1.35	1.73	0.38	41.75	21.75	7.21	1.38	0.38	0.00

7.4.7 Anexo D.7 cálculo de proyección de futura TPDA 2024-2047

CLASIFICACION DE VEHICULOS		LIVIANOS			MEDIANOS				PESADOS				OTROS	TPDA
TIPOS DE VEHICULOS		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	VEH/AÑO
TASA DE CRECIMIENTO NORMAL DE TRANSITO	%	5.90%	5.90%	5.90%	6.10%	6.10%	6.10%	6.10%	10.14%	10.14%	10.14%	10.14%	10.79%	
TRANSITO GENERADO	%	25%	25%	25%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
TRANSITO DESARROLLADO	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
TPDA2024	2024	942	1359	18	2	1	0	26	9	4	1	0	0	2,362
INCREMENTO DE TANSITO 2024	2024	1225	1766	24	2	1	0	28	10	4	1	0	0	3,062
PERIODO DE LICITACION, DISEÑO Y CONSTRUCCION	2025	1,297	1,871	25	3	1	0	30	11	5	2	0	-	3,244
	2026	1,373	1,981	27	3	1	0	32	12	5	2	0	-	3,436
PERIODO DE VIDA UTIL DEL DISEÑO	2027	1,454	2,098	28	3	1	0	34	13	6	2	0	-	3,639
	2028	1,540	2,222	30	3	1	0	36	14	6	2	0	-	3,855
	2029	1,631	2,353	32	3	1	0	38	16	7	2	0	-	4,084
	2030	1,727	2,491	34	3	2	0	41	17	8	3	0	-	4,326
	2031	1,829	2,638	36	4	2	0	43	19	9	3	0	-	4,582
	2032	1,937	2,794	38	4	2	0	46	21	10	3	0	-	4,854
	2033	2,051	2,959	40	4	2	0	48	23	10	3	0	-	5,142
	2034	2,172	3,134	42	4	2	0	51	25	12	4	0	-	5,447
	2035	2,301	3,318	45	5	2	0	55	28	13	4	0	-	5,770
	2036	2,436	3,514	47	5	2	0	58	31	14	5	1	-	6,113
	2037	2,580	3,722	50	5	2	0	61	34	15	5	1	-	6,476
	2038	2,732	3,941	53	5	3	0	65	37	17	5	1	-	6,860
	2039	2,894	4,174	56	6	3	0	69	41	19	6	1	-	7,267
	2040	3,064	4,420	59	6	3	0	73	45	21	7	1	-	7,699
	2041	3,245	4,681	63	6	3	0	78	50	23	7	1	-	8,157
2042	3,437	4,957	67	7	3	0	83	55	25	8	1	-	8,642	
2043	3,639	5,249	71	7	3	0	88	60	28	9	1	-	9,155	
2044	3,854	5,559	75	8	4	1	93	66	30	10	1	-	9,700	
2045	4,081	5,887	79	8	4	1	99	73	33	11	1	-	10,277	
2046	4,322	6,234	84	9	4	1	105	80	37	12	1	-	10,889	
2047	4,577	6,602	89	9	4	1	111	88	41	13	1	-	11,537	
Total por tipo de vehículo		56,052	80,848	1,088	111	52	7	1,340	821	377	121	13	-	140,831
Total por clasificación de vehículo		137988			1511				1332				-	140,831
% por tipo de vehículo		97.98%			1.07%				0.95%				0.00%	100%

7.4.8 Anexo D.8 cálculo de ejes equivalentes W18

CALCULO DE W18 PARA PAVIMENTO RIGIDO													
VEHICULO	PESO (Tn)	IMDA	%TPD	FD	FC	FVP	FP	ESALS	DIAS DEL AÑO	r	n	FCA	W18
1.- AUTOMOV. VAGON.JEPP	2	1540	40%	0.5	1.0	0.00087	1.0	0.672	365	5.90%	20	36.39	8927.991675
2.- CAMIONET.(hasta 2 Tn)	2	2222	58%	0.5	1.0	0.00792	1.0	8.797	365	5.90%	20	36.39	116852.706
3.- MINIBUS (Hasta 15 pasa)	2	30	1%	0.5	1.0	0.00792	1.0	0.118	365	5.90%	20	36.39	1572.615537
4.- MICROBUS (Hast 2 ejes)	6	3	0%	0.5	1.0	0.05314	1.0	0.079	365	6.10%	20	37.18	1077.0876
5.- B2 BUS (Buss mediano)	10	1	0%	0.5	1.0	3.34231	1.0	2.330	365	6.10%	20	37.18	31616.50846
6.- B3 BUS GRANDE (Tres ejes)	25	0	0%	0.5	1.0	4.73084	1.0	0.471	365	6.10%	20	37.18	6393.038589
7.- CM2 CAMION MEDIANO (2 ejes)	14	36	1%	0.5	1.0	4.60766	1.0	83.040	365	6.10%	20	37.18	1127011.214
8.- C2 CAMION GRANDE 82 (ejes)	18	14	0%	0.5	1.0	5.43777	1.0	38.353	365	10.14%	20	58.19	814635.6102
9.- CAMION GRANDE (mas de tres ejes)	25	6	0%	0.5	1.0	6.00367	1.0	19.437	365	10.14%	20	58.19	412846.0446
10.- T - S CAMION SEMIREMOLQUE	29	2	0%	0.5	1.0	8.89577	1.0	9.257	365	10.14%	20	58.19	196625.1797
11.- C- R CAMION REMOLQUE	40	0	0%	0.5	1.0	12.23060	1.0	1.414	365	10.14%	20	58.19	30037.28739
12.- OTROS	0	0	0%	0.5	1.0	0.05314	1.0	0.000	365	10.79%	20	62.68	0
TOTAL		3855	100%			45.37160		163.967					2747595.284

CALCULO DE W18 PARA PAVIMENTO ARTICULADO													
VEHICULO	PESO (Tn)	IMDA	%TPD	FD	FC	FVP	FP	ESALS	DIAS DEL AÑO	r	n	FCA	W18
1.- AUTOMOV. VAGON.JEPP	2	1540	40%	0.5	1.0	0.00105	1.0	0.812	365	5.90%	20	36.39	10782.21954
2.- CAMIONET.(hasta 2 Tn)	2	2222	58%	0.5	1.0	0.00896	1.0	9.952	365	5.90%	20	36.39	132191.7448
3.- MINIBUS (Hasta 15 pasa)	2	30	1%	0.5	1.0	0.00896	1.0	0.134	365	5.90%	20	36.39	1779.049872
4.- MICROBUS (Hast 2 ejes)	6	3	0%	0.5	1.0	0.05715	1.0	0.085	365	6.10%	20	37.18	1158.426735
5.- B2 BUS (Buss mediano)	10	1	0%	0.5	1.0	3.24672	1.0	2.263	365	6.10%	20	37.18	30712.27359
6.- B3 BUS GRANDE (Tres ejes)	25	0	0%	0.5	1.0	3.28458	1.0	0.327	365	6.10%	20	37.18	4438.631246
7.- CM2 CAMION MEDIANO (2 ejes)	14	36	1%	0.5	1.0	4.50365	1.0	81.165	365	6.10%	20	37.18	1101571.674
8.- C2 CAMION GRANDE 82 (ejes)	18	14	0%	0.5	1.0	2.97139	1.0	20.957	365	10.14%	20	58.19	445146.5527
9.- CAMION GRANDE (mas de tres ejes)	25	6	0%	0.5	1.0	4.54995	1.0	14.730	365	10.14%	20	58.19	312879.7446
10.- T - S CAMION SEMIREMOLQUE	29	2	0%	0.5	1.0	4.99061	1.0	5.193	365	10.14%	20	58.19	110308.4843
11.- C- R CAMION REMOLQUE	40	0	0%	0.5	1.0	8.22889	1.0	0.951	365	10.14%	20	58.19	20209.45124
12.- OTROS	0	0	0%	0.5	1.0	0.05715	1.0	0.000	365	10.79%	20	62.68	0
TOTAL		3855	100%			31.90906							2171178.252

7.5 ANEXOS “E” CALCULO DE ESPESORES DE PAVIMENTO

7.5.1 Anexo E.1 diseño de pavimento articulado con adoquines

DISEÑO DE PAVIMENTO SEMIRRIGIDO CON ADOQUIN DE CONCRETO (METODO AASHTO-1993)

Proyecto: “PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIA PANDO”

DISEÑO DE PAVIMENTO ARTICULADO

1.- DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA VIA:

a) Periodo de diseño en años (t):	20.00	Tabla 37 (Carretera de baja intensidad de tránsito)
b) Trafico (W ₁₈):	2,171,178.25 EE	Estudio de trafico
c) Índice de confianza (R%):	80%	Tabla 42 (Zonas urbanas, Caminos vecinales)
d) Desviación estándar normal (Z _R):	-0.8416	Tabla 43 F ^o (Z _R)
e) Error de combinación estándar (So):	0.45	Tabla 44 pavimento flexible
f) Índice de servicialidad inicial (pi):	4.20	Para pavimentos flexibles
g) Índice de servicialidad final (pt):	2.00	Para caminos de menor tránsito
h) Diferencia de servicialidad (ΔPSI = pi - pt):	2.20	Ecuacion 40

1.1.- CARACTERISTICAS DE MATERIALES Y SUELOS:

a) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	17.86 %	Estudio de suelos
b) C.B.R. de la base (%):	66.86 %	Estudio de suelos
c) C.B.R. de la Sub base (%):	42.33 %	Estudio de suelos
d) Modulo de Resiliencia del Adoquin + Cama de arena (Mr):	450,000.00 psi	Figura 50
e) Modulo de Resiliencia (Mr):	15,642.63 psi	Ecuacion 47,48 o 49
f) Modulo de Resiliencia de la Base Granular (Mr):	32,334.70 psi	Ecuacion 47,48 o 49
g) Modulo de Resiliencia de la Sub Base Granular (Mr):	25,147.84 psi	Ecuacion 47,48 o 49

1.2.- DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO:

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

Concreto Asfáltico Convencional (a ₁):	0.44	Figura 50
Base Granular (a ₂ = 0.249*logMrB - 0.977):	0.15	Ecuacion 51
Sub-Base (a ₃ = 0.227*logMrSB - 0.839):	0.16	Ecuacion 52

B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m ₂):	1.00	Tabla 48 (Capacidad de drenaje buena, tiempo saturado 5% a 25%)
Subbase granular (m ₃):	0.80	Tabla 48 (Capacidad de drenaje buena, tiempo saturado 5% a 25%)

2.- NUMERO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO (SN) :

$$\log_{10} (W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} (\Delta PSI)}{0.40 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} (M_R) - 8.07$$

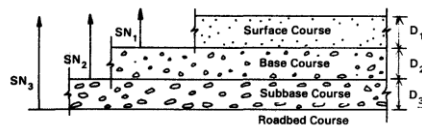
Reemplazando valores en la fórmula, para el calculo de SN teórico:

Para: $\frac{SN}{6.337} = \frac{2.691}{6.337}$ Itemar, hasta igualar los valores sombreados en amarillo

3.- CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO:

El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$



Reemplazando valores en:

D1: Espesor de adoquín =	10 cm	
Espesor de arena =	4 cm	
D2: Espesor de la base =	14 cm = 5.51 pulg.	
D3: Espesor de sub-base =	X pulg.	

$$2.691 = 0.44 \times 5.51 + 0.15 \times 1.5748 \times 1.00 + 0.16 \times D_3 \times 0.80$$

$$2.691 = 2.43 + 0.23 + 0.16 D_3$$

$$D_3 = 0.23 \text{ pulg.} = 0.58 \text{ cm}$$

ESTRUCTURA PROPUESTA:

Adoquín =	10 cm
Cama de arena =	4 cm
Base Granular =	4 cm
Sub-Base Granular =	1 cm
Espesor del pavimento =	19 cm

SECCION A USAR

Adoquín =	10 cm
Cama de arena =	4 cm
Base Granular =	10 cm
Sub-Base Granular =	0 cm
Espesor del pavimento =	24cm

SN _{requerido}	2.69
SN _{resultado}	3.00 OK

7.5.2 Anexo E.2 diseño de pavimento rígido

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE CONCRETO HIDRAULICO (METODO AASHTO-1993)

Proyecto: "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

1.- DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA VIA:

a) Periodo de diseño en años (t):	20.00
b) Trafico (W18):	2,747,595.28 EE
c) Índice de confianza (R%):	80%
d) Desviación estándar normal (ZR):	-0.8416
e) Error de combinación estándar (So):	0.34
f) Índice de servicialidad inicial (pi):	4.50
g) Índice de servicialidad final (pt):	2.00
h) Diferencia de servicialidad (ΔPSI = pi - pt):	2.50

Tabla 37 (Carretera de baja intensidad de tránsito)
Estudio de tráfico
Tabla 42 (Zonas urbanas, Caminos vecinales)
Tabla 43 f°(Zr)
Tabla 44 pavimento rigido
Para pavimentos rigidados
Para caminos de menor tránsito
Ecuacion 40

1.1.- CARACTERISTICAS DE MATERIALES Y SUELOS:

a) Resistencia a la compresión del concreto f'c (psi), (kg/cm2):	25.00 Mpa	250.00 kg/cm2	3,548.38 psi
b) Módulo de elasticidad del concreto Ec (psi):			3,398,952.11 psi
c) Módulo de rotura S'c (psi):			595.68 psi
d) Módulo de reacción de la subrasante Kc (pci):			17.67 psi
e) Transferencia de carga (J)			2.80
f) Coeficiente de drenaje (Cd)			0.90
g) Espesor de la base			10.00 cm
h) C.B.R. de la Sub Rasante (%) :			1.10 %
i) C.B.R. de la sub base (%) :			0.00 %
j) C.B.R. de la base (%) :			31.75 %

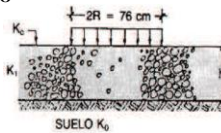
Resistencia a la rotura promedio del hormigon
Ecuacion 42
Ecuacion 41
Ecuacion 44 o 45
Tabla 49 (Pavimento de concreto no reforzado con transmision de carga)
Tabla 28 (Capacidad de drenaje regular, tiempo saturado 5% a 25%)
Estimado
Estudio de suelos
Estudio de suelos
Estudio de suelos

1.2.- Keq. COEFICIENTE DE REACCIÓN EQUIVALENTE:

K SUBRASANTE+ K MATERIAL DE BANCO DE PRESTAMO

$$k_{eq} = \left(1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \cdot \left(\frac{k_1}{k_0} \right)^{2/3} \right)^{0.5} \cdot k_0$$

Ecuacion 46



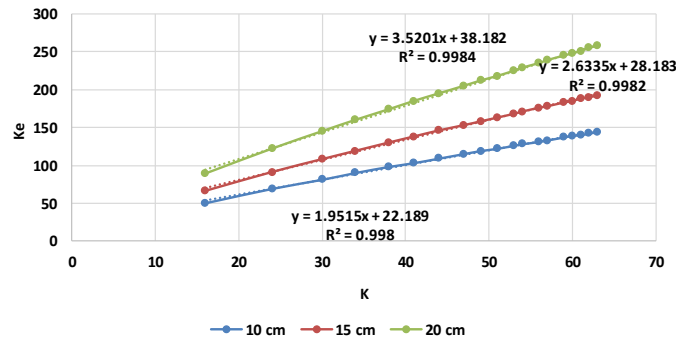
Aumento de K por suelo granular

K	Mpa/m	kg/cm Pci	
Ko	4.79	0.49	
K1	99.03	10.10	
Keq	5.91	0.60	21.79

No recomendado

K CAMBIO DE SUBRASANTE CON MATERIAL DE BANCO DE PRESTAMO Y MEJORAMIENTO DE SUELO CEMENTO

CBR (%)	K (MPa/m)	10 cm	15 cm	20 cm
2	16	50	66	89
3	24	69	91	122
4	30	81	108	145
5	34	90	119	160
6	38	98	130	174
7	41	103	138	185
8	44	109	146	195
9	47	115	153	205
10	49	119	158	212
11	51	122	163	218
12	53	126	168	225
13	54	128	171	229
14	56	131	176	235
15	57	133	178	239
16	59	137	183	245
17	60	139	185	248
18	61	140	188	251
19	62	142	190	255
20	63	144	192	258
31.75	99.029	215.4	288.9	387



Aumento de K por suelo cemento

Mpa/m	kg/cm3	Pci	
Keq	215.44	21.97	793.75

Tabla 55 (Espesor de base 10cm)

2.- CALCULO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO (D):

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R * S_O + 7.35 * \text{Log}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.625 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * Pt) * \text{Log}\left(\frac{S'c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J * (D^{0.75} - 18.42 * \left(\frac{K}{E_c}\right)^{0.25})}\right)$$

Reemplazando valores en la fórmula, para el calculo de D teórico:

Para:	D	=	5.593
	6.44	=	6.44

Iterar, hasta igualar los valores sombreados en amarillo

ESTRUCTURA PROPUESTA:

Losa de concreto =	14.21 cm
Base Granular =	10.00 cm
Sub-Base Granular =	0.00 cm
Espesor del pavimento =	24.21 cm

SECCION A USAR	
Losa de concreto =	15 cm
Base Granular =	10 cm
Sub-Base Granular =	0 cm
Espesor del pavimento =	25cm

D _{requerido}	14.21
D _{resultado}	15.00

OK

7.6.2 Anexo F.2 análisis de precios unitarios

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
DATOS GENERALES						
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"					
ACTIVIDAD:	LIMPIEZA, DESBOSQUE Y DESTRONQUE (SELVA)					
CANTIDAD:	0.16	AREA:	VIAS			
UNIDAD:	HA	N°:	1			
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025			
1. MATERIALES						
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
					-	
TOTAL MATERIAL					-	
2. MANO DE OBRA						
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
1	MAESTRO	HR	60.00	21.50	1,290.00	
2	PEÓN	HR	70.00	14.00	980.00	
3	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HR	27.00	27.00	729.00	
4	MECÁNICO DE EQUIPO	HR	27.00	22.00	594.00	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					3,593.00	
				CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)	71.00%	2,551.03
				IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)	14.94%	917.92
TOTAL MANO DE OBRA					7,061.95	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
1	TRACTOR ORUGA 310 HP /TOPADORA	HR	4.00	603.78	2,415.12	
2	MOTOSIERRA	HR	4.00	21.02	84.08	
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	353.10	
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					2,852.30	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
					COSTO	
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	1,189.71	
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					1,189.71	
5. UTILIDAD						
					COSTO	
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	1,110.40	
TOTAL UTILIDAD					1,110.40	
6. IMPUESTOS						
					COSTO	
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	377.42	
TOTAL IMPUESTOS					377.42	
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					12,591.77	
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					1,809.16	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	INSTLACION DE FAENAS SIN LETRERO DE OBRA				
CANTIDAD:	1	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	GLB	N°:	2		

MONEDA:		BOLIVIANOS	-	DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:		3/6/2025	
1. MATERIALES								
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO			
1	OFICINA Y DEPOSITO DE MATERIALES (ALQUILER)	PZA	6.00	800.00	4,800.00			
2	CALAMINA GALVANIZADA ONDULADA N° 30	M2	450.00	36.24	16,308.00			
3	CLAVOS	KG	5.23	12.50	65.38			
4	CLAVOS DE CALAMINA	KG	8.09	15.00	121.35			
5	CALLAPO DE 3"	M	875.00	5.00	4,375.00			
6	BISAGRA 4"	PZA	4.00	20.00	80.00			
TOTAL MATERIAL					25,749.73			
2. MANO DE OBRA								
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO			
1	MAESTRO	HR	28.00	21.50	602.00			
2	PEÓN	HR	32.00	14.00	448.00			
SUBTOTAL MANO DE OBRA					1,050.00			
				CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)		71.00%		745.50
				IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)		14.94%		268.25
TOTAL MANO DE OBRA					2,063.75			
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS								
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO			
1					-			
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	103.19			
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					103.19			
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS								
					COSTO			
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	3,350.00			
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					3,350.00			
5. UTILIDAD								
					COSTO			
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	3,126.67			
TOTAL UTILIDAD					3,126.67			
6. IMPUESTOS								
					COSTO			
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	1,062.75			
TOTAL IMPUESTOS					1,062.75			
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					35,456.08			
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					5,094.26			

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	LETRERO DE OBRA 4,00 x 2.50 M				
CANTIDAD:	2	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	PZA	N°:	3		
MONEDA:	BOLIVIANOS	-	DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	BANNER C/BASTIDOR DE 4,00 X 2,50 M	PZA	1.00	1,500.00	1,500.00
					-

TOTAL MATERIAL					1,500.00
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MAESTRO	HR	0.70	21.50	15.05
2	PEON	HR	0.70	14.00	9.80
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					24.85
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	17.64
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	6.35
TOTAL MANO DE OBRA					48.84
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	2.44
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					2.44
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	186.15
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					186.15
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	173.74
TOTAL UTILIDAD					173.74
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	59.06
TOTAL IMPUESTOS					59.06
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					1,970.24
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					283.08

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	REPLANTEO Y TRAZADO DE VÍAS				
CANTIDAD:	1	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	GLB	N°:	4		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PINTURA AL OLEO	GL	0.03	164.74	4.94
2	ESTUCO	KG	0.07	0.68	0.05
3	ALAMBRE DE AMARRE	KG	3.00	12.00	36.00
4	CLAVOS	KG	2.00	12.50	25.00
5	MADERA DE CONSTRUCCIÓN	P2	110.00	7.38	811.80
					-
TOTAL MATERIAL					877.79
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO

1	TOPOGRAFO	HR	24.00	25.00	600.00
2	ALARIFE	HR	30.00	20.00	600.00
3	MAESTRO	HR	3.00	21.50	64.50
4	PEÓN	HR	8.00	14.00	112.00
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					1,376.50
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	977.32
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	351.66
TOTAL MANO DE OBRA					2,705.47
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	EQUIPO TOPOGRAFICO	HR	24.00	25.00	600.00
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	135.27
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					735.27
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	518.22
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					518.22
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	483.68
TOTAL UTILIDAD					483.68
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	164.40
TOTAL IMPUESTOS					164.40
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					5,484.84
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					788.05

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES

PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	DESEMPEDRADO				
CANTIDAD:	2734.00	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M2	Nº:	5		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		

1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
					-
TOTAL MATERIAL					-
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MAESTRO	HR	0.01	21.50	0.19
2	PEÓN	HR	0.30	14.00	4.20
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					4.39
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	3.12
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	1.12
TOTAL MANO DE OBRA					8.64
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	0.43
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					0.43
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	1.09
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					1.09
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	1.02
TOTAL UTILIDAD					1.02

6. IMPUESTOS			
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3.09%	COSTO 0.35
TOTAL IMPUESTOS			0.35
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			11.52
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)			1.65

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	AGOTAMIENTO				
CANTIDAD:	5	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	HR	N°:	6		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
					-
TOTAL MATERIAL					-
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PEON	HR	1.00	14.00	14.00
SUBTOTAL MANO DE OBRA					14.00
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	9.94
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	3.58
TOTAL MANO DE OBRA					27.52
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MOTOBOMBA DE AGUA	HR	1.00	31.53	31.53
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)					5.00%
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					32.90
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	7.25
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					7.25
5. UTILIDAD					
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	6.77
TOTAL UTILIDAD					6.77
6. IMPUESTOS					
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	2.30
TOTAL IMPUESTOS					2.30
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					76.74
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					11.03

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	ROTURA DE ACERAS				
CANTIDAD:	802.8	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M2	N°:	7		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1					-
TOTAL MATERIAL					-
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HR	0.19	23.00	4.37
2	MAESTRO	HR	0.01	21.50	0.22

3	PEÓN	HR	0.45	14.00	6.30
SUBTOTAL MANO DE OBRA					10.89
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	7.73
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	2.78
TOTAL MANO DE OBRA					21.39
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PERFORADORA NEUMÁTICA	HR	0.20	160.08	32.02
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)					5.00%
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					33.09
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3				12.00%	6.54
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					6.54
5. UTILIDAD					
					COSTO
UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4				10.00%	6.10
TOTAL UTILIDAD					6.10
6. IMPUESTOS					
					COSTO
IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5				3.09%	2.07
TOTAL IMPUESTOS					2.07
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					69.19
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					9.94

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	ROTURA DE PAVIMENTO				
CANTIDAD:	18	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M2	N°:	8		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1					-
TOTAL MATERIAL					-
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HR	0.20	23.00	4.60
2	MAESTRO	HR	0.05	21.50	1.08
3	PEÓN	HR	0.30	14.00	4.20
SUBTOTAL MANO DE OBRA					9.88
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	7.01
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	2.52
TOTAL MANO DE OBRA					19.41
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PERFORADORA NEUMÁTICA	HR	0.50	160.08	80.04
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)					5.00%
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					81.01
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3				12.00%	12.05
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					12.05
5. UTILIDAD					
					COSTO
UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4				10.00%	11.25
TOTAL UTILIDAD					11.25

6. IMPUESTOS			
			COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3.09%	3.82
		TOTAL IMPUESTOS	3.82
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)	127.54
		TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)	18.32

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	EXCAVACION Y REMOCION DE SUBRASANTE				
CANTIDAD:	6,350.81	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M3	N°:	9		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1					-
					-
				TOTAL MATERIAL	-
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	CHOFER	HR	0.08	19.00	1.52
2	MECÁNICO DE EQUIPO	HR	0.05	22.00	1.10
3	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HR	0.05	27.00	1.35
4	PEÓN	HR	0.10	14.00	1.40
					-
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	5.37
				CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)	71.00%
				IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)	14.94%
				TOTAL MANO DE OBRA	10.55
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	TRACTOR ORUGA 165 HP	HR	0.05	483.02	24.15
2	PALA FRONTAL 170 HP 3M3	HR	0.03	435.77	13.07
3	VOLQUETA 12M3	HR	0.05	160.00	8.00
					-
*				HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)	5.00%
				TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	45.75
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*				GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3	12.00%
				TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	6.76
5. UTILIDAD					
					COSTO
*				UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4	10.00%
				TOTAL UTILIDAD	6.31
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*				IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3.09%
				TOTAL IMPUESTOS	2.14
				TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)	71.51
				TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)	10.27

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	TRANSPORTE DE MATERIALES NO CLASIFICADOS DE ACOPIOS				
CANTIDAD:	5,803.61	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M3	N°:	10		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO

1					-
					-
TOTAL MATERIAL					-
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	CHOFER	HR	0.08	19.00	1.52
2	MECÁNICO DE EQUIPO	HR	0.08	22.00	1.76
3	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HR	0.05	27.00	1.35
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					4.63
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	3.29
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	1.18
TOTAL MANO DE OBRA					9.10
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PALA FRONTAL 220 HP 4M3	HR	0.003	451.50	1.35
2	VOLQUETA 12M3	HR	0.02	160.00	3.20
					-
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)				5.00%	0.46
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					5.01
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3				12.00%	1.69
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					1.69
5. UTILIDAD					
					COSTO
UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4				10.00%	1.58
TOTAL UTILIDAD					1.58
6. IMPUESTOS					
					COSTO
IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5				3.09%	0.54
TOTAL IMPUESTOS					0.54
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					17.92
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					2.57

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE				
CANTIDAD:	932.02	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M3	N°:	11		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
					-
TOTAL MATERIAL					-
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	CHOFER	HR	0.002	19.00	0.04
2	MECÁNICO DE EQUIPO	HR	0.002	22.00	0.04
3	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HR	0.007	27.00	0.19
4	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.120	23.00	2.76
5	MAESTRO	HR	0.400	21.50	8.60
6	PEON	HR	0.430	14.00	6.02
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					17.65
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	12.53
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	4.51
TOTAL MANO DE OBRA					34.69
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MOTONIVELADORA 105 HP	HR	0.003	350.00	1.05
2	COMPACTADOR RODILLO LISO 10 TON	HR	0.004	315.50	1.26

3	CAMIÓN AGUATERO (CISTERNA)	HR	0.002	147.00	0.29
4	COMPACTADORA MANUAL SALTARINA	HR	0.100	35.00	3.50
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	1.73
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					7.84
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	5.10
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					5.10
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	4.76
TOTAL UTILIDAD					4.76
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	1.62
TOTAL IMPUESTOS					1.62
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					54.02
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					7.76

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	REPOSICION DE BASE Y SUBBASE CON MATERIAL DE REMOCION				
CANTIDAD:	27.68	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M3	N°:	12		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1					-
TOTAL MATERIAL					-
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PEON	HR	0.080	14.00	1.12
2	CHOFER	HR	0.040	19.00	0.76
3	MECÁNICO DE EQUIPO	HR	0.020	22.00	0.44
4	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HR	0.080	27.00	2.16
SUBTOTAL MANO DE OBRA					4.48
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	3.18
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	1.14
TOTAL MANO DE OBRA					8.81
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	VOLQUETA 12 M3	HR	0.020	160.00	3.20
2	PALA FRONTAL 170 HP 3M3	HR	0.010	435.77	4.36
3	MOTONIVELADORA 105 HP	HR	0.030	350.00	10.50
4	COMPACTADOR RODILLO LISO 10 TON	HR	0.020	315.50	6.31
5	CAMIÓN AGUATERO (CISTERNA)	HR	0.010	147.00	1.47
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)					5.00%
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					26.28
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	4.21
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					4.21
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	3.93
TOTAL UTILIDAD					3.93
6. IMPUESTOS					
					COSTO

*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3.09%	1.34
TOTAL IMPUESTOS			1.34
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			44.56
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1S=6.96bs)			6.40

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	CONFORMACION DE CAPA BASE CON PROVICION				
CANTIDAD:	273.38	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M3	N°:	13		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MATERIAL PARA CONFORMACION DE CAPA SUB-BASE	M3	1.10	115.00	126.50
					-
TOTAL MATERIAL					126.50
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PEON	HR	0.100	14.00	1.40
2	CHOFER	HR	0.020	19.00	0.38
3	MECÁNICO DE EQUIPO	HR	0.010	22.00	0.22
4	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HR	0.040	27.00	1.08
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					3.08
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	2.19
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	0.79
TOTAL MANO DE OBRA					6.05
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	VOLQUETA 12 M3	HR	0.020	160.00	3.20
2	MOTONIVELADORA 105 HP	HR	0.030	350.00	10.50
3	COMPACTADOR RODILLO LISO 10 TON	HR	0.030	315.50	9.47
4	CAMIÓN AGUATERO (CISTERNA)	HR	0.020	147.00	2.94
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	0.30
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					26.41
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	19.08
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					19.08
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	17.80
TOTAL UTILIDAD					17.80
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	6.05
TOTAL IMPUESTOS					6.05
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					201.89
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1S=6.96bs)					29.01

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	CORDON PARA ACERA DE HORMIGON 20.x 30 CM				
CANTIDAD:	1,305.06	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	ML	N°:	14		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ALAMBRE DE AMARRE	KG	0.100	12.00	1.20
2	ARENA FINA	M3	0.001	130.01	0.13

3	ARENA COMUN	M3	0.040	120.06	4.80
4	CEMENTO PORTLAND IP-30	KG	28.820	1.04	29.97
5	CLAVOS	KG	0.100	12.50	1.25
6	GRAVA COMUN	M3	0.090	120.75	10.87
7	MADERA DE CONSTRUCCION	P2	3.570	7.38	26.35
					-
TOTAL MATERIAL					74.57
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	1.000	23.00	23.00
2	MAESTRO	HR	1.500	21.50	32.25
3	PEON	HR	0.040	14.00	0.56
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					55.81
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	39.63
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	14.26
TOTAL MANO DE OBRA					109.69
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MEZCLADORA DE HORMIGON 280 LT	HR	0.040	20.88	0.84
2	VIBRADORA DE HORMIGON	HR	0.030	13.00	0.39
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	5.48
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					6.71
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	22.92
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					22.92
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	21.39
TOTAL UTILIDAD					21.39
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	7.27
TOTAL IMPUESTOS					7.27
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					242.55
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					34.85

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	JUNTA TRANSVERSAL PARA PAVIMENTO RIGIDO CON BARAS DE 25MM CADA 30CM				
CANTIDAD:	391.56	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	ML	N°:	15		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ACERO CORRUGADO 6MM (1/4")	BARRA	0.636	16.52	10.51
2	TINER EPOXICO	LT	0.006	37.00	0.22
3	GRASA COMUN	KG	0.110	28.00	3.08
4	ACERO LISO 25MM (1")	BARRA	0.125	295.59	36.95
5	ELECTRODO 6013	KG	0.140	21.99	3.08
6	CLAVO DE 3"	KG	0.023	7.48	0.17
7	CATALIZADOR P/PINTURA EPOXI ALUMINIO (0.9L)	PZA	0.007	127.03	0.89
8	PINTURA EPOXI ALUMINIO	GL	0.006	370.79	2.22
					-
TOTAL MATERIAL					57.12
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ARMADOR	HR	0.230	21.57	4.96
2	MAESTRO	HR	0.167	21.50	3.59

3	PEON	HR	0.220	14.00	3.08
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					11.63
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	8.26
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	2.97
TOTAL MANO DE OBRA					22.86
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	1.14
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					1.14
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	9.74
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					9.74
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	9.09
TOTAL UTILIDAD					9.09
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	3.09
TOTAL IMPUESTOS					3.09
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					103.04
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					14.80

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	ARMADURA DE AMARRE EN PAV. RIGIDO (S/CANASTILLO) D=12MM				
CANTIDAD:	5,353.94	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	PZA	N°:	16		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ACERO CORRUGADO ESTRUCTURAL A36	KG	0.640	5.08	3.25
					-
TOTAL MATERIAL					3.25
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MAESTRO	HR	0.050	21.50	1.08
2	PEON	HR	0.050	14.00	0.70
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					1.78
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	1.26
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	0.45
TOTAL MANO DE OBRA					3.49
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	0.17
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					0.17
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	0.83
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					0.83
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	0.77
TOTAL UTILIDAD					0.77
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	0.26

TOTAL IMPUESTOS	0.26
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)	8.78
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)	1.26

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	LOSA DE HORMIGON (S/CORTE DE JUNTAS) FCK= 4.5 MPA				
CANTIDAD:	511.49	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M3	N°:	17		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ADITIVO P/CURADO HORMIGON	KG	0.100	54.85	5.49
2	ARENA COMUN	M3	0.680	120.06	81.64
3	CEMENTO PORTLAND	KG	380.000	1.04	395.20
4	FIBRA DE REFUERZO (POLIPROPILENO)	KG	0.800	55.00	44.00
5	GRAVA COMUN	M3	1.100	120.75	132.83
6	INCORPORADOR DE AIRE	KG	0.400	20.38	8.15
					-
TOTAL MATERIAL					667.30
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MECÁNICO DE EQUIPO	HR	0.020	22.00	0.44
2	OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	0.100	27.00	2.70
3	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.070	23.00	1.61
4	MAESTRO	HR	2.500	21.50	53.75
5	PEON	HR	3.750	14.00	52.50
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					111.00
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	78.81
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	28.36
TOTAL MANO DE OBRA					218.17
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	CAMION MESCLADOR	HR	0.050	170.00	8.50
2	PLANTA DOSIFICADORA DE HORMIGON	HR	0.050	413.51	20.68
3	REGLA VIBRADORAS	HR	0.070	200.00	14.00
4	VIBRADORA DE HORMIGON	HR	0.500	13.00	6.50
					-
* HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)				5.00%	10.91
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					60.58
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
* GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3				12.00%	113.53
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					113.53
5. UTILIDAD					
					COSTO
* UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4				10.00%	105.96
TOTAL UTILIDAD					105.96
6. IMPUESTOS					
					COSTO
* IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5				3.09%	36.02
TOTAL IMPUESTOS					36.02
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					1,201.55
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					172.64

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES	
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"
ACTIVIDAD:	CARPETA DE HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGIDO E=15CM
CANTIDAD:	217.79
AREA:	VIAS

UNIDAD:	M2	N°:	18		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	FEIRRO CORRUGADO	KG	10.000	10.80	108.00
2	ALAMBRE DE AMARRE	KG	0.300	12.00	3.60
3	HORMIGON PREMESCLADO H=25MPA	M3	0.080	1,242.42	99.39
4	MADERA DE CONSTRUCCION	P2	7.000	7.38	51.66
5	CLAVOS	KG	0.300	12.50	3.75
6	PLASTOFORMO E=1CM	PZA	0.050	6.60	0.33
					-
TOTAL MATERIAL					266.73
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MAESTRO	HR	1.500	21.50	32.25
2	PEON	HR	2.000	14.00	28.00
3	ARMADOR	HR	1.200	21.57	25.88
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					86.13
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	61.16
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	22.00
TOTAL MANO DE OBRA					169.29
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	VIBRADORA DE HORMIGON	HR	0.050	13.00	0.65
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	8.46
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					9.11
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	53.42
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					53.42
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	49.86
TOTAL UTILIDAD					49.86
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	16.95
TOTAL IMPUESTOS					16.95
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					565.36
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					81.23

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	CONFORMACION Y COMPACTACION DE CAMA DE ARENA E=4CM PARA ASENTADO DE ADOQUINES				
CANTIDAD:	1,571.20	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M2	N°:	19		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	AGUA	M3	0.03	7.03	0.21
2	ARENA COMUN	M3	0.07	120.06	8.40
					-
TOTAL MATERIAL					8.62
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.030	23.00	0.69
2	MAESTRO	HR	0.030	21.50	0.65
3	PEON	HR	0.030	14.00	0.42

					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					1.76
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	1.25
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	0.45
TOTAL MANO DE OBRA					3.45
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PLANCHA COMPACTADORA	HR	0.030	48.75	1.46
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	0.17
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					1.63
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	1.64
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					1.64
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	1.53
TOTAL UTILIDAD					1.53
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	0.52
TOTAL IMPUESTOS					0.52
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					17.40
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					2.50

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	COLOCACION DE ENLOSETADO HEXAGONAL E=10CM EN CALZADA				
CANTIDAD:	1,571.20	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M2	N°:	20		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	LOSETA HEXAGONAL 10CM	PZA	12.00	12.00	144.00
2	ARENA FINA	M3	0.03	130.01	3.90
3	DISCO DE CORTE 7"	PZA	0.03	127.12	3.81
					-
TOTAL MATERIAL					151.71
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.320	23.00	7.36
2	MAESTRO	HR	1.500	21.50	32.25
3	PEON	HR	1.500	14.00	21.00
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					60.61
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	43.03
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	15.48
TOTAL MANO DE OBRA					119.13

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	AMOLADORA ELECTRICA PARA CORTE DE CONCRETO	HR	0.320	11.62	3.72
2	PLANCHA COMPACTADORA VIBRATORIA 4HP	HR	0.030	48.75	1.46
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	5.96
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					11.14
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	33.84
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					33.84
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	31.58
TOTAL UTILIDAD					31.58
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	10.73
TOTAL IMPUESTOS					10.73
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					358.13
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					51.46

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	SELLADO DE JUNTAS CON POLVILLO Y MORTERO ASFALTICO				
CANTIDAD:	1,571.20	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M2	N°:	21		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ARENA COMUN	M3	0.03	120.06	3.60
2	ALQUITRAN TIPO A	KG	1.00	9.20	9.20
					-
TOTAL MATERIAL					12.80
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MAESTRO	HR	0.080	21.50	1.72
2	PEON	HR	0.070	14.00	0.98
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					2.70
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	1.92
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	0.69
TOTAL MANO DE OBRA					5.31
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	0.27
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					0.27
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	2.20
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					2.20
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	2.06
TOTAL UTILIDAD					2.06
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	0.70
TOTAL IMPUESTOS					0.70
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					23.34
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					3.35

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	CORTE, ENSANCHE Y SELLADO DE JUNTAS (C/CINTA DE RESPALDO)				
CANTIDAD:	1,596.20	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	ML	N°:	22		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	CINTA DE RESPALDO PARA JUNTAS	M	1.04	4.40	4.58
2	SELLADOR DE JUNTA	LT	0.20	110.00	22.00
					-
TOTAL MATERIAL					26.58
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.05	23.00	1.15
2	ESPECIALISTA EN VIAS	HR	0.07	29.00	2.03
3	PEON	HR	0.10	14.00	1.40
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					4.58
				CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)	71.00%
				IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)	14.94%
TOTAL MANO DE OBRA					9.00
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	CORTADORA DE CONCRETO	HR	0.04	18.01	0.72
2	COMPRESOR	HR	0.01	90.01	0.90
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	0.45
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					2.07
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	4.52
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					4.52
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	4.22
TOTAL UTILIDAD					4.22
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	1.43
TOTAL IMPUESTOS					1.43
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					47.82
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					6.87

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	ACERA DE CONCRETO E=4CM				
CANTIDAD:	1,729.26	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M2	N°:	23		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ARENA COMUN	M3	0.020	120.06	2.40
2	ARENA FINA	M3	0.003	130.01	0.39
3	CEMENTO PORTLAND	KG	15.128	1.04	15.73
4	GRAVA COMUN	M3	0.166	120.75	20.04
5	MADERA DE CONSTRUCCION	P2	1.149	7.38	8.48
6	PLASTOFORMO E=1CM	M2	0.090	4.20	0.38
					-

TOTAL MATERIAL					47.43
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MAESTRO	HR	0.500	21.50	10.75
2	PEON	HR	1.000	14.00	14.00
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					24.75
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	17.57
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	6.32
TOTAL MANO DE OBRA					48.65
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MESCLADORA DE HORMIGON 280 LT	HR	0.080	20.88	1.67
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	2.43
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					4.10
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	12.02
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					12.02
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	11.22
TOTAL UTILIDAD					11.22
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	3.81
TOTAL IMPUESTOS					3.81
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					127.23
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					18.28

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	TUBO PVC SDR 41 D=200 MM (PROV. Y COLOC.)				
CANTIDAD:	1,305.06	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	ML	N°:	24		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	LIMPIADOR DE PVC	LT	0.030	45.00	1.35
2	PEGAMENTO PVC PARA UNION + CINTA	KG	0.001	845.58	0.85
3	TUBERIA PVC SDR 41 D=8" (200MM)	ML	1.050	84.97	89.22
4	ARENA COMUN	M3	0.012	120.06	1.44
					-
TOTAL MATERIAL					92.85
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ESPECIALISTAS INST. COLECTOR	HR	0.250	27.68	6.92
2	MAESTRO	HR	0.250	21.50	5.38
3	PEON	HR	0.200	14.00	2.80
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					15.10
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	10.72
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	3.86
TOTAL MANO DE OBRA					29.67
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	1.48
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					1.48
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					

			COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3	12.00%	14.88
	TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS		14.88
5. UTILIDAD			
			COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4	10.00%	13.89
	TOTAL UTILIDAD		13.89
6. IMPUESTOS			
			COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3.09%	4.72
	TOTAL IMPUESTOS		4.72
	TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)		157.50
	TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)		22.63

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	CUNETAS DE HORMIGON SIMPLE E=5 CM, ANCHO=30 CM				
CANTIDAD:	1,305.06	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	ML	N°:	25		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ALQUITRAN	KG	0.060	9.61	0.58
2	ARENA FINA	M3	0.003	130.01	0.39
3	ARENA COMUN	M3	0.010	120.06	1.20
4	CEMENTO PORTLAND	KG	5.860	1.04	6.09
5	GRAVA COMUN	M3	0.060	120.75	7.25
					-
			TOTAL MATERIAL		15.51
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.060	23.00	1.38
2	MAESTRO	HR	0.510	21.50	10.97
3	PEON	HR	1.020	14.00	14.28
					-
			SUBTOTAL MANO DE OBRA		26.63
			CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)	71.00%	18.90
			IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)	14.94%	6.80
			TOTAL MANO DE OBRA		52.33
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MEZCLADOR DE HORMIGON 280 LT	HR	0.060	20.88	1.25
					-
*			HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)	5.00%	2.62
			TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		3.87
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3	12.00%			8.60
	TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				8.60
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4	10.00%			8.03
	TOTAL UTILIDAD				8.03
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3.09%			2.73
	TOTAL IMPUESTOS				2.73
	TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)				91.07
	TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)				13.09

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES

PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	SUMIDERO DE REJAS (SIN PROV. DE TUBERIA)				
CANTIDAD:	24.00	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	PZA	N°:	26		
MONEDA:	BOLIVIANOS	-	DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025

1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ALAMBRE DE AMARRE	KG	0.100	12.00	1.20
2	ANGULAR 2" X 2" X 1/4"	ML	1.100	36.29	39.92
3	ARENA FINA	M3	0.200	130.01	26.00
4	ARENA COMUN	M3	0.400	120.06	48.02
5	CEMENTO PORTLAND IP-30	KG	190.000	1.04	197.60
6	CLAVOS	KG	0.400	12.50	5.00
7	ELECTRODO 6011	KG	4.000	35.00	140.00
8	FIERRO CORRUGADO	KG	4.200	10.80	45.36
9	GRAVA COMUN	M3	0.040	120.75	4.83
10	MADERA DE CONSTRUCCION ENCOFRADO	P2	25.500	7.38	188.19
11	PINTURA ANTICORROSIVA	GL	0.020	135.00	2.70
12	PLETINA DE 2" X 3/8"	ML	6.400	49.17	314.69
					-
TOTAL MATERIAL					1,013.51
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MAESTRO	HR	8.000	21.50	172.00
2	PEON	HR	10.000	14.00	140.00
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					312.00
				CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)	71.00%
				IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)	14.94%
TOTAL MANO DE OBRA					613.23
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	EQUIPO SOLDADOR DE ARCO	HR	3.000	8.51	25.53
2	VIBRADOR DE HORMIGON	HR	0.080	13.00	1.04
3	MEZCLADOR DE HORMIGON 280 LT	HR	0.300	20.88	6.26
					-
				HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)	5.00%
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					63.50
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
				GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3	12.00%
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					202.83
5. UTILIDAD					
					COSTO
				UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4	10.00%
TOTAL UTILIDAD					189.31
6. IMPUESTOS					
					COSTO
				IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3.09%
TOTAL IMPUESTOS					64.35
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					2,146.72
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1S=6.96bs)					308.44

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	SEÑALIZACION HORIZONTAL REFLECTIVA GENERAL				
CANTIDAD:	549.52	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	M2	N°:	27		
MONEDA:	BOLIVIANOS	-	DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025
1. MATERIALES					

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PINTURA DE DEMARCACION VIAL	LT	0.600	89.82	53.89
2	ESFERAS DE VIDRIO PARA PINTURA	KG	0.400	21.28	8.51
					-
TOTAL MATERIAL					62.40
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.100	23.00	2.30
2	MAESTRO	HR	0.100	21.50	2.15
3	PEON	HR	0.100	14.00	1.40
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					5.85
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	4.15
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	1.49
TOTAL MANO DE OBRA					11.50
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	DEMARCADOR VIAL	HR	0.100	60.00	6.00
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	0.57
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					6.57
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	9.66
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					9.66
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	9.01
TOTAL UTILIDAD					9.01
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	3.06
TOTAL IMPUESTOS					3.06
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					102.21
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					14.69

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	SEÑALIZACION HORIZONTAL (OJOS DE GATO)				
CANTIDAD:	491.45	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	PZA	N°:	28		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	EMULSION BITUMINOSA	LT	0.050	28.00	1.40
2	OJO DE GATO	PZA	1.000	15.50	15.50
					-
TOTAL MATERIAL					16.90
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ESPECIALISTA EN VIAS	HR	0.030	29.00	0.87
2	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.020	23.00	0.46
3	MAESTRO	HR	0.040	21.50	0.86
4	PEON	HR	0.050	14.00	0.70
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					2.89
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	2.05
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	0.74
TOTAL MANO DE OBRA					5.68
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MARTILLO NEUMATICO	HR	0.020	56.25	1.13

				-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	0.28
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				1.41
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
				COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3		12.00%	2.88
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				2.88
5. UTILIDAD				
				COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4		10.00%	2.69
TOTAL UTILIDAD				2.69
6. IMPUESTOS				
				COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5		3.09%	0.91
TOTAL IMPUESTOS				0.91
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)				30.47
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)				4.38

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	ROMPE MUELLE B=2 M H=10 CM				
CANTIDAD:	10.20	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	ML	N°:	29		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ARENA COMUN	M3	0.060	120.06	7.20
2	ARENA FINA	M3	0.040	130.01	5.20
3	CEMENTO	KG	16.000	1.04	16.64
4	DIESEL	LT	3.620	3.72	13.47
5	ESFERAS DE VIDRIO PARA PINTURA	KG	0.600	21.28	12.77
6	GRAVA SELECCIONADA	M3	0.040	125.00	5.00
7	PINTURA AL ACEITE REFLECTIVA	LT	1.200	56.00	67.20
					-
TOTAL MATERIAL					127.48
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	CHOFER	HR	0.001	19.00	0.02
2	OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	0.004	27.00	0.11
3	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.250	23.00	5.75
4	MAESTRO	HR	0.200	21.50	4.30
5	PEON	HR	0.500	14.00	7.00
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					17.18
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	12.20
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	4.39
TOTAL MANO DE OBRA					33.76
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	MESCLADORA DE HORMIGON 280LT	HR	0.060	20.88	1.25
2	VOLQUETA 12 M3	HR	0.001	160.00	0.16
3	COMPACTADOR MANUAL VIBRAT. ROD. LISO	HR	0.050	34.90	1.75
4	DEMARCADOR VIAL	HR	0.200	60.00	12.00
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	1.69
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					16.85
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	21.37
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					21.37
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	19.95

TOTAL UTILIDAD			19.95
6. IMPUESTOS			
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3.09%	COSTO
			6.78
TOTAL IMPUESTOS			6.78
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			226.18
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)			32.50

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	SEÑALIZACION VERTICAL (PREVENTIVA)				
CANTIDAD:	20.00	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	PZA	N°:	30		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ARENA COMUN	M3	0.003	120.06	0.36
2	CEMENTO PORTLAND	KG	4.000	1.04	4.16
3	PERNO 8"X3/8"	PZA	2.000	1.50	3.00
4	PINTURA AL ACEITE REFLECTIVA	LT	0.150	56.00	8.40
5	PINTURA ANTICORROSIVA	LT	0.220	56.45	12.42
6	PLANCHA METALICA 1/8" E=3 MM	M2	1.200	285.95	343.14
7	POSTE PREFABRICADO DE H° H=3,50 M	PZA	1.000	220.00	220.00
TOTAL MATERIAL					591.48
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PINTOR	HR	2.000	23.00	46.00
2	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	2.000	23.00	46.00
3	MAESTRO	HR	4.100	21.50	88.15
4	PEON	HR	4.000	14.00	56.00
SUBTOTAL MANO DE OBRA					236.15
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	167.67
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	60.33
TOTAL MANO DE OBRA					464.15
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	CIZALLA	HR	2.000	6.74	13.48
2	COMPRESOR	HR	2.000	90.01	180.02
3	PISTOLA ROCIADORA	HR	2.000	3.22	6.44
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)					5.00%
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					223.15
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	153.45
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					153.45
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	143.22
TOTAL UTILIDAD					143.22
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	48.68
TOTAL IMPUESTOS					48.68
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					1,624.13
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					233.35

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
-----------------	--	--	--	--	--

PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	SEÑALIZACION VERTICAL (RESTRICTIVA)				
CANTIDAD:	21.00	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	PZA	N°:	31		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	ARENA COMUN	M3	0.003	120.06	0.36
2	CEMENTO PORTLAND	KG	4.000	1.04	4.16
3	PERNO 8"X3/8"	PZA	2.000	1.50	3.00
4	PINTURA AL ACEITE REFLECTIVA	LT	0.150	56.00	8.40
5	PINTURA ANTICORROSIVA	LT	0.220	56.45	12.42
6	PLANCHA METALICA 1/8" E=3 MM	M2	1.200	285.95	343.14
7	POSTE PREFABRICADO DE H° H=3,50 M	PZA	1.000	220.00	220.00
					-
TOTAL MATERIAL					591.48
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	PINTOR	HR	2.000	23.00	46.00
2	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	2.000	23.00	46.00
3	MAESTRO	HR	4.100	21.50	88.15
4	PEON	HR	4.000	14.00	56.00
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					236.15
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	167.67
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	60.33
TOTAL MANO DE OBRA					464.15
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	CIZALLA	HR	2.000	6.74	13.48
2	COMPRESOR	HR	2.000	90.01	180.02
3	PISTOLA ROCIADORA	HR	2.000	3.22	6.44
					-
* HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)				5.00%	23.21
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					223.15
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
* GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3				12.00%	153.45
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					153.45
5. UTILIDAD					
					COSTO
* UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4				10.00%	143.22
TOTAL UTILIDAD					143.22
6. IMPUESTOS					
					COSTO
* IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5				3.09%	48.68
TOTAL IMPUESTOS					48.68
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					1,624.13
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					233.35

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y ENLOSETADO EN VIAS SELECTAS DEL BARRIO 27 DE MAYO COBIJA PANDO"				
ACTIVIDAD:	LIMPIEZA GENERAL OBRAS MAYORES				
CANTIDAD:	1	AREA:	VIAS		
UNIDAD:	GBL	N°:	32		
MONEDA:	BOLIVIANOS - DOLARES	PERIODO DE ACTUALIZACION:	3/6/2025		
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
					-
TOTAL MATERIAL					-
2. MANO DE OBRA					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO

1	CHOFER	HR	8.000	19.00	152.00
2	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	8.000	23.00	184.00
3	MAESTRO	HR	24.000	21.50	516.00
4	PEON	HR	24.000	14.00	336.00
					-
SUBTOTAL MANO DE OBRA					1,188.00
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71.18%)				71.00%	843.48
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14.94%	303.50
TOTAL MANO DE OBRA					2,334.98
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	VOLQUETA 10 M3	HR	8.000	130.00	1,040.00
2	ESCOBA MECANICA AUTOPROPULSION	HR	8.000	56.56	452.48
					-
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5.00%	116.75
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					1,609.23
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			12.00%	473.31
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					473.31
5. UTILIDAD					
					COSTO
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			10.00%	441.75
TOTAL UTILIDAD					441.75
6. IMPUESTOS					
					COSTO
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.09%	150.15
TOTAL IMPUESTOS					150.15
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					5,009.42
TOTAL PRECIO UNITARIO REFERENCIAL (1\$=6.96bs)					719.74

7.6.3 Anexo F.3 precios unitarios elementales: materiales, mano de obra, equipo y herramientas

FORMULARIO B-3					
PRECIOS UNITARIOS ELEMENTALES					
PRECIOS REFERENCIALES		6.96 BS	1 \$	15 BS	
1. MATERIALES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO Bs.	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO UNITARIO ACTUALIZADO BS
1	ADITIVO P/CURADO HORMIGON	KG	28.60	4.11	61.64
2	AGUA	M3	7.03	1.01	15.15
3	ALAMBRE DE AMARRE	KG	12.00	1.72	25.86
4	ALQUITRAN	KG	9.61	1.38	20.71
5	ARENA COMUN	M3	120.06	17.25	258.75
6	ARENA FINA	M3	130.01	18.68	280.19
7	BANNER C/BASTIDOR DE 4,00 X 2,50 M	PZA	1500.00	215.52	3232.76
8	BISAGRA 4"	PZA	20.00	2.87	43.10
9	CALAMINA GALVANIZADA ONDULADA N° 30	M2	36.24	5.21	78.10
10	CALLAPO DE 3"	M	5.00	0.72	10.78
11	CEMENTO PORTLAND	KG	1.04	0.15	2.24
12	CEMENTO PORTLAND IP-30	KG	0.90	0.13	1.94
13	CINTA DE RESPALDO PARA JUNTAS	M	4.40	0.63	9.48
14	CLAVOS	KG	12.50	1.80	26.94
15	CLAVOS DE 2" A 4"	KG	14.00	2.01	30.17
16	CLAVOS DE CALAMINA	KG	15.00	2.16	32.33
17	DISCO DE CORTE 7"	PZA	127.12	18.26	273.97
18	DISEL	LT	3.72	0.53	8.02
19	ELECTRODO 6011	KG	35.00	5.03	75.43
20	EMULSION BITUMINOSA	LT	89.82	12.91	193.58
21	ESFERAS DE VIDRIO PARA PINTURA	KG	21.28	3.06	45.86

22	ESTUCO	KG	0.68	0.10	1.47
23	FIERRO CORRUGADO	KG	10.80	1.55	23.28
24	GRAVA COMUN	M3	120.75	17.35	260.24
25	LOSETA HEXAGONAL 10CM	PZA	12.00	1.72	25.86
26	MADERA DE CONSTRUCCIÓN	P2	7.38	1.06	15.91
27	MADERA DE CONSTRUCCION ENCOFRADOS	P2	7.50	1.08	16.16
28	MATERIAL PARA CONFORMACION DE CAPA SUB-BASE	M3	115.00	16.52	247.84
29	OFICINA Y DEPOSITO DE MATERIALES (ALQUILER)	PZA	800.00	114.94	1724.14
30	OJO DE GATO	PZA	15.50	2.23	33.41
31	PERNO 8"X3/8"	PZA	1.50	0.22	3.23
32	PINTURA AL ACEITE REFLECTIVA	LT	56.00	8.05	120.69
33	PINTURA AL OLEO	GL	164.74	23.67	355.04
34	PINTURA ANTICORROSIVA	LT	56.45	8.11	121.66
35	PINTURA DE DEMARCAACION VIAL	LT	89.82	12.91	193.58
36	PLANCHA METALICA 1/8" E=3 MM	M2	285.95	41.08	616.27
37	PLASTOFORMO E=1CM	M2	4.20	0.60	9.05
38	POLIESTIRENO E=1CM	M2	6.60	0.95	14.22
39	POSTE PREFABRICADO DE Hº H=3,50 M	PZA	220.00	31.61	474.14
40	SELLADOR DE JUNTA	LT	110.00	15.80	237.07
41	ACERO CORRUGADO 6MM (1/4)"	BARRA	16.52	2.37	35.60
42	TINER EPOXICO	LT	37.00	5.32	79.74
43	GRASA COMUN	KG	28.00	4.02	60.34
44	ACERO LISO 25MM (1")	BARRA	295.59	42.47	637.05
45	ELECTRODO 6013	KG	21.99	3.16	47.39
46	CLAVO DE 3"	KG	7.48	1.07	16.12
47	CATALIZADOR P/PINTURA EPOXI ALUMINIO (0.9L)	PZA	127.03	18.25	273.77
48	PINTURA EPOXI ALUMINIO	GL	370.79	53.27	799.12
49	ACERO CORRUGADO ESTRUCTURAL A36	KG	5.08	0.73	10.95
50	FIBRA DE REFUERZO (POLIPROPILENO)	KG	55.00	7.90	118.53
51	INCORPORADOR DE AIRE	KG	20.38	2.93	43.92
52	ANGULAR 2" X 2" X 1/4"	ML	36.29	5.21	78.21
53	PINTURA ANTICORROSIVA	GL	135.00	19.40	290.95
54	PLETINA DE 2" X 3/8"	ML	49.17	7.06	105.97
55	LIMPIADOR DE PVC	LT	45.00	6.47	96.98
56	PEGAMENTO PVC PARA UNION + CINTA	KG	845.58	121.49	1822.37
57	TUBERIA PVC SDR 41 D=8" (200MM)	ML	84.97	12.21	183.13

2. MANO DE OBRA

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNITARIO ACTUALIZADO BS
1	ALARIFE	HR	20	2.87	43.10
2	CHOFER	HR	19	2.73	40.95
3	ESPECIALISTA EN VIAS	HR	29	4.17	62.50
4	MAESTRO	HR	21.5	3.09	46.34
5	MECÁNICO DE EQUIPO	HR	22	3.16	47.41
6	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	23	3.30	49.57
7	OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	27	3.88	58.19
8	PEON	HR	14	2.01	30.17
9	SOLDADOR	HR	25.66	3.69	55.30
10	TOPÓGRAFO	HR	25	3.59	53.88
11	PINTOR	HR	23	3.30	49.57
12	ARMADOR	HR	21.57	3.10	46.49
13	ESPECIALISTAS INST. COLECTOR	HR	27.68	3.98	59.66

3. MAQUINARIA Y EQUIPO

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNITARIO ACTUALIZADO BS
1	AMOLADORA ELECTRICA PARA CORTE DE CONCRETO	HR	11.62	1.67	25.04
2	CAMIÓN AGUATERO (CISTERNA)	HR	147	21.12	316.81

3	CAMION MEZCLADOR	HR	170	24.43	366.38
4	COMPACTADOR RODILLO LISO 10 TON	HR	315.5	45.33	679.96
5	COMPRESOR	HR	90.01	12.93	193.99
6	CORTADORA DE CONCRETO	HR	18.01	2.59	38.81
7	EQUIPO SOLDADOR DE ARCO	HR	8.51	1.22	18.34
8	EQUIPO TOPOGRAFICO	HR	25	3.59	53.88
9	HORMIGONERA DE 300 LITROS	HR	35.01	5.03	75.45
10	MEZCLADOR DE HORMIGON 280 LT	HR	20.88	3.00	45.00
11	MOTOBOMBA DE AGUA	HR	31.53	4.53	67.95
12	MOTONIVELADORA 105 HP	HR	350	50.29	754.31
13	MOTOSIERRA	HR	21.02	3.02	45.30
14	PALA FRONTAL 170 HP 3M3	HR	435.77	62.61	939.16
15	PALA FRONTAL 220 HP 4M3	HR	451.5	64.87	973.06
16	PERFORADORA NEUMÁTICA	HR	160.08	23.00	345.00
17	PLANCHA COMPACTADORA VIBRATORIA 4HP	HR	48.75	7.00	105.06
18	PLANTA DOSIFICADORA DE HORMIGON	HR	413.51	59.41	891.19
19	REGLAS VIBRADORAS	HR	200	28.74	431.03
20	TRACTOR ORUGA 165 HP	HR	483.02	69.40	1040.99
21	TRACTOR ORUGA 310 HP /TOPADORA	HR	603.78	86.75	1301.25
22	VIBRADOR DE HORMIGON	HR	13	1.87	28.02
23	VIBRADORA 25-60MM	HR	24.99	3.59	53.86
24	VOLQUETA 12 M3	HR	160	22.99	344.83
25	VOLQUETA 8-10 M3	HR	149.01	21.41	321.14
26	DEMARCADOR VIAL	HR	60	8.62	129.31
27	MARTILLO NEUMATICO	HR	56.25	8.08	121.23
28	COMPACTADOR MANUAL VIBRAT. ROD. LISO	HR	34.9	5.01	75.22
29	CIZALLA	HR	6.74	0.97	14.53
30	PISTOLA ROCIADORA	HR	3.22	0.46	6.94
31	VOLQUETA 10 M3	HR	130	18.68	280.17
32	ESCOBA MECANICA AUTOPROPULSION	HR	56.56	8.13	121.90
33	COMPACTADORA MANUAL SALTARINA	HR	35	5.03	75.43

7.6.4 Anexo F.5 computo métrico

ITEM	NOMBRE DE ITEM	UNIDAD	COMPUTO						COMPUTO PARCIAL	COMPUTO TOTAL
			Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	AREA	ALTO	VOLUMEN		
1	LIMPIEZA, DESBOSQUE Y DESTRONQUE (SELVA)	HA	1	-	-	0.157	-	-	0.157	0.157
	TRAMO 4	HA	1	-	-	0.130	-	-	0.130	0.130
	TRAMO 5	HA	1	-	-	0.027	-	-	0.027	0.027
2	INSTALACION DE FAENAS SIN LETRERO DE OBRA	GBL	1	-	-	-	-	-	1.000	1.000
3	LETRERO DE OBRA 4,00 x 2,50 M	PZA	1	-	-	-	-	-	1.000	1.000
4	REPLANTEO Y TRAZADO DE VIAS	GBL	1	-	-	-	-	-	1.000	1.000
5	DESEMPEDRADO	M2	1	-	-	1,737.860	-	-	1,737.860	1,737.860
	TRAMO 1	M2	1	84.560	7.200	608.832	-	-	608.832	608.832
	TRAMO 2	M2	1	86.410	6.400	553.024	-	-	553.024	553.024
	TRAMO 3	M2	1	90.000	6.400	576.000	-	-	576.000	576.000
6	AGOTAMIENTO	HR	5	-	-	-	-	-	5.000	5.000
7	ROTURA DE ACERAS	M2	1	-	-	802.800	-	-	802.800	802.800
	TRAMO 1	M2	2	-	-	133.800	-	-	133.800	267.600
	TRAMO 2	M2	2	-	-	133.800	-	-	133.800	267.600
	TRAMO 3	M2	2	-	-	133.800	-	-	133.800	267.600
8	ROTURA DE PAVIMENTO	M2	1	-	-	18.000	-	-	18.000	18.000
	TRAMO 1	M2	2	-	-	3.500	-	-	3.500	7.000
	TRAMO 2	M2	2	-	-	3.500	-	-	3.500	7.000
	TRAMO 3	M2	2	-	-	2.000	-	-	2.000	4.000
9	EXCAVACION Y REMOCION DE SUBRASANTE	M3	1	-	-	-	-	6,350.810	6,350.810	6,350.810
	TRAMO 1		1	-	-	-	-	319.210	319.210	319.210
	TRAMO 2		1	-	-	-	-	246.120	246.120	246.120
	TRAMO 3		1	-	-	-	-	185.270	185.270	185.270
	TRAMO 4		1	-	-	-	-	160.830	160.830	160.830
	TRAMO 5		1	-	-	-	-	5,439.380	5,439.380	5,439.380
10	TRANSPORTE DE MATERIALES NO CLASIFICADOS DE ACOPIOS	M3	1	-	-	-	-	5,803.610	5,803.610	5,803.610
	ROTURA DE ACERA DE LOS TRAMOS 1,2 Y 3		1	-	-	802.800	0,250	200.700	200.700	200.700
	ROTURA DE PAVIMENTO DE LOS TRAMOS 1,2 Y 3		1	-	-	18.000	0,150	2.700	2.700	2.700
	EXCAVACION TRAMO 4		1	-	-	-	-	160.830	160.830	160.830
	EXCAVACION TRAMO 5		1	-	-	-	-	5,439.380	5,439.380	5,439.380
11	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M3	1	-	-	-	-	768.529	768.529	768.529
	TRAMO 1		1	84.560	12.000	1,014.720	0,100	101.472	101.472	101.472
	TRAMO 2		1	86.410	10.400	898.664	0,100	89.866	89.866	89.866
	TRAMO 3		1	90.000	8.500	765.000	0,100	76.500	76.500	76.500
	TRAMO 4		1	100.000	11.000	1,100.000	0,100	110.000	110.000	110.000
	TRAMO 5		1	291.560	13.400	3,906.904	0,100	390.690	390.690	390.690
12	REPOSICION DE BASE Y SUBBASE CON MATERIAL DE REMOCION	M3	1	-	-	-	-	175.366	175.366	175.366
	TRAMO 1		1	84.560	7.200	608.832	0,100	60.883	60.883	60.883
	TRAMO 2		1	86.410	6.400	553.024	0,100	55.302	55.302	55.302
	TRAMO 3		1	90.000	6.400	576.000	0,100	57.600	57.600	57.600
	RELLENO EN TRAMO 2		1	-	-	-	-	1.580	1.580	1.580
13	CONFORMACION DE CAPA BASE CON PROVISION	M3	1	-	-	-	-	756.740	756.740	756.740
	TRAMO 4		1	100.000	6.400	640.000	0,150	96.000	96.000	96.000
	TRAMO 5		1	291.560	10.200	2,973.912	0,150	446.087	446.087	446.087
	RELLENO EN TRAMO 4		1	-	-	-	-	201.880	201.880	201.880
	RELLENO EN TRAMO 5		1	-	-	-	-	12.770	12.770	12.770
14	CORDON PARA ACERA DE HORMIGON 20 x 30 CM	ML	1	1,305.060	-	-	-	-	1,305.060	1,305.060
	TRAMO 1		2	84.560	-	-	-	-	84.560	169.120
	TRAMO 2		2	86.410	-	-	-	-	86.410	172.820
	TRAMO 3		2	90.000	-	-	-	-	90.000	180.000
	TRAMO 4		2	100.000	-	-	-	-	100.000	200.000
	TRAMO 5		2	291.560	-	-	-	-	291.560	583.120
15	JUNTA TRANSVERSAL PARA PAVIMENTO RIGUIDO CON BARAS DE 25MM CADA 30CM	ML	1	391.560	-	-	-	-	391.560	391.560
	TRAMO 4		1	100.000	-	-	-	-	100.000	100.000
	TRAMO 5		1	291.560	-	-	-	-	291.560	291.560
16	ARMADURA DE AMARRE EN PAV. RIGUIDO (S/CANASTILLO) D=12MM	PZA	5354	-	-	-	-	-	5,354	5,354
17	LOSA DE HORMIGON (S/CORTE DE JUNTAS) FCK= 4.5 MPA	M3	1	-	-	-	-	-	511.490	511.490
	TRAMO 4		1	100.000	6.400	640.000	0,150	96.000	96.000	96.000
	TRAMO 5		1	271.560	10.200	2,769.912	0,150	415.487	415.487	415.487
18	CARPETA DE HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGUIDO E=15CM	M2	1	-	-	217.790	-	-	217.790	217.790
19	CONFORMACION Y COMPACTACION DE CAMA DE ARENA E=4CM PARA ASENTADO DE ADOQUINES	M2	1	-	-	1,737.856	-	-	1,737.856	1,737.856
	TRAMO 1		1	84.560	7.200	608.832	-	-	608.832	608.832
	TRAMO 2		1	86.410	6.400	553.024	-	-	553.024	553.024
	TRAMO 3		1	90.000	6.400	576.000	-	-	576.000	576.000

20	COLOCACION Y SELLADO DE ENLOSETADO HEXAGONAL E=10CM EN CALZADA	M2	1	-	-	1,737.856	-	-	1,737.856	1,737.856
	TRAMO 1		1	84.560	7.200	608.832	-	-	608.832	608.832
	TRAMO 2		1	86.410	6.400	553.024	-	-	553.024	553.024
	TRAMO 3		1	90.000	6.400	576.000	-	-	576.000	576.000
21	SELLADO DE JUNTAS CON POLVILLO Y MORTERO ASFALTICO	M2	1	-	-	1,737.856	-	-	1,737.856	1,737.856
	TRAMO 1		1	84.560	7.200	608.832	-	-	608.832	608.832
	TRAMO 2		1	86.410	6.400	553.024	-	-	553.024	553.024
	TRAMO 3		1	90.000	6.400	576.000	-	-	576.000	576.000
22	CORTE, ENSANCHE Y SELLADO DE JUNTAS (C/CINTA DE RESPALDO)	ML	1	1,596.197	-	-	-	-	1,596.197	1,596.197
	TRAMO 4		1	100.000	-	-	-	-	100.000	100.000
	TRAMO 5		1	291.560	-	-	-	-	291.560	291.560
	JUNTAS TRANSVERSALES TRAMO 4 Y 5		1	1,204.637	-	-	-	-	1,204.637	1,204.637
23	ACERA DE CONCRETO E=4CM	M2	1	-	-	1,729.260	-	-	1,729.260	1,729.260
	TRAMO 1		2	84.560	2.000	169.120	-	-	169.120	338.240
	TRAMO 2		1	-	-	261.830	-	-	261.830	261.830
	TRAMO 3		1	-	-	116.200	-	-	116.200	116.200
	TRAMO 4		2	100.000	1.400	140.000	-	-	140.000	280.000
	TRAMO 5		1	-	-	732.990	-	-	732.990	732.990
24	TUBO PVC SDR 41 D=200 MM (PROV. Y COLOC.)	ML	1	1,305.060	-	-	-	-	1,305.060	1,305.060
	TRAMO 1		2	84.560	-	-	-	-	84.560	169.120
	TRAMO 2		2	86.410	-	-	-	-	86.410	172.820
	TRAMO 3		2	90.000	-	-	-	-	90.000	180.000
	TRAMO 4		2	100.000	-	-	-	-	100.000	200.000
	TRAMO 5		2	291.560	-	-	-	-	291.560	583.120
25	CUNETA DE HORMIGON SIMPLE E=5 CM, ANCHO=30 CM	ML	1	1,305.060	-	-	-	-	1,305.060	1,305.060
	TRAMO 1		2	84.560	-	-	-	-	84.560	169.120
	TRAMO 2		2	86.410	-	-	-	-	86.410	172.820
	TRAMO 3		2	90.000	-	-	-	-	90.000	180.000
	TRAMO 4		2	100.000	-	-	-	-	100.000	200.000
	TRAMO 5		2	291.560	-	-	-	-	291.560	583.120
26	SUMIDERO DE REJAS (SIN PROV. DE TUBERIA)	PZA	24	-	-	-	-	-	24.000	24.000
27	SEÑALIZACION HORIZONTAL REFLECTIVA GENERAL	M2	1	-	-	549.520	-	-	549.520	549.520
28	SEÑALIZACION HORIZONTAL (OJOS DE GATO)	PZA	491.45	-	-	-	-	-	491.454	491.454
29	ROMPE MUELLE B=2 M H=10 CM	ML	1	10.200	-	-	-	-	10.200	10.200
30	SEÑALIZACION VERTICAL (PREVENTIVA)	PZA	20	-	-	-	-	-	20.000	20.000
31	SEÑALIZACION VERTICAL (REGLAMENTARIA)	PZA	21	-	-	-	-	-	21.000	21.000
32	LIMPIEZA GENERAL OBRAS MAYORES	GBL	1	-	-	-	-	-	1.000	1.000

7.6.5 Anexo F.4 cronograma de actividades

