UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE GRADO

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES EN EL TRAMO BARRIO MOTO TAXI – BARRIO CASTAÑAL

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

POSTULANTE: Univ. David Sanabria Sánchez

TUTOR COLECTIVO: Ing. Fabricio Ocampo Vedia

ASESOR: Ing. Ives Acuña Stalin

Cobija – Pando – Bolivia

2025

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y amor, dedico este proyecto de grado a las personas que han sido el pilar de mi vida y mi formación.

A mi padre y mi madre, por ser los primeros arquitectos de mis sueños. Gracias por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo, la honestidad, la responsabilidad y la humildad. Su sacrificio, silencioso pero constante, ha sido la base que me sostuvo en los momentos más duros y el impulso que me llevó a no rendirme cuando las fuerzas flaqueaban. A ustedes les debo la posibilidad de haber llegado hasta aquí.

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.

A mi esposa, mi compañera de vida, por su paciencia, su comprensión en los días de ausencias y desvelos, por alentarme a seguir cuando el cansancio parecía ganar. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Tu amor ha sido refugio y motivación constante.

A mi hijo, mi mayor inspiración, la razón más poderosa para esforzarme día a día. Todo lo que soy y lo que estoy construyendo es por ti y para ti. Que este logro sea apenas el primer ejemplo que puedas seguir con orgullo y motivación.

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 en esta etapa de mi vida.

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

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente al Ing. Ives Stalin, 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 su compromiso fueron determinantes para lograr un trabajo riguroso y profesional. Gracias por su confianza 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, por enseñarme a través del ejemplo el valor del sacrificio, el trabajo honesto y la superación personal. A mis hermanos, por su constante apoyo y por ser un sostén emocional en los momentos de mayor desafío. A mi esposa, por su paciencia, comprensión y por caminar a mi lado con amor y fortaleza. Y a mis hijos, que son mi mayor inspiración y la razón más profunda de cada esfuerzo realizado.

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, los consejos oportunos y por estar presentes cuando más lo necesitaba. Gracias por ser parte esencial de esta etapa de mi vida, por aligerar los momentos difíciles con una sonrisa y por demostrar que la camaradería también forma parte del éxito profesional.

RESUMEN

El proyecto de diseño estructural del pavimento rígido para el tramo Barrio Moto-Taxi – Barrio Castañal contempla una solución vial integral sustentada en estudios técnicos de campo y gabinete. El levantamiento topográfico permitió modelar 3,2 km de vía, determinando secciones tipo de hasta 40 metros de ancho, que incluyen doble calzada, aceras, ciclovías y franjas centrales. El estudio hidrológico, basado en 75 años de datos SENAMHI, permitió construir una curva IDF local que, combinada con el método racional, condujo a caudales de diseño máximos de hasta 59,94 m^3/s. Se evaluaron dos puentes tipo cajón, cuyos análisis hidráulicos indicaron que operan a menos del 40 % de su capacidad, y se diseñaron cunetas triangulares de 0,30 m de ancho y sumideros tipo rejilla, garantizando un drenaje superficial eficiente conforme a la NB 688.

En el componente estructural, el pavimento fue diseñado para una vida útil de 20 años, utilizando concreto H-25 ($f'c = 250$ kg/cm²) y un tránsito acumulado de hasta 4.192.926 ESALs. Se adoptaron losas de 16 a 17 cm de espesor, sobre una base granular de 20 cm y una subrasante mejorada de 30 cm, con un módulo de reacción de 79,69 MPa/m. Se incluyeron barras pasantes de 25,4 mm, juntas cada 4,50 m, y sello de juntas según norma. El diseño geométrico incorporó alineamientos horizontales con radios mínimos de 80 m, pendientes longitudinales de hasta 12 % y bombeo transversal del 3 %. Se definieron anchos de calzada de 2,7 m por carril, jardineras y aceras de 2 a 3 m, respetando las condiciones urbanas del entorno. Finalmente, el proyecto contempla especificaciones técnicas detalladas, una estimación presupuestaria cercana a 34,5 millones de bolivianos, y un cronograma de ejecución de 12 meses. El conjunto de estos resultados evidencia la viabilidad técnica y funcional del diseño propuesto, alineado con estándares nacionales, y orientado a mejorar de forma sostenible la infraestructura vial urbana de Cobija.

Palabras clave: diseño, estructural, pavimento, vía, geométrico

ABSTRACT

The structural design project for the rigid pavement for the Barrio Moto-Taxi – Barrio Castañal section includes a comprehensive road solution based on technical field and office studies. The topographic survey allowed for the modeling of 3.2 km of road, determining standard sections up to 40 meters wide, which include dual carriageways, sidewalks, bike lanes, and central strips. The hydrological study, based on 75 years of SENAMHI data, made it possible to construct a local IDF curve which, combined with the rational method, led to maximum design flows of up to 59.94 m^3/s. Two box-type bridges were evaluated, whose hydraulic analyses indicated that they operate at less than 40% of their capacity, and 0.30 m wide triangular gutters and grid-type drains were designed, ensuring efficient surface drainage in accordance with NB 688.

In the structural component, the pavement was designed for a 20-year service life, using H-25 concrete ($f'c = 250\ kg/cm^2$) and a cumulative traffic load of up to 4,192,926 ESALs. Slabs 16 to 17 cm thick were used, on a 20 cm granular base and a 30 cm improved subgrade, with a reaction modulus of 79.69 MPa/m. 25.4 mm through bars were included, with joints every 4.50 m, and joint sealing in accordance with standards. The geometric design incorporated horizontal alignments with minimum radii of 80 m, longitudinal slopes of up to 12% and transverse pumping of 3%. Road widths of 2.7 m per lane, planters and sidewalks of 2 to 3 m were defined, respecting the urban conditions of the environment. Finally, the project includes detailed technical specifications, a budget estimate of approximately 34.5 million bolivianos, and a 12-month implementation schedule. Taken together, these results demonstrate the technical and functional feasibility of the proposed design, which is in line with national standards and aimed at sustainably improving Cobija's urban road infrastructure.

Keywords: design, structural, pavement, road, geometric

INDICE

Capitulo 1 1

1 INTRODUCCION 1

1.1 ANTECEDENTES 2

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

1.3 OBJETIVOS 4

1.3.1 Objetivo General 4

1.4 JUSTIFICACIÓN 5

1.4.1 Objetivo Especifico 4

1.5 METODOLOGÍA 5

1.6 ALCANCE 6

Capitulo II 7

2 marco teorico 7

2.1 ESTADO DEL ARTE DEL PAVIMENTO 7

2.1.1 Tipos de pavimentos 8

2.1.2 Estructura de pavimento 9

2.1.2.1 Capa de rodadura o revestimiento asfáltico 9

2.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 13

2.2.1 Tipo de levantamiento topográfico 13

2.2.2 Estación Total Leica TC-405 15

2.2.3 Instrumentos complementarios en la topografía....16
2.2.4 Como es un B.M. en el terreno....16
2.2.5 Instituciones con BM en Cobija....17
2.2.6 Métodos realizados en topografía....18
2.2.7 Curva de nivel....19
2.3 TRÁNSITO VEHICULAR....20
2.3.1 Pesos y dimension vehicular....20
2.3.2 Clasificación de vehículos....21
2.3.3 Aforo vehicular....23
2.3.4 Tasa de crecimiento vehicular, poblacional, PIB, combustible....24
2.3.5 Trafico Generado....26
2.3.6 Trafico Atraído (desviado)....26
2.3.7 Periodo de Análisis y diseño por tipo de Vías....27
2.3.8 Factor de estacionalidad diaria....28
2.3.9 Factor semanal....28
2.3.10 Transito promedio anual diario....29
2.3.11 Transito promedio anual diario futuro....29
2.3.12 Factor de carga equivalente AASHTO....30
2.3.13 Método Esals....31
2.3.14 Factor de distribución por dirección....31

2.3.15 Factor de distribución por carril 32
2.3.16 Ejes equivalentes W18.....32
2.4 PAQUETE ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO 33
2.4.1 Pavimento de hormigón.....33
2.4.2 Variables para el cálculo de armaduras en pavimentos con juntas.....34
2.4.3 Espaciamiento entre juntas 35
2.4.4 Transferencia de cargas J.....36
2.4.5 Procedimiento para calcular el espesor de losa 36
2.4.6 Coeficiente de Drenaje 37
2.4.7 Indice de serviciabilidad.....37
2.4.8 Parámetros de Desviación estándar 38
2.4.9 Parámetros de nivel de confianza 38
2.5 ESTUDIO DE SUELO.....39
2.5.1 Calicatas 40
2.6 ENSAYO DE LABORATORIO.....41
2.6.1 Ensayo granulométrico por tamizado (ASTM D422) 41
2.6.2 Determinación de límites de consistencia (ASTM D4318).....42
2.6.3 Ensayo de compactación Proctor modificado (ASTM D1557).....43
2.6.4 Ensayo de CBR (CBR de laboratorio ASTM D1883).....45
2.6.5 CBR de Diseño.....46

2.6.6 Estabilización por sustitución del suelo.....47
2.6.7 Módulo de reacción de la subrasante.....49
2.6.8 Material para la base.....50
2.7 ESTUDIO HIDROLÓGICO 51
2.7.1 Registro Pluviométrico del SENAMHI.....51
2.7.2 Distribución de Probabilidad Gumbel.....51
2.7.3 Coeficientes para las Relaciones Lluvia–Duración.....52
2.7.4 Intensidad de lluvia.....53
2.7.5 Periodo de retorno 53
2.7.6 Curva IDF.....54
2.7.7 Cuenca hidrográfica.....55
2.7.8 Estimación de los caudales de diseño.....58
2.7.9 Diseño hidráulico.....60
2.7.10 Diseño de cunetas en Plataforma.....62
2.7.11 Sumidero.....64
2.8 DISEÑO GEOMÉTRICO 69
2.8.1 Red municipal.....69
2.8.2 Clasificación de la Vías Urbanas.....70
2.8.3 Parámetros de alineamiento horizontal.....72
2.8.4 Parámetros de alineamiento vertical.....75

2.8.5 Señalización horizontal....78
2.8.6 Señalización vertical....85
Capitulo III....90
3 Diseño metodologico....90
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACION....90
3.2 AREA DE ESTUDIO....90
3.3 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION....92
3.4 POBLACION Y MUESTRA....92
3.5 ANALISIS DE DATOS....92
CAPITULO IV....93
4 INGENIERIA DE PROYECTO....93
4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFÍCO....93
4.2 ESTUDIO DE TRANSITO VEHICULAR....94
4.2.1 Procesamiento de los datos obtenidos....97
4.2.2 Recopilación de datos del INE....98
4.2.3 Trafico generado y atraído....99
4.2.4 Factor semanal y factor de estacionalidad....99
4.2.5 Transito promedio anual diario....100
4.2.6 Transito Promedio Anual diario futuro....100
Factor de ejes equivalentes....101

4.2.7 ESAL’s de diseño 101
4.2.8 Ejes equivalentes W18 101
4.3 ESTUDIO GEOTECNICO 102
4.3.1 Calicata 102
4.3.2 Característica de la subrasante 104
4.3.3 Característica de la capa base 111
4.4 ESTUDIO HIDROLOGICO 113
4.4.1 Recopilación de datos SENAHMI 113
4.4.2 Proceso de cálculo para la curva IDF 114
4.4.3 Característica de la Cuenca 121
4.4.4 Cálculo del método modificado 125
4.4.5 Cálculo de Altura del puente 126
4.4.6 Diseño de Cunetas 128
4.4.7 Sumideros de rejilla 130
4.5 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO 131
4.5.1 Periodo de diseño 131
4.5.2 Indice de serviciabilidad 131
4.5.3 Nivel de confianza 132
4.5.4 Desviación estándar 132
4.5.5 Coeficiente de drenaje 132

4.5.6 Transferencia de carga J 133
4.5.7 Característica del hormigón 133
4.5.8 Módulo de reacción de la subrasante 133
4.5.9 Diseño de espesor del pavimento rígido 134
4.5.10 Especificaciones de las barras pasa juntas 135
4.5.11 Barras de amarre 137
4.5.12 Reservorio de juntas y diseño de sellador 139
4.6 DISEÑO GEOMÉTRICO 144
4.6.1 Diseño geométrico de la vía 144
4.6.2 Parámetros del alineamiento horizontal 144
4.6.3 Elementos Geométrico de alineamiento vertical 146
4.6.4 Diseño transversal 149
4.7 PRESUPUESTO GENERAL 154
CAPITULO V 155
5 conclusiones y recomendaciones 155
5.1 CONCLUSIONES 155
5.2 RECOMENDACIONES 157
CaPITULO VI 158
6 Bibliografía 158
CAPITULO VII 162

7 ANEXOS 162

7.1 Anexo “A”: Recolección de Bench Marks (BM) 162

7.2 Anexo “B”: Levantamiento Topográfico 163

7.3 Anexo “C” Estudio De Suelo 164

7.4 Anexo “D” aforo vehicular 168

7.5 Anexo “E” Trabajo en laboratorio 169

7.5.1 Clasificación de limite liquido y plástico 169

7.5.2 Granulometría de suelo natural 169

7.5.3 Ensayo de Proctor modificado de suelo natural 170

7.5.4 Ensayo de CBR (California Bearing Ratio) de suelo natural 170

7.6 Anexo “F” Resultado de Ensayo de Suelo 172

7.6.1 Progresiva 0+100 172

7.6.2 Progresiva 0+600 176

7.6.3 Progresiva 1+100 180

7.6.4 Progresiva 1+600 184

7.6.5 Progresiva 2+100 188

7.6.6 Progresiva 2+600 192

7.6.7 Progresiva 3+100 196

7.7 Anexo “G” Informe de laboratorio del banco de préstamo 1 200

7.8 Anexo “H” Informe de laboratorio del banco de préstamo 2 201

7.8.1 Informe de laboratorio del banco de préstamo 2 con suelo cemento 5% 207

7.9 Anexo “I” Conteo digital del tránsito promedio diario 211

7.10 Anexo “I1” Calculo de TPDA 219

7.11 Anexo “J” Producto Interno Bruto, Población, Parque Automotor de Pando y Combustible 222

7.12 Anexo “K” Datos de estación pluviométrica de SENAHMI.....226

7.13 Anexo “K1” Regresiones para diferente periodo de retorno 230

7.14 Anexo “K2” Calculo de Diseño de cuneta 233

7.15 Anexo “L” Resultado en el programa DIPAV 2.3 y Excel 237

7.16 Anexo “M” levantamiento topográfico de la vía.....245

7.17 Anexo “N” Cómputo métrico 269

7.18 Anexo “Ñ” Análisis de precio unitario.....294

7.19 Anexo “O” Presupuesto.....319

7.19.1 Presupuesto General 319

7.19.2 Planilla de Equipo y maquinaria.....320

7.19.3 Planilla de mano de obra 321

7.19.4 Planilla de Materiales 323

7.19.5 Resumen global de costo 325

7.20 Cronograma 326

7.21 Planos 328

INDICE DE FIGURA

FIGURA 1 : Dimensión vehicular de tipos de vehículos 20

FIGURA 2: Pesos brutos máximos permitido por ejes y grupos de ejes 21

FIGURA 3: Calificación y distribución vehicular.....23

FIGURA 4 Periodo de diseño de pavimento rígido 27

FIGURA 5 Periodo de diseño de pavimento flexible.....27

FIGURA 6: Factor de carga equivalente pavimento rigido.....30

FIGURA 7: Factor de distribución por dirección.....32

FIGURA 8 Factor de distribución por carril 32

FIGURA 9: Valores de Factor de friccion.....35

FIGURA 10: Espaciamiento de junta de acuerdo al tipo de agregado.....35

FIGURA 11: Coeficiente de transferencia de carga.....36

FIGURA 12: Coeficiente de drenaje para pavimento rígido.....37

FIGURA 13: Niveles de confiabilidad recomendado pela AASHTO.....39

FIGURA 14: Numero de calicatas para exploración de suelos.....41

FIGURA 15: Nivel de confianza.....47

FIGURA 16: Coeficiente para las relaciones a la lluvia de duración de 24 horas 52

FIGURA 17: Periodo de Retorno para cada tipo de obra.....54

FIGURA 18: Coeficiente de escurrimiento.....60

FIGURA 19 Coeficiente de escurrimiento 60

FIGURA 20: Valores de n dados por Horton para ser usado en las fórmulas de Kutter y de Manning 61

FIGURA 21: Criterio de Diseño para cunetas en calle y avenidas 63

FIGURA 22 Sumidero 64

FIGURA 23 Flujo lateral y frontal 66

FIGURA 24 Velocidad del sumidero 68

FIGURA 25: Ubicación de Sumidero a través de la pendiente 69

FIGURA 26: Clasificación funcional para diseño de carretera y camino rurales 72

FIGURA 27: Radios mínimos en curvas horizontales 72

FIGURA 28: Peralte 73

FIGURA 29 Vehículo liviano Radio máximo/mínimo y ángulos 74

FIGURA 30 Vehículo mediano radio máximo/mínimo y ángulos 75

FIGURA 31 Vehículo Semi remolque simple radio máximo/mínimo y ángulos 75

FIGURA 32: Pendiente máxima admisible 76

FIGURA 33: Pendiente transversal de bombeo 76

FIGURA 34: Curvas Verticales de concava y convexas 77

FIGURA 35: Relacion demarcación 80

FIGURA 36: Ancho senda peatonal 82

FIGURA 37: Distancia mínima entre señales vertical 85

FIGURA 38: Ubicación transversal de señales verticales (distancia y altura).....86

FIGURA 39: Peatones en la via 88

FIGURA 40: Resalto velocidad de 50 km/hr 88

FIGURA 41: Velocidad máxima permitida.....89

FIGURA 42 Trafico generado y atraído para cada tipo de vehiculos 99

FIGURA 43 Factor semanal para cada tipo de vehículo.....99

FIGURA 44 Transito Promedio Anual Diario 100

FIGURA 45 Factor de Ejes equivalentes 101

FIGURA 46 ESAL's de diseño 101

FIGURA 47 Curva de CBR Rasante vs Espesor.....111

FIGURA 48 Microcuencas de la Vía 128

FIGURA 49 Áreas de las microcuencas obtenidas de la Vía.....129

FIGURA 50 Dimensiones de Cuneta triangular Simples.....130

FIGURA 51 Espesor del Paquete Estructural.....135

INDICE DE ECUACION

Ecuación 1 tasa de crecimiento 25

Ecuación 2 Factor de estacionalidad diaria 28

Ecuación 3 Factor Semanal 28

Ecuación 4 Transito promedio anual diario.....29

Ecuación 5 Transito promedio anual diario futuro.....29

Ecuación 6 Esals de diseño.....31

Ecuación 7 Ejes equivalente W18 32

Ecuación 8 cálculo de espesor de losa.....36

Ecuación 9 Homogenización para CBR característico.....46

Ecuación 10 distribucion extrema Gumbel 51

Ecuación 11 Coeficiente para las relaciones lluvia duración 52

Ecuación 12 intensidad de lluvia.....53

Ecuación 13 Curva IDF 55

Ecuación 14 tiempo de concentracion Kirpich.....57

Ecuación 15 Tiempo de concentracion norma española 57

Ecuación 16 Norma NB 688.....57

Ecuación 17 Método racional.....58

Ecuación 18 Coeficiente de uniformidad 59

Ecuación 19 de Manning.....60

Ecuación 20 Numero de Froude 61

Ecuación 21 Altura critica 62

Ecuación 22 Izzard 63

Ecuación 23 Descarga admisible 63

Ecuación 24 Eficiencia de una captacion 65

Ecuación 25 Eficiencia del Sumidero 65

Ecuación 26 Flujo frontal 67

Ecuación 27 Flujo lateral 67

Ecuación 28 Relacion de flujo frontal 67

Ecuación 29 Relacion de flujo lateral 68

.

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1 Precipitación máxima diaria 3

Imagen 2 Distribución de la carga del vehículo a través de la estructura del pavimento 8

Imagen 3 Optimizando la ejecución de las capas de rodadura 10

Imagen 4 Relevamiento Planialtimetricos 14

Imagen 5 Leica TCR 405 16

Imagen 6 Bench Marks 17

Imagen 7 Indice de servicialidad inicial y final según el rango de tráfico vehicular 38

Imagen 8 Factor de reducción F 64

Imagen 9 Diseño de línea discontinua 79

imagen 10 diseño de líneas continuas doble 80

Imagen 11 líneas de pista segmentadas 80

Imagen 12 Dimensiones de demarcación continua 81

Imagen 13 Largo paso peatones frente a un alto flujo peatonal 82

Imagen 14 Señalización horizontal en cruce peatonal tipo paso de cebra 82

Imagen 15 Flecha recta 83

Imagen 16 Resalto 83

Imagen 17 Tacha tipo 84

Imagen 18 Orientación de la señal (perspectiva horizontal) 86

Imagen 19 Orientación de la señal (perspectiva vertical) 87

Imagen 20 Ubicación del Proyecto.....91

Imagen 21 planificación de la Urbanización Alianza.....91

Imagen 22 B.M de la Universidad Amazónica de Pando.....93

Imagen 23 Triangulación de Puntos.....94

Imagen 24 Punto de aforo vehicular.....95

Imagen 25 Cámara de Seguridad Visión nocturna S-C602 (Huavi).....96

Imagen 26 Instalación de la cámara.....96

Imagen 27 Resumen semanal del Conteo vehicular.....97

Imagen 28 Variación horaria del día de máxima demanda.....98

Imagen 29 Ubicación de las Progresivas para la toma de muestra.....102

Imagen 30 Excavación de calicata N°2.....103

Imagen 31 Ubicación del banco de préstamo para la subrasante.....105

Imagen 32 Proceso de clasificación de suelo.....106

Imagen 33 Proceso de elaboración del Proctor modificado.....107

Imagen 34 Medición de la expansión del CBR.....108

imagen 35 Ubicación del banco de préstamo de la capa base.....112

Imagen 36 Datos de estación pluviométrica.....113

Imagen 37 Registro de Precipitación máxima diaria anual.....114

Imagen 38 cálculo de Variables probabilística.....115

Imagen 39 Resultado de los valores de precipitación máxima esperada mediante Gumbel...116

Imagen 40 Ajuste de precipitaciones en diferentes intervalos de duración.....116

Imagen 41 Intensidad de lluvia duración según periodo de retorno.....117

Imagen 42 Curva I-D-F 120

Imagen 43 Curva Hipsométrica de la cuenca 122

Imagen 44 Curva hipsométrica de la cuenca 2 124

Imagen 45 Diseño de la Pasajunta.....136

Imagen 46 Diseño de Barra de Amarre 139

Imagen 47 Diseño de Borde Libre.....139

Imagen 48 Retracción en función a la resistencia a la tensión indirecta 141

Imagen 49 Diseño de juntas y sellador.....143

Imagen 50 Perfil de vía de Tipo 1 149

Imagen 51 Perfil de vía de Tipo 2 150

Imagen 52 Perfil de vía de Tipo 3 150

Imagen 53 Perfil de vía de Tipo 4 151

Imagen 54 Perfil de Vía de Tipo 5 151

Imagen 55 Perfil de vía de Tipo 6 152

Imagen 56 Perfil de vía de Tipo 7 152

Imagen 57 Perfil de vía de Tipo 8 153

Imagen 58 Perfil de vía de Tipo 9 153

INDICE DE TABLA

Tabla 1 Punto de coordenada desde la universidad hasta la progresiva inicial del proyecto 94

Tabla 2 Tasa de Crecimiento INE 98

Tabla 3 Factor de estacionalidad 99

Tabla 4 Ejes equivalentes W18 101

Tabla 5 Coordenadas UTM y Decimales de los puntos de calicata 103

Tabla 6 Resultado del banco de préstamo 1 105

Tabla 7 Clasificación de los suelos del tramo moto-taxi hasta castañal....106

Tabla 8 Densidades máximas obtenidas en el tramo....107

Tabla 9 Indice de soporte de California CBR del tramo 108

Tabla 10 Cálculo de CBRc para los CBR 110

Tabla 11 Resultado del banco de préstamo para la capa base....112

Tabla 12 Resultado del banco de préstamo con 5% de cemento para la capa base....113

Tabla 13 Resumen de aplicación de regresión lineal 118

Tabla 14 Regresión potencial 118

Tabla 15 Curva I-D-F Estación Aeropuerto de Cobija SENAHMI 119

Tabla 16 Atributos de la cuenca 1 122

Tabla 17 Perfil longitudinal del Rio principal....123

Tabla 18 Parámetros de la cuenca 1 123

Tabla 19 Atributos de la cuenca 2 124

Tabla 20 Parámetros de la cuenca 2 125

Tabla 21 Resultado de altura máxima del agua 128

Tabla 22 Resultado de la microcuenca con su progresiva 129

Tabla 23 Resultado de espesor del paquete estructural 135

Tabla 24 Borde libre de acuerdo al tipo de Vía 137

Tabla 25 Resultados de Barra de amarre 138

Tabla 26 Coeficiente de expansión térmica 140

Tabla 27 Resultado de reservorio de juntas y sellador 143

Tabla 28 Diseño geométrico Parámetros Horizontales 148

Tabla 29 Diseño geométrico Parámetros Verticales 149

Tabla 30 Presupuesto general del proyecto 154

CAPITULO 1

1 INTRODUCCION

El presente proyecto de grado tiene por objetivo desarrollar el diseño estructural del pavimento rígido para el tramo comprendido entre el Barrio Moto-Taxi y el Barrio Castañal, en la ciudad de Cobija, departamento de Pando – Bolivia. Actualmente, la vía en estudio es de tierra, lo que genera severos problemas de transitabilidad durante la temporada de lluvias, debido a la erosión, la formación de baches y la acumulación de sedimentos. Esta situación repercute directamente en la movilidad urbana, incrementa los costos operativos del transporte y afecta negativamente la calidad de vida de los residentes. Frente a esta problemática, se plantea una solución integral mediante el diseño de un pavimento rígido eficiente y duradero, que permita mejorar la infraestructura vial y garantizar condiciones seguras y sostenibles para el tránsito vehicular y peatonal.

El enfoque metodológico adoptado es cuantitativo y se sustenta en la recopilación y procesamiento de datos reales de campo: se realizó un levantamiento topográfico con estación total y se procesaron los datos en Civil 3D para el modelado del alineamiento y perfil de la vía. El estudio de tránsito se llevó a cabo a través de aforos vehiculares indirectos, con el fin de proyectar los ejes equivalentes acumulados (ESAL's) de diseño. En paralelo, se ejecutaron ensayos geotécnicos sobre calicatas distribuidas a lo largo del tramo (CBR, Proctor, límites de Atterberg), y se analizaron condiciones hidrológicas mediante el desarrollo de una curva IDF local a partir de registros pluviométricos del SENAMHI. Finalmente, el diseño estructural del pavimento rígido se realizó aplicando la metodología AASHTO 93 con el soporte del software especializado DIPAV 2.3. El presente documento abarca de manera integral todos los componentes técnicos: análisis topográfico, hidrológico, geotécnico, diseño de drenaje superficial, diseño estructural del pavimento, diseño geométrico de la vía, señalización, especificaciones constructivas, presupuesto y cronograma. Esta propuesta constituye una solución técnica viable para optimizar la infraestructura vial urbana en la región amazónica.

1.1 ANTECEDENTES

La evolución de los pavimentos rígidos tiene sus raíces en las civilizaciones antiguas, destacando el Imperio Romano por la construcción de calzadas con capas de piedra, grava y hormigón, diseñadas para facilitar el transporte y el comercio. Estas calzadas, como la Vía Apia, perduraron durante siglos gracias a su avanzada ingeniería. En el siglo XIX se desarrollaron los primeros pavimentos de hormigón, que marcaron un hito en la ingeniería vial. En el siglo XX, el hormigón se había establecido como material estándar para pistas de aterrizaje y carreteras debido a su durabilidad y capacidad para soportar grandes cargas. Hoy en día, el hormigón sigue siendo una alternativa viable para la pavimentación de diversas infraestructuras vial. (Leon Bobadilla, 2021)

En un estudio realizado por Magan, Jackeline, Baca y Yuri (2023) en Perú, se aplicó un diseño estructural de pavimento rígido basado en sondeos de calicata y ensayos de laboratorio. Los muestreos de suelo revelaron una subrasante constituida por arena mal graduada, con un índice CBR de 8 %. los autores recomendaron una losa de hormigón de 203,2 mm de espesor, apoyada sobre una subbase granular de 150 mm, a fin de garantizar la capacidad portante y durabilidad requeridas por las solicitaciones vehiculares previstas.

En el ámbito nacional, Cordero (2021) aplicó la “Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO-93” al proyecto de pavimento rígido entre Tambo Quemado y la frontera con Chile, en la ciudad de Oruro. Con un periodo de diseño de 25 años (2020–2044) y un tránsito principalmente de carga pesada, el estudio determinó que la estructura óptima consiste en una capa base granular de 220 mm y una losa de hormigón de 270 mm, diseñada para un módulo de ruptura mínimo de 4.3 MPa.

En el informe geotécnico del “Mejoramiento vial con pavimento rígido de la Av. Acre”, elaborado por (Gutierrez, 2015) se realizó la ejecución de cuatro calicatas, en las cuales se muestrearon los distintos estratos del terreno mediante extracción en sacos de yute. Los ensayos de laboratorio realizados sobre estas muestras revelaron que los suelos interceptados carecen de las propiedades mínimas exigidas para constituir una subrasante adecuada: presentan elevada permeabilidad y un alto índice de expansión, lo que compromete su estabilidad y capacidad

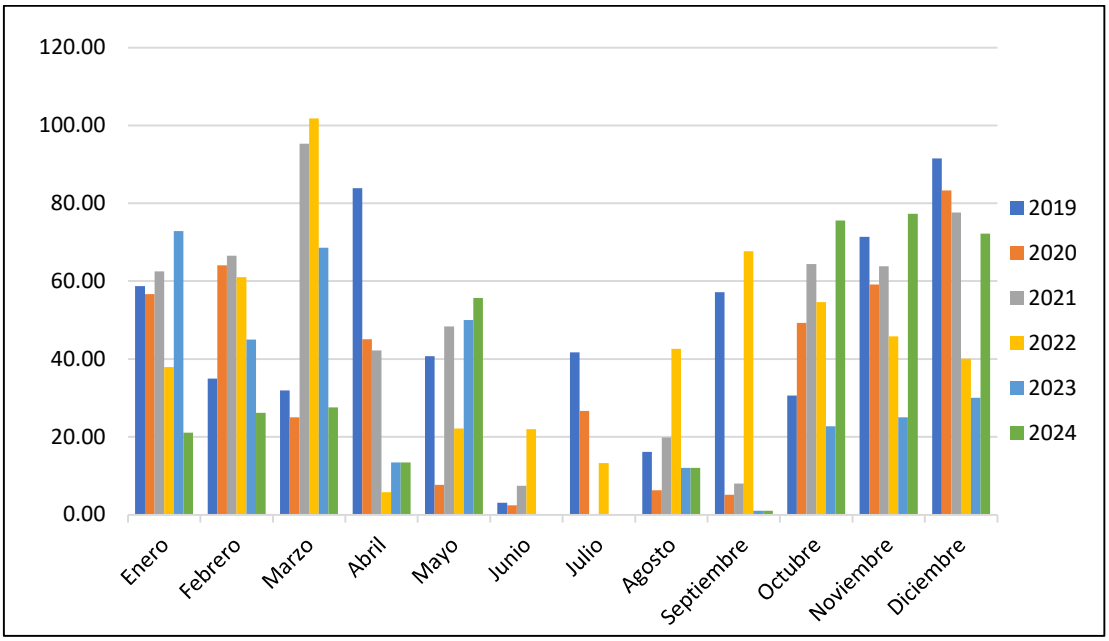
portante. Como resultado, se recomendó su reemplazo o tratamiento previo antes de la construcción del paquete de pavimento rígido.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tramo Moto Taxi – Barrio Castañal, actualmente, presenta serias deficiencias en su funcionalidad vial, particularmente durante la temporada de lluvias. Estas condiciones adversas están directamente relacionadas con la insuficiencia del sistema de drenaje y la falta de un pavimento estructurado que soporte las solicitaciones impuestas por el tránsito y las características del suelo.

La problemática se agrava al considerar la precipitación máxima diaria registrada en los últimos años. Tal como se evidencia en la Imagen 1, en el municipio de cobija experimenta eventos de lluvia intensa particularmente desde los meses de noviembre hasta marzo, superando en algunos casos los 80 mm diarios. Este comportamiento pluviométrico genera una escorrentía superficial considerable, contribuyendo a la saturación y degradación del terreno natural, que por las condiciones actuales posee baja capacidad portante y alta susceptibilidad a la erosión.

Imagen 1 Precipitación máxima diaria



Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENAMHI (2025)

La carencia de una capa de rodadura impermeable provoca que el suelo pierda consistencia y se deforme bajo cargas repetidas, generando irregularidades y zonas intransitables. Estas deficiencias incrementan los tiempos de desplazamiento, elevan los costos operativos de los vehículos y aumentan la probabilidad de accidentes, comprometiendo la eficiencia de la vía y la seguridad de sus usuarios, así como la dinámica económica de la comunidad.

1.2.1.1 Formulación del problema

Las consideraciones antes expuestas nos llevan a plantear la siguiente interrogante:

¿Cómo diseñar un pavimento rígido estructuralmente eficiente y duradero para el tramo barrio Moto-Taxi – barrio Castañal, considerando las condiciones topográficas, de tránsito, geotécnicas e hidrológicas propias del sector?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Diseñar el paquete estructural y capa de rodadura de pavimento rígido para el tramo barrio moto taxi – barrio castañal en la ciudad de cobija

1.3.2 Objetivo Especifico

- Realizar el levantamiento topográfico de la vía para obtener datos precisos sobre la topografía del terreno.
- Analizar los datos de tránsito para evaluar el volumen y tipo de tráfico en la vía.
- Determinar las propiedades mecánicas de los suelos a lo largo del tramo mediante ensayos de mecánica de suelos.
- Realizar estudios hidrológicos para evaluar el impacto del agua en la vía y diseñar las cunetas en la plataforma para que prevenga la erosión y el deterioro del pavimento.
- Determinar el diseño geométrico de la carretera en base a la planificación urbana de la ciudad de cobija.
- Diseñar el paquete estructural y capa de rodadura de pavimento rígido

- Calcular el presupuesto general y cronograma del proyecto

1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de grado se realizará con el objetivo de diseñar una estructura de pavimento rígido adecuada para el tramo Moto-Taxi a Castañal. Esta intervención es de vital importancia debido a las condiciones actuales de la Vía, la cual consiste en un camino de tierra propenso a la erosión y a la formación de baches y lodazales durante la época de lluvias. Esta situación genera importantes dificultades para el tránsito vehicular y peatonal, afectando la calidad de vida de los habitantes de la zona y limitando el desarrollo económico y social de la región.

La implementación de un pavimento rígido duradero y eficiente en este tramo traerá beneficios sustanciales para el barrio moto-taxi y castañal. En primer lugar, mejorará la accesibilidad y la movilidad de los habitantes, facilitando el transporte de bienes y servicios, así como el desplazamiento de personas. Además, contribuirá a reducir los costos de operación vehicular y el tiempo de viaje, promoviendo así el desarrollo económico local. Desde el punto de vista social, un pavimento en óptimas condiciones brindará mayor seguridad vial y comodidad a los usuarios, fomentando un entorno más saludable y agradable para los peatones y residentes cercanos.

1.5 METODOLOGÍA

El presente proyecto se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, este método permite obtener resultados numéricos precisos que contribuyen a resolver los objetivos específicos planteados. Para ello, se llevará a cabo un levantamiento topográfico mediante el uso de una estación total, abarcando una longitud de 3,2 km. Los datos obtenidos de cotas y coordenadas serán procesados en el software Autodesk Civil 3D, permitiendo generar el diseño geométrico de la vía y calcular con precisión los volúmenes de corte y relleno.

En cuanto al estudio de tránsito, se ejecutarán aforos vehiculares mediante conteo indirecto, siguiendo los lineamientos establecidos por la normativa AASHTO 93, con el fin de determinar el volumen, la clasificación del tráfico y el cálculo de los ejes equivalentes (ESALs).

En el aspecto geotécnico, se abrirán calicatas a lo largo del tramo de estudio para realizar ensayos de laboratorio como el Proctor modificado, los límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) y el CBR, todo ello conforme al Manual de Carreteras de la ABC, permitiendo caracterizar la subrasante y determinar su módulo de reacción.

Para el análisis hidrológico, se emplearán datos históricos del SENAMHI para la construcción de la curva IDF, el cálculo de la altura de lámina de agua en el puente–alcantarilla tipo cajón y el dimensionamiento de canales longitudinales, cumpliendo con lo estipulado en la normativa NB 688. Finalmente, el diseño estructural del pavimento rígido se desarrollará aplicando la metodología AASHTO 93, utilizando el software DIPAV 2.3 como herramienta de apoyo para el cálculo del espesor de la losa, capa base, diseño de juntas y transferencia de carga.

1.6 ALCANCE

El presente proyecto tiene como finalidad diseñar el paquete estructural y la capa de rodadura de pavimento rígido para el tramo comprendido entre el barrio Moto-Taxi y el barrio Castañal, en la ciudad de Cobija. Para ello, se desarrollarán los estudios necesarios que permitan alcanzar este objetivo, comenzando con el levantamiento topográfico del trazado vial así mismo se realizará el análisis del tránsito a través de aforos vehiculares manuales, En el aspecto geotécnico, se ejecutarán calicatas distribuidas a lo largo del tramo para la caracterización de suelos y se efectuarán ensayos de laboratorio. En cuanto al componente hidrológico, se elaborará la curva IDF a partir de registros históricos del SENAMHI,

Con todos estos datos, se procederá al diseño estructural del pavimento rígido empleando la metodología AASHTO 93 y el software DIPAV 2.3 como herramienta de cálculo, definiendo el espesor de la losa de concreto, capa base granular, tipo de juntas, transferencia de carga y selección de materiales. En la última etapa del proyecto contempla la elaboración del presupuesto general de obra y un cronograma de actividades, además de la entrega de planos constructivos.

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 MARCO TEORICO

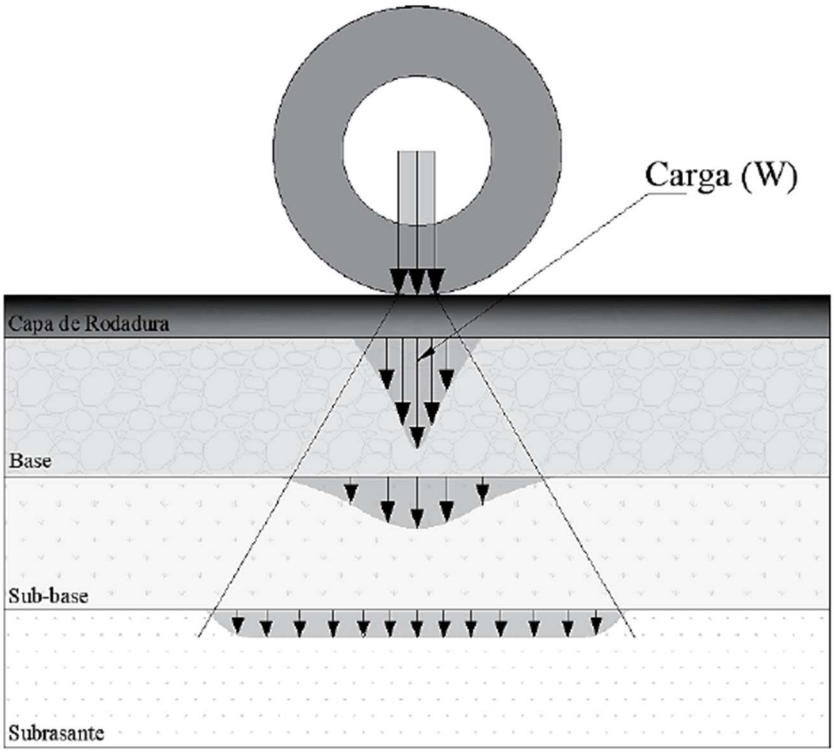
2.1 ESTADO DEL ARTE DEL PAVIMENTO

El pavimento está conformado por varias capas que se superponen horizontalmente y que han sido diseñadas con materiales adecuados para soportar cargas vehiculares. Estas capas descansan sobre la subrasante, la cual es el resultado del proceso de movimiento de tierras en la construcción de la vía. Su propósito es resistir los esfuerzos generados por el tránsito a lo largo del tiempo para garantizar su funcionalidad estructural (Castro-Vásquez, Castro-Vásquez, & Castro-Vásquez, 2020).

En términos generales, el pavimento se define como la capa superficial de una vía, cuya función es proporcionar resistencia al tráfico vehicular y peatonal, asegurando estabilidad y durabilidad. Este revestimiento puede estar compuesto de diferentes materiales como concreto, asfalto, piedra, ladrillos o baldosas, dependiendo de las necesidades estructurales y de diseño de la vía. (Perez, 2023).

Ambos autores coinciden en que el pavimento es una estructura compuesta por capas diseñadas para soportar cargas de tránsito y garantizar estabilidad en las vías. Mientras que Castro-Vásquez et al. (2020) enfatizan la importancia del diseño técnico y la resistencia estructural del pavimento a lo largo de su vida útil, Pérez (2023) destaca la diversidad de materiales utilizados en su construcción y su impacto en la durabilidad de la superficie vial. En conjunto, estos enfoques permiten comprender que el pavimento no solo debe ser estructuralmente eficiente, sino que también debe seleccionarse el material adecuado para asegurar su óptimo desempeño en función de las condiciones de uso y entorno.

Imagen 2 Distribución de la carga del vehículo a través de la estructura del pavimento



Fuente: (Adaptado de Becker 2012)

2.1.1 Tipos de pavimentos

Los pavimentos se clasifican principalmente en dos categorías:

- pavimentos flexibles
- pavimentos rígidos

2.1.1.1 pavimentos flexibles

están compuestos por una carpeta asfáltica apoyada en diferentes capas de materiales granulares. Estos pavimentos distribuyen las cargas de tránsito de manera gradual a través de sus capas inferiores. Aunque su construcción inicial suele ser más económica, requieren mantenimiento frecuente debido a su susceptibilidad a deformaciones y fatiga estructural. Además, su vida útil es generalmente menor en comparación con los pavimentos rígidos, lo que puede generar mayores costos de rehabilitación a largo plazo (Perez, 2023).

2.1.1.2 pavimentos rígidos

están conformados por losas de concreto hidráulico apoyadas sobre una base de terreno. Estos pavimentos absorben la mayor parte de los esfuerzos que ejercen las ruedas de los vehículos, transmitiendo las cargas directamente al suelo. Su alta capacidad estructural permite que las cargas se distribuyan en un área más amplia, reduciendo la presión sobre la subrasante. Aunque su costo inicial es mayor, requieren menos mantenimiento y tienen una vida útil considerablemente más larga en comparación con los pavimentos flexibles. Este tipo de pavimento es ideal para vías con tráfico pesado y condiciones climáticas extremas debido a su resistencia a la deformación y al desgaste (Prefabricados Jara, (s.f.)).

La elección del pavimento rígido en el diseño de infraestructura vial se justifica por diversas razones técnicas y económicas. Entre las ventajas del pavimento rígido destacan su mayor durabilidad, lo que exige menos reparaciones, y su capacidad para evitar el deslizamiento y la formación de superficies onduladas y deformes en las áreas de giro.

2.1.2 Estructura de pavimento

2.1.2.1 Capa de rodadura o revestimiento asfáltico

La capa de rodadura es la parte superior del pavimento y cumple una función esencial en la estructura vial, ya que es la superficie con la que interactúan directamente los vehículos. Su diseño debe garantizar resistencia al desgaste, estabilidad ante las condiciones climáticas y una textura adecuada para la seguridad del tránsito (Fernández & López, 2015). Debido a su exposición constante a cargas dinámicas y factores ambientales, esta capa debe ser fabricada con materiales que proporcionen durabilidad y buen comportamiento mecánico.

Una de sus principales funciones es ofrecer una superficie de conducción segura y confortable. Para ello, debe cumplir con ciertos requisitos, como una adecuada adherencia entre los neumáticos y el pavimento, minimizando riesgos de derrape en condiciones húmedas o secas (Martínez, 2018). Además, la capa de rodadura contribuye a la reducción del ruido generado por el tránsito, mejorando la experiencia de conducción y reduciendo la contaminación acústica en entornos urbanos.

En términos estructurales, esta capa actúa como una barrera de protección para las capas inferiores del pavimento. Su función impermeabilizante evita que el agua penetre y afecte la base y subbase, lo que podría provocar fallas prematuras en la estructura vial (González, 2020). Asimismo, debe ser resistente a la fisuración y deformaciones plásticas generadas por cargas repetitivas y variaciones de temperatura.

El material empleado en la capa de rodadura varía en función del tipo de pavimento y las condiciones específicas del proyecto. En pavimentos flexibles, las mezclas asfálticas son el material más utilizado, incluyendo opciones como mezclas densas en caliente y mezclas abiertas para mejorar la fricción superficial. En pavimentos rígidos, el hormigón de alta resistencia es comúnmente empleado debido a su durabilidad y capacidad de soportar cargas elevadas sin deformarse significativamente (Ruiz & Torres, 2017).

Imagen 3 Optimizando la ejecución de las capas de rodadura



Fuente: (Transporte Carretero 2016)

2.1.2.2 Capa base

La capa base es un elemento esencial en la estructura del pavimento, ya que se encuentra entre la subbase y la capa de rodadura, proporcionando resistencia y estabilidad a toda la vía. Su función principal es distribuir las cargas provenientes del tráfico de manera uniforme hacia las capas inferiores, evitando deformaciones y garantizando la durabilidad del pavimento (Fernández & López, 2015). Una capa base correctamente diseñada contribuye a la eficiencia estructural del pavimento y reduce el riesgo de fallas prematuras.

Desde un punto de vista estructural, la capa base debe contar con materiales de alta resistencia y buena compactación para asegurar su desempeño a largo plazo. Se utilizan comúnmente materiales granulares, como grava triturada, piedra partida y mezclas tratadas con cemento o asfalto, dependiendo del tipo de pavimento (Ruiz & Torres, 2017). Estos materiales permiten que la capa base soporte cargas dinámicas sin comprometer su estabilidad, lo que resulta crucial en carreteras con alto flujo vehicular.

Además de su función estructural, la capa base también cumple un rol fundamental en el drenaje del pavimento. Un diseño adecuado debe permitir el paso controlado del agua, evitando la acumulación de humedad que pueda debilitar la estructura y generar fallas en la superficie de la vía (González, 2020). Para ello, se recomienda la aplicación de técnicas de compactación y la selección de materiales con una adecuada permeabilidad.

La capa base es un componente clave en la integridad del pavimento, ya que proporciona resistencia, estabilidad y soporte a las capas superiores. Su correcto diseño y ejecución permiten una mejor distribución de cargas, previenen deformaciones y prolongan la vida útil del pavimento. La elección de materiales adecuados y el cumplimiento de normativas de construcción son esenciales para garantizar un desempeño óptimo de esta capa en la infraestructura vial.

2.1.2.3 Capa subbase

La capa subbase es una de las capas fundamentales en la estructura del pavimento, ubicada entre la subrasante y la capa base. Su función principal es mejorar la capacidad de soporte del pavimento, distribuyendo las cargas vehiculares hacia las capas inferiores y evitando asentamientos diferenciales que puedan comprometer la estabilidad de la vía (Gomez & Ramirez, 2016). Esta capa también contribuye a la uniformidad estructural del pavimento, proporcionando una superficie más estable para la capa base.

Desde el punto de vista estructural, la capa subbase debe cumplir con ciertos requisitos técnicos, como una adecuada compactación y resistencia a la erosión. Se emplean materiales granulares como grava, arena estabilizada y piedras trituradas, que permiten una mejor transferencia de cargas y evitan el deterioro prematuro de las capas superiores (Lopez &

Fernandez , 2018). Además, en algunas aplicaciones se utilizan aditivos estabilizadores para mejorar su capacidad de carga y su resistencia al agua.

El drenaje es otro aspecto crucial en el diseño de la capa subbase. Una subbase bien diseñada facilita la evacuación del agua de la estructura del pavimento, reduciendo el riesgo de acumulación de humedad y la consecuente disminución de su capacidad portante. De acuerdo con estudios recientes, la presencia de agua en el pavimento puede acelerar procesos de erosión y fallas estructurales, por lo que la subbase debe cumplir con características de permeabilidad adecuadas (Torrez, 2020).

La capa subbase desempeña un papel esencial en la estabilidad y durabilidad del pavimento, ya que mejora la resistencia estructural y optimiza el comportamiento de las capas superiores. Su correcta ejecución, considerando aspectos como materiales, compactación y drenaje, es clave para garantizar la funcionalidad del pavimento a lo largo del tiempo y prevenir fallas prematuras en la infraestructura vial.

2.1.2.4 Capa subrasante

La capa subrasante es la base natural sobre la cual se construye toda la estructura del pavimento y desempeña un papel fundamental en la estabilidad y resistencia de la vía. Su función principal es soportar y distribuir las cargas provenientes del tráfico hacia el suelo natural, evitando deformaciones excesivas y garantizando una base uniforme y estable para las capas superiores (Fernández & López, 2015). La calidad y resistencia de esta capa son determinantes en el comportamiento estructural del pavimento, ya que una subrasante débil o mal compactada en caso que se realice un cambio de material puede generar asentamientos diferenciales, fisuras y fallas prematuras en la superficie de rodadura.

Desde un punto de vista geotécnico, la capacidad de carga de la subrasante depende de sus propiedades mecánicas, tales como la compactación, el esfuerzo cortante, la plasticidad y su sensibilidad a los cambios de humedad. Para mejorar sus características, es común aplicar técnicas de estabilización, como el uso de cal, cemento, geotextiles o la incorporación de materiales granulares, dependiendo del tipo de suelo presente en la zona de construcción (Gomez & Ramirez, 2016). Estas técnicas permiten aumentar la resistencia estructural,

minimizar la expansión o contracción del suelo y reducir los asentamientos diferenciales, lo que asegura una mayor vida útil del pavimento.

El drenaje juega un papel crucial en la conservación y desempeño de la subrasante. La acumulación de agua en esta capa puede generar saturación del suelo, disminuyendo su capacidad portante y aumentando el riesgo de erosión y fallas estructurales. La presencia de humedad excesiva también puede dar lugar a la formación de baches, grietas y hundimientos en la calzada. Por esta razón, el diseño del pavimento debe incluir sistemas de drenaje eficientes, como subdrenes, zanjas de drenaje o capas filtrantes, que impidan la infiltración y acumulación de humedad en la subrasante (Fernandez, 2021). Un adecuado manejo del agua no solo prolonga la vida útil del pavimento, sino que también reduce los costos de mantenimiento y rehabilitación.

La capa subrasante es un componente esencial en la estructura de pavimentos, ya que proporciona la base sobre la cual descansan las demás capas. Su adecuada compactación, estabilización y drenaje son fundamentales para garantizar la resistencia y funcionalidad del pavimento a largo plazo. Un diseño apropiado de la subrasante permite optimizar el desempeño del pavimento, minimizar costos de mantenimiento y asegurar la durabilidad de la vía.

2.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Un levantamiento topográfico es un proceso científico de medición que consiste en identificar límites y características de un área en particular de la superficie de la tierra, este proceso incluye la determinación de distancias horizontales y verticales, direcciones, ángulos y elevaciones. Es una herramienta muy importante y se emplean en proyectos de construcción y proyectos de investigación (ORE HUAMAN & QUICHCA SOTACURO, 2021).

2.2.1 Tipo de levantamiento topográfico

2.2.1.1 Levantamiento Planimétrico

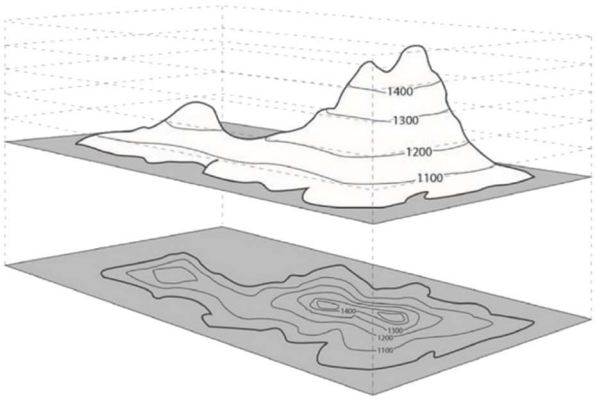
Este tipo de levantamiento se centra en la medición de posiciones horizontales de puntos en el terreno, sin considerar las elevaciones. Para ello, se utilizan herramientas como cintas métricas para medir distancias cortas con precisión, brújulas para la orientación de los puntos y teodolitos para determinar ángulos horizontales. En algunos casos, se pueden emplear estaciones

totales para mejorar la precisión y eficiencia de la medición. (ORE HUAMAN & QUICHCA SOTACURO, 2021)

2.2.1.2 Levantamiento Planialtimétrico

Al combinar los levantamientos planimétricos y altimétricos, este tipo de levantamiento requiere una variedad de instrumentos, incluyendo estaciones totales, GPS geodésicos, niveles ópticos, miras graduadas y cintas métricas. Esta combinación permite obtener una representación más completa del terreno, siendo fundamental en proyectos de ingeniería y arquitectura. (ORE HUAMAN & QUICHCA SOTACURO, 2021)

Imagen 4 Relevamiento Planialtimetricos



Fuente: (HGV Agrimensura)

2.2.1.3 Levantamiento Fotogramétrico

Este método emplea cámaras fotogramétricas, drones con sensores LIDAR, imágenes satelitales, y software de procesamiento fotogramétrico para obtener datos precisos de la superficie terrestre. También se pueden usar puntos de control terrestre medidos con GPS diferencial para mejorar la precisión de los modelos obtenidos. (ORE HUAMAN & QUICHCA SOTACURO, 2021)

2.2.1.4 Levantamiento con Estación Total

La estación total es un instrumento electro-óptico que combina las funciones de un teodolito electrónico y un distanciómetro, permitiendo la medición precisa de ángulos y distancias. Se complementa con prismas reflectantes, trípodes de precisión, software de

procesamiento de datos, y en algunos casos, con controladores electrónicos de campo para facilitar la recopilación y almacenamiento de información. (ORE HUAMAN & QUICHCA SOTACURO, 2021)

La elección de la estación total para el levantamiento topográfico se basa en varias ventajas técnicas y operativas. Su capacidad para medir con alta precisión tanto ángulos como distancias, junto con la posibilidad de almacenar y procesar datos en campo, mejora la eficiencia y exactitud del levantamiento. Además, la integración de funciones en un solo dispositivo reduce la necesidad de múltiples instrumentos, simplificando el proceso y disminuyendo el margen de error humano. Estas características hacen de la estación total una herramienta integral y eficiente para proyectos que requieren alta precisión y eficiencia en la recolección de datos topográficos.

2.2.2 Estación Total Leica TC-405

es un instrumento de medición topográfica de alta precisión, diseñado para realizar mediciones angulares y de distancias con gran exactitud. Este equipo combina un teodolito electrónico con un distanciómetro, permitiendo la captura de datos de manera rápida y eficiente. Según (Leica Geosystems, (s.f.)). el TC-405 es conocido por su robustez y fiabilidad en condiciones de trabajo exigentes, ofreciendo una precisión angular de 5 segundos y una precisión en la medición de distancias de (2 mm + 2 ppm). Además, cuenta con funciones avanzadas como el seguimiento automático de prismas y la capacidad de almacenar datos internamente para su posterior procesamiento.

Entre los equipos que suelen acompañar a la estación total Leica TC-405 se encuentran prismas reflectores, trípodes robustos para asegurar la estabilidad durante las mediciones, y software especializado para el procesamiento y análisis de los datos capturados. Estos componentes son esenciales para garantizar la precisión y eficiencia en trabajos topográficos, de construcción o de ingeniería. La combinación de estos elementos permite a los profesionales obtener mediciones confiables y de alta calidad, cumpliendo con los estándares requeridos en proyectos de gran envergadura.

Imagen 5 Leica TCR 405



Fuente: (Precisión Geosystems)

2.2.3 Instrumentos complementarios en la topografía

Desempeñan un papel fundamental en el desarrollo preciso de los levantamientos, facilitando la marcación, medición y alineación de puntos en el terreno. Entre estos, la pintura es utilizada para señalizar puntos de referencia, límites y ejes de construcción, asegurando su visibilidad durante el proceso de levantamiento. El teléfono, por su parte, permite la comunicación eficiente entre los miembros del equipo de trabajo, lo que agiliza la coordinación en campo y la transmisión de datos en tiempo real. (Leica Geosystems, (s.f.))

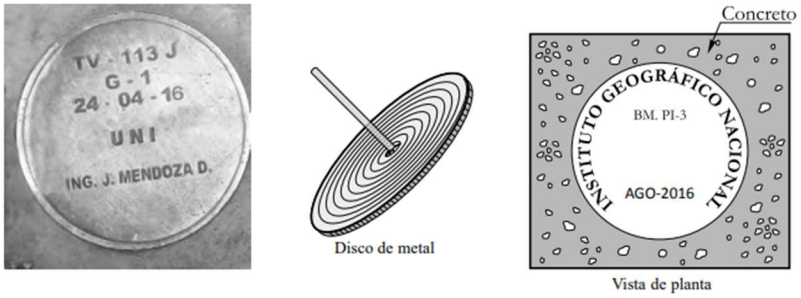
Asimismo, la plomada es un instrumento esencial para verificar la verticalidad de estructuras y alineaciones, mientras que el combo (mazo de goma o martillo) se emplea para fijar elementos en el suelo sin dañarlos. Los clavos o estacas sirven para marcar puntos de control y referencias en el terreno, permitiendo establecer bases de medición. Finalmente, la cinta métrica es indispensable para medir distancias con precisión, facilitando la obtención de dimensiones exactas en trabajos topográficos y de construcción. (Leica Geosystems, (s.f.))

2.2.4 Como es un B.M. en el terreno

en topografía es un punto de referencia fijo con una elevación precisa, utilizado para garantizar la exactitud de las mediciones altimétricas en un levantamiento. Puede estar representado por monumentos de hormigón o metal con placas identificativas, clavos o estacas fijadas en superficies estables, y marcas pintadas o grabadas en estructuras fijas como muros o

postes. Su correcta ubicación en zonas seguras y estables es fundamental para evitar alteraciones que comprometan la precisión de los datos topográficos. (Leica Geosystems, (s.f.))

Imagen 6 Bench Marks



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

2.2.5 Instituciones con BM en Cobija

En Cobija, varias instituciones pueden contar con Bench Marks (BM) o puntos de referencia altimétricos oficiales para levantamientos topográficos y obras de ingeniería. Algunas de estas instituciones incluyen:

1. Alcaldía Municipal de Cobija – Puede disponer de BM para proyectos urbanos y planificación territorial.

2. Servicio Departamental de Caminos (SEDCAM) – Utiliza BM para la construcción y mantenimiento de carreteras dentro del departamento.

3. Gobernación de Pando – Puede contar con BM en proyectos de infraestructura y desarrollo regional.

4. Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) – Maneja BM en proyectos viales y carreteras nacionales.

5. Universidad Amazónica de Pando – Puede emplear BM en investigaciones académicas y trabajos de campo de estudiantes de ingeniería y topografía.

6. Instituto Geográfico Militar (IGM) – Es el principal responsable de la cartografía oficial en Bolivia y puede poseer BM geodésicos de referencia en la región

El Bench Mark (BM) utilizado para la realización de este proyecto pertenece a la Universidad Amazónica de Pando y se encuentra ubicado en el barrio de San Pedro del distrito 6. Este punto de referencia altimétrico fue empleado como base para garantizar la precisión en las mediciones topográficas, asegurando la correcta nivelación y georreferenciación del área de estudio.

2.2.6 Métodos realizados en topografía

Para el levantamiento topográfico de una carretera, se utilizan distintos métodos que permiten obtener información precisa del terreno. Entre los principales se encuentran la poligonal abierta y la taquimetría o altimetría.

2.2.6.1 Poligonal abierta

La poligonal abierta es un método topográfico que consiste en establecer una secuencia de puntos interconectados a partir de un Bench Mark (BM) hasta el área de interés del proyecto. Se utiliza cuando no es posible cerrar la poligonal, como en levantamientos de carreteras o ríos.

El procedimiento inicia con la selección de un BM de referencia con coordenadas conocidas, desde donde se jalan los puntos utilizando estación total o GPS diferencial. A lo largo del eje del proyecto vial, se marcan vértices que permiten definir el alineamiento de la carretera. Posteriormente, se realizan cálculos de orientación, azimut y coordenadas de cada punto levantado, garantizando la precisión del levantamiento (Santamaria Peña, 2005).

2.2.6.2 Taquimetría o Altimetría

La taquimetría es un método de levantamiento topográfico que permite obtener datos de altitud y distancia de puntos en el terreno de manera rápida y eficiente. Se basa en la medición de ángulos verticales y lecturas sobre una mira colocada en los puntos de interés.

En el contexto de proyectos viales, este método se emplea para la obtención de curvas de nivel, esenciales para definir la pendiente de la carretera y planificar el movimiento de tierras. Se utiliza en combinación con la poligonal abierta, complementando la información planimétrica con datos de elevación para un diseño óptimo del trazado (Santamaria Peña, 2005).

2.2.7 Curva de nivel

Las curvas de nivel son líneas trazadas en un mapa topográfico que unen puntos de igual elevación respecto a un nivel de referencia, generalmente el nivel del mar. Su función principal es representar el relieve tridimensional de un terreno en un plano bidimensional, lo que permite visualizar montañas, valles, pendientes y depresiones de manera clara y eficiente. Cada curva corresponde a una elevación específica, lo que facilita interpretar la forma del terreno sin necesidad de recurrir a imágenes en tres dimensiones. Estas líneas actúan como una herramienta fundamental para traducir la complejidad del paisaje en información accesible, tanto para profesionales como para el público general. (Santamaria Peña, 2005)

2.2.7.1 Importancia de curva de nivel

Las curvas de nivel son indispensables para identificar accidentes geográficos. Por ejemplo, las curvas en forma de "V" que apuntan hacia arriba señalan valles, mientras que las que apuntan hacia abajo indican crestas o divisorias de agua. Además, permiten determinar la inclinación del terreno: cuando las curvas están muy cercanas entre sí, reflejan pendientes pronunciadas, como acantilados o laderas empinadas; por el contrario, curvas separadas sugieren terrenos llanos o suaves. Su utilidad se extiende a proyectos de ingeniería, donde son esenciales para planificar carreteras, edificaciones o sistemas de drenaje, ya que ayudan a calcular volúmenes de tierra y analizar la estabilidad del terreno. Sin ellas, la planificación técnica perdería precisión y adaptabilidad al entorno. (Santamaria Peña, 2005)

2.2.7.2 Intervalos de curva de nivel

El intervalo entre curvas de nivel es la diferencia vertical constante entre dos curvas consecutivas, como 5, 10 o 20 metros. Este valor no es arbitrario: se define según factores como la escala del mapa. En mapas a gran escala, que muestran detalles precisos, se usan intervalos pequeños (1-5 metros) para capturar microrelieves, mientras que en mapas a pequeña escala, que abarcan regiones extensas, se emplean intervalos mayores (50-100 metros) para evitar saturar visualmente el documento. (Santamaria Peña, 2005)

2.2.7.3 Triangulación en las curvas de nivel

La triangulación es esencial para generar mapas topográficos precisos, ya que proporciona los puntos de control necesarios para trazar las curvas de nivel. Por ejemplo:

- Los vértices geodésicos (puntos de referencia establecidos mediante triangulación) sirven como base para medir elevaciones.
- Al combinar datos de triangulación con mediciones de altitud, se definen las curvas de nivel y sus intervalos.

2.3 TRÁNSITO VEHICULAR

Mediante el análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para el planteamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte. Con la aplicación de las leyes de la física y las matemáticas, el análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el Nivel de eficiencia de la operación (U.N.A.M, (s.f.)).

2.3.1 Pesos y dimension vehicular

El control de dimensiones vehiculares considerara el alto, ancho y el largo del vehículo más la carga transportada se puede observar en la figura 1. (Ley N°441, 2013)

DIMENSIONES	TIPO DE VEHICULO	METROS
Ancho total máxima	Todos	2.6
Altura total máxima	Camiones	4.2
	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
	Tracto camiones con semirremolque	18.6
	Camiones con remolque	20.5
	Vehículos para transporte de ganado en pie	24

FIGURA 1 : Dimensión vehicular de tipos de vehículos
Fuente: ley 441 – ley de pesos y dimensiones vehiculares en la red vial fundamental, 2013

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 en la cual puede observar en la figura 2.

TIPOS DE CONFIGURACIONES DE EJE Y GRUPOS DE EJES VEHICULARES	PESO BRUTO MAXIMO PERMETIDO 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 anchas y suspensión neumática	22
Eje tipo trídem de 12 llantas	25

FIGURA 2: Pesos brutos máximos permitido por ejes y grupos de ejes
Fuente: ley 441 – ley de pesos y dimensiones vehiculares en la red vial fundamental, 2013

2.3.2 Clasificación de vehículos

Según el Gobierno Autónomo Municipal de EL Alto, adopta la clasificación de vehículos de la siguiente manera:

2.3.2.1 Vehículos Livianos

- T1: Automóviles y Vagonetas
- T2: Camionetas
- T3: Minibuses

2.3.2.2 Vehículos Medianos

- T4: Microbuses
- T5: Buses 2 ejes
- T6: Buses 3 ejes
- T7: Buses 4 ejes
- T8: Camiones Medianos y C2

2.3.2.3 Vehículos Pesados

- T9: Camiones grande de 2 eje (tamden C3)
- T10: Camiones Semi-remolque (trailers)
- T11: Camiones remolque
- T12: Otros (Tractor, motos)

2.3.2.4 Clasificación de vehículos y peso

Se ha integrado la clasificación vehicular adoptada por el Gobierno Autónomo Municipal de El Alto con la normativa de pesos vehiculares de Bolivia. Esta fusión permite una caracterización más precisa del parque automotor, combinando los criterios de tipología vehicular según su uso y estructura con la distribución de carga por ejes establecida en la normativa nacional. De esta manera, se logra un enfoque armonizado que facilita la regulación, el control y la planificación del tránsito y la infraestructura vial, asegurando que los vehículos cumplan con los límites de peso permitidos para una circulación eficiente y segura.

TIPO	CLASIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN VEHICULAR							
	N°	DESCRIPCIÓN	CONFIGURACIÓN	EJE DELANTERO	EJE TRASERO 1	EJE TRASERO 2	EJE TRASERO 3	TN
T1	1	Automóviles y Vagonetas	11	1	1			2
T2	2	Camionetas	11	3.5	5.5			9
T3	3	Minibuses	11	3.5	3.5			7
T4	4	Microbuses	11	7	7			14
T5	5	Bus Grande 2 ejes	11	7	11			18
T6	6	Bus grande 3 ejes	12	7	14			21
T7	7	Bus grande 4 ejes	11	7	11			29
T8	8	Camión Mediano	11	7	11			18
	9	C2	11	7	11			18
T9	10	C3	12	7	18			25
T10	11	C SEMI EJE 2 TANDEM EJE 3 TANDEM	122	7	18	18		43
	12	C SEMI EJE 2 TANDEM EJE 3 TRIDEM	123	7	14	25		46
	13	C SEMI EJE 2 SIMPLE EJE 3 TRIDEM	113	7	11	25		43
	14	TS SEMI ULTIMO EJE TANDEM	112	7	11	18		36
T11	15	CAMIONES REMOLQUE	1211	7	18	11	11	47
	16	CAMIONES REMOLQUE	1112	7	11	11	18	47
T12	17	OTROS	11	1	1			2

FIGURA 3: Calificación y distribución vehicular
Fuente: Gobierno Autónomo del Municipio de El Alto,2023

2.3.3 Aforo vehicular

El aforo vehicular es un estudio fundamental dentro del ámbito de la ingeniería vial y el transporte, ya que permite conocer la cantidad, tipo y comportamiento del tránsito en una vía específica. Este análisis es clave para la planificación, diseño y mantenimiento de la infraestructura vial.

2.3.3.1 Tipos de aforo vehicular

Los aforos vehiculares se pueden clasificar en diferentes categorías según su método de recolección y duración:

Según la duración del estudio:

- Aforo Permanente: Se realiza de manera continua durante un año o más mediante estaciones de conteo fijo.
- Aforo Periódico: Se ejecuta en intervalos regulares (mensuales, trimestrales, etc.) para evaluar variaciones en el flujo vehicular.
- Aforo Puntual o Muestral: Se lleva a cabo en un período corto (por ejemplo, 12, 24 o 48 horas) para obtener datos específicos sobre el tráfico en un punto determinado.

Según la técnica de recolección

- Aforo Manual: Consiste en la observación y conteo de vehículos por parte de personal especializado, utilizando formatos de registro.
- Aforo Automático: Se emplean sensores, cámaras o equipos electrónicos que registran el tráfico de manera continua y automática.

Se eligió el aforo periódico de una semana debido a que permite obtener datos representativos del flujo vehicular en distintos días y horarios, considerando variaciones diarias y patrones de tráfico recurrentes. Este método proporciona información suficiente para la planificación vial sin requerir una medición continua, optimizando recursos y tiempo. Además, se complementó con un aforo automático mediante cámaras de seguridad, lo que permitió un registro preciso y continuo del tránsito sin intervención humana, reduciendo errores en la recopilación de datos y mejorando la fiabilidad del estudio.

2.3.3.2 Importancia del aforo vehicular

El estudio del aforo vehicular es crucial para la toma de decisiones en proyectos de infraestructura vial, ya que permite:

- Determinar la demanda de transporte en diferentes vías.
- Evaluar la necesidad de ampliación o mejora de carreteras.
- Establecer políticas de movilidad y gestión del tráfico.
- Optimizar la seguridad vial y reducir congestionamientos.

2.3.4 Tasa de crecimiento vehicular, poblacional, PIB, combustible

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), el número de vehículos registrados ha mostrado un

crecimiento sostenido, lo que implica una mayor presión sobre la infraestructura vial y el medio ambiente (INE, 2023).

Por otro lado, 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).

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.

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.

Ecuación 1 tasa de crecimiento

$$\%Pi = \left(\frac{P_i}{P_{i-1}}\right) - 1$$

Donde:

P_i : Es el valor de la variable en el periodo actual
P_{i-1} : Corresponde al valor de la variable en el periodo anterior
$\%P_i$: Representa la tasa de crecimiento entre el periodo anterior y el actual.

2.3.5 Trafico Generado

El tráfico generado se refiere a aquellos desplazamientos vehiculares que, de no existir mejoras o rehabilitación en la vía, no se habrían realizado. En otras palabras, estos viajes surgen como consecuencia directa de la intervención en la infraestructura vial, generando nuevos desplazamientos que responden a la optimización de la accesibilidad y la seguridad en la vía (Cordoba Maquilon, 2020).

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.

2.3.5.1 Parámetros del tráfico generado

- 5% Desfavorable
- 15% Favorable
- 25% Mui favorable

2.3.6 Trafico Atraído (desviado)

El tráfico atraído se refiere al volumen de vehículos que, manteniendo su origen y destino originales, optan por utilizar una nueva vía o una vía mejorada debido a las ventajas que esta ofrece, como reducción en el tiempo de viaje, mayor comodidad o menores costos operativos. Este tipo de tráfico se desvía de rutas alternativas preexistentes hacia la infraestructura recientemente desarrollada o mejorada.

Es fundamental distinguir el tráfico atraído del tráfico generado. Mientras que el tráfico atraído proviene de usuarios que anteriormente empleaban otras rutas y ahora prefieren la nueva vía, el tráfico generado comprende aquellos viajes que no se habrían realizado sin la existencia de la nueva infraestructura vial. (Cordoba Maquilon, 2020).

2.3.6.1 Parámetros del tráfico atraído (desviado)

- 5% Desfavorable
- 10% Favorable
- 15% Mui favorable

2.3.7 Periodo de Análisis y diseño por tipo de Vías

La vida útil del pavimento, es aquel tiempo que transcurre entre la construcción del mismo y el momento en que alcanza el mínimo de servicialidad. El periodo de diseño puede llegar a ser igual a la vida útil del pavimento, en los casos que se consideran reconstrucciones o rehabilitaciones a lo largo del tiempo. el periodo de diseño de pavimento rigido y flexible se encuentra en la figura 4 y 5. (Gobierno Autónomo del Municipio de El Alto,2023)

Tipo de vía	Ancho de vía	Periodo de análisis	Periodo de diseño
Vías de 1° orden	$\geq 30\ mts$	30 - 50 años	15 - 20 (30) años
Vías de 2° orden	15-30 mts	20 - 50 años	15 - 20 (30) años
Vías de 3° orden	$< 15\ mts$	20 años	20 años

FIGURA 4 Periodo de diseño de pavimento rígido
Fuente: Gobierno Autónomo del Municipio de El Alto,2023

Tipo de vía	Ancho de vía	Periodo de análisis	Periodo de diseño
Vías de 1° orden	$\geq 30\ mts$	30 - 50 años	15 - 20 (30) años
Vías de 2° orden	15-30 mts	20 - 50 años	15 - 20 (30) años
Vías de 3° orden	$< 15\ mts$	20 años	20 años

FIGURA 5 Periodo de diseño de pavimento flexible
Fuente: Gobierno Autónomo del Municipio de El Alto,2023

2.3.7.1 Jerarquía vial

Las vías dentro de la jurisdicción territorial del alto se encuentran de la siguiente manera

- Vías de 1er orden. - Son vías del ancho de la vía es igual o mayor a 30 metros
- Vías de 2do orden. - Son vías del ancho de la vía esta entre 15 a 30 metros

- Vías de 3er orden o vecinales. - Son vías donde el ancho de vía es menor a 15 metros

2.3.8 Factor de estacionalidad diaria

El factor de estacionalidad diaria es un coeficiente que ajusta las variaciones en el volumen de tráfico que ocurren en diferentes días de la semana o durante distintas épocas del año. Al calcular los ESALs (Cargas Equivalentes de Ejes Simples), es esencial considerar estas fluctuaciones para obtener una estimación precisa del desgaste que los vehículos causan en el pavimento. Por ejemplo, algunas vías pueden experimentar un tráfico más intenso los fines de semana o en temporadas específicas, lo que incrementa la carga sobre la infraestructura. Aplicar este factor permite corregir las diferencias y proyectar de manera más exacta el impacto acumulado del tránsito a lo largo del tiempo (Navarro Hudiel & Bustamante Arteaga, 2021) .

Ecuación 2 Factor de estacionalidad diaria

$$Factor\ de\ estacionalidad\ diaria = \frac{Tdia}{Tpd}$$

Donde:
Thora : Volumen de tráfico en una dia
Tpd : Volumen de tráfico Promedio diario

2.3.9 Factor semanal

El factor semanal (FS) es un coeficiente que ajusta las variaciones en el volumen de tráfico a lo largo de la semana, permitiendo estimar con mayor precisión el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Este factor se calcula dividiendo el tráfico promedio semanal por el tráfico de la semana en la que se realizó el conteo (Alvarracin villa & Quito Panza , 2024) .

se emplea el factor de semana (FS) para expandir estos datos a una estimación semanal. La fórmula para calcular el FS es:

Ecuación 3 Factor Semanal

$$FS = \frac{(T_{lab} * 5) + (T_{fs} * 2)}{7 * T_{lab}}$$

Donde:

T_{lab} : Tráfico promedio diario en días laborables
T_{fs} : Tráfico promedio diario durante el fin de semana

2.3.10 Transito promedio anual diario

El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) es una medida que indica el número promedio de vehículos que transitan por un punto específico de una carretera cada día, calculado a lo largo de un año completo. Este indicador es esencial en la planificación y diseño de infraestructuras viales, ya que proporciona una visión general del flujo vehicular diario y ayuda a anticipar las necesidades de capacidad y mantenimiento de las vías (PHANTOM, 2024).

Ecuación 4 Transito promedio anual diario

$$TPDA = TPDE * Fd * Fe$$

Donde:
TPDA : Transito promedio anual diario
TPDE : Transito promedio diario existente
FS : Factor semanal
Fed : Factor de estacionalidad diaria

2.3.11 Transito promedio anual diario futuro

El Tránsito Promedio Diario Anual Futuro (TPDAF) es una proyección del número promedio de vehículos que se espera transiten diariamente por un punto específico de una vía en el futuro. Esta estimación es esencial para la planificación y diseño de infraestructuras viales, ya que permite anticipar las necesidades de capacidad y mantenimiento de las carreteras (PHANTOM, 2024).

Ecuación 5 Transito promedio anual diario futuro

$$TPDAF = TPDA_{actual} * (1 + r)^n$$

Donde:
$TPDA_{actual}$: Transito promedio anual diario
r : Tasa de crecimiento anual del tráfico (expresada en decimal)
n : número de años en el futuro para los cuales se realiza el proyecto

2.3.12 Factor de carga equivalente AASHTO

LEF, por sus siglas en inglés es una medida utilizada en el diseño de pavimentos para comparar el daño relativo que diferentes configuraciones y magnitudes de carga de ejes infligen sobre una estructura de pavimento, en relación con una carga estándar de referencia. (AASHTO 93, 2005).

En el diseño de pavimentos, el Factor de Equivalencia de Carga (LEF, por sus siglas en inglés) es una herramienta esencial para evaluar el impacto relativo de diferentes cargas vehiculares sobre la estructura del pavimento. Este factor permite convertir diversas configuraciones y magnitudes de carga en un número estándar de aplicaciones de una carga de referencia, facilitando así el análisis y diseño estructural.

2.3.12.1 Tablas Predefinidas para determinar LEF

Se dispone de tablas estandarizadas que presentan valores de LEF para combinaciones comunes de cargas y configuraciones de ejes. Estas tablas, derivadas de estudios empíricos como el AASHO Road Test, ofrecen una referencia rápida y simplificada sin necesidad de realizar cálculos complejos.

Carga/eje		Espesor de Losa *D* en pulgadas (mm)								
(kpis)	(kN)	6,0 (152,4)	7,0 (177,8)	8,0 (203,2)	9,0 (228,6)	10,0 (254,0)	11,0 (279,4)	12,0 (304,8)	13,0 (330,2)	14,0 (355,6)
2	8.9	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	17.8	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
6	26.7	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
8	35.6	0.035	0.033	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
10	44.5	0.087	0.084	0.082	0.081	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
12	53.4	0.186	0.180	0.176	0.175	0.174	0.174	0.173	0.173	0.173
14	62.3	0.353	0.346	0.341	0.338	0.337	0.336	0.336	0.336	0.336
16	71.2	0.614	0.609	0.604	0.601	0.599	0.599	0.598	0.598	0.598
18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.0	1.55	1.56	1.57	1.58	1.58	1.59	1.59	1.59	1.59
22	97.9	2.32	2.32	2.35	2.38	2.40	2.41	2.41	2.41	2.42
24	106.8	3.37	3.34	3.40	3.47	3.51	3.53	3.54	3.55	3.55
26	115.7	4.76	4.69	4.77	4.88	4.97	5.02	5.04	5.06	5.06
28	124.6	6.58	6.44	6.52	6.70	6.85	6.94	7.00	7.02	7.04
30	133.5	8.92	8.68	8.74	8.98	9.23	9.39	9.48	9.54	9.56
32	142.4	11.9	11.5	11.5	11.8	12.2	12.4	12.6	12.7	12.7
34	151.3	15.5	15.0	14.9	15.3	15.8	16.2	16.4	16.6	16.7
36	160.0	20.1	19.3	19.2	19.5	20.1	20.7	21.1	21.4	21.5
38	169.1	25.6	24.5	24.3	24.6	25.4	26.1	26.7	27.1	27.4
40	178.0	32.2	30.8	30.4	30.7	31.6	32.6	33.4	34.0	34.4
42	186.9	40.1	38.4	37.7	38.0	38.9	40.1	41.3	42.1	42.7
44	195.8	49.4	47.3	46.4	46.6	47.6	49.0	50.4	51.6	52.4
46	204.7	60.4	57.7	56.6	56.7	57.7	59.3	61.1	62.6	63.7
48	213.6	73.2	69.9	68.4	68.4	69.4	71.2	73.3	75.3	76.8
50	222.5	88.0	84.1	82.2	82.0	83.0	84.9	87.4	89.8	91.7

FIGURA 6: Factor de carga equivalente pavimento rigido
Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

2.3.12.2 Espesor de losa D

El espesor de losa (columna superior de la tabla) es una variable estructural crítica en el diseño de pavimento rígido. Afecta directamente la capacidad del pavimento para resistir las cargas aplicadas por el tráfico sin fallar prematuramente.

2.3.12.3 Parámetros de servicialidad Final

Para la servicialidad final 'pt' se tienen valores de 2.0, 2.5, ó 3.0. (Condarco A., 2016) sugiere una servicialidad pt = 2.0 para carreteras de bajo volumen, y pt = 2.5 ó 3.0 para carreteras de alto tráfico (autopistas, etc).

2.3.13 Método Esals

El Método de Carga Equivalente de Eje Simple (ESAL, por sus siglas en inglés) desarrollado por la Asociación Americana de funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO) es una técnica fundamental en el diseño de pavimentos. Este método permite convertir diversas cargas de vehículos con diferentes configuraciones de ejes en un número estandarizado de aplicaciones de una carga de referencia, facilitando así la evaluación del impacto acumulativo del tráfico sobre la estructura del pavimento durante su vida útil (AASHTO 93, 2005).

Ecuación 6 Esals de diseño

$$Esals = \left(\sum TPDAn\right) * 365 * LEF$$

Donde:

Esals	: Ejes acumulados en el periodo de diseño y periodo de analisis
TPDAn	: Trafico diario promedio anual
LEF	: Factores de equivalencia de carga

2.3.14 Factor de distribución por dirección

Es el porcentaje del tránsito total, especialmente de vehículos pesados, que se asume circula en la dirección de diseño más cargada. No todo el tránsito se distribuye de manera

uniforme en ambos sentidos, por lo tanto, este factor ajusta la carga esperada en el carril más crítico. (AASHTO 93, 2005)

Número de carriles en ambas direcciones	Fd
2	0.5
4	0.45
6 o mas	0.4

FIGURA 7: Factor de distribución por dirección
Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

2.3.15 Factor de distribución por carril

Cuando una carretera tiene más de un carril por sentido, no todos los camiones o vehículos pesados circulan uniformemente por todos los carriles. Por lo general, tienden a utilizar el carril derecho (en países donde se conduce por la derecha), que es el carril de circulación principal. El factor de distribución por carril permite ajustar el volumen de tránsito de diseño que afectará al carril más cargado. (AASHTO 93, 2005)

Número de calzadas	número de carriles por sentido	Fc
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas	1	1
	2	0.8
	3	0.6
	4	0.5

FIGURA 8 Factor de distribución por carril
Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

2.3.16 Ejes equivalentes W18

Como cada vehículo tiene una configuración de ejes diferente y lleva distintas cargas, no todos dañan el pavimento de la misma forma. Por eso, se convierte el tránsito de vehículos pesados en una cantidad equivalente de ejes W18, con base en cuánto daño genera cada vehículo comparado con este eje estándar. Este proceso se llama equivalencia de carga. (AASHTO 93, 2005)

Ecuación 7 Ejes equivalente W18

$$W_{18} = Esals \cdot F_c \cdot F_d$$

Donde:
W_{18} : Ejes equivalentes

Esals : carga equivalente de eje simple
F_c : Factor de distribución por carril
F_d : Factor de distribución por dirección

2.4 PAQUETE ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO

2.4.1 Pavimento de hormigón

Los pavimentos de concreto armado se pueden construir de dos maneras: con juntas o de forma continua. En los que tienen juntas, las losas se forman por partes y el refuerzo se detiene en los bordes, donde se añaden pasadores para unirlas. En los pavimentos continuos, el armado se extiende sin interrupción a lo largo de la losa, y el refuerzo transversal cubre el área de construcción. El propósito de incluir este refuerzo es evitar que aparezcan grietas grandes o separadas, de manera que el pavimento actúe como una sola pieza. Se pueden usar barras corrugadas o mallas soldadas para este fin. (UMSS, 2020)

2.4.1.1 Módulo de ruptura de hormigón

El módulo de ruptura del hormigón es un parámetro fundamental que mide la resistencia a la flexión del material, es decir, su capacidad para soportar esfuerzos de tracción indirectos antes de fracturarse. Esta propiedad es especialmente relevante en pavimentos rígidos, donde las losas están sometidas a cargas repetitivas y distribuidas de manera desigual. La resistencia a la flexión se determina a través de ensayos en laboratorio, generalmente utilizando vigas de hormigón sometidas a carga en sus extremos. Su valor varía en función de la calidad de los materiales, el diseño de la mezcla y las condiciones de curado. (UMSS, 2020)

Para el diseño de carreteras, se ha seleccionado un módulo de ruptura de 4.3 MPa, ya que este valor proporciona un equilibrio entre resistencia y durabilidad, asegurando un desempeño óptimo frente a las cargas del tráfico y las condiciones ambientales. Este valor es representativo de una mezcla de hormigón diseñada para soportar esfuerzos mecánicos exigentes, minimizando el riesgo de fisuración y optimizando la vida útil del pavimento. Además, su selección se basa en recomendaciones normativas y estudios experimentales que garantizan su idoneidad para infraestructuras viales de alto tránsito. (UMSS, 2020)

2.4.1.2 Módulo de elasticidad del hormigón

El módulo de elasticidad del hormigón es un parámetro que mide su rigidez y capacidad de deformación bajo la aplicación de cargas. Representa la relación entre el esfuerzo y la deformación en la zona elástica del material, siendo un indicador clave en el diseño estructural y de pavimentos. Su valor depende de diversos factores, como la composición de la mezcla, la calidad de los agregados, la resistencia a la compresión y las condiciones de curado. Un módulo de elasticidad elevado indica que el hormigón es más rígido y tendrá menor deformación bajo carga, mientras que un valor más bajo sugiere mayor flexibilidad y capacidad de absorción de esfuerzos. (UMSS, 2020)

Para el diseño del pavimento, se ha seleccionado un módulo de elasticidad de 21 MPa, considerando su adecuación a las condiciones de carga esperadas en carreteras. Este valor permite garantizar un equilibrio entre resistencia y capacidad de absorción de esfuerzos, reduciendo el riesgo de fisuración prematura y mejorando la durabilidad del pavimento. Su elección se basa en normativas y estudios experimentales que han demostrado su eficacia en infraestructuras viales, asegurando un comportamiento estructural adecuado frente a cargas repetitivas y variaciones ambientales. (UMSS, 2020)

2.4.2 Variables para el cálculo de armaduras en pavimentos con juntas

2.4.2.1 Longitud de losa:

Es la distancia que separa las juntas transversales. Este valor influye en cómo se comporta el pavimento de hormigón armado, a mayor separación entre juntas, mayores serán los efectos en la respuesta y rendimiento de la losa. (UMSS, 2020)

2.4.2.2 Tensiones de trabajo:

Se recomienda que la tensión de trabajo para las barras de acero sea el 75% de su tensión de fluencia. Por ejemplo, en un acero de grado 40, la tensión permitida es de aproximadamente 207 MPa (30000 psi), mientras que en un acero de grado 60 se establece en alrededor de 307 MPa (45000 psi). (UMSS, 2020)

2.4.2.3 Factor de fricción

Este factor mide la resistencia al deslizamiento entre la parte inferior de la losa y la superficie de la subbase o subrasante (en caso de no contar con subbase). Se obtiene aplicando los principios de la teoría de fricción y se utiliza para determinar el porcentaje de acero necesario en el diseño, según la ecuación establecida (UMSS, 2020).

Tipo de Material bajo la Losa	Factor de Fricción "*F*"
Tratamiento superficial	2,2
Estabilización con cal	1,8
Estabilización con asfalto	1,8
Estabilización con cemento	1,8
Grava de río	1,5
Piedra triturada	1,5
Arenisca	1,2
Subrasante natural	0,9

FIGURA 9: Valores de Factor de friccion
Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

2.4.3 Espaciamiento entre juntas

El espaciamiento entre juntas de contracción en pavimentos de hormigón depende de factores locales como la calidad de los materiales y las condiciones climáticas. Según la AASHTO, para pavimentos sobre sub-base no estabilizada, la distancia entre juntas no debe superar dos veces el espesor de la losa en pulgadas (es decir, 24 veces el espesor de la losa), y para sub-base estabilizadas, el límite es de 21 veces dicho espesor. Por otro lado, la PCA recomienda un máximo de 6,10 metros (20 pies) entre juntas, mientras que, en pavimentos de hormigón armado con juntas, el espaciamiento puede llegar hasta 9,10 metros (30 pies). Además, las juntas longitudinales, que generalmente se alinean con las marcas de carril, deben tener separaciones de 2,50 a 4,00 metros (8 a 13 pies) para asegurar un rendimiento adecuado y controlar la formación de grietas (UMSS, 2020).

Tipo de agregado	Espaciamiento Máximo (m)
Granito triturado	6
Caliza triturada	6
Grava calcárea	6
Grava silícea	4,50
Grava tamaño máx. ≤ ¾"	4,50
Escoria	4,50

FIGURA 10: Espaciamiento de junta de acuerdo al tipo de agregado
Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

2.4.4 Transferencia de cargas J

El coeficiente de transferencia de carga J se emplea para medir la eficacia con la que el pavimento distribuye las cargas a través de juntas y fisuras. Este valor es crucial para el diseño, ya que un J alto indica una mejor capacidad del pavimento para compartir cargas entre las losas adyacentes, lo que ayuda a prevenir fallas prematuras. En la Figura 11 se presentan los valores recomendados de J, los cuales varían según las condiciones específicas del pavimento y su entorno.

Banquina	Concreto	Asfáltico	Hormigón vinculado a calzada	
Elementos (barras) de transferencia de cargas	Si	No	Si	No
Tipo de pavimento				
Hormigón simple o Armado c/juntas	3,2	3,8 – 4,4	2,5 – 3,1	3,6 – 4,2
Hormigón armado Continuo	2,9 – 3,2	-------	2,3 – 2,9	-------

FIGURA 11: Coeficiente de transferencia de carga
Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993

2.4.5 Procedimiento para calcular el espesor de losa

El espesor de losa, que corresponde a las condiciones de diseño, se puede calcular resolviendo la ecuación planteada por el método, o mediante el uso del ábaco que proporciona la AASHTO o mediante programas de computación. A continuación, se muestra la ecuación de cálculo de espesor de losa:

Ecuación 8 cálculo de espesor de losa

$$\log w_{18} = Z_r S_0 + 7.35 \lg(d+25.4) - 10.39 + \frac{lg\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}}{1+\frac{1.25\cdot 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t)\cdot lg \frac{M_r C_d\left(0.09D^{0.75}-1.132\right)}{1.51J\left[0.09D^{0.75}-\frac{7.38}{\left(Ec/K\right)^{0.25}}\right]}$$

Donde:

w_{18} : Tránsito estimado para el periodo de vida útil (ESALS)
Z_r : Factor de desviación Normal para el nivel de confiabilidad R
S_0 : Desvío estándar de todas las variables
D : Espesor de la losa en pulgadas
ΔPSI : Pérdida de servicialidad prevista en el diseño
p_t : Servicialidad final
M_r : Módulo de rotura del hormigón en (psi)
J : Coeficiente de transferencia de cargas

C_d : Coeficiente de drenaje
E_c : Módulo de elasticidad del hormigón en (psi)
K : Módulo efectivo de reacción de la subrasante (psi/pulg)

2.4.6 Coeficiente de Drenaje

La capacidad de drenaje se evalúa según el tiempo que tarda el pavimento en evacuar el agua de lluvia, lo que influye en su desempeño y durabilidad. Por otro lado, el coeficiente de drenaje refleja el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento se encuentra con niveles de humedad cercanos a la saturación. Estos parámetros son fundamentales, ya que un drenaje eficiente reduce la acumulación de agua en la superficie, mientras que un alto coeficiente de drenaje indica una mayor exposición a condiciones que pueden acelerar el deterioro. (UMSS, 2020)

Calidad de Drenaje	% de tiempo que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1 %	1-5%	5-25%	>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
Pobre	1,10-1,00	1,00-0,90	0,90-0,80	0,80
Muy Pobre	1,00-0,90	0,90-0,80	0,80-0,70	0,70

FIGURA 12: Coeficiente de drenaje para pavimento rígido
Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

2.4.7 Indice de serviciabilidad

El Índice de Servicio Inicial (p_0) refleja la condición del pavimento en el momento de su construcción, resultado del diseño y la calidad constructiva. Con el transcurso del tiempo, este índice se degrada hasta alcanzar un valor final (p_t), que marca el límite tolerable antes de requerir rehabilitación, ya sea mediante refuerzo o reconstrucción. Los valores recomendados para el Índice de Serviciabilidad según el método son los siguientes:

Imagen 7 Indice de servicialidad inicial y final según el rango de tráfico vehicular

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T_{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T_{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T_{P4}	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T_{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: Servicio Departamental de camino La Paz

2.4.8 Parámetros de Desviación estándar

La curva de diseño establecida por AASHTO, basada en datos experimentales, presenta diferencias con la curva de comportamiento real del pavimento, a pesar de tener una tendencia similar. Estas discrepancias se deben a imprecisiones en la ecuación de comportamiento y a la variabilidad de los datos utilizados en el proceso de dimensionamiento. Para ajustar los resultados del diseño al nivel de confianza seleccionado, es necesario aplicar un factor de corrección que considera la desviación estándar, la cual mide la dispersión de los datos respecto a la curva real. En el caso de pavimentos rígidos, se recomienda que la desviación estándar se mantenga dentro del rango:

$$0{,}30 \leq S_0 \leq 0{,}40$$

2.4.9 Parámetros de nivel de confianza

Confiabilidad es la posibilidad de que el sistema estructural que forma el pavimento cumpla su función prevista dentro de su vida útil, bajo las condiciones de carga e intemperismo que tienen lugar en ese lapso de tiempo.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T_{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T_{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T_{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T_{P4}	750 001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T_{P15}	>30'000,000		95%	-1.645

FIGURA 13: Niveles de confiabilidad recomendado pela AASHTO
Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

2.5 ESTUDIO DE SUELO

La investigación del terreno es fundamental para conocer las características físicas y mecánicas del suelo, así como para garantizar un diseño eficiente del pavimento. Si la información recolectada en campo y las muestras extraídas no representan adecuadamente las condiciones reales del sitio, los resultados obtenidos en el laboratorio carecerán de validez para el diseño, incluso si las pruebas se realizan con precisión y bajo estándares establecidos (MTC, 2013).

El proceso de estudio inicia con el levantamiento topográfico del área y la planificación de la exploración, con el objetivo de identificar las diferentes formaciones del suelo. Para ello, se ejecutan actividades de campo como la apertura de calicatas o perforaciones exploratorias. La distancia entre estos puntos de muestreo puede ser de 500 metros, aunque en zonas donde se detecten condiciones particulares del terreno, dicha distancia puede reducirse para obtener mayor detalle (MTC, 2013).

Las muestras obtenidas deben ser suficientes y representativas para realizar ensayos de laboratorio que permitan determinar propiedades como granulometría, plasticidad, humedad,

densidad y resistencia. El tipo y tamaño de muestra varían según el tipo de análisis y la proporción de materiales gruesos presentes. Posteriormente, con los resultados obtenidos se desarrolla la fase de gabinete, donde se elaboran informes gráficos y técnicos que resumen el comportamiento del suelo a lo largo del tramo de estudio (MTC, 2013).

2.5.1 Calicatas

Según la normativa de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), la frecuencia y ubicación de las calicatas (pozos de exploración) para estudios geotécnicos en proyectos viales no están definidas por una distancia fija, sino que dependen de diversos factores como la variabilidad del terreno, la longitud del tramo, la complejidad geológica y la importancia del proyecto. (ABC, 2021)

Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC), las calicatas son excavaciones realizadas a lo largo de un tramo vial con el fin de obtener información detallada sobre las características del suelo natural y el subsuelo. Estas exploraciones son fundamentales para los estudios geotécnicos, ya que permiten evaluar la capacidad de soporte del terreno, identificar capas de materiales, y definir el tipo de cimentación o estructura del pavimento más adecuado. De acuerdo con la normativa, la profundidad estándar de las calicatas es de 1.50 metros desde el nivel de la subrasante del proyecto, y su frecuencia varía según el tipo de carretera y su Intensidad Media Diaria Anual (IMDA). (MTC, 2013)

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	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	• 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	• 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	• 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
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	
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 ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	• 1 calicata x km	

FIGURA 14: Numero de calicatas para exploración de suelos
Fuente: Manual de Ensayos de Materiales del MTC.

2.6 ENSAYO DE LABORATORIO

2.6.1 Ensayo granulométrico por tamizado (ASTM D422)

El ensayo de granulometría es un procedimiento de laboratorio utilizado para identificar cómo se distribuyen los tamaños de las partículas dentro de una muestra de suelo. Esta información es clave para evaluar la textura y las propiedades mecánicas del suelo, aspectos que inciden directamente en su comportamiento estructural como parte de la base o subrasante en un pavimento. Conocer la gradación permite clasificar el suelo y prever su capacidad de drenaje, compactación y soporte.

De acuerdo con la norma ASTM D422, el procedimiento inicia con la recolección de una muestra representativa, la cual puede prepararse mediante secado al aire, secado en horno o lavado húmedo. Luego, la muestra se somete a una serie de tamices con aberturas normalizadas, que separan las partículas según su tamaño. En el caso de suelos con una amplia gama de tamaños, se puede dividir en fracciones y utilizar tamices de separación adicionales para mejorar

la precisión del análisis. Finalmente, se determina el porcentaje retenido en cada tamiz y se elabora la curva granulométrica, que permite interpretar la distribución del material (ASTM, 2017).

Procedimiento del ensayo de granulometría:

- Preparación de la muestra: Se recoge una porción de suelo del lugar donde se construirá la carretera, asegurándose de que represente bien las condiciones del terreno. Esta muestra debe tomarse de la profundidad donde se asentará la base del pavimento.

- Secado de la muestra: Luego, la muestra se seca en un horno para eliminar toda la humedad. Una vez seca, se pesa y se procede a lavarla con agua usando un tamiz muy fino (tamiz N°200) para separar las partículas más pequeñas. Después del lavado, se vuelve a colocar en el horno por 24 horas y luego se retira para continuar el análisis.

- Tamizado: La muestra seca se pasa por una serie de tamices (rejillas metálicas) con agujeros de diferentes tamaños. Los materiales más grandes quedan retenidos en los primeros tamices, mientras que los más finos pasan a través de los más pequeños. Se pesa el material que queda en cada tamiz para saber cuánto hay de cada tamaño.

- Curva granulométrica: Con los pesos obtenidos, se elabora una gráfica que muestra cómo están distribuidos los distintos tamaños de partículas en la muestra. Esta curva ayuda a entender si el suelo es más arenoso, limoso o contiene muchas piedras, lo que influye en su comportamiento como parte del pavimento.

2.6.2 Determinación de límites de consistencia (ASTM D4318)

Los parámetros de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad son propiedades fundamentales del suelo que se utilizan frecuentemente para evaluar su comportamiento en la ingeniería. Estos valores, por sí solos o combinados con otras características del suelo, permiten estimar cómo se comportará un terreno frente a diversas condiciones. Por ejemplo, ayudan a predecir la compresibilidad (capacidad del suelo para deformarse bajo carga), la permeabilidad (facilidad para que el agua lo atraviese), la facilidad de compactación, la tendencia a contraerse al secarse, y la resistencia al corte, que es clave en la estabilidad de taludes y estructuras de

pavimento. Estas propiedades son especialmente importantes para seleccionar y clasificar suelos adecuados para obras viales y fundaciones. (ASTM, 2017)

2.6.2.1 Limite liquido (LL)

El límite líquido es el contenido de humedad mínimo en el que el suelo comienza a comportarse como un líquido, es decir, cuando pierde su forma y fluye por su propio peso. Para medirlo, se utiliza un aparato llamado cuchara de Casagrande. Se toma una muestra de suelo fina (pasada por el tamiz N°40), se coloca en la cuchara, y se le forma un surco al medio. Luego, se deja caer la cuchara desde una altura de 1 cm hasta que el surco se cierre sobre sí mismo en una distancia de aproximadamente 13 mm. Se cuenta cuántas veces hay que golpear la cuchara para que eso ocurra; el número ideal de golpes debe estar entre 20 y 35. El contenido de humedad en ese punto se registra como el límite líquido.

2.6.2.2 Límite Plástico (LP)

El límite plástico es la cantidad de agua mínima que necesita el suelo para poder moldearse sin que se agriete o deshaga. Se determina amasando el suelo húmedo hasta formar un hilo delgado de 3 mm de grosor. Cuando el hilo se rompe al alcanzar ese grosor, se mide la humedad del suelo en ese momento, y ese valor corresponde al límite plástico.

2.6.2.3 Indice de Plasticidad (IP)

El índice de plasticidad se obtiene restando el límite plástico al límite líquido (IP = LL - LP). Este valor indica qué tan plástico es un suelo, es decir, cuánto cambia su forma cuando varía la humedad. Un valor alto de IP significa que el suelo tiene alta plasticidad y puede deformarse más fácilmente con los cambios de agua.

2.6.3 Ensayo de compactación Proctor modificado (ASTM D1557)

El ensayo de Compactación Proctor Modificado (ASTM D1557) 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. (ASTM, 2017)

2.6.3.1 Métodos

los métodos de compactación propuestos, debiéndose elegir uno de estos en función al porcentaje de tamaño de partículas presentes en la muestra de suelo. Para la selección del método de compactación el suelo debe ser tamizado a través de las mallas 3/4 pulg, 3/8 pulg y No. 4.

El método A**.** utiliza como material de compactación el suelo que pasa el tamiz No. 4. Es aplicado a suelos con un porcentaje menor al 20%, por masa del material, retenido en el tamiz No. 4.

El método B**.** utiliza como material de compactación el suelo que pasa el tamiz 3/8 pulg. Es aplicado a muestras de suelo con un valor mayor al 20 %, por masa del material, retenido en el tamiz No. 4 y con un valor menor al 20%, por masa del material, retenido en el tamiz 3/8 pulg.

El método C**.** utiliza como material de compactación el suelo que pasa el tamiz 3/4 pulg. Es aplicado a muestras de suelo con un valor mayor al 20 %, por masa del material, retenido en el tamiz 3/8 pulg y con un valor menor al 30 %, por masa del material, retenido en el tamiz 3/4 pulg.

2.6.3.2 Procedimiento

Para realizar el ensayo de compactación, lo primero es medir las dimensiones del molde cilíndrico que se usará y calcular su volumen. Luego, se arma el molde y se fija de manera segura a su base, registrando el peso total del conjunto (molde más base).

Después, se selecciona una superficie firme, plana y estable donde se colocará el molde para efectuar el ensayo. Se añade un anillo de extensión en la parte superior del molde, lo que permite compactar el suelo en capas. El suelo se coloca dentro del molde en cinco capas de igual espesor. Para el molde de 4 pulgadas (métodos A y B), se aplican 25 golpes por capa; para el de 6 pulgadas (método C), se aplican 56 golpes por capa. Los golpes deben ser uniformes,

distribuidos de forma pareja sobre toda la superficie, aplicándose a una velocidad de unos 25 golpes por minuto.

Una vez que se compacta la última capa, esta debe sobresalir ligeramente del molde, sin superar los 6 mm. Si se pasa ese límite, la muestra no es válida y se debe repetir. Luego, se retira el anillo de extensión y se recorta el exceso de material con una cuchilla o navaja. Usando una regla metálica, se nivela la superficie del suelo compactado al ras del molde, rellenando cualquier hueco si es necesario.

Después de nivelar, se vuelve a pesar el conjunto (molde, base y muestra de suelo). A continuación, se toma una muestra del suelo de la parte superior y otra de la parte inferior para determinar el contenido de humedad. Ambos valores deben ser parecidos, y su diferencia no debe ser mayor al 0,5%. Se calcula el promedio de estos dos valores para obtener el contenido de humedad final de la muestra.

Este procedimiento se repite cinco veces, cada vez usando diferentes cantidades de agua en la mezcla, lo que permite construir la curva de compactación del suelo, esencial para conocer su densidad óptima y humedad ideal.

2.6.4 Ensayo de CBR (CBR de laboratorio ASTM D1883)

El CBR es un índice que mide la resistencia del suelo a la penetración de un pistón estándar, comparando esta resistencia con la que ofrecería un material de referencia (piedra triturada). El valor del CBR se expresa en porcentaje y, en términos simples, cuanto más alto es el CBR, mayor es la capacidad de carga del suelo.

2.6.4.1 Procedimiento de ensayo

El ensayo CBR comienza con la preparación de una muestra representativa del suelo. Esta muestra se compacta dentro de un molde metálico siguiendo los resultados del ensayo de Proctor, es decir, se compacta hasta alcanzar la humedad óptima y densidad máxima que aseguren un buen comportamiento del suelo. Este paso es fundamental porque busca simular las condiciones reales del terreno sobre el que se construirá la carretera.

Una vez lista la muestra, se coloca sobre una base rígida y se introduce en el equipo de ensayo CBR. Aquí, se aplica una carga vertical de manera lenta y constante mediante un pistón, mientras se mide la resistencia que ofrece el suelo a esa carga. A medida que el pistón penetra, se registra la fuerza aplicada y la deformación que sufre la muestra. Este proceso permite obtener una relación entre la carga y la profundidad de penetración.

Finalmente, se calcula el valor de CBR dividiendo la carga que fue necesaria para penetrar el suelo, por la carga estándar que se requiere para penetrar un material de referencia (normalmente piedra triturada). Este valor se expresa en porcentaje, y cuanto más alto sea, mejor será la capacidad del suelo para soportar cargas sin deformarse. Este dato es clave en el diseño de pavimentos, ya que ayuda a decidir cuán resistente debe ser la estructura del camino para evitar fallas con el tiempo.

2.6.5 CBR de Diseño

Para el diseño de un tramo vial, es fundamental contar con la caracterización de la subrasante a través de un valor representativo del módulo de reacción o mediante una ecuación constitutiva. No obstante, los resultados obtenidos en los ensayos pueden mostrar cierta variabilidad, la cual es un comportamiento natural del suelo. Esta variación depende de diversos factores como las propiedades propias del terreno, los métodos de muestreo utilizados, las técnicas de ensayo aplicadas, entre otros. (INVIAS, 2018)

Se debe establecer el menor número posible de unidades homogéneas de diseño a lo largo del tramo vial. En caso de presentarse zonas puntuales con inestabilidad geotécnica que comprometan la subrasante, estas deben ser tratadas de forma individual antes de definir una nueva unidad. Asimismo, se recomienda que la longitud mínima de cada unidad homogénea no sea inferior a 3 km. (INVIAS, 2018)

Ecuación 9 Homogenización para CBR característico

$$CBR_c = CBR_{medio} - \sigma * Z \geq CBR_{minimo}$$

Donde:
$CBR_{medio} =$ es el valor promedio de todos los CBR al 100% del tramo
$CBR_c =$ es el valor promedio de todos los CBR al 100% del tramo

CBR_{minimo} = menor de los valores de CBR en la unidad homogénea
$\sigma =$ desviación estándar de los datos de CBR medido en la unidad de diseño
$K_p =$ valor que depende del nivel de confianza y del número de datos

2.6.5.1 Nivel de confianza

El nivel de confianza empleado en el cálculo del CBR característico dependerá de la categoría funcional de la vía. Para suelos finos, el margen de error máximo permitido es del 1 %, mientras que para suelos granulares puede alcanzar hasta un 3 %. En el caso de proyectos clasificados como categoría NT3, se recomienda utilizar un nivel de confianza del 95 %, mientras que para los de categoría NT2 se sugiere un nivel del 90 %. (INVIAS, 2018)

NIVEL DE CONFIANZA (NC %)	DESVIACION NORMAL ESTÁNDAR (Z)
50	0.00
85	1.00
90	1.282
95	1.645
98	2.054

FIGURA 15: Nivel de confianza
Fuente: Carlos Higuera Sandoval, Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras. Volumen I. p. 197.

2.6.6 Estabilización por sustitución del suelo

De acuerdo con el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" del *Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú*, la estabilización por sustitución de suelos consiste en reemplazar total o parcialmente el suelo natural existente para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante. (MTC, 2013) Este proceso se aplica en dos escenarios:

- Construcción sobre el suelo natural existente:

En este caso, el suelo original se prepara mediante escarificación en una profundidad de 15 cm, seguido de conformación y compactación hasta alcanzar la densidad requerida para terraplenes. Una vez preparado el terreno, se autoriza la colocación de materiales adicionados en capas, garantizando espesores que permitan cumplir con los niveles de subrasante y densidades especificadas. Durante este proceso, se controla la humedad del

material (humedeciéndolo o secándolo según necesidad) para optimizar la compactación, utilizando equipos adecuados que aseguren una densificación homogénea. (MTC, 2013)

- Excavación y reemplazo total del suelo natural:

  Cuando el suelo existente no cumple con los requisitos técnicos, se procede a su remoción completa hasta el espesor de reemplazo definido. Posteriormente, el fondo de la excavación se nivela y compacta para crear una base estable. Sobre esta superficie preparada, se colocan capas sucesivas del material de sustitución (seleccionado por sus propiedades mecánicas), compactando cada una hasta alcanzar las cotas y densidades exigidas por la normativa. Este método es crítico en suelos de baja capacidad portante o con presencia de materiales inadecuados (ej: arcillas expansivas, limos orgánicos). (MTC, 2013)

Para este proyecto, se adoptará el método de sustitución por el reemplazo total del suelo, utilizando materiales seleccionados que cumplan con los estándares del proyecto.

2.6.6.1 Recopilación de Datos

En su tesis *"Determinación del espesor de mejoramiento de subrasante con presencia de suelos blandos"* (Universidad Peruana Unión, 2019), el Ing. Jorge David Santa Cruz abordó el problema de suelos blandos en la subrasante de la carretera Calzada-Selva Alegre (San Martín, Perú). Su investigación se centró en:

- Caracterización de suelos: Realizó 8 calicatas en el tramo km 10+000 a 12+000, identificando arcillas de baja a alta plasticidad (CL, CH en SUCS) con CBR natural crítico (1.1–2.7%) y humedad superior al óptimo.
- Mejoramiento con material de préstamo: Utilizó un banco de préstamo con CBR = 20%, validado mediante ensayos Proctor y CBR en laboratorio, para sustituir los suelos inestables.
- Cálculo del espesor: Aplicó el método AASHTO 93, considerando tráfico (EAL = 2.12×10^{6}), confiabilidad del 95%, y módulo resiliente (MR) derivado del CBR. Determinó espesores de 0.90–1.20 m para neutralizar asentamientos y garantizar una subrasante estable.

2.6.7 Módulo de reacción de la subrasante

El módulo de reacción de la subrasante (K) es un parámetro fundamental en el diseño de pavimentos rígidos, ya que cuantifica la capacidad del suelo para resistir deformaciones bajo cargas aplicadas. Expresado en MPa/m o kN/m³, este valor se obtiene mediante ensayos que relacionan la presión ejercida sobre el suelo con su deformación vertical, siguiendo la ecuación básica, donde es la carga, la deformación y el área de la placa de carga. Su relevancia radica en que permite predecir el comportamiento estructural del pavimento ante cargas vehiculares repetidas, garantizando durabilidad y seguridad (AASHTO, 1993).

Entre los métodos más utilizados para determinar K se destaca el ensayo de placa de carga (ASTM D1196), que emplea placas rígidas para medir la deformación in situ. Este método ha sido aplicado en proyectos como la Autopista Central de Chile (2018), donde se correlacionó K con el CBR (*California Bearing Ratio*) para optimizar espesores de pavimento. Otra aproximación común es la correlación empírica, recomendada en el *Manual de Carreteras de Perú* (DGCF, 2020) para diseños preliminares. Además, métodos indirectos como el uso del deflectómetro de impacto (FWD) permiten estimar K retro calculando datos de deflexión, técnica validada en estudios como la tesis *"Análisis de K en la Vía Bogotá-Villavicencio"* (Universidad Nacional de Colombia, 2019).

Los factores que influyen en K incluyen el tipo de suelo, la humedad y el grado de compactación. Por ejemplo, suelos granulares suelen presentar valores de K más altos que arcillas expansivas, como se evidenció en la Ruta del Sol (Colombia), donde se ajustó la subbase granular para compensar bajos valores de K. La humedad también es crítica: un estudio de la Universidad de Costa Rica (2021) demostró que un aumento del 5% en el contenido de agua reduce K en un 20%, afectando la estabilidad del pavimento. Casos como el de la Carretera Interoceánica Perú-Brasil destacan soluciones innovadoras, como el uso de geosintéticos para incrementar K en suelos pantanosos.

2.6.7.1 Correlaciones empíricas con CBR

La ecuación de correlación entre el CBR (California Bearing Ratio) y el módulo de reacción de la subrasante (K), expresada como:

- Para: CBR >10 $k = 46 + 9.08 \cdot \left(log(CBR)\right)^{4.34}$
- Para: CBR< 10 $k = 2.55 + 52.5 \cdot log(CBR)$

es atribuida al Ing. Carlos Hernando Higuera Sandoval MSc, según se indica en el documento titulado "Relación entre el CBR y el Módulo de Reacción de la Subrasante, K"

2.6.8 Material para la base

La capa base en una estructura de pavimento cumple la función primordial de distribuir las cargas vehiculares hacia la subrasante, mitigando deformaciones y garantizando la estabilidad estructural. Tradicionalmente, se emplean materiales granulares (gravas, arenas compactadas) que ofrecen alta resistencia y drenaje. Sin embargo, en suelos de baja capacidad portante o con presencia de finos, se recurre a técnicas de estabilización química, como el suelo-cemento, que combina suelo natural, cemento Portland y agua para formar una matriz rígida y duradera. Este material, con resistencias a la compresión entre 1.5 MPa y 4.5 MPa, optimiza costos y reduce el espesor requerido de la base (AASHTO, 1993).

El diseño de una base de suelo-cemento implica etapas críticas:

- Selección del suelo: Debe cumplir requisitos granulométricos (norma ASTM D422) y límites de plasticidad (ASTM D4318). Los suelos limo-arcillosos con índice de plasticidad ≤ 12% son ideales.
- Dosificación: Se determina el porcentaje óptimo de cemento (4% a 10% en peso) mediante ensayos Proctor Modificado (ASTM D1557) y resistencia a compresión no confinada (ASTM D1633).
- Compactación y curado: La compactación alcanza ≥95% de la densidad máxima Proctor, seguida de un curado mínimo de 7 días para lograr ganancia de resistencia.

Estudios destacan su eficacia en proyectos viales. Por ejemplo, en la Carretera Panamericana (Ecuador), el uso de suelo-cemento redujo espesores de base en un 30% frente a bases granulares convencionales, con ahorros del 25% en costos (Ministerio de Transportes de Ecuador, 2019). En México, la Autopista Durango-Mazatlán empleó suelo-cemento en zonas

con arcillas expansivas, logrando un módulo de elasticidad de 500 MPa y eliminando fisuras por contracción (SCT, 2020).

Para este proyecto, se optó por una base de suelo-cemento debido al suelo-cemento que emerge como una solución técnica, económica y ambientalmente viable para bases en suelos problemáticos. Su implementación en este proyecto asegurará un pavimento resiliente, adaptado a las cargas operativas y condiciones climáticas locales

2.7 ESTUDIO HIDROLÓGICO

2.7.1 Registro Pluviométrico del SENAMHI

El registro pluviométrico constituye la base de los estudios hidrológicos, ya que proporciona los datos históricos de precipitaciones en una región determinada. En Bolivia, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) es el ente encargado de recolectar, procesar y suministrar esta información. Estos datos permiten determinar los patrones de lluvia y sirven como insumo fundamental para el análisis de eventos extremos, el diseño de obras hidráulicas y la gestión del recurso hídrico.

2.7.2 Distribución de Probabilidad Gumbel

La distribución de Gumbel, también conocida como distribución extrema tipo I, es una de las funciones de probabilidad más utilizadas para el análisis de eventos extremos, como las precipitaciones máximas anuales. Esta distribución permite estimar la probabilidad de ocurrencia de lluvias de magnitud considerable, lo que es esencial para calcular el periodo de retorno de eventos pluviales. Su aplicación se justifica por su capacidad de representar adecuadamente la cola superior de los datos de lluvia. (ABC, 2021)

La ecuación de valores extremos de la ecuación Gumbel es:

Ecuación 10 distribucion extrema Gumbel

$$F_{(x)} = e^{-e^{-b}} \ (\mathbf{1})$$

$$siendo: b = \ \alpha(x - u) \ (\mathbf{2})$$

$$\alpha = {}^{\sigma_y}/_{S_x} \ (\mathbf{3})$$

$$u = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha} \ (\mathbf{4})$$

Donde:
e : base de los logaritmos neperianos
$\bar{x}$: media aritmética de la muestra
s_x : desviación típica de la muestra
x : periodo de retorno (variable a determinar en tiempo)
σ_y, μ_y : coeficientes de acuerdo al número de muestra

2.7.3 Coeficientes para las Relaciones Lluvia–Duración

Cuando no se dispone de registros pluviométricos detallados por intervalos horarios, es posible estimar la precipitación acumulada en períodos inferiores a 24 horas mediante coeficientes de reducción aplicados a la lluvia diaria máxima. Según Campos (1978), estos coeficientes permiten transformar una lluvia de 24 horas en lluvias equivalentes para distintas duraciones, manteniendo la proporcionalidad observada estadísticamente.

La siguiente figura presenta los coeficientes propuestos para diferentes duraciones:

Duración (horas)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**8**	**12**	**18**	**24**
Coeficiente	0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1

FIGURA 16: Coeficiente para las relaciones a la lluvia de duración de 24 horas
Fuente: D. F. Campos A., 1978

La lluvia para una duración se calcula aplicando la siguiente formula:

Ecuación 11 Coeficiente para las relaciones lluvia duración

$$P_t = C_t * P_{24}$$

Donde:
P_t : Precipitación estimada para duración t (mm)
C_t : Coeficiente para la duración t (adimensional)
P_{24} : Precipitación máxima de 24 horas (mm)

Esta técnica facilita la construcción de curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) cuando los datos disponibles son limitados, y es ampliamente utilizada en estudios hidrológicos y de drenaje urbano.

2.7.4 Intensidad de lluvia

La intensidad de la lluvia se define como la cantidad de precipitación caída por unidad de tiempo, generalmente expresada en milímetros por hora (mm/h). Esta variable es clave para el diseño de sistemas de drenaje urbano, canales, alcantarillas y otras infraestructuras hidráulicas. Su análisis depende directamente de la duración de la lluvia y del periodo de retorno considerado, lo que implica una evaluación estadística a partir de los datos históricos disponibles. (ABC, 2021)

La intensidad de lluvia se calcula aplicando la siguiente formula:

Ecuación 12 intensidad de lluvia

$$I = \frac{P}{t}$$

Donde:
P : Precipitación máxima (mm)
t : duración de la lluvia (hr)
I : Intensidad de la lluvia

2.7.5 Periodo de retorno

El periodo de retorno (T) es un concepto estadístico que representa el intervalo promedio de tiempo entre dos eventos hidrológicos de igual o mayor magnitud. En el caso de la lluvia, se refiere al tiempo esperado entre dos precipitaciones que igualen o superen cierta intensidad. El periodo de retorno es utilizado para definir el riesgo aceptable en el diseño de estructuras hidráulicas. Cuanto mayor es el periodo de retorno, más severo es el evento considerado y mayor es la seguridad de diseño. (ABC, 2021)

Tipo de Obra	Periodo de retorno (años)
Cuneta	5
Zanja de Coronación	10
Estructura de caída	10
Alcantarilla de 0.9m de diámetro	10
Puente de luz menores a 10 m	25

puente de luz ≤ 10m > 50m	50
puente de luz ≤ 50m	100
Drenaje subsuperficial	2

FIGURA 17: Periodo de Retorno para cada tipo de obra
Fuente: Elaboración en base los datos de la normativa (ABC, 2021)

2.7.6 Curva IDF

Para elaborar las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) utilizando datos de pluviógrafos, es esencial contar con registros detallados de precipitaciones en la zona de interés. El proceso implica identificar, para cada año, los eventos de lluvia con las máximas intensidades en distintas duraciones. Estas series de datos se emplean posteriormente en análisis estadísticos de frecuencia para modelar la probabilidad de ocurrencia de lluvias extremas según su intensidad y duración.

2.7.6.1 Procedimiento de calculo

El procedimiento general para obtener las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) a partir de datos pluviográficos comienza con la elección de estaciones que cuenten con registros continuos y representativos de precipitaciones en la zona de estudio. Cuando se cuenta únicamente con datos diarios, se dispone solo del valor de intensidad media en 24 horas. Este único dato puede subestimar la intensidad real de las lluvias de corta duración, que suelen ser más intensas. (ABC, 2021)

Sin embargo, dado que la forma de la curva de intensidad versus duración es bastante estable para tormentas del mismo tipo climático, es posible utilizar métodos empíricos. Entre ellos, destacan los coeficientes de reducción propuestos por Campos (1978), que permiten estimar las intensidades para duraciones inferiores (como 1, 2, 3 hasta 12 horas) a partir del valor diario. Posteriormente, estos valores de precipitación se transforman en intensidades dividiendo la altura de lluvia entre el tiempo correspondiente.

Una vez obtenidas las intensidades máximas para cada duración y para cada año de registro, se realiza un análisis de frecuencia con el objetivo de determinar el período de retorno asociado a cada evento. Para ello, se ajustan los datos a una función de distribución de probabilidad adecuada. Los modelos más utilizados en estudios hidrológicos son la distribución

de Gumbel (valor extremo tipo I) y la distribución Log-Pearson tipo III, debido a su capacidad para representar eventos extremos como lluvias intensas. Con la función de probabilidad seleccionada, se estima la intensidad de lluvia para distintas combinaciones de duración y periodo de retorno.

Después del ajuste estadístico, se procede a graficar los valores obtenidos, representando la intensidad de precipitación en función de la duración, para diferentes periodos de retorno como 5, 10, 20, 30, 50 y 100 años. Así se construyen las curvas IDF, que permiten visualizar el comportamiento de la lluvia extrema en una región determinada. Finalmente, se lleva a cabo un análisis más detallado del conjunto de curvas generadas, buscando representar la relación entre la intensidad, duración y frecuencia no solo gráficamente, sino también mediante una expresión matemática. Para este fin, es común utilizar una fórmula empírica, como la propuesta por Aparicio (1997), que ha sido modificada ligeramente para adaptarse a diferentes contextos hidrológicos.

Ecuación 13 Curva IDF

$$i = \frac{k * T^m}{t^n}$$

Donde k, m y n son constantes que se calculan mediante un análisis de regresión lineal múltiple, T es el período de retorno en años, t la duración en minutos u horas e i la intensidad de precipitación en mm/hr. Luego, aplicando los logaritmos se llega a la forma de un modelo de regresión lineal múltiple y cuyo modelo se expresa en la siguiente ecuación:

$$Log(i) = Log(k) + mLog(T) - n\,Log(d)$$

2.7.7 Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es el área de terreno donde toda el agua que cae como precipitación y no se evapora, fluye hacia una salida común, como un río, lago o océano. Está delimitada por divisores topográficos que separan el flujo de agua hacia cuencas adyacentes. (Maidment R & Mays W, 2000)

2.7.7.1 Delimitación de una cuenca

La delimitación de una cuenca se realiza identificando los divisores topográficos (líneas de crestas) en mapas o imágenes digitales. Estos divisores garantizan que toda el agua precipitada dentro de esos límites fluya hacia el punto de salida. (Maidment R & Mays W, 2000)

2.7.7.2 Superficie de la cuenca

La superficie de la cuenca es el área planimétrica proyectada sobre un plano horizontal, generalmente medida en km² o ha. Es un parámetro crítico para calcular el volumen de escorrentía. (Maidment R & Mays W, 2000)

2.7.7.3 Perímetro de la cuenca

El perímetro es la longitud del límite de la cuenca. Se utiliza para calcular índices de forma, como el índice de compacidad de Gravelius, que relaciona la forma de la cuenca con un círculo ideal. (Maidment R & Mays W, 2000)

2.7.7.4 Característica física de la cuenca

Las características físicas son su forma, relieve y red de drenaje

- Forma: Índices de compacidad o elongación.
- Relieve: Pendiente media, curvas hipsométricas.
- Red de drenaje: Densidad de drenaje, orden de corrientes.
  Estos factores influyen en la respuesta hidrológica de la cuenca

2.7.7.5 Pendiente de la cuenca

La pendiente de la cuenca es una medida de la inclinación promedio del terreno en una cuenca hidrográfica. Representa la relación entre la diferencia de elevación (desnivel) y la distancia horizontal, y es un parámetro crítico que influye en la velocidad del flujo superficial, la infiltración, la erosión y el tiempo de concentración de la cuenca. (Maidment R & Mays W, 2000)

2.7.7.6 Tiempo de concentración

El Tiempo de Concentración se define como el lapso de tiempo, bajo precipitación constante, que tarda el agua en ir desde el punto más distante hidráulicamente definido dentro la cuenca hasta el punto de evacuación o control. Este parámetro naturalmente depende, entre otras variables, de la longitud máxima que debe recorrer el agua hasta la salida de la cuenca y la velocidad promedio que adquiere en la misma, la cual a su vez varía en función de la pendiente y la rugosidad de la superficie. (ABC, 2021)

Se muestra la siguiente ecuación para cuenca pequeñas

Ecuación 14 tiempo de concentracion Kirpich

$$T_c = 0.0078 * \left(3.28 * \frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.77}$$

Donde:
T_c : Tiempo de concentración (min)
L : Longitud de cauce principal (m)
S : Pendiente del cauce principal (m/m)

Ecuación 15 Tiempo de concentracion norma española

$$T_c = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Donde:
T_c : Tiempo de concentración (hrs)
L : Longitud de cauce principal (km)
S : Pendiente del cauce principal (m/m)

Ecuación 16 Norma NB 688

$$T_c = T_e + T_t$$

$$T_e = \frac{0.707 \cdot (1.1 - C) \cdot L^{0.5}}{S^{1/3}}$$

$$T_t = \frac{L_c}{60 * Vm}$$

Donde:
T_c : Tiempo de concentración (min)

T_e : Tiempo de entrada (min)
T_t : Tiempo de recorrido
C : Coeficiente de escurrimiento, adimensional
L : Longitud máxima de flujo de escurrimiento superficial en m
S : Pendiente promedio entre el punto mas alejado y el canal, en m/m
L_c : Longitud del canal (aporte)
V_m : Velocidad media del flujo en el canal (m/s)

2.7.8 Estimación de los caudales de diseño

La estimación de los caudales de diseño se refiere al proceso de determinar el flujo máximo o pico que se debe considerar en el diseño de obras hidráulicas, como canales, puentes o alcantarillados, para garantizar su funcionamiento seguro y eficiente ante eventos extremos. Estos caudales son parámetros críticos que definen la capacidad que deben tener las infraestructuras para soportar inundaciones o picos de escorrentía asociados a tormentas o precipitaciones intensas. (ABC, 2021)

2.7.8.1 El método indirecto

es una técnica empleada cuando no se dispone de mediciones directas de caudales o cuando la información hidrológica es limitada, como suele ocurrir en cuencas poco instrumentadas o en zonas con registros históricos escasos. En lugar de basarse en datos de caudal medido, este método utiliza parámetros hidrológicos, datos pluviométricos y características geomorfológicas de la cuenca para inferir o estimar el caudal máximo esperado. (ABC, 2021)

2.7.8.2 Método racional

El método racional es utilizable en cuencas pequeñas, menores de 25 km². supone que el escurrimiento máximo proveniente de una tormenta es proporcional a la lluvia caída, supuesto que se cumple en forma más rigurosa en cuencas mayoritariamente impermeables o en la medida que la magnitud de la lluvia crece y el área aportante se satura. (ABC, 2021)

Ecuación 17 Método racional

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:
Q : caudal (m3/s)
I : máxima intensidad media de precipitación (mm/hrs)
A : Superficie de la cuenca (km2)
C : Coeficiente de escurrimiento

2.7.8.3 Método racional modificado

El Método Racional Modificado propuesto por J. R. Témez (1991) extiende la formulación clásica del método racional al incorporar un coeficiente de uniformidad de lluvia, que corrige la suposición de precipitación neta constante durante el tiempo de concentración. Este coeficiente cuantifica el aumento del caudal punta cuando se admite que la intensidad de lluvia varía en el tiempo, frente al valor que resultaría si se considerase idéntica en todo el intervalo de cálculo.

Al introducir el coeficiente de uniformidad, el método reconoce las fluctuaciones reales en el reparto temporal de la lluvia, lo que produce estimaciones de caudal máximo más ajustadas a eventos extremos. De esta forma, la fórmula modificada mejora la precisión del diseño de drenaje al corregir el sesgo de la hipótesis original y garantizar que los canales y cunetas dimensionados soporten adecuadamente las puntas de escorrentía. (ABC, 2021)

Ecuación 18 Coeficiente de uniformidad

$$CU = 1 + \frac{Tc^{1.25}}{Tc^{1.25} + 14}$$

Donde:
CU : Coeficiente de uniformidad
Tc : tiempo de concentración en horas

2.7.8.4 Coeficiente de escurrimiento

Los coeficientes de escurrimiento dependen de las características del terreno, uso y manejo del suelo, condiciones de infiltración, etc. y se necesita un criterio técnico adecuado y experiencia para seleccionar un valor representativo.

Tipo de Terreno	Coeficiente 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

FIGURA 18: Coeficiente de escurrimiento
Fuente: (ABC, 2021)

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

FIGURA 19 Coeficiente de escurrimiento
Fuente: (NB 688)

2.7.9 Diseño hidráulico

2.7.9.1 Ecuación de Manning

La ecuación de Manning es una fórmula empírica empleada para estimar el flujo uniforme en canales abiertos y conducciones parcialmente llenas. Se basa en la relación entre las características geométricas del canal, la rugosidad de la superficie y la pendiente hidráulica.

Ecuación 19 de Manning

$$Q = \frac{A}{n} \cdot (R)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{0.5}$$

Donde:

Q	: caudal (m3/s)
A	: área de flujo (m2)
R	: radio hidráulico (m)
S	: pendiente hidráulica (m/m)
n	: coeficiente de rugosidad Mannig (adimensional)

2.7.9.2 Coeficiente de rugosidad Manning

El coeficiente de rugosidad de Manning es un parámetro empírico que cuantifica la resistencia al flujo debida a la fricción entre el agua y las paredes de un canal o tubería. Se incluye en la ecuación de Manning para ajustar la velocidad calculada a la pérdida de energía real que provoca la rugosidad de la superficie de contacto (vegetación, juntas, material de revestimiento, irregularidades, etc.)

superficie	perfecta	buena	mediana	malas
canales revestidos con concreto	0.012	0.014	0.016	0.018

FIGURA 20: Valores de n dados por Horton para ser usado en las fórmulas de Kutter y de Manning
Fuente: elaboración propia en base la tabla de Horton

2.7.9.3 Número de froude

El número de Froude (Fr) es un número adimensional que relaciona la fuerza inercial con la fuerza gravitacional en un flujo de agua. Se utiliza para caracterizar el tipo de flujo en canales abiertos o cauces, como ríos, cunetas y alcantarillas.

Ecuación 20 Numero de Froude

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g * D}}$$

Donde:
V : velocidad media del flujo (m/s)
g : aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)
D : Profundidad hidráulica

$Fr < 1$: 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).

2.7.9.4 Altura critica

Representa la profundidad del agua en la que el flujo cambia entre régimen subcrítico (lento) y régimen supercrítico (rápido). Es una condición de equilibrio, donde la energía específica del flujo es mínima. Se usa principalmente en flujos variados (*flujo no uniforme*), como los que ocurren en puentes, alcantarillas, saltos hidráulicos, cambios de pendiente o cambios de sección.

Ecuación 21 Altura critica

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A_c^3}{T_c}$$

Donde:

Q	: caudal (m3/s)
g	: aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)
A_c	: area critica (m2)
T_c	: espejo de agua critico (m)

2.7.10 Diseño de cunetas en Plataforma

Las cunetas longitudinales se emplean para captar y conducir el agua de escorrentía a lo largo de la vía, evitando su acumulación en la calzada. Su correcta disposición y dimensionamiento es esencial para mantener la seguridad y durabilidad del área urbana. (NB 688, 2007)

2.7.10.1 Criterios de Diseño

Para el diseño de drenaje de plataforma en áreas urbanas se adopta la Norma Boliviana NB 688 “Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial”, que establece criterios integrales para la recolección y evacuación de aguas pluviales en entornos urbanos y periurbanos. A continuación, se muestra el criterio de diseño

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 %
Coeficiente 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	-	-
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

FIGURA 21: Criterio de Diseño para cunetas en calle y avenidas
Fuente: Norma Boliviana (NB 688, 2007)

2.7.10.2 Ecuación de Izzard

El nomograma de Izzard fue propuesto por C. F. Izzard en 1946 para facilitar el cálculo de la altura de flujo en cunetas triangulares sin tener que resolver iterativamente la ecuación de Manning en campo.

Ecuación 22 Izzard

$$Q_0 = 0.375 \cdot l^{0.5} \frac{Z}{n} \cdot y_0^{8/3}$$

Donde:
Q_0 : caudal en la cuneta en (m3/s)
l : Pendiente Longitudinal
$\frac{1}{z}$: Pendiente Transversal
y_0 : Profundidad de flujo en m
l : Coeficiente de rugosidad de Manning

2.7.10.3 Descarga Admisible

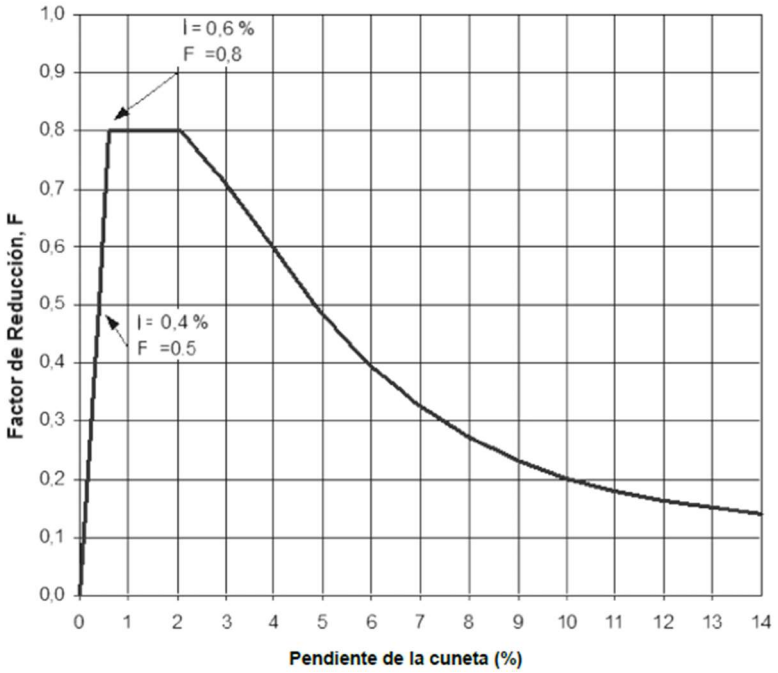
En el dimensionamiento de cunetas se debe considerar un cierto margen de seguridad en su capacidad, teniendo en cuenta los problemas funcionales que pueden reducir su poder de escurrimiento como provocar daños materiales con velocidades excesivas.

Ecuación 23 Descarga admisible

$$Q_{adm} = F * Q_0$$

Donde:
Q_0 : caudal en la cuneta en (m3/s)
F : Factor de reducción

Imagen 8 Factor de reducción F



Fuente: Norma Boliviana (NB 688, 2007)

2.7.11 Sumidero

Los sumideros se encuentran localizados en vías y andenes 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)

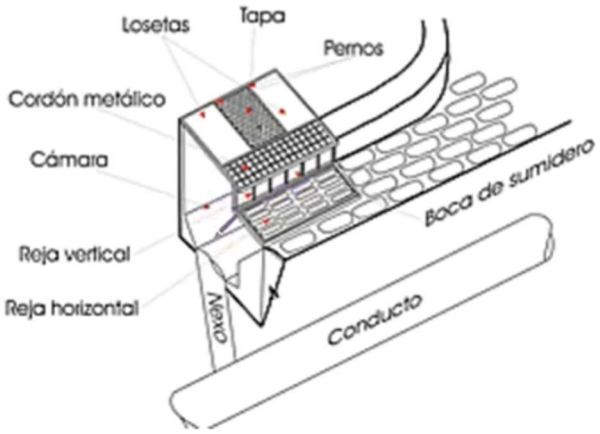


FIGURA 22 Sumidero
Fuente: (Ballesteros Campillo, 2021)

2.7.11.1 Eficiencia de una cuneta con sumidero

La eficiencia de una cuneta con sumidero representa la capacidad del sistema de drenaje para interceptar el caudal que fluye por la cuneta antes de que continúe por la vía. Se expresa mediante la relación entre el caudal interceptado (Q) por el sumidero y el caudal total que circula por la cuneta según la ecuación:

Ecuación 24 Eficiencia de una captacion

$$E = \frac{Q_i}{Q}$$

Donde:

E	: Eficiencia
Q	: caudal interceptado
Q_i	: caudal total de la cuneta

Este valor, adimensional y menor o igual a 1, permite evaluar el rendimiento del sistema de captación. Una eficiencia cercana a 1 indica que el sumidero capta casi todo el caudal, lo cual es fundamental para prevenir acumulaciones de agua, escurrimientos peligrosos sobre la calzada o daños al pavimento, especialmente en zonas con alta pendiente o lluvias intensas.

Ecuación 25 Eficiencia del Sumidero

$$E = R_f * \frac{Q_w}{Q} + R_s * \frac{Q_s}{Q}$$

Donde:

R_f	: Relación de flujo frontal
R_s	: Relación de flujo lateral
Q_w	: Caudal frontal
Q_s	: Caudal lateral

2.7.11.2 El caudal de sobrepaso

El 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. Se calcula como la diferencia entre el caudal total de la cuneta y el caudal interceptado (Q) por el sistema de drenaje:

$$Q_b = Q - Q_i$$

Donde:

Q	: caudal interceptado
Q_i	: caudal total de la cuneta
Q_b	: caudal de sobrepaso

Este parámetro es fundamental en el diseño hidráulico, ya que permite estimar si el sistema de captación es suficiente para evitar acumulaciones de agua que puedan afectar la seguridad vial, provocar erosión o deterioro del pavimento. Si el caudal de sobrepaso es significativo, se deben incorporar sumideros adicionales o rediseñar el sistema de drenaje para garantizar su eficiencia.

2.7.11.3 Sumidero de rejilla

Consiste en una abertura con rejilla instalada en el fondo de la cuneta, la cual presenta una mayor capacidad de captación en comparación con los sumideros tipo ventana, especialmente en vías con pendientes pronunciadas. Para determinar la eficiencia hidráulica de un sumidero, el caudal total que circula por la cuneta se descompone en dos componentes: flujo frontal (que ingresa directamente desde la parte superior) y flujo lateral (que ingresa desde los costados). (Ballesteros Campillo, 2021)



FIGURA 23 Flujo lateral y frontal
Fuente: (Ballesteros Campillo, 2021)

2.7.11.4 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 26 Flujo frontal

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

Donde:

W	: Ancho del sumidero
Q_w	: caudal frontal
T	: Ancho superficial del agua en 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 como la diferencia entre el caudal total de la cuneta (Q) y el flujo frontal, utilizando la ecuación:

Ecuación 27 Flujo lateral

$$Q_s = Q - Q_W$$

Donde:

Q_s	: Caudal lateral
Q_w	: caudal frontal
Q	: caudal total de la cuneta

2.7.11.5 Relación del flujo frontal

La relación de 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 28 Relacion de flujo frontal

$$R_f = 1 - 0.295(V - V_0) \qquad si\ V > V_0$$

$$R_f = 1 \qquad si\ V \leq V_0$$

Donde:

R_f : Relación de flujo frontal

V_0 : Velocidad del sumidero (tabla)

V : Velocidad de la cuneta

Este coeficiente permite ajustar la estimación del flujo frontal teniendo en cuenta la velocidad del agua en la cuneta. A velocidades bajas ($V \leq V_0$), todo el caudal que se encuentra frente al sumidero puede ingresar frontalmente. Sin embargo, a velocidades más altas ($V > V_0$), la inercia del flujo hace que una parte del agua supere el sumidero sin ser captada, reduciendo la eficiencia frontal. Por tanto, se utiliza para corregir la eficiencia del sumidero en función de la velocidad del flujo, ayudando a diseñar sistemas de drenaje más precisos y funcionales en condiciones reales.

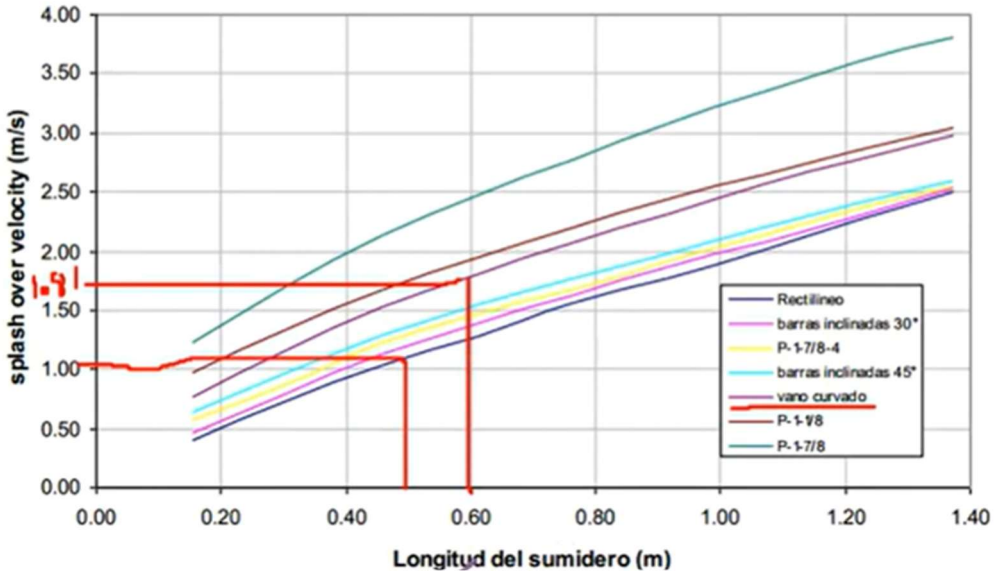


FIGURA 24 Velocidad del sumidero
Fuente: (Ballesteros Campillo, 2021)

2.7.11.6 Relación de flujo lateral

La 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 29 Relacion de flujo lateral

$$R_s = \frac{1}{1 + \left[\frac{(0.0828V^{1.8})}{(S_x * L^{2.3})}\right]}$$

Donde:

R_s : Relación de flujo lateral
S_x : Pendiente frontal de la cuneta
V : Velocidad de la cuneta
L : Longitud del sumidero

Este parámetro es fundamental para evaluar y diseñar la eficiencia hidráulica total del sumidero, especialmente en condiciones donde el flujo no entra de manera completamente frontal, como ocurre en cunetas con poca profundidad o alto caudal. Su correcta aplicación ayuda a minimizar el caudal de sobrepaso y asegurar un sistema de drenaje eficaz.

2.7.11.7 Ubicación del sumidero

La ubicación de sumideros a través de la pendiente consiste en determinar los puntos estratégicos donde deben colocarse los elementos de captación de aguas pluviales (sumideros), considerando la pendiente longitudinal de la vía. Esta ubicación se basa en el principio de que el agua superficial sigue la dirección de mayor pendiente, por lo tanto, los sumideros deben instalarse en zonas donde se facilite la recolección eficiente del escurrimiento, como en puntos bajos, cambios de pendiente o antes de intersecciones.

Pendiente (%)	Espaciamiento (m)
0,4	50
0,4 a 0,6	60
0,6 a 1,0	70
1,0 a 3,0	80

FIGURA 25: Ubicación de Sumidero a través de la pendiente
Fuente: Norma Boliviana (NB 688, 2007)

2.8 DISEÑO GEOMÉTRICO

2.8.1 Red municipal

Las carreteras que integran cada Red Municipal, ya existentes o proyectadas según la capacidad financiera local, deben ser caminos que alimenten la red departamental o principal y conecten poblaciones rurales, comunidades y centros de producción, vinculando capitales provinciales entre sí o con la capital departamental. Además, deben cumplir con las normas y requerimientos de protección ambiental. (Decreto Supremo , 1998)

2.8.2 Clasificación de la Vías Urbanas

Para clasificar funcionalmente una vía urbana, es fundamental considerar aspectos como el volumen y tipo de tránsito, las características geométricas de la vía (ancho, número de carriles, pendientes), los usos del suelo en su entorno (residencial, comercial, industrial, etc.) y su funcionalidad en términos de accesibilidad y distribución del tránsito. (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:

- Autopistas Urbanas
- Vías arterias
- Vías colectoras
- Vías locales o residenciales

2.8.2.1 Autopista urbana

Estas carreteras se caracterizan por permitir un tránsito rápido y eficiente, al contar con gran capacidad y velocidad, pero con muy pocos accesos directos. Su función principal es servir como corredores para el tránsito de origen y destino distantes, enlazando áreas con alta generación de tráfico con la red vial principal y de áreas interurbanas, ocupando cerca del 2% del total de las vías de la ciudad. El diseño de estas vías está orientado a un flujo ininterrumpido, evitando intersecciones a nivel mediante la implementación de intercambios en desnivel; por ello, actividades como el estacionamiento, la descarga de mercancías o el tránsito peatonal están prohibidas, y el acceso a los terrenos colindantes se realiza a través de vías secundarias. (Correa Montoya, 2020)

2.8.2.2 Vías arterias

Las vías arterias permiten el tránsito vehicular con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías permiten una buena distribución del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido. Como debe primar la movilidad, deben evitarse interrupciones en el

flujo de tráfico, los semáforos deberán ser sincronizados para minimizar las interferencias al flujo directo. Estas vías conforman la red vial básica de la ciudad, son determinantes de la estructura y forma urbanas. (Correa Montoya, 2020)

2.8.2.3 Vías colectoras

Estas vías tienen como función principal canalizar el tránsito desde las vías locales hacia las arterias y viceversa, facilitando la conexión directa con zonas residenciales, comerciales, educativas e industriales. Representan cerca del 2% de la red vial urbana y son utilizadas tanto por vehículos en tránsito de paso como por aquellos con destino final en la zona. Su circulación se ve interrumpida con frecuencia por semáforos o señales de tránsito, dependiendo del tipo de vía con la que se conectan. Permiten estacionamiento y carga o descarga, siempre que esté regulado. Son empleadas por todo tipo de vehículos, incluidos camiones en zonas industriales, y cuentan con paraderos o carriles especiales para el transporte público, aunque en menor medida que las arterias. Estas vías pueden tener una o dos direcciones. (Correa Montoya, 2020)

2.8.2.4 Vías residenciales

Estas vías tienen como función principal canalizar el tránsito desde las vías locales hacia las arterias y viceversa, facilitando la conexión directa con zonas residenciales, comerciales, educativas e industriales. Representan cerca del 2% de la red vial urbana y son utilizadas tanto por vehículos en tránsito de paso como por aquellos con destino final en la zona. Su circulación se ve interrumpida con frecuencia por semáforos o señales de tránsito, dependiendo del tipo de vía con la que se conectan. Permiten estacionamiento y carga o descarga, siempre que esté regulado. Son empleadas por todo tipo de vehículos, incluidos camiones en zonas industriales, y cuentan con paraderos o carriles especiales para el transporte público, aunque en menor medida que las arterias. Estas vías pueden tener una o dos direcciones, operan a velocidades entre 40 y 50 km/h y su pendiente no debería superar el 12%. y (Correa Montoya, 2020)

CATEGORIA		SECCION TRANSVERSAL		VELOCIDADES DE PROYECTO (km/h)	CODIGO TIPO
		N° CARRILES	N° CALZADAS		
AUTOPISTA	(O)	4 ó + UD	2	120 - 100 - 80	A (n) - xx
AUTORUTA	(I.A)	4 ó + UD	2	100 - 90 – 80	AR (n) - xx
PRIMARIO	(I.B)	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

FIGURA 26: Clasificación funcional para diseño de carretera y camino rurales
Fuente: (ABC, 2021).

2.8.3 Parámetros de alineamiento horizontal

2.8.3.1 Radios mínimos en curva horizontal

el radio mínimo de una curva horizontal es un parámetro clave en el diseño geométrico de carreteras y caminos, ya que garantiza condiciones adecuadas de seguridad y comodidad para los conductores al tomar una curva. Este valor representa la menor curvatura permitida en el trazado de una vía, y su uso está condicionado por varios factores, como la longitud del tramo recto previo, la velocidad esperada de operación (V85%), y el tipo de vía (carretera, camino o si es unidireccional). Además, cuando las curvas son consecutivas o se ubican al final de tramos largos y rectos, el radio mínimo debe ajustarse para evitar giros bruscos que puedan comprometer la estabilidad de los vehículos.

Caminos Colectores – Locales – Desarrollo			
Vp	emáx	f	Rmín
km/h	(%)		(m)
30	7	0,215	25
40	7	0,198	50
50	7	0,182	80
60	7	0,165	120
70	7	0,149	180
80	7	0,132	250
Carreteras – Autopistas Autorrutas – Primarios			
80	8	0,122	250
90	8	0,114	330
100	8	0,105	425
110	8	0,096	540
120	8	0,087	700

FIGURA 27: Radios mínimos en curvas horizontales
Fuente: (ABC, 2021).

2.8.3.2 Peralte.

El peralte es la inclinación transversal que se aplica a una curva en una carretera, elevando el borde exterior respecto al interior. Esta inclinación, expresada en porcentaje o grados, tiene como objetivo mejorar la estabilidad de los vehículos al girar, ya que ayuda a contrarrestar la fuerza centrífuga que tiende a sacar el vehículo de la curva. Al proporcionar una fuerza centrípeta adicional, el peralte permite que los vehículos circulen de forma más segura y cómoda, disminuyendo el riesgo de deslizamiento lateral y mejorando la adherencia de las llantas al pavimento. Su diseño depende del radio de la curva y de la velocidad con la que se espera que los vehículos la transiten.

	emáx	f
Caminos Vp 30 a 80 km/h	7%	0,265 – V/602,4
Carreteras Vp 80 a 120 km/h	8%	0,193 – V/1134

FIGURA 28: Peralte
Fuente: (ABC, 2021).

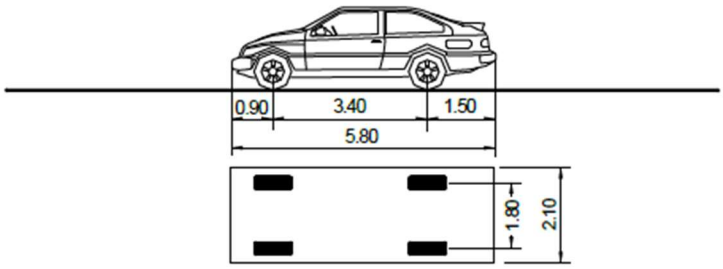
2.8.3.3 Vehículo tipo

El vehículo tipo es aquel que se selecciona como referencia para el diseño geométrico de una carretera, ya que representa las dimensiones, peso, y características operativas más exigentes entre los vehículos que circularán regularmente por la vía. Este vehículo sirve de base para determinar aspectos clave del diseño como el radio mínimo de curvas, el peralte, el ancho de calzada, los radios de giro, la visibilidad, la resistencia estructural del pavimento, entre otros. Elegir correctamente el vehículo tipo es fundamental para garantizar la seguridad, funcionalidad y durabilidad de la carretera. (MTC Diseño Geometrico, 2018)

La elección del vehículo tipo depende del uso previsto de la vía, su clasificación funcional y el volumen de tránsito esperado. Por ejemplo, en una carretera rural de bajo tránsito se podría tomar como vehículo tipo una camioneta o un camión pequeño. En cambio, para una vía interdepartamental o una carretera troncal, podría seleccionarse un tráiler articulado o un bus de grandes dimensiones, debido a su presencia frecuente y a las demandas que imponen

sobre la infraestructura. Se consideran criterios como la longitud total, el radio de giro, la altura, la carga por eje, y la maniobrabilidad del vehículo.

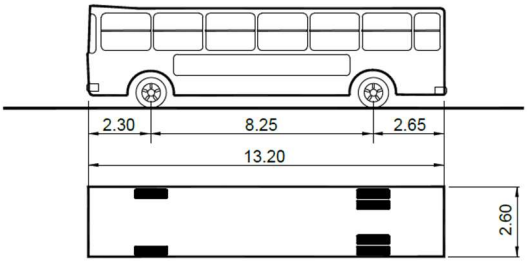
- Vehículo liviano (automóviles, camioneta, minibuses)



Ángulo trayectoria	Rmáx exterior vehículo (E)	Rmín interior vehículo (I)	Rmín Interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30º	7.76 m	5.14 m	5.28 m	17.8º
60º	7.84 m	4.73 m	4.88 m	24.2º
90º	7.87 m	4.59 m	4.74 m	26.4º
120º	7.88 m	4.54 m	4.69 m	27.3º
150º	7.88 m	4.52 m	4.67 m	27.6º
180º	7.88 m	4.51 m	4.66 m	27.7º

FIGURA 29 Vehículo liviano Radio máximo/mínimo y ángulos
Fuente: (MTC Diseño Geometrico, 2018)

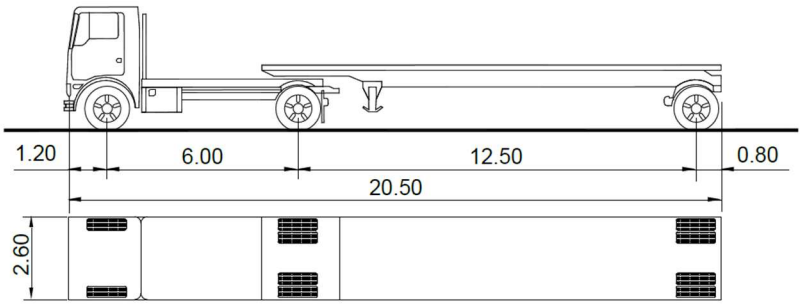
- Vehículo Mediano (microbuses, buses de 2 ejes, buses de 3 ejes, camiones pequeño y mediano)



Ángulo trayectoria	R máx Exterior vehículo (E)	R mín Interior Rueda (J)	Ángulo Máximo dirección
30º	13.76 m	10.17 m	20.2º
60º	14.09 m	8.68 m	30.0º
90º	14.24 m	7.96 m	34.9º
120º	14.31 m	7.59 m	37.4º
150º	14.35 m	7.40 m	38.7º
180º	14.37 m	7.30 m	39.3º

FIGURA 30 Vehículo mediano radio máximo/mínimo y ángulos
Fuente: (MTC Diseño Geometrico, 2018)

- Vehiculo semi remolque simple



Ángulo trayectoria	R máx. Exterior Vehículo (E)	R mín. interior Vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación
30º	14.08 m	8.73 m	17.6º	15.1º
60º	14.20 m	6.89 m	23.2º	29.23º
90º	14.24 m	5.41 m	25.0º	41.1º
120º	14.26 m	4.19 m	25.7º	50.8º
150º	14.26 m	3.14 m	25.9º	58.5º
180º	14.27 m	2.22 m	25.9º	65.4º

FIGURA 31 Vehículo Semi remolque simple radio máximo/mínimo y ángulos
Fuente: (MTC Diseño Geometrico, 2018)

2.8.4 Parámetros de alineamiento vertical

2.8.4.1 Pendiente longitudinal máxima admisible

Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), las pendientes longitudinales máximas permitidas varían según la categoría de la vía y la velocidad de diseño. A continuación, se presentan las pendientes máximas recomendadas:

CATEGORIA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)									
	≤30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Desarrollo	10-12	10-9	9	-	-	-	-	-	-(1)	-
Local	-	9	9	8	8	-	-	-	-	-
Colector	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-
Primario	-	-	-	-	-	6	5	4,5	-	-
Autorrutas	-	-	-	-	-	6	5	4,5	-	-
Autopistas	-	-	-	-	-	5	-	4,5	-	4

(1) 110 km/h no está considerada dentro del rango de Vp asociadas a las categorías.

FIGURA 32: Pendiente máxima admisible
Fuente: (ABC, 2021).

2.8.4.2 Pendiente longitudinal mínima

Para asegurar un adecuado drenaje superficial de la calzada, se recomienda una pendiente longitudinal mínima del 0,5%, lo cual facilita el escurrimiento eficiente del agua en cualquier punto de la vía. Sin embargo, existen ciertas excepciones según las condiciones del diseño.

Cuando la calzada tiene un bombeo transversal del 2% y no cuenta con soleras ni cunetas, se pueden permitir, de manera excepcional, pendientes longitudinales tan bajas como 0,2%. En caso de que el bombeo alcance el 2,5%, se podrían aceptar sectores con pendiente longitudinal igual a cero. Si la vía cuenta con soleras al borde del pavimento, se recomienda mantener una pendiente mínima de 0,5% y una mínima absoluta de 0,35%.

2.8.4.3 Pendiente transversal bombeo

La pendiente transversal de bombeo es una inclinación lateral que se da a la superficie de la calzada con el fin de facilitar el drenaje de aguas superficiales y evitar su acumulación sobre la vía. Está pendiente se aplica desde el eje de la calzada hacia los bordes, generando un perfil convexo (como un “techo invertido”), lo que permite que el agua fluya hacia las cunetas o bordes laterales. Es una medida fundamental en el diseño geométrico de carreteras para prolongar la vida útil del pavimento, mejorar la seguridad vial y prevenir daños estructurales causados por el estancamiento del agua.

Tipo de Superficie	Pendiente Transversal	
	$(I'_{10}) \leq 15$ mm/h (1)	$(I'_{10}) > 15$ 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

FIGURA 33: Pendiente transversal de bombeo
Fuente: (ABC, 2021).

2.8.4.4 Curvas verticales

Las curvas verticales son elementos del alineamiento longitudinal de una carretera que permiten una transición suave entre dos pendientes diferentes en el perfil de la vía. Estas curvas se proyectan en el plano vertical y son esenciales para asegurar la comodidad del usuario, seguridad vial, y una adecuada visibilidad. Existen dos tipos de curvas verticales:

- Curvas verticales convexas
- Curvas verticales cóncavas

2.8.4.5 Curvas verticales convexas

Se presentan cuando una pendiente ascendente cambia a descendente. Son críticas para la visibilidad, especialmente en zonas donde el conductor necesita ver objetos u obstáculos en la vía. Por tanto, su diseño se basa principalmente en la distancia de visibilidad requerida para frenar con seguridad.

2.8.4.6 Curvas verticales cóncavas

Se dan cuando una pendiente descendente pasa a una ascendente. Estas curvas se diseñan principalmente por criterios de confort del usuario y drenaje, ya que transiciones muy bruscas pueden generar incomodidad o afectar la estabilidad del vehículo.

Velocidad de Proyecto	CURVAS CONVEXAS Kv			CURVAS CONCAVAS Kc
Vp (km/h)	V* =Vp km/h	V* =Vp + 5 km/h	V* =Vp + 10 km/h	Vp 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

FIGURA 34: Curvas Verticales de concava y convexas
Fuente: (ABC, 2021).

2.8.4.7 Longitud mínima de curvas vertical

La longitud mínima de una curva vertical es la distancia mínima necesaria para asegurar una transición gradual y segura entre dos pendientes diferentes en el perfil longitudinal de una carretera. Esta longitud está determinada por factores como la velocidad de diseño, el tipo de curva vertical (convexa o cóncava), y la diferencia entre las pendientes que se conectan.

$$2\,T(m) \geq \left|V_p(km/h)\right|$$

2.8.5 Señalización horizontal

La señalización horizontal, definida como el conjunto de marcas, símbolos y elementos instalados sobre el pavimento, cumple funciones críticas en la regulación del tránsito mediante la delimitación de espacios, ordenamiento de flujos vehiculares y prevención de riesgos. (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005) Su clasificación funcional se estructura en cuatro categorías principales:

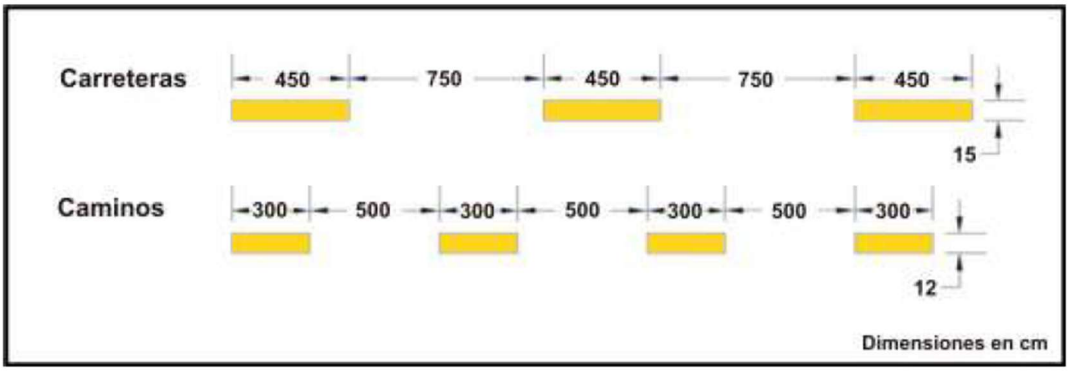
- Linia longitudinal: Delimitan pistas, calzadas y bordes de pavimento, definiendo carriles de circulación, zonas de adelantamiento prohibido y áreas de estacionamiento restringido. También identifican carriles exclusivos (ej: buses, bicicletas). Su diseño sigue especificaciones de color (blanco para separación de tránsito en mismo sentido, amarillo para sentido contrario) y materiales (pintura termoplástica, tachas reflectivas) para garantizar visibilidad y adherencia
- Linia transversal: Establecen puntos de detención obligatoria (líneas de "PARE"), zonas de ceda el paso y sendas peatonales o ciclistas. Su aplicación incluye dimensiones estandarizadas y contrastes cromáticos (blanco con líneas negras adyacentes) para maximizar percepción.
- Símbolos y leyenda: Transmiten instrucciones operativas mediante flechas direccionales. Estos elementos se ubican estratégicamente para guiar maniobras, regular velocidades o advertir peligros, alineados con normativas como el Manual de Carreteras

2.8.5.1 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; sin embargo, cuando la asignación de pistas para cada sentido de circulación es desigual, dicha ubicación no coincide con el centro. De forma similar, cuando existen juntas de construcción en la calzada, es conveniente desplazar levemente estas líneas para asegurar una mayor duración de las mismas.

- línea amarilla discontinua: Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde se permite la maniobra de adelantamiento.

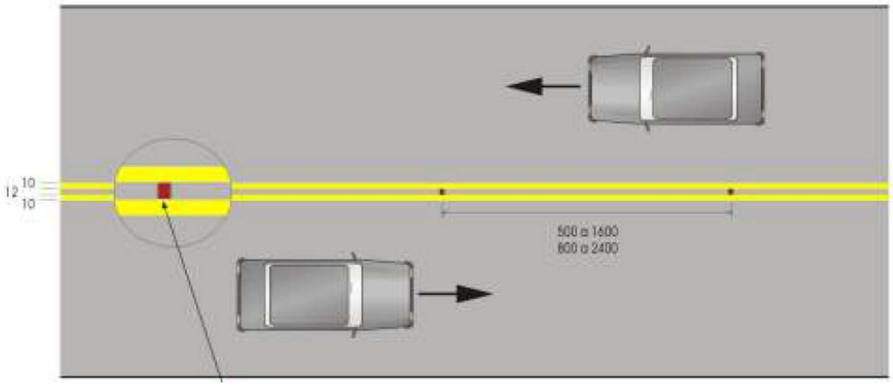
Imagen 9 Diseño de línea discontinua



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

- 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. Las líneas de eje central continuas dobles consisten en dos líneas blancas paralelas, de un ancho mínimo de 15 cm cada una, separadas mínimo por 20 cm, de modo tal que entre la tacha y los bordes de cada línea queden siempre 3 cm.

imagen 10 diseño de líneas continuas doble



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

2.8.5.2 Línea de carril

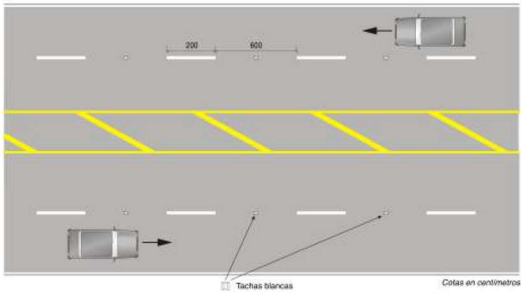
La función principal de las líneas de pista es ordenar el tránsito y posibilitar un uso más seguro y eficiente de las vías, especialmente en zonas congestionadas. (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005) Estas líneas separan flujos de tránsito en la misma dirección, y pueden ser de dos tipos; continuas o segmentadas.

- Línea segmentada normales: se dispondrán en tramos de una vía, en donde se permite reglamentariamente la maniobra de cambio de pista, desde una pista normal de circulación a otra también de circulación normal.

Velocidad Máxima de la Vía (Km/h)	Patrón (m)	Relación Demarcación Brecha
Mayor a 80	12	1 a 3
Menor o Igual a 80	8	3 a 5

FIGURA 35: Relacion demarcación
Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

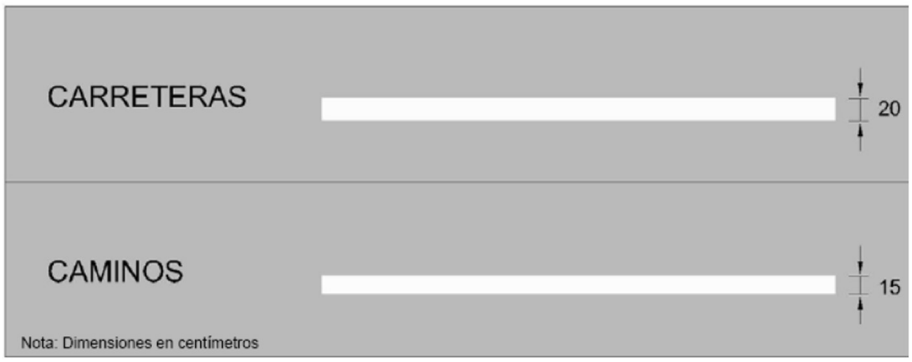
Imagen 11 líneas de pista segmentadas



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

- Línea blanca continua: la línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella. Acorde a lo anterior, la línea continua se utiliza para: demarcar la separación de carriles, demarcar el borde derecho de la calzada.

Imagen 12 Dimensiones de demarcación continua



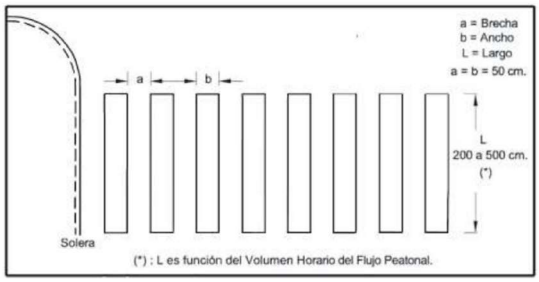
Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

2.8.5.3 Líneas transversales

Estas líneas 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.

- Línea de cruce en paso peatonal tipo cebra: Esta demarcación, se utiliza para delimitar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta. Dicha zona se compone de una línea transversal segmentada, en que cada segmento tiene un ancho de 50 cm, una brecha de 50 cm, y un largo constante que puede variar entre 2,0 - 5,0 m según volumen del flujo peatonal que solicitara el cruce. El borde de la banda más próxima a cada solera debe ubicarse aproximadamente a 50 cm. de ésta. La línea de detención asociada al cruce peatonal indicará al conductor que enfrenta un paso de cebra, el lugar más próximo al cruce donde el vehículo deberá detenerse, tal como se puede apreciar en la Figura 2.7-6. Misma exigencia deberán cumplir Pasos Peatonales Tipo Cebra emplazados en esquinas.

Imagen 13 Largo paso peatones frente a un alto flujo peatonal

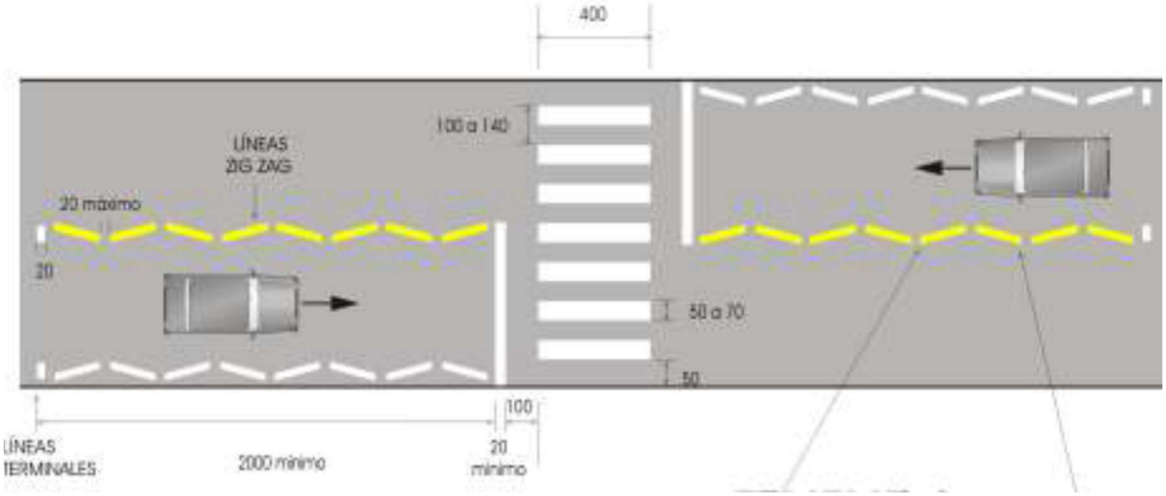


Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

Flujo Peatonal (peatones/h)	Ancho Mínimo (m)
Menor o igual a 500	2,0
501 a 750	2,5
751 a 1000	3,0
1001 a 1250	3,5
1251 a 1500	4,0
1501 a 1750	4,5
Mayor a 1750	5,0

FIGURA 36: Ancho senda peatonal
Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

Imagen 14 Señalización horizontal en cruce peatonal tipo paso de cebra



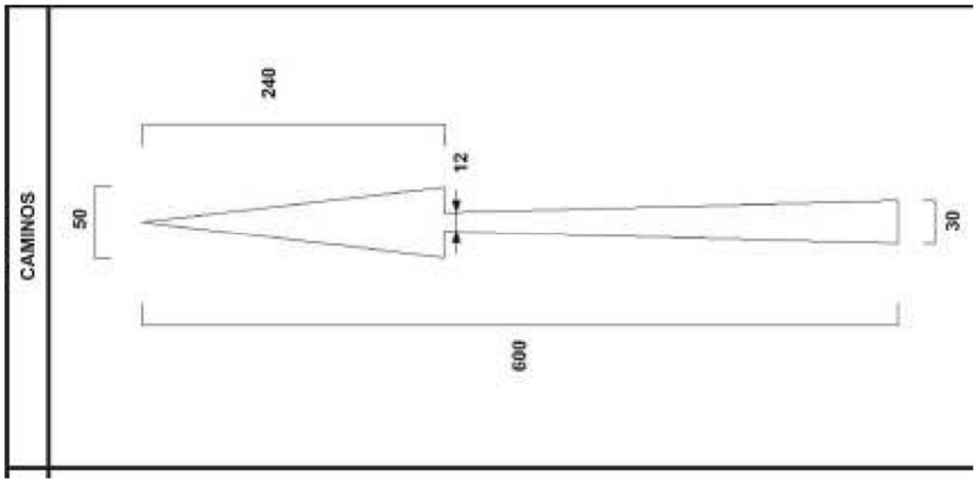
Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

2.8.5.4 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.

- Flecha recta: Esta flecha 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

Imagen 15 Flecha recta

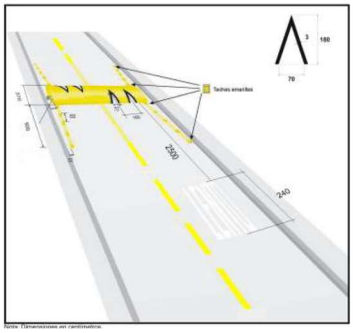


Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

2.8.5.5 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. Estos dispositivos, se emplearán en accesos a intersecciones que presenten una alta tasa de accidentes, en donde sea necesario proteger el flujo peatonal y en las vías donde es necesario disminuir las velocidades de los vehículos.

Imagen 16 Resalto



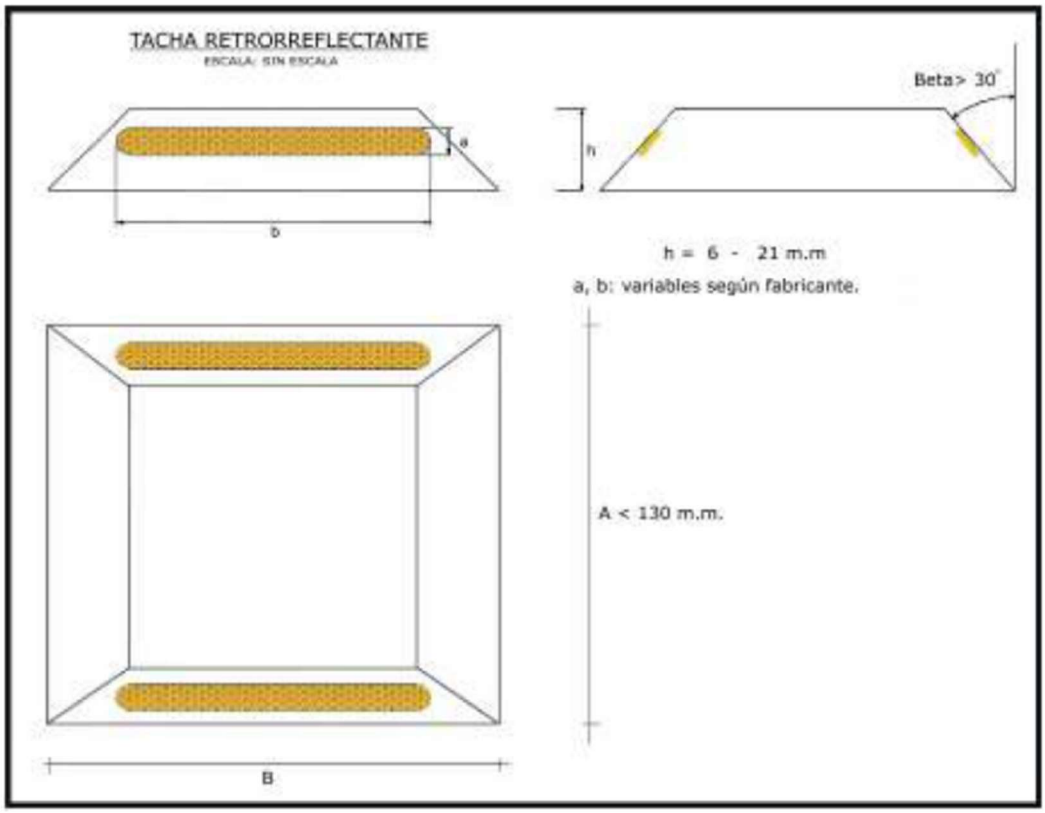
Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

2.8.5.6 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. Cada uno de estos colores cumple una función distinta. Se tiene:

- Blanco: se usa delimitando, alineamientos que pueden ser transgredidos normalmente por los vehículos, en el marco de la operación normal de tránsito.
- Amarilla: se usa delimitando alineamientos que pueden ser transgredidos, con precaución y eventualmente por los vehículos, en el marco de una operación de emergencia.
- Roja: se usa delimitando, alineamientos que no pueden ser transgredidos bajo ninguna circunstancia de operación.

Imagen 17 Tacha tipo



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

2.8.6 Señalización vertical

Las señales verticales, según (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005), son elementos fijos instalados sobre soportes (postes, ménsulas o estructuras) a la vera o sobre la calzada, que por medio de pictogramas, leyendas o símbolos normalizados cumplen las siguientes funciones:

- Advertir peligros: Alertan a los usuarios sobre condiciones adversas o riesgos específicos (curvas, intersecciones, cambios de nivel, zonas escolares, obras, etc.) .
- Regular el uso de la vía: Establecen prohibiciones, obligaciones o limitaciones de circulación (límites de velocidad, sentidos prohibidos, paradas obligatorias, restricciones de peso o altura) .
- Informar y guiar: Proporcionan datos necesarios para la orientación de los conductores y peatones, tales como destinos, distancias, referencias urbanas y servicios.

Estas señales deben cumplir con los requisitos de forma, tamaño, color y retro-reflectividad que el Manual ABC establece en sus capítulos de señalización preventiva, reglamentaria e informativa, garantizando legibilidad y eficacia bajo condiciones diurnas y nocturnas.

2.8.6.1 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.

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

FIGURA 37: Distancia mínima entre señales vertical
Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

2.8.6.2 Ubicación lateral

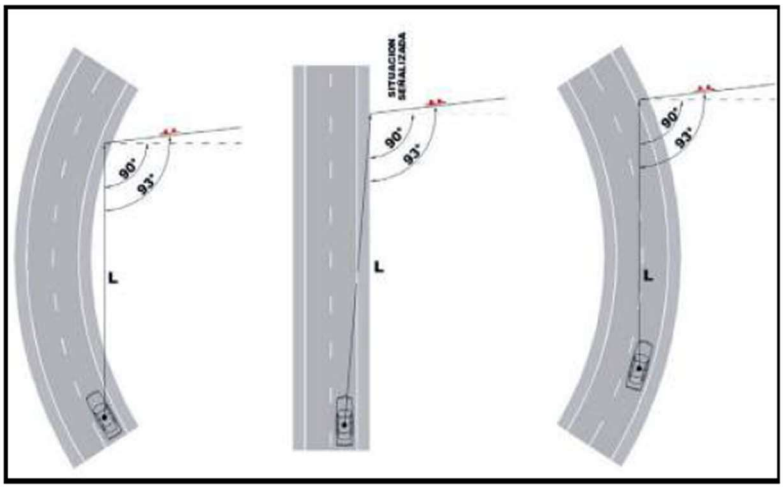
La ubicación lateral de una señal vertical, dependerá a la distancia, medida desde el borde de la calzada, a la cual será instalada. Para esto, es importante tener presente que el conductor de un vehículo tiene una visibilidad en la forma de un cono de proyección, el que se abre en un ángulo de alrededor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

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

FIGURA 38: Ubicación transversal de señales verticales (distancia y altura)
Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

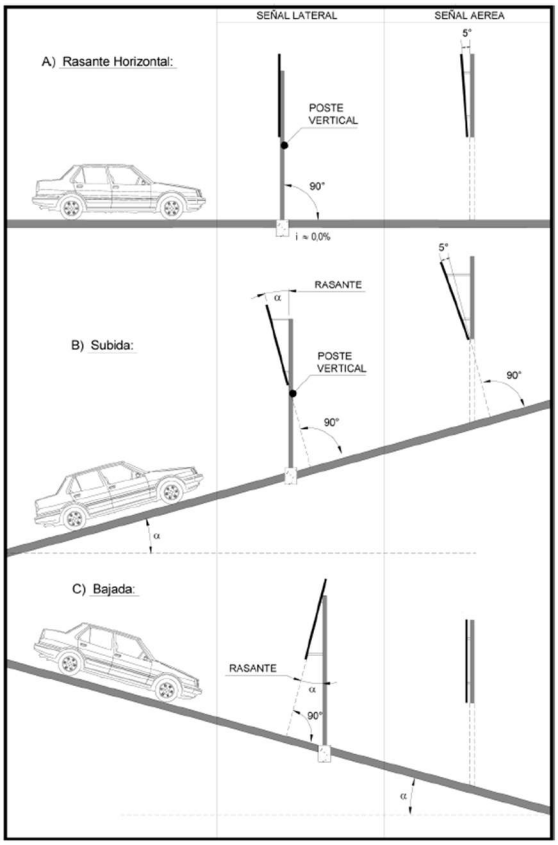
2.8.6.3 Orientación

Imagen 18 Orientación de la señal (perspectiva horizontal)



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

Imagen 19 Orientación de la señal (perspectiva vertical)



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

2.8.6.4 Señales preventivas

Según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito de la ABC, en entornos urbanos con alta interacción peatonal es indispensable señalizar los cruces y resaltos para garantizar la seguridad de los usuarios y el correcto control de velocidades. Para este proyecto se seleccionaron las señales reglamentarias de "Paso de Peatones" y las señales de "Resalto" (topes), ubicadas en los puntos de mayor afluencia peatonal y próxima a escuelas y áreas comerciales.

Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a lugares frecuentados por peatones que caminan por la calzada o la cruzan a nivel, en un sitio determinado. En zonas urbanas la señal se usará únicamente cuando la seguridad de los peatones lo justifique. Deberá complementar con la señal SR-30 – reglamentaria de velocidad máxima. Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)



FIGURA 39: Peatones en la via
Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

Esta señal se emplear para advertir la proximidad de un resalto o de un reductor de velocidad en la superficie de la calzada. Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)



FIGURA 40: Resalto velocidad de 50 km/hr
Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

2.8.6.5 Señal reglamentaria

Las señales reglamentarias tienen por objeto informar a los usuarios de las prioridades de paso, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones vigentes en la vía; su incumplimiento constituye una infracción a las normas de tránsito y da lugar a las sanciones establecidas en la legislación correspondiente

Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía, también se utiliza para restituir los límites de velocidad de una vía, no debiendo usarse para estos efectos, la señal FIN PROHIBICION O RESTRICION (SR-37)



FIGURA 41: Velocidad máxima permitida
Fuente: (ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2005)

CAPITULO III

3 DISEÑO METODOLOGICO

En este capítulo se presenta el enfoque de la investigación, área de estudio, tipo y diseño de la investigación, elementos de diseño, procedimiento metodológico y análisis de datos.

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, que se fundamenta en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos mediante procedimientos técnicos y estandarizados, con el fin de diseñar el paquete estructural y la capa de rodadura de pavimento rígido. Este enfoque permite medir con precisión variables como la topografía del terreno, las propiedades mecánicas del suelo, el volumen de tránsito y las condiciones hidrológicas, lo cual facilita una toma de decisiones objetiva y técnica en el diseño de la infraestructura vial.

3.2 AREA DE ESTUDIO

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Cobija, departamento de Pando, Bolivia, y contempla una longitud aproximada de 3.2 km. El punto inicial del proyecto se sitúa en las proximidades del Barrio Moto Taxi, adyacente a la pista del aeropuerto de Cobija, sobre una calle sin nombre, en las coordenadas aproximadas 11°1'38.39"S y 68°46'56.62"O. Desde este punto, la vía proyectada se dirige en sentido suroeste, atravesando los barrios Gaty Ribeiro y Roberto Rojas, hasta llegar al Barrio Castañal, zona donde se encuentra el punto final del proyecto, también sobre una calle sin nombre, con coordenadas aproximadas 11°2'18.90"S y 68°47'59.33"O. Este tramo busca mejorar la conectividad vial entre barrios periféricos de la ciudad, facilitando el tránsito urbano y contribuyendo al desarrollo urbano ordenado de Cobija.

Imagen 20 Ubicación del Proyecto



Fuente: Google Earth

A continuación, se presenta la proyección del Barrio moto taxi y gaty ribeiro que se encuentra planificada como una urbanización.

Imagen 21 planificación de la Urbanización Alianza



Fuente: Alianza compañía de seguros y reaseguro

3.3 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

La caracterización de los suelos se desarrolló bajo un diseño experimental, al manipularse en laboratorio variables independientes (contenido de humedad, grado de compactación) para medir sus efectos sobre variables dependientes (resistencia CBR, módulo de elasticidad). Por su parte, el análisis del tránsito y el estudio hidrológico se llevaron a cabo mediante un diseño longitudinal: el tránsito se proyectó desde 2025 hasta 2072 y la serie hidrológica se reconstruyó para el periodo 1954–2023.

3.4 POBLACION Y MUESTRA

La población está constituida por el tramo vial (3.2 km) comprendido entre el barrio Moto Taxi y el barrio Castañal, en la ciudad de Cobija. se realizó muestreo censal de suelos cada 500 m, conteos vehiculares en estaciones fijas y registro pluviométrico continuo desde 1954 hasta 2023.

3.5 ANALISIS DE DATOS

Los datos topográficos y geométricos se procesaron en Civil 3D, los registros de tránsito se analizaron en Excel, los ensayos de suelos se interpretaron con la normativa ASTM y los cálculos hidrológicos se realizaron en Excel.

CAPITULO IV

4 INGENIERIA DE PROYECTO

4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFÍCO

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico, se inició con la obtención de un punto de referencia altimétrico (Bench Mark - BM) proporcionado por la Universidad Amazónica de Pando que se puede verificar en anexo “A”, el cual sirvió como base de partida para todo el trabajo de nivelación y georreferenciación. Este BM fue fundamental para garantizar la precisión de los datos recopilados en campo, asegurando uniformidad en las cotas y evitando errores acumulativos a lo largo del trayecto.

Imagen 22 B.M de la Universidad Amazónica de Pando



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, desde el BM inicial se jaló una poligonal de referencia hasta la zona del proyecto, utilizando equipos topográficos adecuados como estación total. Esta tarea consistió en trasladar el sistema de coordenadas y cotas desde el BM hasta el área de estudio, estableciendo puntos de control intermedios que guiaron el levantamiento topográfico con exactitud. Durante esta fase se registraron los datos necesarios como distancias, rumbos, y desniveles, formando así una red de apoyo para la toma de datos detallados en el área del proyecto

Tabla 1

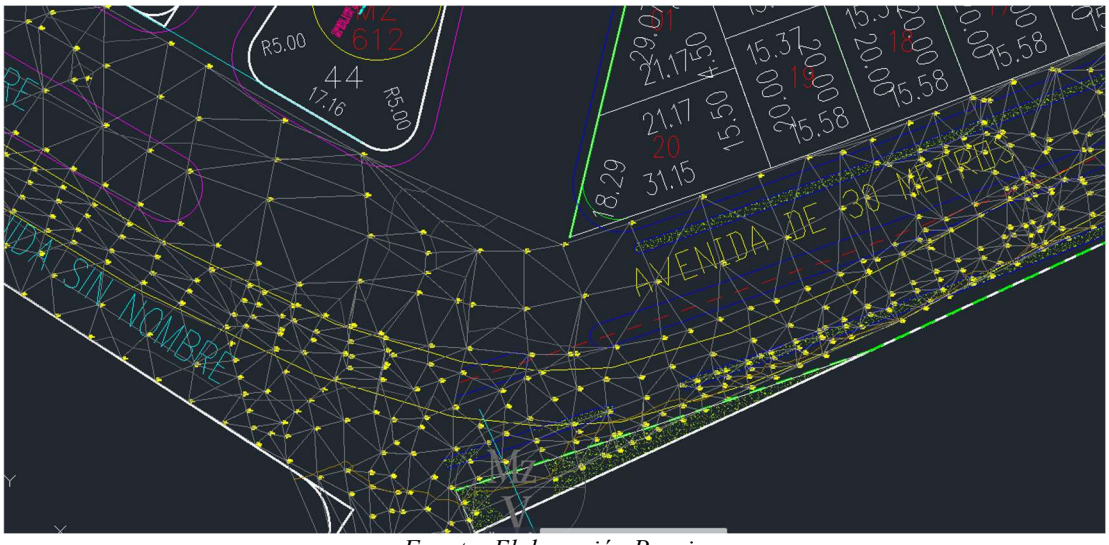
Punto de coordenada desde la universidad hasta la progresiva inicial del proyecto

N°	Coordenada UTM					Coordenadas decimales	
BM 1	19	S	523488.32	8782737.27	259.85	-11.011532°	-68.784987°
BM 2	19	S	523663.79	8782775.23	258.88	-11.011188°	-68.783385°
A1	19	S	523472.38	8782724.85	259.8	-11.011650°	-68.785133°
A2	19	S	523770.3	8782300.35	260.57	-11.015483°	-68.782402°
A3	19	S	523996.17	8781964.75	258.88	-11.018520°	-68.780331°
A4	19	S	523932.73	8781867.59	258.53	-11.019398°	-68.780917°
A5	19	S	523840.94	8781361.47	272.26	-11.023975°	-68.781755°
A6	19	S	523820.32	8781204.74	274.2	-11.025395°	-68.781937°

Nota: la coordenada UTM se tomó referencia del BM para jalar los puntos, para después iniciar lo que es la curva de nivel del proyecto

Una vez trasladada la poligonal al sitio del proyecto, se dio inicio al levantamiento detallado del eje vial que se puede evidenciar en anexo “M”. A lo largo del tramo de 3.2 km se permitió generar una densa y precisa nube de puntos, que refleja fielmente la geometría del terreno y las condiciones existentes. La información recolectada se utilizó para construir el modelo digital del terreno, el cual sirve como base para el diseño geométrico de la vía y el cálculo de volúmenes de obra.

Imagen 23 Triangulación de Puntos



Fuente: Elaboración Propia

4.2 ESTUDIO DE TRANSITO VEHICULAR

La primera decisión clave en la realización del estudio de tránsito fue la selección estratégica del punto más representativo y crítico en cuanto a la circulación vehicular dentro del

tramo proyectado. En este caso, se identificó que el sector con mayor flujo vehicular se encuentra en el Barrio Roberto Rojas, en una intersección formada por caminos sin nombre, pero de alto tránsito local. Este punto fue seleccionado tras un reconocimiento preliminar del área, y se definió como el sitio ideal para la ejecución del aforo vehicular. Las coordenadas geográficas de este sitio son aproximadamente -11.029066° de latitud y -68.789138° de longitud, lo que permitió una georreferenciación precisa para posteriores análisis y ubicación cartográfica. Esta elección asegura que los datos recolectados reflejen adecuadamente el comportamiento del tránsito en la zona de estudio.

Imagen 24 Punto de aforo vehicular



Fuente Elaboración Propia

Para la obtención de datos precisos sobre el volumen y tipo de tránsito vehicular en el área de estudio, se optó por una metodología de aforo indirecto mediante registro audiovisual continuo. Este procedimiento consistió en la instalación de una cámara de videograbación en una tienda ubicada en el Barrio Roberto Rojas.

Imagen 25 Cámara de Seguridad Visión nocturna S-C602 (Huavi)



Fuente: Huavi (2021)

La cámara fue instalada con orientación frontal hacia la vía principal, asegurando un campo de visión amplio que permitiera captar con claridad el flujo vehicular durante todo el día. El equipo permaneció activo durante una semana completa, permitiendo recopilar información representativa de diferentes franjas horarias, tanto en días hábiles como en fin de semana, lo que garantiza una muestra balanceada y confiable.

Imagen 26 Instalación de la cámara



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se procedió a la revisión y análisis de las grabaciones, identificando y clasificando los vehículos registrados según su tipo (livianos, pesados, motocicletas, etc.) y contabilizando su frecuencia horaria. Este proceso permitió establecer el volumen promedio

diario y determinar los horarios de mayor demanda, información clave para el diseño vial del proyecto. Esta metodología no solo asegura mayor precisión y continuidad de los datos, sino que también minimiza la presencia de error humano al momento del conteo.

4.2.1 Procesamiento de los datos obtenidos

Con los datos recopilados a través del conteo indirecto atravez de registro audiovisual en campo, se llevó a cabo la fase de trabajo de gabinete, durante la cual se procedió a transferir la información a formato digital que se puede evidenciar en Anexo "I". Esta conversión permitió facilitar el cálculo del Tráfico Promedio Diario (TPD). El cálculo del tráfico promedio diario semanal (TPDS) se realizó extrayendo la sumatoria del TPD a lo largo de los siete días aforados.

Imagen 27 Resumen semanal del Conteo vehicular

ESTACION: Barrio Roberto Rojas

AMBOS SENTIDOS

AS Ceibo

DIA	TIPO DE VEHICULO (veh/día)												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	TOTAL
sábado	33	86	2	7	0	0	25	2	3	0	0	0	158
domingo	41	82	13	0	0	0	16	0	0	0	0	0	152
lunes	45	69	1	3	0	0	24	0	0	0	0	0	142
martes	53	62	4	5	0	0	19	4	1	0	1	0	149
miércoles	45	79	2	10	0	0	29	0	0	0	0	0	165
jueves	22	69	1	3	1	0	27	1	0	0	2	1	127
viernes	36	63	3	3	0	0	27	0	0	0	0	0	132
TPDS	**275**	**510**	**26**	**31**	**1**	**0**	**167**	**7**	**4**	**0**	**3**	**1**	**1025**
%	**26.83%**	**49.76%**	**2.54%**	**3.02%**	**0.10%**	**0.00%**	**######**	**0.68%**	**0.39%**	**0.00%**	**0.29%**	**0.10%**	**100.0%**

REFERENCIAS

T_1: Automóviles (incluye Taxis y Trufis), Jeep y Minibus Z T_5: Buses 2 Ejes T9: Camiones Grandes 3 Ejes

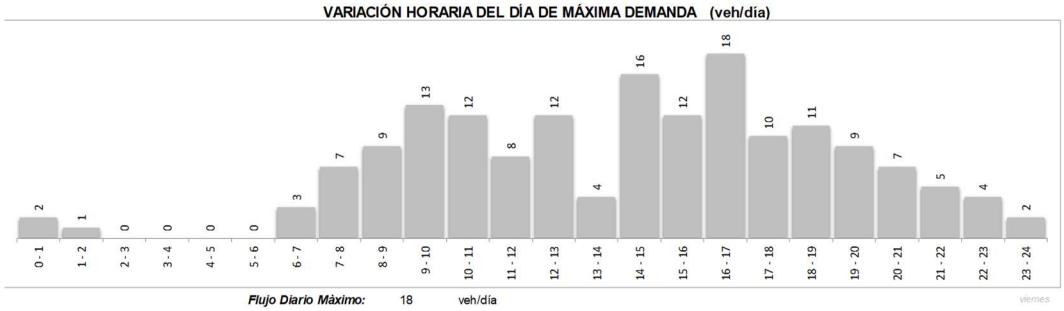
T_2: Camionetas y Vagonetas T_6: Buses 3 Ejes T_{10}: Camiones Semi-Remolque (Trailers)

T_3: Minibuses T7: Camiones Pequeños y Medianos 2 Ejes T_{11}: Camiones Remolque

T_4: Microbuses T8: Camiones Grandes 2 Ejes T_{12}.: Otros

Fuente: elaboración propia

Imagen 28 Variación horaria del día de máxima demanda



Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Recopilación de datos del INE

De acuerdo con el Manual de Metodología de Evaluación de Proyectos" de la ABC recomienda obtener la tasa de crecimiento basándose en datos macroeconómicos, poblacionales y de crecimiento vehicular específicos de nuestra región.

A partir de los datos recopilados del Instituto Nacional de Estadística (INE), incluyendo información sobre la población de las localidades de Cobija y Porvenir, el parque automotor, el Producto Interno Bruto (PIB) y el consumo de combustible, se procedió a la estimación de la tasa de crecimiento correspondiente al periodo comprendido entre los años 2012 y 2024 que se puede evidenciar en Anexo "J".

Tabla 2
Tasa de Crecimiento INE

Seguidamente	**TASAS DE CRECIMIENTO (%)**			
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	OTROS
Población (Municipio)				
Cobija	3.06%	3.06%	3.06%	3.06%
Porvenir	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%
Parque Automotor	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	2.78%	2.78%		
Diésel Oil		5.31%	5.31%	5.31%
% Tasa promedio simple general	5.9%	6.10%	10.14%	10.79%

Nota: la tasa de crecimiento según INE se realizó de los datos de 2013 hasta 2023. Fuente: Instituto nacional de estadística (INE) se encuentra en anexo "J" los datos de INE

4.2.3 Trafico generado y atraído

El tráfico generado y atraído fue distribuido asignando porcentajes específicos según la demanda esperada de cada tipo de vehículo. Esta metodología permite representar de manera más precisa la composición vehicular proyectada, considerando las características de movilidad de la zona de estudio y las tendencias de crecimiento del parque automotor.

	LIVIANOS			MEDIANOS				PESADOS				OTROS
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
tránsito atraído	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	7%	7%	7%	7%	5%
tránsito generado	25%	25%	25%	15%	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	5%

FIGURA 42 Trafico generado y atraído para cada tipo de vehiculos
Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Factor semanal y factor de estacionalidad

Se aplicaron los factores de ajuste semanal y de estacionalidad para calcular el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), utilizando como base la tasa de crecimiento proyectada. Este procedimiento permite normalizar las variaciones temporales del tráfico, obteniendo un valor representativo y estable que sirve de referencia para el dimensionamiento y diseño de la vía.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Fs	0.82	0.85	1.10	0.80	0.71	1.00	0.81	0.83	1.57	1.00	0.71	0.71

FIGURA 43 Factor semanal para cada tipo de vehículo
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3
Factor de estacionalidad

	TD	FE
sábado	158	1.08
domingo	152	1.04
lunes	142	0.97
martes	149	1.02
miércoles	165	1.13
jueves	127	0.87
viernes	132	0.90

Nota: para calcular el factor de estacionalidad es entre el transito diario y el transito promedio diario semanal.

Según el análisis de los datos de conteo vehicular, se determinó el Factor de Estacionalidad (Fe) para cada día de la semana. De acuerdo con los resultados obtenidos, el día miércoles presenta el valor de Fe más alto (1.13), lo que indica una mayor representatividad del

flujo vehicular. En consecuencia, se selecciona el miércoles como día base para la aplicación de factores de estacionalidad en el cálculo del TPDA, diferenciando según el tipo de vehículo.

4.2.5 Transito promedio anual diario

Se procede a determinar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) a partir del procesamiento de los datos obtenidos en los aforos vehiculares, considerando la aplicación de los factores de estacionalidad y semanal correspondientes.

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL INICIAL - CON PROYECTO													
		LIVIANOS			MEDIANOS				PESADOS				OTROS
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
TPDE	2024	40.00	73.00	4.00	5.00	1.00	0.00	24.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Factor por Mes	fm	0.82	0.85	1.10	0.80	0.71	1.00	0.81	0.83	1.57	1.00	0.71	0.71
Factor por estación del año	fe	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
TPDA	2024	37	70	5	4	1	0	22	1	2	0	1	1
TPDA	2028	47	90	7	7	2	0	28	2	3	0	2	2
% de tránsito atraído	%TA	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	7%	7%	7%	7%	5%
TPDa	2028	8.00	14.00	2.00	1.00	1.00	0.00	3.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
% de tránsito generado (atraído)	%TGa	25%	25%	25%	15%	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	5%
TPDg	2028	12.00	23.00	2.00	2.00	1.00	0.00	5.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
TPDAo (desarrollado)	**2028**	**67**	**127**	**11**	**10**	**4**	**0**	**36**	**4**	**5**	**0**	**4**	**4**

FIGURA 44 Transito Promedio Anual Diario
Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Transito Promedio Anual diario futuro

Para la estimación del Tránsito Promedio Anual Diario (TPAD) futuro se definieron tres horizontes temporales: un periodo constructivo de 2025 a 2027, destinado a dimensionar accesos provisionales y la movilización de materiales y equipos; un periodo de diseño de 2028 a 2047, durante el cual, con base en tendencias demográficas y económicas, se proyecta el crecimiento compuesto del TPAD para definir las demandas estructurales del pavimento; y un periodo de análisis de 2048 a 2067, con un alcance de 20 años, que permite evaluar la respuesta de la infraestructura vial ante las cargas acumuladas previstas y validar su durabilidad sin requerir intervenciones mayores. Para el diseño específico del pavimento rígido se adoptó un horizonte de 20 años comprendido entre 2028 y 2047, integrando los coeficientes de crecimiento anual del TPAD y los factores de conversión a ejes equivalentes estándar, de manera que la sección estructural satisfaga las exigencias de carga proyectadas y asegure un desempeño funcional óptimo, el cálculo de tránsito promedio anual diario futuro revisar en anexo “I1”.

Factor de ejes equivalentes

El factor de ejes equivalentes fue determinado utilizando las tablas de referencia establecidas en la normativa AASHTO, en función del tipo de vehículo y configuración de ejes.

	LIVIANOS			MEDIANOS					PESADOS			
VEHÍCULOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
FACTOR DE EJES EQUIVALENTES	0.000599	0.22829	0.06081	1.0745	3.7674	1.786	3.76737	3.7674	3.85453	6.93717	10.3148	0.0005991

FIGURA 45 Factor de Ejes equivalentes
Fuente: elaboración propia

4.2.7 ESAL's de diseño

El cálculo del ESALs de diseño se realiza considerando los 365 días del año, utilizando el TPDA futuro y el factor de ejes equivalentes correspondiente, según se detalla en la siguiente tabla.

	NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES PARA PAVIMENTO RÍGIDO												
	LIVIANOS			MEDIANOS					PESADOS				SUMA ESALs
VEHÍCULOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
TPDAa	*2439*	*4622*	*402*	*371*	*149*	*0*	*1336*	*234*	*290*	*0*	*234*	*250*	
DÍAS DEL AÑO	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	
NÚMERO DE PASADAS	890235	1687030	146730	135415	54385	0	487640	85410	105850	0	85410	91250	
FACTOR DE EJES EQUIVALENTES	0.000599	0.22829	0.06081	1.0745	3.7674	1.786	3.76737	3.7674	3.85453	6.93717	10.3148	0.0005991	
ESALs	**534**	**385136**	**8924**	**145504**	**204889**	**0**	**1837123**	**321772**	**408003**	**0**	**880986**	**55**	**4,192,926**

FIGURA 46 ESAL's de diseño
Fuente: Elaboración propia

4.2.8 Ejes equivalentes W18

De acuerdo con los resultados obtenidos del cálculo de los ESAL's, se procede a segmentar el proyecto en secciones de doble vía y vía simple. En consecuencia, se tendrán diferentes valores de ejes equivalentes W18 para cada sección, considerando las variaciones en el volumen y tipo de tráfico asociado a cada configuración vial

Tabla 4
Ejes equivalentes W18

Tramo de la doble vía		**Tramo de la vía simple**	
LD	0.45	LD	0.5
LC	0.8	LC	1
ESAL's	4,192,926	ESAL's	4,192,926
W18	1509453	W18	2096463

4.3 ESTUDIO GEOTECNICO

4.3.1 Calicata

En el presente proyecto se adoptaron los lineamientos establecidos por el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú (véase en la tabla 13), debido a la similitud en características viales y criterios técnicos. Considerando que el tramo objeto de estudio presenta una Intensidad Media Diaria Anual (IMDA) estimada entre 200 y 400 vehículos por día, se clasificó como una carretera de Tercera Clase. Según dicha normativa, para este tipo de vías se establece la ejecución de dos calicatas por kilómetro, es decir, una calicata cada 500 metros. Esta frecuencia permitirá obtener información representativa del subsuelo a lo largo del trazado, asegurando un diseño estructural adecuado del pavimento rígido propuesto.

Como resultado, se identificaron 7 puntos para la toma de muestras, los cuales se encuentran detallados en la Imagen 29. Cada uno de estos puntos está designado con la denominación PK (punto kilometro) y su kilometraje correspondiente, partiendo desde el punto cero, marcado en el cruce de la Avenida y con el tramo en cuestión.

Imagen 29 Ubicación de las Progresivas para la toma de muestra



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5

Coordenadas UTM y Decimales de los puntos de calicata

N°	Progresiva	Coordenada UTM			Coordenada decimales	
1	PK 0+100	19 S 523722.285	8780917.385	264.80	-11.027991°	-68.782833°
2	PK 0+600	19 S 523264.230	8780747.975	283.60	-11.029531°	-68.787024°
3	PK 0+1100	19 S 522828.917	8780943.388	280.40	-11.027761°	-68.791017°
4	PK 0+1600	19 S 522455.082	8780640.695	257.80	-11.030504°	-68.794430°
5	PK 0+2100	19 S 522032.281	8780466.397	284.23	-11.032080°	-68.798301°
6	PK 0+2600	19 S 521657.931	8780141.405	286.35	-11.035022°	-68.801732°
7	PK 0+3100	19 S 521778.421	8779782.152	283.40	-11.038268°	-68.800622°

Nota: el criterio de la distancia de calicatas y puntos de CBR se basó en la normativa MTC.

4.3.1.1 Procedimiento para toma de muestra

La toma de muestras alteradas consiste en la recolección de suelos para ensayos de laboratorio donde no se requiere que se mantenga la estructura original del terreno. Este tipo de muestra es útil para ensayos de identificación, granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado, CBR y entre otros.

Se excava manualmente un pozo con dimensiones aproximadas de 0.5 m x 0.5 m y hasta 1.5 m de profundidad o según la necesidad del estudio, revisar en anexo “C” los ensayos realizados en calicata. Durante la excavación se identifican los diferentes estratos del suelo, tomando nota de su espesor y características visuales.

Imagen 30 Excavación de calicata N°2



Fuente: elaboración propia

4.3.1.2 Herramientas para muestreo

- Pala y pico
- Cucharas metálicas o espátulas
- Bolsas plásticas o de lona para muestras
- Marcador permanente o etiquetas para rotulación
- Cinta métrica
- GPS para registrar coordenadas del punto
- Cámara fotográfica (opcional, para registro visual del estrato)
- Cuaderno de campo y lápiz

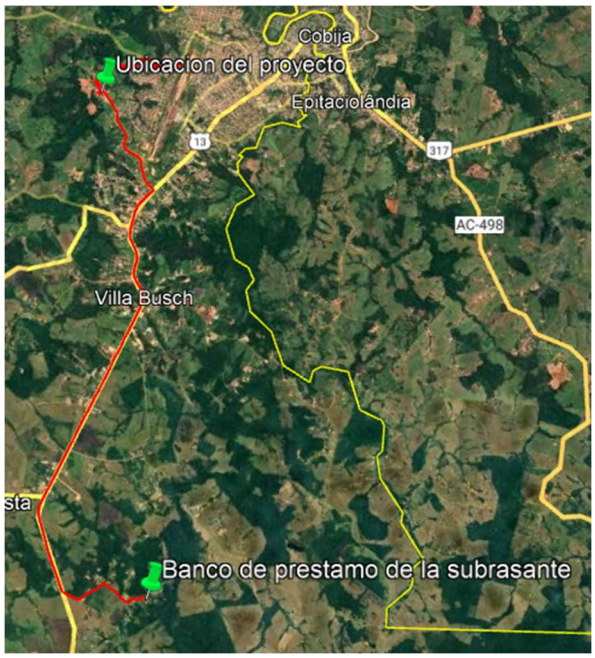
4.3.2 Característica de la subrasante

En proyectos de diseño de pavimentos, el análisis geotécnico de la subrasante es esencial para definir parámetros de diseño estructural. En este caso, el propósito clave fue determinar el factor K, un dato crítico para simular su respuesta bajo cargas vehiculares repetidas. Para ello, se ejecutó el siguiente flujo de trabajo.

4.3.2.1 Ubicación del Banco de préstamo para la subrasante

La ubicación del banco de préstamo destinado a la conformación de la subrasante del proyecto vial se encuentra en la carretera Porvenir, en las coordenadas geográficas decimales -11.151451°, -68.768817°. Este yacimiento de materiales se localiza a una distancia aproximada de 14 kilómetros respecto al eje del proyecto, lo que permite una adecuada logística para el transporte y aprovechamiento de los suelos.

Imagen 31 Ubicación del banco de préstamo para la subrasante



Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que los estudios geotécnicos necesarios para validar la aptitud del material del banco de préstamo fueron realizados por la Universidad Amazónica de pando de Laboratorio de suelo y hormigón (UAP) revisar en Anexo "G", en el marco del proyecto "Construcción de Casa de Máquinas II para Grupo Generadores de Planta Bahía – Gestión 2024". Entre los ensayos ejecutados se incluyen la granulometría, el Proctor modificado y el CBR (California Bearing Ratio), los cuales permitieron caracterizar las propiedades mecánicas del suelo, asegurando que cumple con los requisitos técnicos exigidos para su utilización en capas de subrasante dentro del diseño estructural del pavimento rígido.

Tabla 6
Resultado del banco de préstamo 1

Clasificación AASHTO	**A-2-4 (0)**
Densidad máxima	19.92 kn/m3
Humedad Optima	12.67%
CBR 100 %	26.73 %
CBR 90 %	20.057 %

Nota: los resultados de la certificación se encuentran en anexo "G"

4.3.2.2 Clasificación de suelo

Una vez recepcionadas las muestras en el laboratorio, se procede a dividir cada una según los requerimientos normativos: 200 gramos para determinar el contenido de humedad natural, 500 gramos para el análisis granulométrico (clasificación SUCS) y 200 gramos adicionales para evaluar los límites de Atterberg (límite líquido y plástico) en cada punto de muestreo.

Imagen 32 Proceso de clasificación de suelo



Fuente: Elaboración propia

Luego de clasificar las siete muestras obtenidas, se identificó que cinco de ellas corresponden al grupo A-6, mientras que las dos restantes pertenecen al grupo A-7-6, según el sistema de clasificación de suelos AASHTO.

Tabla 7
Clasificación de los suelos del tramo moto-taxi hasta castañal

Progresiva	Clasificación AASHTO	Clasificación Unificada	L.L %	L.P %	I.P %
PK 0+100	A-7-6 (12)	limo elástico con arena	58.67	34.3	24.37
PK 0+600	A-6 (6)	arcilla fina con arena	37.73	21.8	15.93
PK 1+100	A-6 (2)	arcilla fina con arena	30.34	19.6	10.74
PK 1+600	A-7-6 (19)	arcilla fina	46.03	23.87	22.16
PK 2+100	A-6 (3)	arcilla fina con arena	32.56	20.6	11.96
PK 2+600	A-6 (4)	arcilla fina con arena	34.16	22.9	11.26
PK 3+100	A-6 (6)	arcilla fina con arena	36.57	16.6	19.97

Nota: los resultados se encuentran en anexo "F" los ensayos se basaron de acuerdo a la normativa AASHTO y Unificada

4.3.2.3 Proctor modificado del tramo

La determinación de la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad de los suelos del tramo se realizó mediante el ensayo Proctor Modificado. Debido a que las muestras pasaron a través del tamiz N°4, se aplicó el método A del ensayo. Para ello, se utilizó un molde de 4 pulgadas de diámetro, en el cual el suelo fue compactado en cinco capas, aplicando 25 golpes por capa con el pisón estándar.

Imagen 33 Proceso de elaboración del Proctor modificado



Fuente: (Pinto Kerdy G. Y Machado Mendoza J.X, 2024)

Finalizando la elaboración de estos ensayos se organizó la información de los resultados de las densidades máximas obtenidas de manera estructural.

Tabla 8
Densidades máximas obtenidas en el tramo

Progresiva	Clasificación AASHTO	Clasificación Unificada	Proctor	
			Dnsd. Kn/m3	Hmd. Op. %
PK 0+100	A-7-6 (12)	limo elástico con arena	17.78	15.9
PK 0+600	A-6 (6)	arcilla fina con arena	19.51	11.42
PK 1+100	A-6 (2)	arcilla fina con arena	19.52	8.8
PK 1+600	A-7-6 (19)	arcilla fina	18.88	12.35
PK 2+100	A-6 (3)	arcilla fina con arena	19.58	11.41
PK 2+600	A-6 (4)	arcilla fina con arena	19.56	11.5
PK 3+100	A-6 (6)	arcilla fina con arena	19.68	11.2

Nota: los ensayos realizados se basaron de la normativa AASHTO y Unificada. Revisar los resultados en Anexo “F”

4.3.2.4 Indice de soporte de california CBR del tramo

Utilizando los datos obtenidos de la densidad máxima y la humedad óptima del ensayo proctor modificado, se procede a llevar a cabo el ensayo de CBR con el objetivo de determinar la capacidad de soporte del suelo al 95% y 100%.

Imagen 34 Medición de la expansión del CBR



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Indice de soporte de California CBR del tramo

Progresiva	Clasificación AASHTO	CBR a 95 %		CBR a 100%	
		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
0+100	A-7-6 (12)	4.79	4.82	5.04	5.07
0+600	A-6 (6)	7.93	10.57	8.35	11.13
1+100	A-6 (2)	14.30	15.87	15.05	16.7
1+600	A-7-6 (19)	3.14	3.71	3.31	3.9
2+100	A-6 (3)	14.30	14.82	15.05	15.6
2+600	A-6 (4)	12.73	14.29	13.4	15.04
3+100	A-6 (6)	9.51	11.63	10.01	12.24

Nota: los ensayos realizados se basaron de la normativa AASHTO y Unificada. R Revisar los resultados en Anexo “F”

4.3.2.5 CBR de Diseño

De acuerdo con la clasificación de suelos realizada en el área de estudio, y con el objetivo de optimizar el diseño estructural del pavimento, se decidió unificar los distintos tipos de suelos bajo un único valor representativo de CBR. Esta estrategia de homogeneización facilita el proceso de cálculo de los factores estructurales (K) y permite una mayor eficiencia y coherencia en las soluciones de diseño, garantizando la uniformidad del comportamiento estructural a lo largo de toda la vía.

A continuación, se muestra la ecuación para homogenizar los CBR

$$CBR_c = CBR_{medio} - \sigma * K_P \geq CBR_{minimo}$$

Donde:

- $CBR_{medio} =$ es el valor promedio de todos los CBR al 100% del tramo

$$CBR_{medio} = \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{4.8 + 10.57 + 15.87 + 3.71 + 14.82 + 14.29 + 11.63}{7} = 10.81$$

$\sigma =$ La desviación estándar de la muestra se obtiene a partir de la siguiente ecuación estadística:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}} = 4.85$$

- K_p para ambos tramos = Se adoptó un nivel de confianza del 85%, Con los datos ya definidos, finalmente, podemos sustituirlos en la ecuación de CBR_c obteniendo como resultado la siguiente tabla:

Tabla 10
Cálculo de CBRc para los CBR

CBR de Diseño						
CBR	σ	CBR min	CBR medio	K(p)	CBRc	CBR min
4.82						
3.71						
10.57						
15.87	4.85	3.71	10.81	1	**5.97**	3.705
14.82						
14.29						
11.63						

Nota: el CBRc es el resultado del CBR de diseño

4.3.2.6 Mejoramiento de la subrasante

Con base en los resultados obtenidos del Ing. Jorge David Santa Cruz con la tesis *"Determinación del espesor de mejoramiento de subrasante con presencia de suelos blandos"* (Universidad Peruana Unión, 2019), se emplean los siguientes parámetros para el análisis de la subrasante:

- Valores de CBR: Se consideran los valores críticos de capacidad de soporte, comprendidos entre 1.1% y 2.7%, determinados a partir de ensayos de laboratorio.

- Espesor de sustitución: Se adopta un rango de espesores entre 0.90 m y 1.20 m, validados mediante métodos complementarios de análisis, tales como la teoría de Boussinesq y la evaluación de la consolidación primaria.

Estos datos permiten construir una curva representativa de CBR en función del espesor, a partir de la cual se determina la relación mediante una ecuación de tipo potencial, optimizando así el diseño estructural del paquete de pavimento.

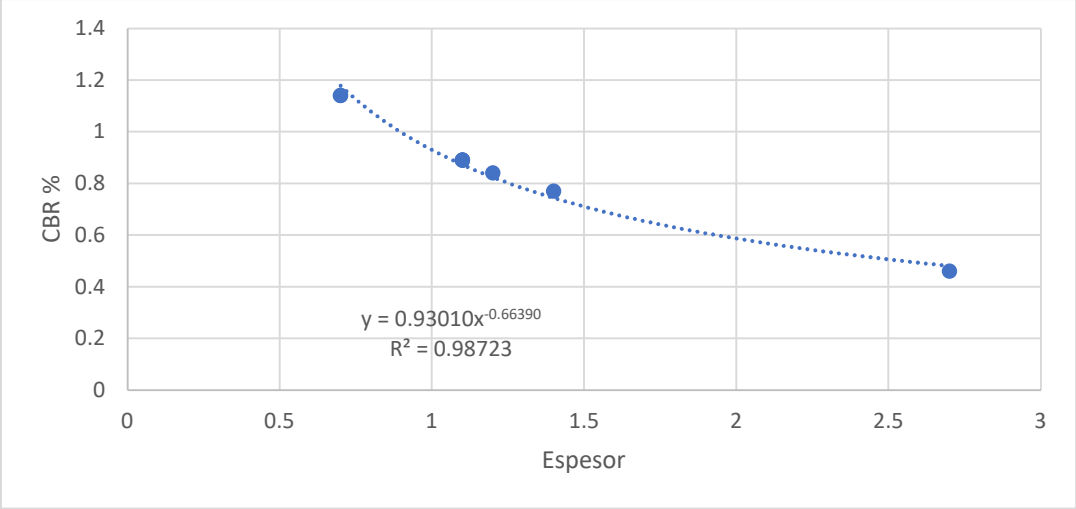


FIGURA 47 Curva de CBR Rasante vs Espesor
Fuente: Elaboración propia en base al resultado de investigación de (Ing. Jorge David 2019)

Aplicando la ecuación obtenida de la curva de correlación $Y = 0.93010x^{-0.66390}$, donde x corresponde al valor de CBR (%), se calcula el espesor de sustitución para un valor de CBR de 5.97%. El procedimiento es el siguiente:

$$Y = 0.93010 \cdot 5.97^{-0.6639} = 0.28\, metros \approx 30\, cm$$

Por tanto, se determina que el espesor de sustitución necesario para la subrasante en el tramo de vía analizado es de 30 centímetros, asegurando así las condiciones mínimas de soporte requeridas para el diseño estructural del pavimento.

4.3.3 Característica de la capa base

La ubicación del banco de préstamo destinado a la extracción de material para la conformación de la capa base del presente proyecto vial se encuentra en el camino a Mejillones, específicamente en la comunidad Mejillones, cuyas coordenadas geográficas en grados decimales son -11.068739°, -68.828258°. Este banco se localiza a una distancia aproximada de 8 kilómetros del eje del proyecto, lo que favorece una eficiente planificación en el transporte y suministro del material.

imagen 35 Ubicación del banco de préstamo de la capa base



Fuente: Elaboración propia

Los estudios geotécnicos correspondientes fueron ejecutados por la empresa GEOSIEC, la cual llevó a cabo ensayos de granulometría, límites de Atterberg, ensayo de compactación y Proctor modificado, revisar las certificaciones en Anexo "H". Estas pruebas permitieron identificar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, clasificándolo como un suelo laterítico. Cabe destacar que el cliente responsable de la contratación de los servicios de GEOSIEC fue el Gobierno Autónomo Departamental de Pando, en el marco del proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Tramo Cobija - Porvenir".

Tabla 11
Resultado del banco de préstamo para la capa base

Clasificación AASHTO	**A-2-4 (0)**
Densidad máxima	2.17 gr/cm3
Humedad Optima	11.56%
CBR 100 %	41.2 %
CBR 95 %	32 %

Nota: Este resultado fue obtenido de la empresa GEOSIEC

Aunque el material natural fue aprovechado, se realizaron mejoras adicionales mediante la incorporación de cemento, con el fin de optimizar sus características de soporte y durabilidad,

garantizando así su idoneidad para su aplicación en el proyecto de “Mejoramiento y Ampliación de tramo Cobija – Porvenir”.

Tabla 12
Resultado del banco de préstamo con 5% de cemento para la capa base

Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)
Densidad máxima	2.188 gr/cm3
Humedad Optima	11.13%
CBR 100 %	83 %
CBR 95 %	68.60 %

Nota: Revisar las certificaciones en Anexo “H”

4.4 ESTUDIO HIDROLOGICO

4.4.1 Recopilación de datos SENAHMI

Como parte del desarrollo del presente proyecto, se llevó a cabo la recopilación de información hidrometeorológica con el objetivo de analizar el comportamiento de las precipitaciones extremas en la región. Para ello, se acudió a la base de datos oficial del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), entidad encargada del monitoreo y registro de las variables climáticas en el territorio nacional.

La información recopilada corresponde a los registros de lluvias máximas diarias, abarcando un periodo extenso desde el año 1950 hasta el 2024. Esta serie histórica, que comprende 75 años consecutivos, resulta fundamental para la evaluación hidrológica, ya que permite identificar patrones de recurrencia, intensidades y tendencias de los eventos extremos de precipitación. Durante el proceso, se priorizó la obtención de datos consistentes y continuos, verificando que los registros correspondan a un mismo punto de monitoreo.

Imagen 36 Datos de estación pluviométrica

DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA						
Estación:	Cobija Aeropuerto	**Coordenadas UTM Huso 31 (m)**	**X =**	11.0333	**Cota =**	233
Codigo:	A-1168		**Y =**	-68.783302		

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	94.50	94.50	Diciembre

Fuente: Elaboración propia. Los resultado obtenido se encuentra en Anexo “K”

La tabla muestra los valores de precipitación máxima diaria por mes, expresados en milímetros (mm). Es decir, para cada mes del año, se registra el valor de lluvia más alto ocurrido en un solo día dentro de ese mes. Esta información permite identificar la magnitud de los eventos extremos de precipitación en la zona.

4.4.2 Proceso de cálculo para la curva IDF

Posteriormente, se procede a la organización de los datos de precipitación máxima diaria anual registrados entre los años 1950 y 2024, con el objetivo de realizar un análisis estadístico riguroso. Para ello, se calcula la media aritmética ($\bar{X}$) de los valores de lluvia máxima diaria anual, que representa el valor promedio de los eventos extremos registrados durante el periodo analizado. Asimismo, se determina parte de la ecuación de la varianza muestral, a través de la fórmula $(xi - \bar{X})^2$, donde xi corresponde a cada valor individual de precipitación máxima anual.

Imagen 37 Registro de Precipitación máxima diaria anual

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	(xi - $\bar{x}$)^2
1	1950	Febrero	97.00	11.45
2	1951	Noviembre	86.80	184.53
3	1952	Noviembre	171.00	4986.62
4	1953	Diciembre	120.00	384.79
5	1954	Diciembre	94.50	34.62
6	1955	Marzo	120.00	384.79
7	1956	Octubre	88.00	153.36
8	1957	Noviembre	82.20	330.66
9	1958	Febrero	157.00	3205.37
11	1960	Febrero	107.80	55.00
12	1961	Diciembre	109.50	83.10

Fuente: Elaboración propia. Los datos completo se encuentra en Anexo "K"

Una vez obtenida la media aritmética de los datos de precipitación máxima diaria anual, se procede al cálculo de la desviación estándar muestral (S), utilizando la fórmula estadística $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(xi-\bar{X})^2}{n-1}}$, la cual permite cuantificar la dispersión de los datos respecto a la media. Este valor es fundamental para la aplicación de la distribución de Gumbel, empleada en el análisis de eventos extremos. A partir de la desviación estándar, se determina el parámetro de

escala α, mediante la expresión $\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S$ y el parámetro de ubicación u, calculado como $u = \bar{X} - 0.5559 * \alpha$ Estos parámetros permiten construir la función de distribución de Gumbel, la cual es utilizada para estimar valores de precipitación asociados a diferentes periodos de retorno, fundamentales en el diseño hidrológico de obras civiles.

Imagen 38 cálculo de Variables probabilística

$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$	100.38	mm
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} =$	24.68	mm
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s =$	19.24	mm
$u = \bar{x} - 0.5559 * \alpha =$	89.69	mm

Fuente: Elaboración propia

Tras la obtención de los parámetros de ubicación u y escala α, se procede a calcular los valores de precipitación máxima esperada mediante la función de distribución de Gumbel para diferentes periodos de retorno T. La fórmula empleada es:

$$XT = u + (\alpha * (-\ln(\ln(\frac{T}{T-1}))))$$

Esta expresión permite estimar la magnitud del evento extremo correspondiente a un periodo de retorno específico. Por ejemplo, para T=2 años, se obtiene una precipitación máxima diaria proyectada de 100.38 mm. Asimismo, se puede calcular la probabilidad acumulada de ocurrencia del evento utilizando la función de distribución:

$$F(xT) = e^{-e^{-\left(\frac{XT-u}{\alpha}\right)}}$$

La cual permite determinar, por ejemplo, que existe un 50% de probabilidad de que dicho evento ocurra en un año determinado. Finalmente, para ajustar los resultados a datos de

intervalo diario, se aplica un factor de corrección por intervalo de 1.13, multiplicando el valor estimado XT para obtener una mejor aproximación del evento de diseño.

Imagen 39 Resultado de los valores de precipitación máxima esperada mediante Gumbel

Periodo Retorno	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2.00	96.74	0.50	109.32
5.00	118.55	0.80	133.96
25.00	151.24	0.96	170.90
50.00	164.77	0.98	186.20
100.00	178.21	0.99	201.38
500.00	209.26	1.00	236.46

Fuente: Elaboración propia

Una vez estimados los valores de precipitación máxima esperada para distintos periodos de retorno mediante la distribución de Gumbel, se procede a aplicar la Ecuación 14 de la relación lluvia-duración, la cual permite ajustar dichas precipitaciones en función de diferentes intervalos de duración de la lluvia. Este procedimiento es fundamental para el dimensionamiento hidráulico, ya que la intensidad de la precipitación varía significativamente con la duración del evento. La aplicación de esta ecuación posibilita transformar las precipitaciones máximas diarias en intensidades representativas para intervalos menores (como 5, 10, 15, 30 minutos, entre otros), facilitando así el análisis hidrológico del proyecto en concordancia con las metodologías de diseño vigentes.

Imagen 40 Ajuste de precipitaciones en diferentes intervalos de duración

Tiempo de	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
Duración	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	109.3156	133.9626	150.2811	170.8995	186.1954	201.3784	236.4640
18 hr	99.4772	121.9060	136.7558	155.5185	169.4378	183.2543	215.1822
12 hr	87.4525	107.1701	120.2249	136.7196	148.9563	161.1027	189.1712
8 hr	74.3346	91.0946	102.1911	116.2117	126.6129	136.9373	160.7955
6 hr	66.6825	81.7172	91.6715	104.2487	113.5792	122.8408	144.2430
5 hr	62.3099	76.3587	85.6602	97.4127	106.1314	114.7857	134.7845
4 hr	56.8441	69.6606	78.1462	88.8677	96.8216	104.7168	122.9613
3 hr	50.2852	61.6228	69.1293	78.6138	85.6499	92.6341	108.7734
2 hr	42.6331	52.2454	58.6096	66.6508	72.6162	78.5376	92.2209
1 hr	32.7947	40.1888	45.0843	51.2698	55.8586	60.4135	70.9392

Fuente: Elaboración propia

Tras la obtención de los valores de precipitación máxima para determinados tiempos de duración, se procede al cálculo de la intensidad de lluvia, la cual se define como el cociente entre la precipitación acumulada y el tiempo de duración del evento. Este parámetro, expresado comúnmente en milímetros por hora (mm/h), es esencial en el análisis hidrológico y el diseño de sistemas de drenaje pluvial, ya que permite cuantificar la tasa a la cual ocurre la precipitación sobre una superficie en un intervalo específico.

Imagen 41 Intensidad de lluvia duración según periodo de retorno

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	4.5548	5.5818	6.2617	7.1208	7.7581	8.3908	9.8527
18 hr	1080	5.5265	6.7726	7.5975	8.6399	9.4132	10.1808	11.9546
12 hr	720	7.2877	8.9308	10.0187	11.3933	12.4130	13.4252	15.7643
8 hr	480	9.2918	11.3868	12.7739	14.5265	15.8266	17.1172	20.0994
6 hr	360	11.1138	13.6195	15.2786	17.3748	18.9299	20.4735	24.0405
5 hr	300	12.4620	15.2717	17.1320	19.4825	21.2263	22.9571	26.9569
4 hr	240	14.2110	17.4151	19.5365	22.2169	24.2054	26.1792	30.7403
3 hr	180	16.7617	20.5409	23.0431	26.2046	28.5500	30.8780	36.2578
2 hr	120	21.3165	26.1227	29.3048	33.3254	36.3081	39.2688	46.1105
1 hr	60	32.7947	40.1888	45.0843	51.2698	55.8586	60.4135	70.9392

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe el procedimiento empleado para el cálculo de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), fundamentales en el dimensionamiento de obras hidráulicas urbanas:

- El análisis inicia con la determinación de una relación empírica entre la intensidad de precipitación (I), el tiempo de duración del evento (t) y el período de retorno (T). Esta relación se expresa mediante la siguiente fórmula general:

$$i = \frac{k * T^m}{t^n}$$

- Para simplificar la expresión y facilitar su aplicación práctica, se realiza un cambio de variable definido como:

$$d = k \cdot T^m$$

- donde *d* representa una constante que agrupa los efectos del período de retorno y los parámetros de ajuste. Sustituyendo esta variable en la ecuación inicial, se obtiene una forma reducida de la fórmula IDF:

$$i = \frac{d}{t^n} \rightarrow i = d \cdot t^{-n}$$

Esta última expresión permite calcular la intensidad de lluvia para distintos tiempos de duración, manteniendo constante el período de retorno considerado. Las regresiones para diferente periodo de retorno calculadas se encuentran en Anexo "K1"

Procedemos hacer el resumen de todas las regresiones potencial de cada periodo de retorno como se puede ver en la siguiente tabla

Tabla 13
Resumen de aplicación de regresión lineal

Periodo de	**Término ctte. de**	**Coef. de**
Retorno (años)	regresión (d)	regresión [n]
2	413.27035058263	-0.61638608809
5	506.44899314557	-0.61638608809
10	568.14136226345	-0.61638608809
25	646.08983418717	-0.61638608809
50	703.91646352540	-0.61638608809
100	761.31611010968	-0.61638608809
500	893.95793086298	-0.61638608809
Promedio =	641.87729209670	-0.61638608809

Una vez determinado el parámetro n, correspondiente al exponente de la duración en la ecuación de intensidad, se procede a la estimación de los parámetros restantes. En primera instancia, se emplea la Ecuación ($d = K \cdot T^m$) para obtener el valor del coeficiente K y el exponente m. Posteriormente, estos valores son verificados en la Ecuación de la intensidad, Este procedimiento iterativo permite obtener un modelo de regresión calibrado que describe con precisión el comportamiento de la precipitación extrema para el sitio de estudio.

Tabla 14
Regresión potencial

Nº	**x**	**y**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1	2	413.270	0.693	6.024	4.176	0.480
2	5	506.449	1.609	6.227	10.023	2.590

3	10	568.141	2.303	6.342	14.604	5.302
4	25	646.090	3.219	6.471	20.829	10.361
5	50	703.916	3.912	6.557	25.650	15.304
6	100	761.316	4.605	6.635	30.556	21.208
7	500	893.958	6.215	6.796	42.232	38.621
7	692	4493.141	22.556	45.052	148.069	93.867
Ln (K) =	5.9951	K =	401.4680	m =	0.1368	

$$m = 0.1368, \qquad K = 401.4680, \qquad n = 0.61639$$

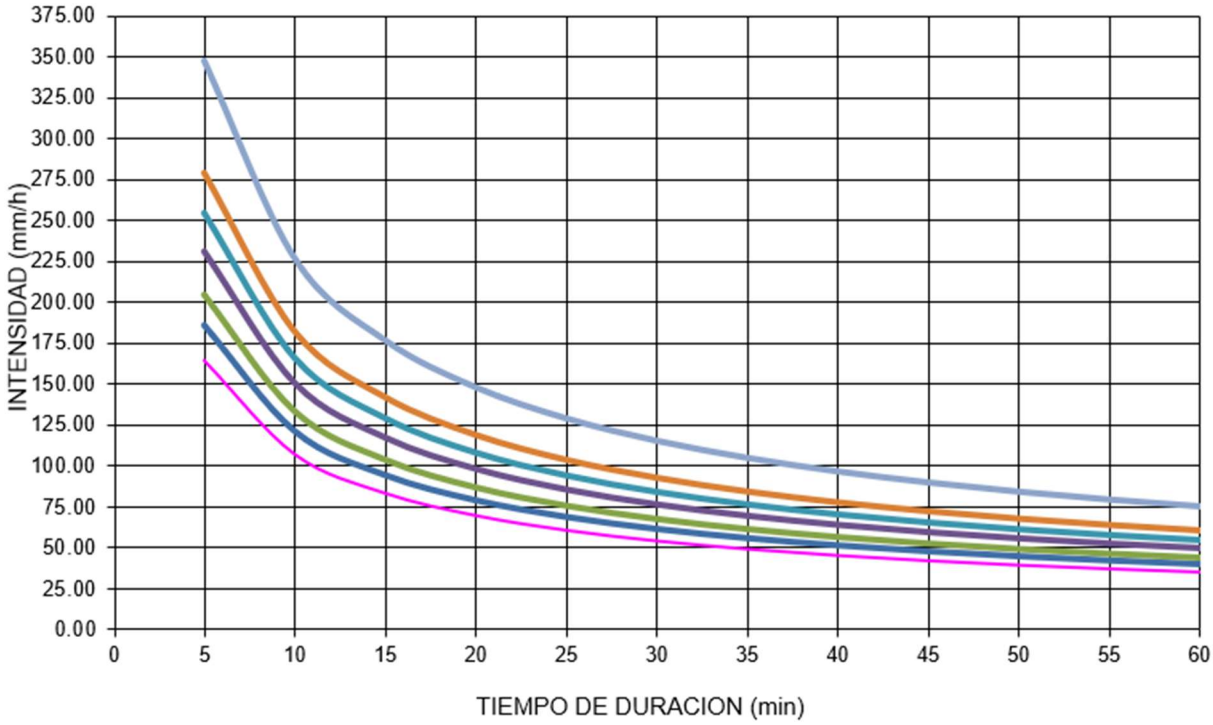
Una vez determinados los parámetros de ajuste m, k y n mediante regresión no lineal a partir de los datos de precipitación máxima, se establece la expresión matemática correspondiente a la curva Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF) para el sitio de estudio. La ecuación resultante, que modela el comportamiento de la intensidad de lluvia en función de la duración (D, en minutos) y el período de retorno (T, en años), se expresa como:

$$i = \frac{401.4680 \cdot T^{0.136830}}{D^{0.61639}}$$

Tabla 15
Curva I-D-F Estación Aeropuerto de Cobija SENAHMI

Tabla de intensidades - Tiempo de duración							
Duración en (minutos)	Periodo de retorno (Años)						
	2	5	10	25	50	100	500
5	163.57	185.25	203.54	230.51	253.27	278.27	346.27
10	106.70	120.84	132.77	150.36	165.21	181.52	225.87
15	83.10	94.12	103.41	117.11	128.67	141.38	175.92
20	69.60	78.82	86.60	98.08	107.77	118.40	147.34
25	60.65	68.69	75.48	85.48	93.92	103.19	128.40
30	54.21	61.39	67.45	76.39	83.93	92.22	114.75
35	49.29	55.83	61.34	69.47	76.33	83.86	104.35
40	45.40	51.42	56.49	63.98	70.30	77.24	96.11
45	42.22	47.82	52.54	59.50	65.37	71.83	89.38
50	39.57	44.81	49.23	55.76	61.26	67.31	83.76
55	37.31	42.25	46.42	52.58	57.77	63.47	78.98
60	35.36	40.05	44.00	49.83	54.75	60.16	74.85

Imagen 42 Curva I-D-F



Fuente: Elaboración propia

4.4.2.1 Curva IDF de la cuenca BAHIA-PICHIGO

De acuerdo con la tesis titulada "Modelo hidrológico e hidráulico en la subcuenca del arroyo Bahía para la caracterización de caudal en el cauce principal de la obra de toma para el nuevo proyecto de agua potable en la ciudad de Cobija", elaborada por Miguel Ángel y Luis Fernando Vélez, se desarrolló una curva Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF) a partir de datos pluviométricos provenientes de las estaciones de AASANA, Epítacolandia, Floresta y Porvenir. La ecuación obtenida en dicha investigación es:

$$i = \frac{360.3202 \cdot T^{0.118944}}{D^{0.61639}}$$

Al comparar esta expresión con la curva IDF generada en el presente proyecto, basada en los registros del SENAMHI, representada por la ecuación:

$$i = \frac{401.4680 \cdot T^{0.136830}}{D^{0.61639}}$$

se puede observar una similitud significativa en los parámetros de la ecuación, particularmente en el exponente de la duración (n ≈ 0.61639) y en los coeficientes de ajuste. Esta concordancia refuerza la validez del modelo aplicado, demostrando que la metodología utilizada es coherente con estudios previos desarrollados en la misma región hidrográfica, lo cual contribuye a una mayor confiabilidad en el análisis hidrológico realizado para el diseño de infraestructura vial en el presente proyecto.

4.4.3 Característica de la Cuenca

La caracterización hidrológica de la cuenca contempla el análisis de dos puentes tipo cajón existentes, cuyas luces actuales resultan insuficientes para el ancho proyectado de la vía, por lo que se propone su rediseño. Para cada cruce se evaluará la cota máxima del cauce correspondiente a un periodo de retorno de 20 años, con el objetivo de asegurar que el nivel del río no alcance ni inunde el pavimento.

4.4.3.1 Característica de los puentes

El primer puente se encuentra ubicado en el Barrio Moto Taxi, con coordenadas –11.028237°, –68.783160°, presenta las siguientes dimensiones: luz de 8.69 m, ancho de tablero de 7.20 m y altura total de 3.69 m. La alcantarilla asociada consta de tres tubos de sección rectangular, cada uno de 2.49 m de ancho por 3.09 m de altura. Los planos constructivos se incluyen en los anexos.

El Segundo Puente se encuentra ubicado en el Barrio Roberto Rojas, con coordenadas –11.030604°, –68.794532°, presentan las siguientes dimensiones: luz de 10.5 m, ancho de tablero de 10.7 m y altura total de 4.8 m. la alcantarilla asociada consta de tres tubos de sección rectangular, cada uno de 3.1 de ancho por 4.2 de altura. Los planos constructivos se incluyen en los anexos.

4.4.3.2 Parámetros de la cuenca 1

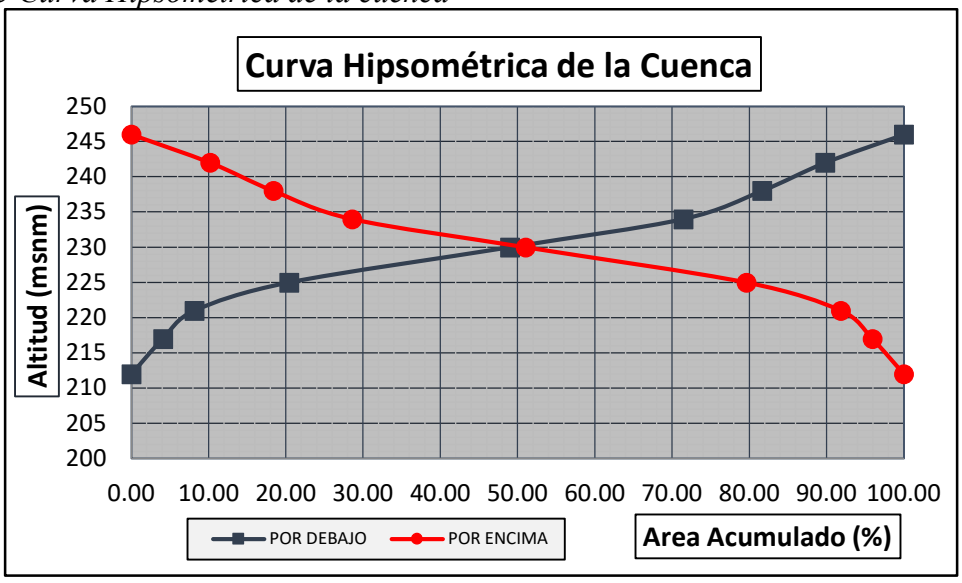
Para el análisis de la cuenca asociada al puente del Barrio Moto Taxi se empleó ArcGIS como herramienta de Sistemas de Información Geográfica para su delimitación. La cuenca resultante abarca un área de 0,6 km² y presenta un perímetro de 3,72 km. Con los datos de

elevación extraídos de las curvas de nivel, se construyó la curva hipsométrica graficando la cota promedio frente al porcentaje acumulado de área, lo cual permitió evaluar la distribución altitudinal del territorio y su influencia en la respuesta hidrológica.

Tabla 16
Atributos de la cuenca 1

ALTITUD	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
			POR DEBAJO		POR ENCIMA	
m.s.n.m.	Km2	(%)	(KM2)	(%)	KM2	(%)
Punto más bajo						
212	0.000000	0.00	0.000000	0.00	0.490000	100.00
217	0.020000	4.08	0.020000	4.08	0.470000	95.92
221	0.020000	4.08	0.040000	8.16	0.450000	91.84
225	0.060000	12.24	0.100000	20.41	0.390000	79.59
230	0.140000	28.57	0.240000	48.98	0.250000	51.02
234	0.110000	22.45	0.350000	71.43	0.140000	28.57
238	0.050000	10.20	0.400000	81.63	0.090000	18.37
242	0.040000	8.16	0.440000	89.80	0.050000	10.20
246	0.050000	10.20	0.490000	100.00	0.000000	0.00
Punto más alto						
TOTAL	0.490000	100.00				

Imagen 43 Curva Hipsométrica de la cuenca



Fuente: Elaboración propia

Hmed = 230 msnm

Tabla 17
Perfil longitudinal del Rio principal

Progresiva	Long. (m)	Long Acum (m)	Cota	Desnivel	S	1/(S)^0.5
0+000	0.00	0.00	212.00			
0+018	18.00	18.00	212.10	0.10	0.0005	46.0543
0+036	18.00	36.00	212.45	0.35	0.0016	24.6374
0+054	18.00	54.00	212.42	0.03	0.0001	84.1467
0+072	18.00	72.00	212.25	0.17	0.0008	35.3345
0+090	18.00	90.00	212.02	0.23	0.0011	30.3616
0+108	18.00	108.00	212.03	0.01	0.0000	145.6125
0+126	18.00	126.00	212.07	0.04	0.0002	72.8131
0+140	14.00	140.00	212.09	0.02	0.0001	102.9782
						541.9383

La pendiente del rio principal según Taylor y Schwarz se calcula de la siguiente ecuación

$$S = \left(\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S1}} + \frac{1}{\sqrt{S2}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right)^2 = 2.179\%$$

En la tabla 50 se muestra el resumen de la caracterización de la cuenca tales como: Área, perímetro, longitud de cuenca, longitud de cauce principal, longitud total de cauces, elevación media, pendiente media del cauce principal, pendiente media de la cuenca, índice de forma, índice de Gravelius, densidad de drenaje, orden de cuenca y el tiempo de concentración.

Tabla 18
Parámetros de la cuenca 1

Característica De La Cuenca	Resultado
Área	0.6 (km^2)
Perímetro	3.72 (km)
Longitud de la cuenca	1.46 (km)
Longitud del cauce principal	0.14 (km)
Longitud total de cauces	1.41 (km)
Elevación media de la cuenca	230 (m)
Pendiente del rio principal	2.179 %
Indice de forma	0.2803
Indice de Gravelius	1.354 (alargada)
Densidad de drenaje	2.35 (crecidas rápidas)
Orden de ríos	2
Tiempo de concentración	22.74 (min)

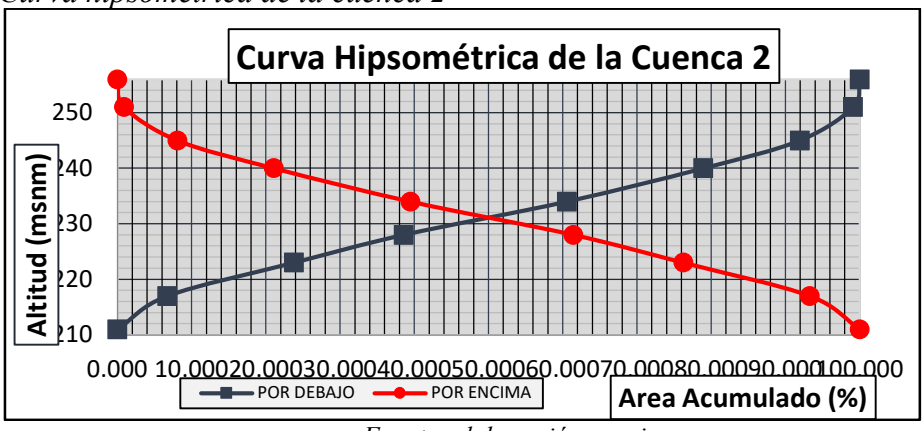
4.4.3.3 Parámetros de la cuenca 2

Para el análisis de la cuenca asociada al puente del Barrio Roberto rojas se empleó ArcGIS como herramienta de Sistemas de Información Geográfica para su delimitación. La cuenca resultante abarca un área de 2,69 km² y presenta un perímetro de 8,13 km. Con los datos de elevación extraídos de las curvas de nivel, se construyó la curva hipsométrica graficando la cota promedio frente al porcentaje acumulado de área, lo cual permitió evaluar la distribución altitudinal del territorio y su influencia en la respuesta hidrológica.

Tabla 19
Atributos de la cuenca 2

ALTITUD	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
			POR DEBAJO		POR ENCIMA	
m.s.n.m.	Km2	(%)	(KM2)	(%)	KM2	(%)
Punto más bajo						
211.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.230	100.000
217.000	0.150	6.726	0.150	6.726	2.080	93.274
223.000	0.380	17.040	0.530	23.767	1.700	76.233
228.000	0.330	14.798	0.860	38.565	1.370	61.435
234.000	0.490	21.973	1.350	60.538	0.880	39.462
240.000	0.410	18.386	1.760	78.924	0.470	21.076
245.000	0.290	13.004	2.050	91.928	0.180	8.072
251.000	0.160	7.175	2.210	99.103	0.020	0.897
256.000	0.020	0.897	2.230	100.00	0.000	0.000
Punto más alto						
TOTAL	2.230	100.000				

Imagen 44 Curva hipsométrica de la cuenca 2



Fuente: elaboración propia

Hmed = 232 msnm

En la tabla 52 se muestra el resumen de la caracterización de la cuenca tales como: Área, perímetro, longitud de cuenca, longitud de cauce principal, longitud total de cauces, elevación media, pendiente media del cauce principal, pendiente media de la cuenca, índice de forma, índice de Gravelius, densidad de drenaje, orden de cuenca y el tiempo de concentración.

Tabla 20
Parámetros de la cuenca 2

Característica De La Cuenca	Resultado
Área	2.69 (km^2)
Perímetro	8.13 (km)
Longitud de la cuenca	3.278 (km)
Longitud del cauce principal	1.04 (km)
Longitud total de cauces	7.15 (km)
Elevación media de la cuenca	232 (m)
Pendiente de la cuenca	1.37 %
Indice de forma	0.25
Indice de Gravelius	1.4 (alargada)
Densidad de drenaje	2.66 (crecidas rápidas)
Orden de ríos	4
Tiempo de concentración	51.77 (min)

4.4.4 Cálculo del método modificado

4.4.4.1 Caudal del puente Barrio Moto Taxi

En el análisis hidrológico correspondiente al puente ubicado en el barrio Moto Taxi, se identificó una cuenca de aporte con un área de 0.60 Km^2 en la cual el periodo de retorno del puente alcantarilla es de 30 años porque su luz del puente es menor a 10 metros. Mediante la metodología correspondiente, se determinó un tiempo de concentración de 22,74 minutos, valor fundamental para la estimación de la intensidad de precipitación de diseño. Utilizando la ecuación IDF calibrada para la zona:

$$I\left(\frac{mm}{h}\right) = \frac{401.4680 * 30^{0.136830}}{(22.74^{0.61639})} = 93.20 \text{ mm/hr}$$

Posteriormente, se procedió a calcular el caudal máximo de escorrentía mediante el método racional, considerando un coeficiente de escorrentía C = 0.65 y se aplicó el coeficiente de uniformidad CU = 1.78, apropiado para suelos arcillosos cubiertos de pasto con una pendiente del 7 %. Aplicando la fórmula:

$$Q_1 = 0.278 * C * A * I * CU = 17.986 \text{ m3/s.}$$

4.4.4.2 Caudal del puente Roberto Rojas

En el análisis hidrológico correspondiente al puente ubicado en el barrio Roberto Rojas, se identificó una cuenca de aporte con un área de 2.68 Km^2 en la cual el periodo de retorno del puente alcantarilla es de 50 años porque su luz del puente es mayor a 10 metros. Mediante la metodología correspondiente, se determinó un tiempo de concentración de 51.72 minutos, valor fundamental para la estimación de la intensidad de precipitación de diseño. Utilizando la ecuación IDF calibrada para la zona:

$$I\left(\frac{mm}{h}\right) = \frac{401.4680*50^{0.136830}}{(51.72^{0.61639})} = 60.20 \text{ mm/hr}$$

Posteriormente, se procedió a calcular el caudal máximo de escorrentía mediante el método racional, considerando un coeficiente de escorrentía C = 0.7 y se aplicó el coeficiente de uniformidad CU = 1.9, apropiado para suelos arcillosos cubiertos de pasto con una pendiente del 7 %. Aplicando la fórmula:

$$Q_2 = 0.278 * C * A * I * CU = 59.94 \text{ m3/s.}$$

4.4.5 Cálculo de Altura del puente

4.4.5.1 Altura de los puentes

Inicialmente, se determina el área hidráulica total de los puentes tipo cajón, compuestos por tres alcantarillas cada uno. El puente del barrio Moto Taxi se denota con el subíndice 1 y el del barrio Roberto Rojas con el subíndice 2. La sección transversal total se calcula como:

$$b_1 = 2.49 * 3 = 7.47\text{m}, n_1 = 0.016, S_1 = 0.028 m/m$$

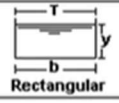
$$b_2 = 3.1 * 3 = 9.3m, n_2 = 0.016, S_2 = 0.02\ m/m$$

Para determinar el tirante de flujo en las alcantarillas, se utilizó la ecuación de Manning en su forma:

$$Q = \frac{A}{n} \cdot (R)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{0.5}$$

El valor de la altura de flujo y se obtuvo por medio de un proceso iterativo en una hoja de cálculo de Excel

Geometria Rectangular
Gasto (Q) = 17.99 m3/s
Pendiente (S) = 0.028 m/m
Rugosidad (n) = 0.016 Concreto
Base (b) = 7.47 m

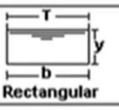
Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b

Y (m)	A (m2)	P (m)	Rh	(n*Q)/S^0.5	Arh^2/3
0.1	0.747	7.67	0.09739244	1.71979054	0.15812629
0.2	1.494	7.87	0.18983482	1.71979054	0.49347805
0.3	2.241	8.07	0.27769517	1.71979054	0.95386608
0.4	2.988	8.27	0.36130593	1.71979054	1.51576072
0.4329	3.234	8.3358	0.38793673	1.71979054	1.72008056
0.45	3.362	8.37	0.4016129	1.71979054	1.82980533

La ecuacion de Manning se sustituye en la ecuacion de continuidad para obtener:

$$ARh^{2/3} = \frac{nQ}{S^{0.5}}$$

Geometria Rectangular
Gasto (Q) = 59.94 m3/s
Pendiente (S) = 0.02 m/m
Rugosidad (n) = 0.016 Concreto
Base (b) = 9.3 m

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b

Y (m)	A (m2)	P (m)	Rh	(n*Q)/S^0.5	Arh^2/3
0.2	1.86	9.7	0.19175258	6.78143687	0.61850102
0.4	3.72	10.1	0.36831683	6.78143687	1.91142524
0.6	5.58	10.5	0.53142857	6.78143687	3.66098092
0.8	7.44	10.9	0.68256881	6.78143687	5.76771635
0.85	7.905	11	0.71863636	6.78143687	6.34222045
0.8872	8.251	11.0744	0.74504804	6.78143687	6.78100397

La ecuacion de Manning se sustituye en la ecuacion de continuidad para obtener:

$$ARh^{2/3} = \frac{nQ}{S^{0.5}}$$

En el presente proyecto, se procederá a determinar el régimen de flujo y a calcular la profundidad crítica, aspectos fundamentales en el diseño hidráulico de estructuras de puente alcantarilla.

$$F_{r1} = \frac{Q}{A \cdot \sqrt{g \cdot y}} = 2.69 \text{ es un flujo supercritico}$$

$$F_{r2} = \frac{Q}{A \cdot \sqrt{g \cdot y}} = 2.46 \text{ es un flujo supercrítico}$$

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A_c^3}{T_c} \rightarrow \frac{Q^2}{g} = \frac{h_c^3 * b^3}{b} \rightarrow h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g * b^2}} \quad y_{c1} = 0.839m,\ y_{c2} = 1.617m$$

Tabla 21

Resultado de altura máxima del agua

Elemento	rugosidad (n)	pendiente S m/m	base (m)	Velocidad (m/s)	yn (cm)	yc (cm)	capacidad llena
Puente 1	0.016	0.028	7.47	5.56	43.29	83.9	27.15%
puente 2	0.016	0.02	9.3	7.26	88.72	161.7	38.5%

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis hidráulico, se determinó que el nivel del espejo de agua alcanzará aproximadamente el 40 % de la altura disponible en las estructuras de los puentes proyectados. Este resultado confirma que las dimensiones actuales de los puentes son adecuadas y seguras, ya que permiten un margen suficiente para el paso del caudal de diseño sin riesgo de sobrepasar la capacidad hidráulica.

4.4.6 Diseño de Cunetas

Para el diseño del sistema de drenaje superficial, específicamente de las cunetas, fue necesario generar las curvas de nivel del área de estudio y subdividirla en microcuencas, con el fin de identificar las direcciones de escurrimiento y determinar las zonas de captación de caudal. Las curvas de nivel fueron obtenidas mediante imágenes satelitales de Google Earth, y posteriormente, utilizando Global Mapper, se realizó la delimitación de microcuencas. Esta información fue exportada y modelada en la plataforma Civil 3D para su análisis hidrológico y diseño definitivo.

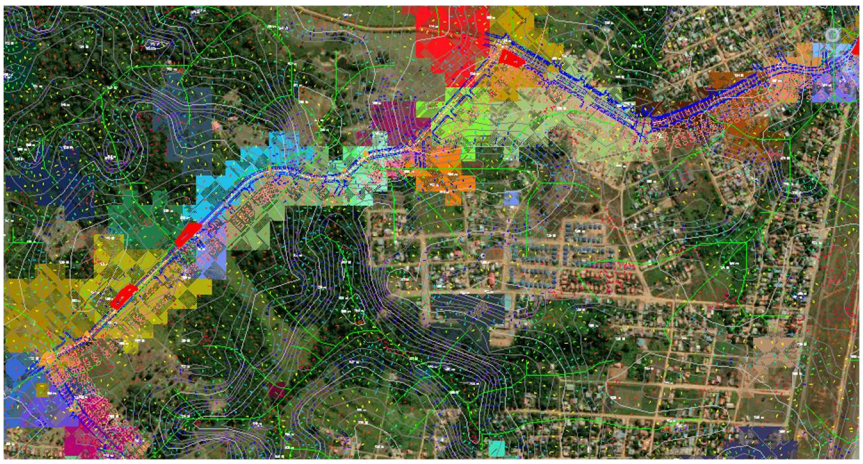


FIGURA 48 Microcuencas de la Vía

Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, Global Mapper y Civil 3D

Una vez delimitadas las microcuencas, se procedió a analizar cuáles de ellas influían directamente sobre la vía, en función de la dirección del flujo superficial del agua determinado por la topografía del terreno.



FIGURA 49 Áreas de las microcuencas obtenidas de la Vía
Fuente: elaboración propia mediante Civil 3d

Tabla 22
Resultado de la microcuenca con su progresiva

Microcuenca		
Progresiva	Área (m2)	Pendiente (%)
Superior		
0+00 hasta 0+060 (A1)	640.89	7.22
1+00 hasta 1+060 (A2)	921	4.81
Central		
1+020 hasta 1+080 (A3)	900	0.55
1+250 hasta 1+320 (A4)	911	0.56

Nota: *las progresiva de la microcuenca tiene su área de aporte y su respectivo pendiente*

Según el análisis hidráulico de las cunetas, detallado en el anexo "K2", se adoptaron las siguientes dimensiones para el diseño: una altura de cordón de acera de 0,15 m y un ancho hidráulico de cuneta de 0,30 m.

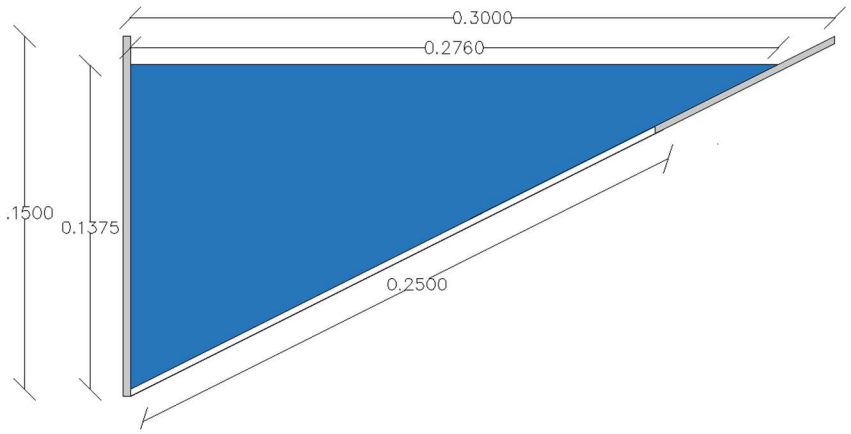


FIGURA 50 Dimensiones de Cuneta triangular Simples
Fuente: Elaboración propia

4.4.7 Sumideros de rejilla

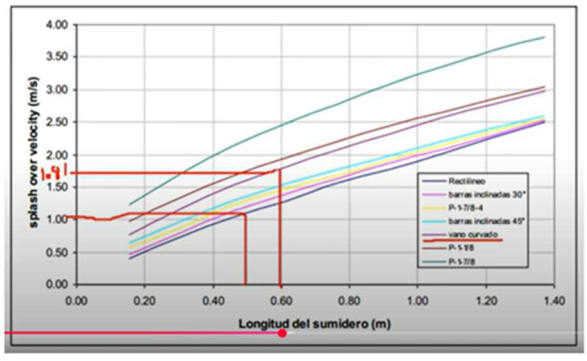
Para el dimensionamiento de sumideros intermedios y bocas de calle (con rejas y sin depresión), se utilizan los parámetros hidráulicos obtenidos de las cunetas:

Sumidero de rejilla

Datos de la Cuneta		Datos del sumidero	
Sx=	0.5 m/m	W=	0.25 m
Sl=	0.00550 m/m	L=	0.8 m
T=	0.288 m		
Q=	19.787 l/s		

$$Q_w = Q * \left[1 - \left(\frac{W}{T}\right)^{2.67}\right] = 6.226 \text{ l/s} \qquad A = area\ triangular = \frac{Y * T}{2} = 0.021 \text{ m2}$$

$$Q_s = Q - Q_W = 13.561 \text{ l/s} \qquad V = \frac{Q}{A} = 0.955 \text{ m/s}$$



$V_0 =$ 2.1 m/s por tabla barra de 45°

$$R_f = 1 - 0.295(V - V_0) \quad si\ V > V_0$$

$$R_f = 1 \quad si\ V \leq V_0$$

$$R_f = 1$$

$$R_s = \frac{1}{1 + \left[\frac{(0.0828V^{1.8})}{(S_x * L^{2.3})}\right]} = 0.840$$

$$E = R_f * \frac{Q_w}{Q} + R_s * \frac{Q_s}{Q} = 0.890$$

$$Q_i = E * Q = 17.617 \text{ l/s}$$

$$Q_b = Q - Q_i = 2.170 \text{ l/s}$$

4.5 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

El diseño de pavimentos constituye una fase esencial en la ingeniería civil, dado que la capacidad portante y la durabilidad del paquete estructural determinan la seguridad y el desempeño de la infraestructura vial. En este contexto, el software DIPAV 3.0 ofrece una plataforma especializada para el dimensionamiento del pavimento rígido, permitiendo modelar las capas, calcular espesores y evaluar factores estructurales de forma precisa y conforme a normativas vigentes.

Al utilizar DIPAV 3.0, los ingenieros pueden ejecutar de manera integrada las fases de evaluación, diseño y verificación del paquete estructural de pavimento. El software incorpora parámetros clave —periodo de diseño, ESAL's, módulos resilientes de capa y subrasante, coeficientes estructurales— y permite optimizar los espesores de cada estrato según las exigencias normativas y condiciones de carga. De este modo, facilita la selección fundamentada de las dimensiones de las capas de pavimento y apoya la toma de decisiones técnicas para garantizar la performance y vida útil de la infraestructura vial.

4.5.1 Periodo de diseño

Conforme a las directrices del Gobierno Autónomo Departamental de La Paz, en la cual muestra en el subtítulo "2.3.7 periodo de análisis y diseño por tipo de vía" del marco teórico. el periodo de diseño debe definirse en función de la jerarquía de la vía. Al tratarse de una vía de segundo orden, se adopta un periodo de diseño de 20 años y un periodo de análisis de 40 años en la cual se aplicará al ESAL's de diseño.

4.5.2 Indice de serviciabilidad

Dado que la vía se diseñará con pavimento rígido y de acuerdo con los ejes equivalentes acumulado, las directrices establecidas en el subtítulo "2.5.8 Índice de serviciabilidad" del marco teórico, se seleccionaron los siguientes índices de serviciabilidad:

ejes equivalentes	
Doble vía	1509453
Vía única	2096463

- Serviciabilidad Inicial $p_0 = 4{,}3$ (Pavimentos rígidos)
- Serviciabilidad Final $p_t = 2{,}5$ Para caminos muy importantes

4.5.3 Nivel de confianza

Considerando la baja intensidad de tráfico y la clasificación de la vía como colectora urbana, y en conformidad con las recomendaciones de la "figura 13" del marco teórico, el nivel de confianza seleccionado fue el siguiente:

ejes equivalentes	
Doble vía	1509453
vía única	2096463

- Tipo de camino colector (zona urbana) = 85 %

4.5.4 Desviación estándar

Según lo establecido en el subtítulo "2.5.9 Parámetros de desviación estándar" del marco teórico, para el análisis estructural del pavimento rígido se adoptó el valor 0.39 de desviación estándar como representante de la dispersión de las variables de carga y material.

- Valor medio de la desviación estandar 0.39 para pavimento rígido.

4.5.5 Coeficiente de drenaje

Para el coeficiente de drenaje del pavimento rígido, se consideraron prevalecientes en el tramo. De acuerdo con la "figura 12" del marco teórico, el pavimento rígido presenta una capacidad de evacuación de agua calificada como "pobre" cuando el pavimento está expuesto a un contenido de humedad cercano a la saturación (1% – 5% del tiempo) Con estos puntos establecidos el coeficiente de drenaje para las capas base será:

- Pavimento Rígido: 0.9

4.5.6 Transferencia de carga J

En este proyecto se ha considerado que la estructura del pavimento estará compuesta por losa de hormigón armado con juntas, lo que implica la inclusión de dovelas o barras de amarre y un adecuado confinamiento lateral. Esta configuración permite una transferencia de carga efectiva entre losas vecinas.

De acuerdo con las recomendaciones establecidas en la figura11 del marco teórico, y siguiendo los lineamientos del método AASHTO 93, se adopta un valor de J = 2.5, el cual es aplicable para casos donde existe una transferencia de carga media a alta, comúnmente lograda mediante dispositivos de unión metálicos (dowels) y concreto armado.

4.5.7 Característica del hormigón

La losa de concreto se diseñará para una resistencia a compresión de H-25, equivalente a 250 kg/cm² (= 3548.38 psi). Este valor garantiza la rigidez y capacidad portante necesarias para soportar las cargas vehiculares previstas, además de proporcionar durabilidad frente a los ciclos de carga y las condiciones ambientales de la zona.

De acuerdo a la resistencia de la comprensión se procede a calcular el módulo de elasticidad del concreto.

$$Ec = 57000 * 3548.38^{0.5} = 3395391.97\ psi$$

Luego de obtener el módulo de elasticidad del concreto se calcula el módulo de ruptura del hormigón.

$$Mr = 43.5 \cdot \frac{3395391.97}{1000000} + 488.5 = 636.2\ psi$$

4.5.8 Módulo de reacción de la subrasante

Para el diseño estructural del pavimento rígido, se adoptó un valor de CBR de 15 % para la subrasante, tras el mejoramiento con material seleccionado del banco de préstamo. Con este CBR de diseño se calculará el módulo de reacción de la subrasante (K), empleando la

correlación empírica correspondiente, lo cual permitirá determinar la capacidad de soporte del terreno y optimizar el espesor de la losa de hormigón.

- Subrasante → $k_0 = 46 + 9.08 \cdot \left(log(15)\right)^{4.34} = 64.36\ Mpa/m$
- Base o Subbase → $k_1 = 46 + 9.08 \cdot \left(log(68)\right)^{4.34} = 171.80\ Mpa/m$
- Coeficiente de reacción equivalente → $keq = \left(1 + \left(\frac{h}{38}\right)^2 * \left(\frac{k_1}{k_0}\right)^{0.67}\right)^{0.5*k_0} = 79.69\ Mpa/m$

A continuación, se indica la conversión del valor de K de diseño al Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés),

$$79.69 \cdot \frac{Mpa}{m} \cdot \frac{0.101972 \frac{kg}{cm^3}}{1 \frac{Mpa}{m}} \cdot \frac{36.13 PCI}{1 \frac{kg}{cm^3}} = 293.58\ PCI$$

4.5.9 Diseño de espesor del pavimento rígido

El diseño del espesor del pavimento rígido se realizó utilizando la metodología establecida en la Guía de Diseño de Pavimentos de la AASHTO de 1993. Este enfoque se basa en una ecuación empírica derivada del AASHO Road Test, que relaciona diversos parámetros para determinar el número acumulado de aplicaciones de carga equivalentes de un solo eje de 18 kip (W18) que el pavimento puede soportar durante su vida útil prevista.

El proceso de diseño es iterativo y consiste en asumir un espesor inicial de losa de concreto. Con este valor, se calcula el número de repeticiones de carga (W18) que la estructura puede soportar, considerando factores como el módulo de reacción de la subrasante (k), la resistencia a la compresión del concreto (f'c), el coeficiente de transferencia de carga (J), el módulo de ruptura del concreto (MR), el cambio permisible en el índice de serviciabilidad (ΔPSI), el nivel de confiabilidad (ZR) y la desviación estándar global (S0).

Simultáneamente, se determina el W18 proyectado para el periodo de diseño, basado en las proyecciones de tráfico y las cargas equivalentes de un solo eje (ESALs). El objetivo es ajustar iterativamente el espesor de la losa hasta que el W18 calculado sea igual o ligeramente

superior (dentro de un margen aceptable) al W18 proyectado, asegurando así que el pavimento cumpla con los requisitos de durabilidad y desempeño estructural durante su vida útil.

A continuación, se muestra los resultados de espesor del paquete estructural de pavimento rígido

Tabla 23
Resultado de espesor del paquete estructural

Progresiva	Longitud parcial	Seccion tipo	Ancho de Vía (m)	Subrasante (Cm)	Capa base (Cm)	Pavimento (Cm)
0+00 hasta 0+300	300	Vía tipo 1	19	30	20	16
0+300 hasta 0+600	300	Vía tipo 2	30	30	20	16
0+600 hasta 1+050	450	Vía tipo 3	40	30	20	16
1+050 hasta 1+400	350	Vía tipo 4	24	30	20	16
1+400 hasta 2+500	1100	Vía tipo 5	18	30	20	16
2+500 hasta 2+650	150	Vía tipo 6	27	30	20	16
2+650 hasta 2+900	200	Vía tipo 7	19	30	20	16
2+900 hasta 3+025	125	Vía tipo 8	10	30	20	17
3+025 hasta 3+163	138	Vía tipo 9	11	30	20	17

Notas: La planilla del cálculo en Excel y el programa DIPAV 2.3 se encuentra en Anexo "L"

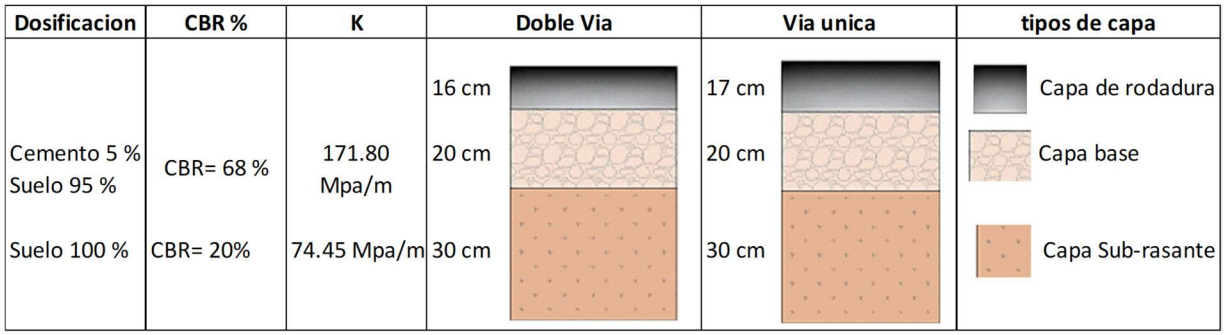


FIGURA 51 Espesor del Paquete Estructural
Fuente: Elaboracion propia}

4.5.10 Especificaciones de las barras pasa juntas

De acuerdo con el espesor de losa del proyecto se determinará el diámetro de la barra. En la cual el parámetro de longitud de barras y espaciamiento entre barras y el tipo de revestimiento se mostrará a continuación en conforme a las directrices de la normativa AASHTO.

- Diámetro de las barras: Se recomienda de acuerdo a la tabla 10 del marco teórico que el diámetro de las barras pasajuntas sea al menos 1/8 del espesor de la losa. Para una losa

de 23 cm (9 pulgadas), esto equivale a un diámetro mínimo de 2.875 cm (1.125 pulgadas). Sin embargo, según la práctica común y las recomendaciones de la IBCH, se utiliza un diámetro estándar de 1 pulgadas (25.4 mm) para losas de este espesor.

- Longitud de las barras: La longitud típica de las barras pasajuntas es de 45 cm (18 pulgadas), en la cual muestra en la tabla 10 del marco teórico.
- Espaciamiento entre barras: El espaciamiento estándar entre barras pasajuntas es de 30 cm (12 pulgadas), en la cual muestra en la tabla 10 del marco teórico.
- Revestimiento anticorrosivo: Se debe aplicar un recubrimiento epóxico conforme a la especificación AASHTO M254, con un espesor de 7 a 13 mils (aproximadamente 0.18 a 0.33 mm), para proteger las barras contra la corrosión

4.5.10.1 Espaciamiento entre juntas transversales

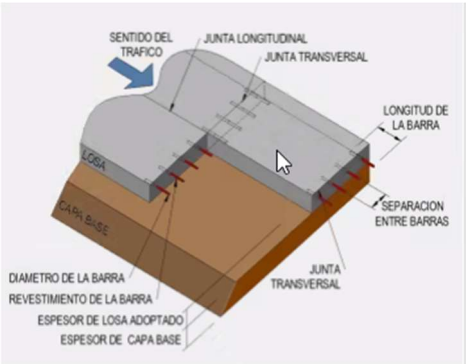
El espaciamiento entre juntas transversales de acuerdo a la normativa AASHTO debe cumplir con los siguientes criterios y también se puede ver en la tabla 9 del marco teórico:

- Criterio de longitud máxima: No debe exceder 24 veces el espesor de la losa. Para una losa de 23 cm, esto equivale a un máximo de 5.52 m.

- Normativa del Instituto Boliviano del Cemento y Hormigón: recomienda no utilizar espaciamientos mayores a 4.50 m.

Por lo tanto, el espaciamiento entre juntas transversales debe ser el menor valor entre estos dos criterios, es decir, 4.50 m

Imagen 45 Diseño de la Pasajunta



Fuente: IBCH basado en el programa DIPAV 2.3

4.5.11 Barras de amarre

4.5.11.1 Coeficiente de fricción

En este proyecto se ha considerado que la capa base será estabilizada con suelo cemento y según recomendación de la tabla 8 del marco teórico, y siguiendo los lineamientos del método AASHTO 93 se adopta un valor de 1.8 de coeficiente de fricción.

4.5.11.2 Tensión de trabajo del acero

El límite de fluencia del acero para barras de amarre en construcción carril por carril debe ser de 400 MPa, priorizando aceros de alta ductilidad (bajo carbono) para resistir impactos y dobladuras repetitivas. Este valor equilibra resistencia mecánica y deformabilidad, cumpliendo normativas de seguridad estructural en etapas transitorias de obra.

4.5.11.3 Diámetro de la Barra

De acuerdo con el método de diseño establecido por DIPAV, que delega en el diseñador la selección del diámetro de las barras de amarre, se ha optado por 12 mm para el proyecto de pavimento urbano analizado. Esta decisión se fundamenta en el uso convencional de este diámetro en el país, validado por su capacidad estructural en contextos urbanos con cargas moderadas.

4.5.11.4 Distancia de borde libre

La distancia al borde libre más cercano corresponde a la medición lineal desde la junta longitudinal analizada hasta el borde libre de la losa de hormigón, es decir, el ancho efectivo de la losa o conjunto de losas hasta el límite exterior del pavimento. Este parámetro, expresado en metros (m).

Tabla 24
Borde libre de acuerdo al tipo de Vía

Tipo de Vía	Borde libre
Doble Vía Tipo 1	4 metro
Doble Vía Tipo 2	3 metro
Doble Vía Tipo 3	3.5 metro
Doble Vía Tipo 4	2.5 metro

Vía Única Tipo 5	3.5 metro
Vía Única Tipo 6	4 metro

4.5.11.5 Porcentaje de resistencia a la tracción

El coeficiente de seguridad para reducción de tensión en el acero es un factor aplicado al límite de fluencia del material (típicamente 75%) para prevenir la aparición de deformaciones plásticas (fluencia) y, consecuentemente, la apertura prematura de juntas longitudinales. Este valor, conforme a la metodología DIPAV.

4.5.11.6 Resultado en el programa DIPAV 2.3

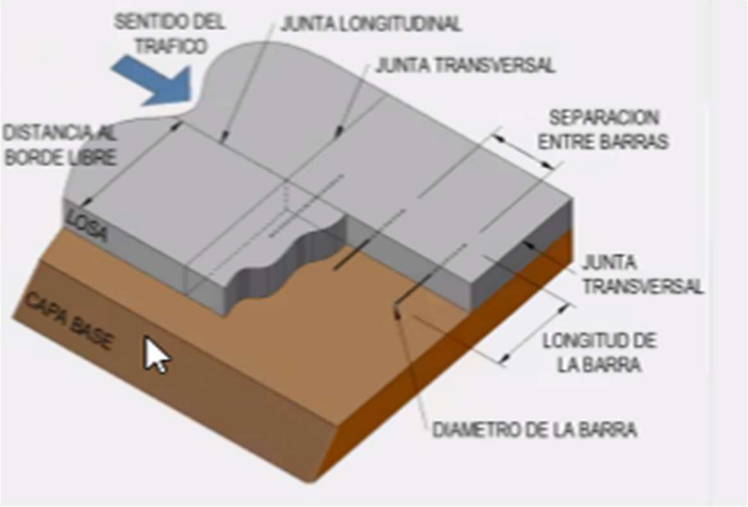
Los resultados generados por el programa DIPAV 2.3 dependen de parámetros clave como: la distancia al borde libre, los ESAL's (Ejes Equivalentes de Carga), el diámetro de la barra de amarre, la tensión de trabajo admisible, el coeficiente de fricción entre losa y base, y el porcentaje de resistencia a la tracción del acero. Dado que el proyecto presenta variaciones en el borde libre y los ESAL's según cada tramo, se realizaron cálculos individualizados en el software, cuyos resultados se detallan en el Anexo "L". Estos análisis garantizan que el diseño cumpla con los requisitos estructurales y normativos bajo las condiciones específicas de carga y geometría evaluadas.

Tabla 25
Resultados de Barra de amarre

Tipo de Vía	Separación entre barras (m)	Área de acero requerido (mm2/m)	Longitud de la Barra (m)
Doble Vía Tipo 1	1.28	88.32	0.82
Doble Vía Tipo 2	1.71	66.24	0.82
Doble Vía Tipo 3	1.46	77.28	0.82
Doble Vía tipo 4	2.05	55.2	0.82
Vía Única	1.38	82.11	0.82
Vía única tipo 2	1.21	93.84	0.82

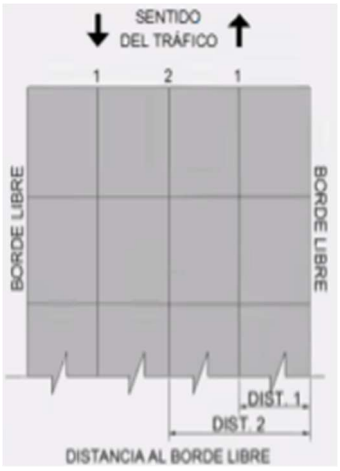
Notas: los resultados se recopilo del programa DIPAV 2.3 que se encuentra en Anexo "L"

Imagen 46 Diseño de Barra de Amarre



Fuente: IBCH basado en el programa DIPAV 2.3

Imagen 47 Diseño de Borde Libre



Fuente: IBCH basado en el programa DIPAV 2.3

4.5.12 Reservorio de juntas y diseño de sellador

4.5.12.1 Coeficiente de expansión térmica

El coeficiente de expansión térmica del hormigón es una medida del cambio de dimensiones del material cuando está sujeto a variaciones de temperatura. El coeficiente de expansión térmica depende de factores como la relación agua/cemento, la edad del hormigón, el contenido de cemento y la humedad relativa del ambiente; sin embargo, el tipo de agregado grueso en la mezcla tiene el mayor impacto en este coeficiente.

Tabla 26
Coeficiente de expansión térmica

tipo de agregado grueso	Coeficiente de expansión térmico
	10^{-6} mm/mm/°C
Cuarzo	11.91
Arenisca	11.7
Grava	10.8
Granito	9.5
Basalto	8.6
Caliza	6.8

Nota: el coeficiente de expansion térmico se orientó de acuerdo al programa DIPAV 2.3

De acuerdo al proyecto el coeficiente de expansión térmica es de agregado grueso por lo cual es de $10.8 \cdot 10^{-6}\ mm/mm/°C$

4.5.12.2 Rango de temperatura (°C)

El rango de temperatura que se requiere para el cálculo de la apertura de juntas es la mínima promedio en la zona del proyecto. Este rango permite estimar el acortamiento de la losa La temperatura Promedia en Cobija es de 26 °C

4.5.12.3 Coeficiente de retracción por secado

La retracción del hormigón es un fenómeno asociado a la pérdida gradual de agua por evaporación, que genera una reducción dimensional longitudinal. Este comportamiento depende de múltiples factores: contenido y tipo de cemento, características de los agregados (tipo y granulometría), dosificación de agua, empleo de aditivos, métodos de curado y condiciones ambientales. Para su cuantificación se requiere estimar un valor de retracción a 28 días. Cuando no se dispone de datos específicos, se puede utilizar un valor estimado basado en el esfuerzo de tensión indirecta, determinado mediante el ensayo normalizado ASTM C476

Imagen 48 Retracción en función a la resistencia a la tensión indirecta

Tensión Indirecta 28 días Esfuerzo en KPa (psi)	Retracción, mm/mm o pg/pg
menor a 2,100 (300)	0.0008
2.800(400)	0.0006
3.400(500)	0.00045
4.100(600)	0.0003
mayor a 4.800 (700)	0.0002

Fuente: AASHTO Guía de Diseño Parte I. Sección 2.5.2. y Tabla 2.9.

De acuerdo a la tensión del Hormigón armado es de 21.5 mpa que equivale a 2800 kpa por lo tanto la retracción a ocupar es 0.0006 mm/mm

4.5.12.4 Coeficiente de ajuste por fricción losa/base

Dado que la losa de pavimento no estará completamente libre de desplazamiento por la fricción existente con la capa subyacente, es necesario aplicar un factor de restricción de movimiento en la junta transversal. Conforme a la Guía de Diseño AASHTO (Parte II, Sección 3.3.3), para una base estabilizada con cemento se recomienda emplear un factor de ajuste de 0.65, el cual refleja la rigidez adicional y la capacidad de la base tratada para limitar el movimiento de la losa, mejorando la transferencia de carga y reduciendo la apertura de juntas.

4.5.12.5 Tipo de sellador

En el sellado de juntas transversales se emplean tres categorías principales de materiales: Selladores bituminosos

- Termoplásticos a base de petróleo, aplicables en caliente o frío.
- Pueden incluir aditivos (fibras, caucho, polímeros).
- Vida útil: 5–10 años.
- Normas ASTM: D1190, D3405, D3406, D1850.

Selladores de silicona (o poliuretano)

- Materiales termoajustables, aplicados en frío.
- Disponibles en versiones autonivelantes que no requieren herramientas de acabado.
- Durabilidad: 10–15 años.

Selladores preformados

- Fabricados en neopreno, goma u otros sintéticos.
- Diseñados con sección transversal que se mantiene comprimida en la junta.
- Algunos requieren adhesivos o lubricantes para su instalación.

Para el pavimento rígido del tramo Moto Taxi–Castañal se opta por un sellador de silicona autonivelante, debido a su amplia durabilidad (10–15 años), su facilidad de aplicación en frío y su capacidad de acomodarse a movimientos diferenciales de la losa sin necesidad de herramientas de acabado. Este sellador garantizará la estanqueidad de las juntas y la flexibilidad requerida para absorber las deformaciones térmicas y de carga.

4.5.12.6 Deformación admisible del sellador

La deformación admisible de un sellador es un parámetro suministrado por el fabricante que refleja la capacidad de elongación del material bajo esfuerzo de tracción. En la práctica, este dato figura en las especificaciones técnicas de cada producto. Para selladores bituminosos, el valor típico de deformación admisible es 0,25 (25 %), mientras que para selladores de silicona o poliuretano se emplea un valor de 0,50 (50 %).

Este coeficiente indica el porcentaje máximo de alargamiento que el sellador puede experimentar sin perder su integridad sellante. Dado que en este proyecto se ha seleccionado un sellador de silicona, se utilizará el valor de 0,50 para el dimensionamiento del reservorio de la junta, garantizando así que el material pueda acomodar movimientos térmicos y de carga sin fisurarse ni desprenderse.

4.5.12.7 Factor de forma de sellador

La relación profundidad-ancho (P/A) del sellador, también conocida como factor de forma, define la proporción entre la profundidad del reservorio de la junta y el ancho disponible para el material de sellado. Para selladores bituminosos esta relación puede variar entre 1:1 y 2:1, mientras que para selladores de silicona o poliuretano el valor más comúnmente recomendado por los fabricantes es 1:2, es decir, la profundidad es el doble del ancho.

En términos de diseño, este factor de forma se introduce como un valor decimal en el programa de cálculo; para silicona se emplea 0.5 (correspondiente a 1:2). Este criterio se fundamenta en la Guía de Diseño AASHTO, Parte II, Sección 3.3.3, y debe corroborarse siempre con las especificaciones del fabricante para asegurar que tanto el ancho mínimo como la profundidad de sellado cumplen los requisitos de elasticidad y durabilidad del material.

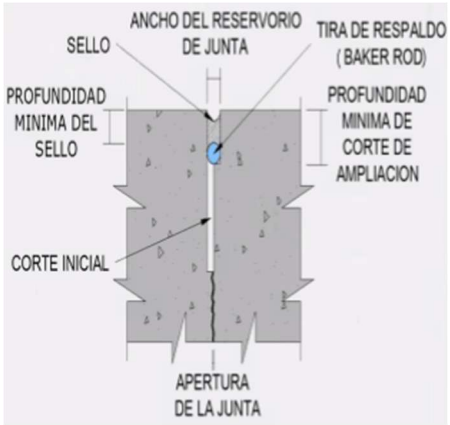
4.5.12.8 Resultado de reservorio de juntas y sellador

De acuerdo con los datos obtenidos del coeficiente de expansión térmica, rengo de temperatura, coeficiente de retracción por secado, coeficiente de ajuste por fricción, tipo de sellador, deformación admisible por sellador y factor de forma de sellador. Se cálculo en el programa DIPAV 2.3 en la cual los resultados son idénticos para cada tipo de vía. Ver los resultados en anexo "L"

Tabla 27
Resultado de reservorio de juntas y sellador

Apertura de la junta (mm)	Ancho de reservorio de junta (mm)	Profundidad mínima del sello (mm)	Profundidad mínima de corte de ampliación (mm)
2.6	5	3	13

Imagen 49 Diseño de juntas y sellador



Fuente: Elaboración propia

4.6 DISEÑO GEOMÉTRICO

El trazado geométrico se generó en Autodesk Civil 3D, aplicando los criterios y especificaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de la ABC y el Manual de Diseño de calles para las ciudades bolivianas. A continuación, se detallan los parámetros seleccionados para el proyecto.

4.6.1 Diseño geométrico de la vía

En adelante, se presenta la descripción del diseño geométrico desarrollado para el barrio moto taxi y castañal.

4.6.1.1 Clasificación de la vía

Para el presente proyecto se adoptó la clasificación funcional de vía colectora, conforme a los lineamientos establecidos por la normativa de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC). Este tipo de vía cumple la función de recolectar y distribuir el tráfico proveniente de vías locales hacia vías de mayor jerarquía, como arteriales o troncales. La elección se justifica por las características del tránsito vehicular observado en el tramo, el cual, si bien no presenta volúmenes elevados, cumple una función esencial en la conectividad entre barrios urbanos, facilitando el acceso a zonas residenciales y comerciales.

4.6.1.2 Velocidad de diseño

Si bien se ha establecido que la vía atraviesa una zona urbana ya establecida, para fines del diseño geométrico se ha adoptado parámetros para verificar una operación segura para 50 km/h. También se dispondrá de elementos de control de velocidad a lo largo de la vía y en los retornos determinados.

4.6.2 Parámetros del alineamiento horizontal

4.6.2.1 Radios mínimos para curva horizontales

De acuerdo con la Figura 27 del marco teórico, que establece los radios mínimos de curvatura en función de la velocidad de proyecto, se determinó que para una velocidad de

50 km/h el radio mínimo recomendado es de 80 m. Este valor responde a criterios de seguridad operacional establecidos por normas de diseño geométrico vial (como la ABC y las recomendaciones de AASHTO), los cuales buscan garantizar una adecuada visibilidad, comodidad del conductor y estabilidad del vehículo en curva.

4.6.2.2 Sobre elevación en curvas (peralte)

Para la velocidad de diseño de 50 Km/h, el manual de ABC indica que el peralte máximo debe ser de 7 %. La fricción transversal ha sido considerada con base en la velocidad, según la Figura 28 del marco teórico el con el coeficiente de fricción transversal calculado según la expresión del equilibrio del sistema vehículo calzada que es de fy = 0.182.

4.6.2.3 Vehículo tipo

En las curvas y zonas de maniobra, la geometría del diseño fue verificada considerando las dimensiones de tres tipos representativos de vehículos, con el objetivo de asegurar su desplazamiento eficiente y seguro. En el tramo comprendido entre la progresiva 0+000 y 1+100 se proyectó el tránsito de un camión semirremolque tipo WB-12, con una distancia entre ejes de 18,0 m, un largo total de 20,5 m y un ancho de 2,6 m. Este vehículo impone las condiciones más restrictivas al diseño geométrico, requiriendo sobreanchos adecuados en función del radio de giro de cada curva para permitir maniobras sin interferencias.

Entre las progresivas 1+100 y 2+600 se consideraron dos tipos adicionales de vehículos: un vehículo mediano, con una distancia entre ejes de 10,9 m, un largo total de 13,9 m y un ancho de 2,6 m; y un vehículo liviano, con una distancia entre ejes de 3,4 m, largo total de 5,8 m y ancho de 2,1 m. Ambos también condicionan la necesidad de sobreanchos específicos en tramos curvos, aunque en menor medida que el vehículo WB-12. La verificación geométrica se realizó conforme a los criterios de la normativa boliviana ABC, garantizando que todos los vehículos puedan circular sin restricciones en condiciones seguras y operativas.

El “ (MTC Diseño Geometrico, 2018), define el sobre ancho en función el vehículo tipo. cuyos resultados son producto del análisis geométrico de las trayectorias que describe el vehículo tipo considerado.

4.6.2.4 Curvas de transición

Considerando que se trata del diseño de una avenida urbana con una velocidad de diseño baja, no es necesaria la implementación de curvas de transición.

4.6.2.5 Elementos geométricos Alineamiento Horizontal

No se requiere alineamiento horizontal, elementos de curva circular ya que el trazo es una tangente y no se tiene PI en diseño elaborado para el barrio moto-taxi y castañal.

4.6.3 Elementos Geométrico de alineamiento vertical

4.6.3.1 Pendiente longitudinal

De acuerdo con la Figura 32 del marco teorico, las pendientes longitudinales máximas admisibles están determinadas en función de la categoría de la carretera y la velocidad de proyecto, estableciéndose un valor límite de 9 % para el tramo en estudio. Sin embargo, en las zonas específicas correspondientes a las obras de drenaje, particularmente en el acceso al puente tipo cajón, se identificó una pendiente puntual del 12 %. Esta condición responde a restricciones topográficas del terreno y requiere una velocidad operativa reducida, estimada en 30 km/h, para garantizar condiciones adecuadas de seguridad y confort vehicular. La pendiente adoptada, aunque superior al valor estándar, se encuentra dentro de los márgenes tolerables bajo criterios técnicos de diseño en tramos cortos y con control de velocidad.

En cuanto a la pendiente longitudinal mínima, se ha adoptado el criterio descrito en el Manual de Diseño Geométrico de la ABC, que establece que es deseable proveer una pendiente longitudinal mínima de 0.5 %.

4.6.3.2 Pendiente transversal (Bombeo)

En el diseño del tramo vial se adoptó una pendiente transversal o bombeo del 3 %, en concordancia con las recomendaciones establecidas en la Figura 33 del marco teórico, con el objetivo de optimizar el escurrimiento superficial y garantizar la eficiencia del drenaje. Esta decisión técnica se sustenta además en los valores de intensidad de precipitación registrados para el área de estudio, donde se determinó una intensidad de 100 mm/h para el período de

retorno considerado. Dicho valor hidrológico justifica la necesidad de un bombeo mayor al estándar, asegurando así el desempeño hidráulico adecuado de la calzada y la mitigación de riesgos asociados a la acumulación de agua.

4.6.3.3 Curvas verticales

Las tangentes del alineamiento vertical han sido vinculadas mediante curvas verticales parabólicas de segundo grado, conforme a los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de la ABC. La Figura 34 presenta el parámetro de curvatura vertical "K", el cual constituye un valor adimensional que permite calcular la longitud de la curva vertical en función de la diferencia de pendientes de entrada y salida, también expresadas en forma adimensional.

Cabe aclarar que el parámetro adimensional "K", propuesto por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de la ABC, se aplica sobre la diferencia de pendiente longitudinal, la cual también se expresa de manera adimensional. Por ejemplo:"

- Pend. Entrada -0.9% - Pend. Salida -0.56%
- Diferencia de pendientes (adimensional): m= -0.09 – (-0.56) = 0.34
- Longitud de Curva Vertical: L = **k** x m = 1100 x 0.34→ L= 374 m

El manual de diseño geométrico de ABC indica también que: "Toda vez que la deflexión θ es igual o mayor que 0,5% = 0,005 m/m, se deberá proyectar una curva vertical para enlazar las rasantes. Bajo esta magnitud se podrá prescindir de la curva de enlace ya que la discontinuidad es imperceptible para el usuario". Este criterio es aplicado en el diseño como se observa en las tablas de elementos geométricos del alineamiento vertical.

4.6.3.4 Longitud mínima de curva vertical

De acuerdo al manual de la ABC, por condición de comodidad y estética, la longitud mínima de las curvas verticales está dada por:

$$2\,T(m) \geq \left|V_p(km/h)\right|$$

Es decir, el desarrollo mínimo de la curva vertical será el correspondiente al número de metros que representa la velocidad de proyecto de la carretera, expresada en Km/h. Es de esta manera que la longitud mínima para las curvas verticales del diseño será igual a 50 m.

4.6.3.5 Taludes

De acuerdo al MDG numeral 3.3.3.2, "Taludes de terraplén con inclinaciones comprendidas entre 1:3 y 1:4 (V:H), se consideran "transitables", es decir un vehículo que se salga de la plataforma puede en la mayoría de los casos descender por el talud sin volcarse, y si en dicho trayecto y al pie del terraplén no existen obstáculos, y el terreno presenta una inclinación menor o del orden de un 5%, en definitiva, el vehículo podrá ser detenido minimizando la severidad del accidente".

En este sentido y considerando que el tramo se encuentra en una zona urbana bastante poblada. Se tiene delimitado por cordones de acera por lo cual no se considera el talud.

4.6.3.6 Resumen de Parámetros de diseño geométrico

Para la elaboración del diseño geométrico de la vía, se consideran los parámetros horizontales y verticales establecidos en función del tipo de infraestructura (doble vía o vía única) y las condiciones de operación vehicular.

Tabla 28
Diseño geométrico Parámetros Horizontales

	Parámetros Horizontales					
Progresiva	Velocidad de proyecto Km/h	Radio mínimo (m)	peralte (%)	Vehículo tipo	Radios Máximo exterior (m)	Radios Mínimo interior (m)
0+00 hasta 1+100	50	80	7%	Semi-remolque	14.26	4.19
1+100 hasta 2+600	50	80	7%	Mediano	14.31	7.59
2+600 hasta 3+100	50	80	7%	Liviano	7.88	4.54

Tabla 29

Diseño geométrico Parámetros Verticales

Parámetros Vertical						
Tipo de vía	Velocidad de proyecto Km/h	Pendiente longitudinal máxima	Pendiente longitudinal mínima	Pendiente del bombeo	Curvas convexas Kv	Curvas cóncavas Kv
doble vía	50	12 (%)	0.5 (%)	3 (%)	1100	1000
vía única	50	12 (%)	0.5 (%)	3 (%)	950	1000

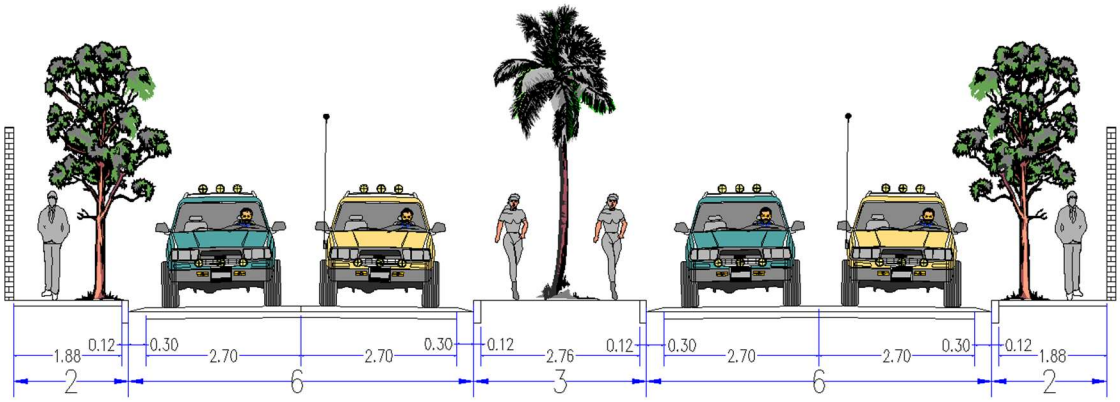
4.6.4 Diseño transversal

El perfil transversal de la vía se generó en Autodesk Civil 3D mediante el ensamblaje de alineamientos y secciones tipo (“assembly”). Se definieron varias configuraciones de ancho de calzada y bermas adaptadas al entorno urbano. A continuación, se presentan los distintos anchos de vía incorporados en el diseño transversal.

4.6.4.1 Sección tipo 1

Sección tipo adoptada del diseño en el trazo vial de la progresiva 0+00 hasta 0+300, contempla en cada dirección tiene dos carriles para transporte urbano de 2.7 m cada uno, cuatro cunetas de 0.30 m, una jardinera central de 3.0 metros y dos aceras de 2 metros, teniendo una longitud total de 19 (m) total de vía Al tratarse del diseño de una avenida netamente urbana, no se consideró la incorporación de bermas internas ni externas.

Imagen 50 Perfil de vía de Tipo 1

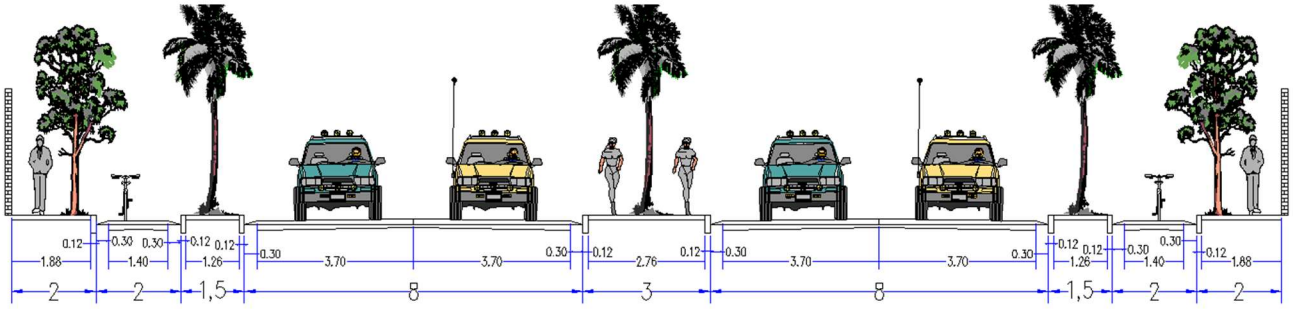


Fuente: Elaboración propia mediante el programa Autodesk Civil 3D

4.6.4.2 Sección tipo 2

Sección tipo adoptada del diseño en el trazo vial de la progresiva 0+300 hasta 0+600, contempla en cada dirección tiene dos carriles para transporte urbano de 3.7 m cada uno, cuatro cunetas de 0.30 m, una jardinera central de 3.0 metros, dos acera de 2 metros, dos ciclovías de 2 metros y dos acera intermediaria entre la ciclovía y la vía de 1.5 metros, teniendo una longitud total de 30 (m) total de vía Al tratarse del diseño de una avenida netamente urbana, no se consideró la incorporación de bermas internas ni externas.

Imagen 51 Perfil de vía de Tipo 2

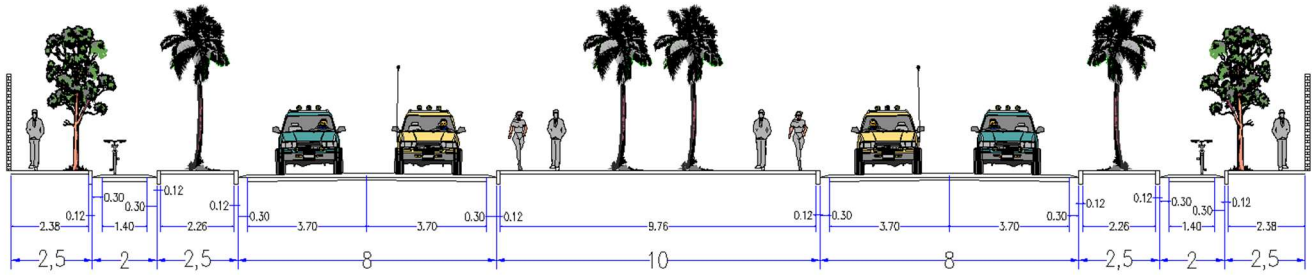


Fuente: Elaboración propia mediante el programa Autodesk Civil 3D

4.6.4.3 Sección tipo 3

Sección tipo adoptada del diseño en el trazo vial de la progresiva 0+600 hasta 1+050, contempla en cada dirección tiene dos carriles para transporte urbano de 3.7 m cada uno, cuatro cunetas de 0.30 m, una jardinera central de 10 metros, cuatro acera de 2.5 metros, dos ciclovías de 2 metros, teniendo una longitud total de 40 (m) total de vía Al tratarse del diseño de una avenida netamente urbana, no se consideró la incorporación de bermas internas ni externas.

Imagen 52 Perfil de vía de Tipo 3

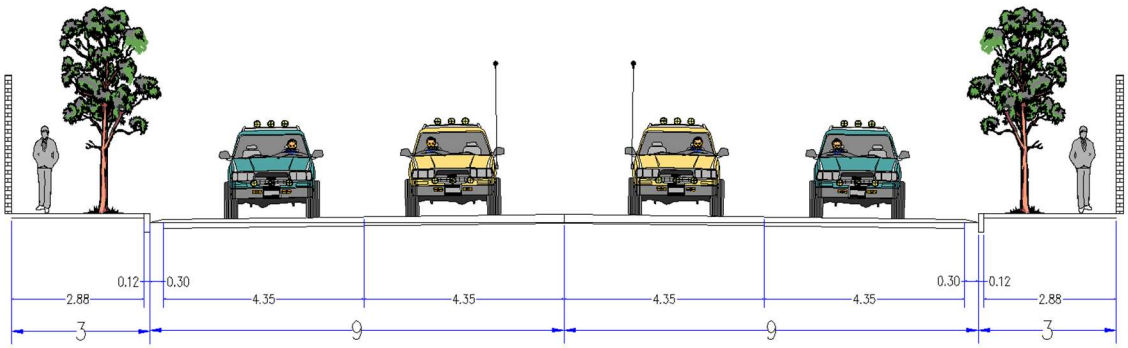


Fuente: Elaboración propia mediante el programa Autodesk Civil 3D

4.6.4.4 Sección tipo 4

Sección tipo adoptada del diseño en el trazo vial de la progresiva 1+050 hasta 1+400, contempla en cada dirección tiene dos carriles para transporte urbano de 4.35 m cada uno, dos cunetas de 0.30 m, dos aceras de 3 metros, teniendo una longitud total de 24 (m) total de vía Al tratarse del diseño de una avenida netamente urbana, no se consideró la incorporación de bermas internas ni externas.

Imagen 53 Perfil de vía de Tipo 4

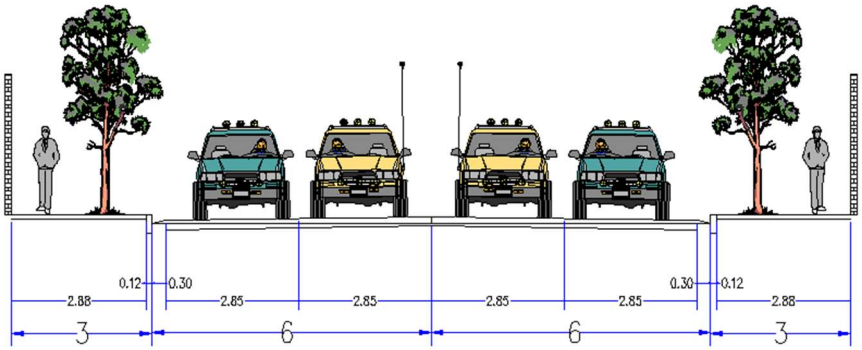


Fuente: Elaboración propia mediante el programa Autodesk Civil 3D

4.6.4.5 Sección tipo 5

Sección tipo adoptada del diseño en el trazo vial de la progresiva 1+400 hasta 2+500, contempla en cada dirección tiene dos carriles para transporte urbano de 2.85 m cada uno, dos cunetas de 0.30 m, dos aceras de 3 metros, teniendo una longitud total de 18 (m) total de vía Al tratarse del diseño de una avenida netamente urbana, no se consideró la incorporación de bermas internas ni externas.

Imagen 54 Perfil de Vía de Tipo 5

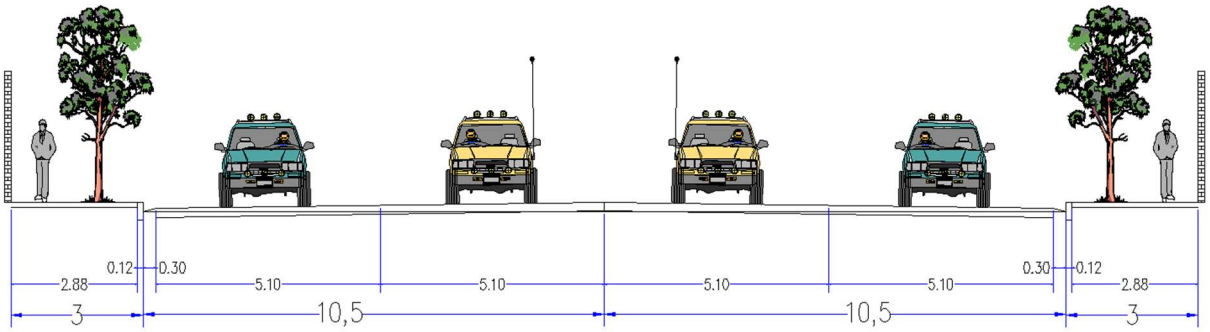


Fuente: Elaboración propia mediante el programa Autodesk Civil 3D

4.6.4.6 Sección tipo 6

Sección tipo adoptada del diseño en el trazo vial de la progresiva 2+500 hasta 2+650, contempla en cada dirección tiene dos carriles para transporte urbano de 5.10 m cada uno, dos cunetas de 0.30 m, dos aceras de 3 metros, teniendo una longitud total de 27 (m) total de vía Al tratarse del diseño de una avenida netamente urbana, no se consideró la incorporación de bermas internas ni externas.

Imagen 55 Perfil de vía de Tipo 6

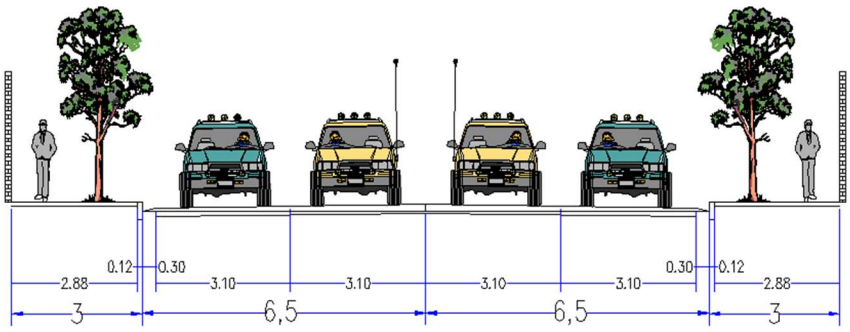


Fuente: Elaboración propia mediante el programa Autodesk Civil 3D

4.6.4.7 Sección tipo 7

Sección tipo adoptada del diseño en el trazo vial de la progresiva 2+650 hasta 2+900, contempla en cada dirección tiene dos carriles para transporte urbano de 3.10 m cada uno, dos cunetas de 0.30 m, dos aceras de 3 metros, teniendo una longitud total de 19 (m) total de vía Al tratarse del diseño de una avenida netamente urbana, no se consideró la incorporación de bermas internas ni externas.

Imagen 56 Perfil de vía de Tipo 7

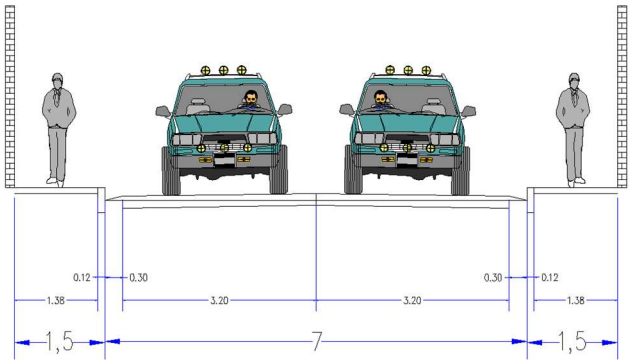


Fuente: Elaboración propia mediante el programa Autodesk Civil 3D

4.6.4.8 Sección tipo 8

Sección tipo adoptada del diseño en el trazo vial de la progresiva 2+900 hasta 3.025, contempla en cada dirección tiene un carril para transporte urbano de 3.2 m cada uno, dos cunetas de 0.30 m, dos aceras de 1.5 metros, teniendo una longitud total de 10 (m) total de vía Al tratarse del diseño de una avenida netamente urbana, no se consideró la incorporación de bermas internas ni externas.

Imagen 57 Perfil de vía de Tipo 8

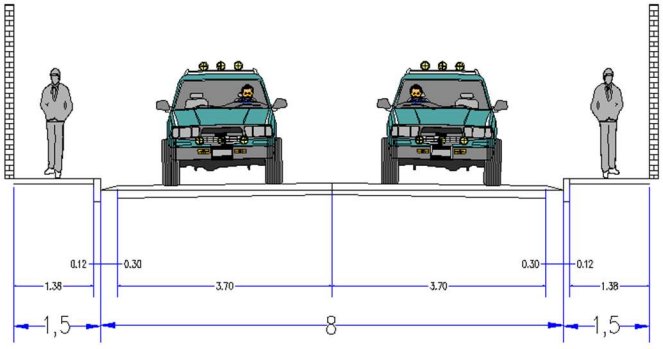


Fuente: Elaboración propia mediante el programa Autodesk Civil 3D

4.6.4.9 Sección tipo 9

Sección tipo adoptada del diseño en el trazo vial de la progresiva 3+025 hasta 3.163, contempla en cada dirección tiene un carril para transporte urbano de 3.7 m cada uno, dos cunetas de 0.30 m, dos aceras de 1.5 metros, teniendo una longitud total de 11 (m) total de vía Al tratarse del diseño de una avenida netamente urbana, no se consideró la incorporación de bermas internas ni externas.

Imagen 58 Perfil de vía de Tipo 9



Fuente: Elaboración propia mediante el programa Autodesk Civil 3D

4.7 PRESUPUESTO GENERAL

Para la preparación del presupuesto general del proyecto, se realizaron sistemáticamente los estudios de costos mediante la elaboración de un metrado detallado, el cual permitió cuantificar cada uno de los rubros necesarios para la ejecución del diseño estructural del pavimento rígido. Posteriormente, se efectuó el análisis de precios unitarios (APU), considerando los insumos de materiales, mano de obra, equipos y herramientas, de acuerdo con las tarifas actuales y los rendimientos técnicos establecidos.

En complemento, se generaron los planos técnicos de apoyo, entre los que se incluyen el plano de metrado, las secciones transversales y longitudinales del tramo vial, los cuales respaldan gráficamente tanto el diseño como la estimación de cantidades. Finalmente, se estructuró un cronograma de ejecución de 12 meses calendario basado en la secuencia lógica de actividades y su duración estimada, lo que permite planificar eficientemente los recursos y los tiempos del proyecto. Todos estos documentos pueden consultarse en los Anexos N al O.

Tabla 30
Presupuesto general del proyecto

PRESUPUESTO GENERAL	
Obras Preliminares	72 081.08 Bs
Componente Vial	27 781 908.35 Bs
Señalización	320 893.39 Bs
Obras Complementaria	6 941.45 Bs
Supervisión de obra	1 409 091.21 Bs
Precio Total De La Obra	29 509 915.48 Bs

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El levantamiento topográfico se lo realizo mediante estación total permitió caracterizar con precisión el relieve ondulado del terreno, identificando pendientes de hasta 12 %. Esta información se puede verificar en el Anexo “M”. que permitió definir con exactitud las cotas del terreno natural y optimizar la planificación de la infraestructura vial.

Con el estudio de tránsito vehicular se caracterizo con precisión el flujo y la tipología vehicular del tramo, aplicando aforos audiovisuales y factores de ajuste según normativa AASHTO. La distribución de cargas generó 1 509 453 ejes equivalentes para la doble vía y 2 096 463 ejes equivalentes para la vía simple, lo que permitió dimensionar adecuadamente la estructura del pavimento rígido. Estos resultados garantizan un diseño coherente con las condiciones reales de carga, respaldando la eficiencia y durabilidad de la infraestructura vial.

El estudio geotécnico identificó suelos de clasificación A-6 y A-7 (según AASHTO), con alto contenido de arcilla. Por ello, el CBR de diseño presenta baja capacidad portante (CBR = 6%) y elevada plasticidad (IP > 20%), lo que los hace inadecuados como subrasante. Para mitigar riesgos de expansión y deformación plástica, se propuso un reemplazo estratigráfico con material granular del banco de préstamo N°1, ubicado en la comunidad de Alto Bahía (CBR = 20%), lo que asegura una capa de soporte estable para el pavimento.

El estudio hidrológico permitió generar una curva IDF confiable ($I = 401.46 \cdot T \cdot 0.136/D \cdot 0.616$), coherente con modelos previos de la región, lo que respalda su validez. Con esta curva, se estimaron intensidades de lluvia de hasta 93.20 mm/h, obteniendo caudales de diseño de 17.99 m³/s para la cuenca del puente Moto Taxi y 59.94 m³/s para Roberto Rojas. Ambos puentes, con base de 7.47 m y 9.30 m respectivamente, operan por debajo del 40 % de su capacidad hidráulica, lo que garantiza su eficiencia ante eventos extremos. El sistema de drenaje superficial, compuesto por cunetas triangulares de 0.30 m de ancho y 0.15 m de altura y sumideros ubicados según pendientes y microcuencas, fue dimensionado para captar

eficientemente el escurrimiento superficial. En conjunto, los resultados evidencian un diseño técnico sólido y adecuado a las condiciones locales.

El diseño del pavimento rígido, basado en el método AASHTO 93 y modelado con DIPAV 2.3, responde adecuadamente a las condiciones del proyecto, considerando un periodo de diseño de 20 años, un tránsito acumulado de 4,192,926 ESALs, y una confiabilidad del 85 %. Se adoptó una losa de 16 a 17 cm de espesor, sobre una base mejorada con suelo cemento de 5% de 20 cm y subrasante de 30 cm, con resistencia de hormigón de 250 kg/cm² y un módulo de ruptura de 636.2 psi. La subrasante, con un CBR de 15 %, generó un coeficiente de reacción de 79.69 MPa/m, adecuado para soportar las cargas previstas. 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. En conjunto, el diseño garantiza durabilidad y eficiencia del pavimento bajo condiciones urbanas.

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 50 km/h, definiéndose radios mínimos de 80 m, peraltes del 7 % y un bombeo transversal de 3 % para garantizar una evacuación eficiente del agua superficial, en respuesta a intensidades de lluvia de hasta 100 mm/h. El alineamiento vertical incorporó curvas parabólicas de segundo grado y pendientes de hasta 12 % en zonas puntuales, justificadas por restricciones topográficas. La geometría fue verificada para vehículos tipo WB-12, mediano y liviano, con sobreanchos adecuados según las trayectorias. Asimismo, se definieron nueve secciones tipo, adaptadas a la funcionalidad urbana y a las condiciones específicas de cada tramo, asegurando una infraestructura vial segura, operativa y normativamente coherente.

Se consolidó el presupuesto general del proyecto, desglosado por ítems según las fases de obras preliminares, componente vial, señalización y obras complementarias, alcanzando un total de Bs. 34 474 527,45. Asimismo, se elaboró un cronograma detallado de ejecución, estableciendo un plazo de [12 meses], estructurado en actividades secuenciales alineadas con la disponibilidad de recursos y la lógica constructiva. Esta planificación financiera-temporal,

fundamentada en precios unitarios vigentes y análisis de tiempos de obra, garantiza la viabilidad y el control riguroso de costos y plazos durante la implementación del pavimento rígido.

5.2 RECOMENDACIONES

Considerando los resultados obtenidos en el presente proyecto se recomienda:

- Si el proyecto fuese ejecutado, se recomienda gestionar cuidadosamente el cronograma de trabajo. Durante el desarrollo de la investigación, se evidenció que la elaboración del diseño estructural y la redacción del informe demandaron más tiempo del inicialmente previsto, lo cual resalta la importancia de planificar cada etapa con márgenes adecuados y realizar un seguimiento periódico del avance. Una gestión eficiente del tiempo permitió incorporar observaciones, realizar ajustes necesarios y mejorar la calidad final del documento.
- Adicional; se recomienda establecer un plan de mantenimiento preventivo del pavimento a lo largo de su vida útil. Esto incluye inspecciones periódicas para sellar juntas deterioradas y fisuras incipientes (evitando la infiltración de agua que pueda dañar la subestructura), así como la reparación oportuna de losas agrietadas. Cabe destacar que un mal mantenimiento de las juntas. Por ejemplo, dejarlas sin sellado es una de las principales causas de grietas y fallas prematuras en pavimentos de hormigón.
- Se recomienda a los futuros graduantes, realizar una investigación exhaustiva previa al trabajo de campo, que incluya estudios detallados de tránsito, mecánica de suelos y topografía. Esta etapa preliminar es fundamental para comprender las condiciones reales del tramo y planificar adecuadamente las actividades posteriores. Contar con información clara y representativa desde el inicio permite evitar errores, retrabajos o pérdidas de tiempo durante la ejecución de ensayos en campo y en laboratorio, lo que a su vez garantiza que el diseño se base en parámetros técnicos confiables, como el valor de CBR, el módulo de reacción de la subrasante y las cargas vehiculares proyectadas.

CAPITULO VI

6 BIBLIOGRAFÍA

AASHTO 93. (2005). *DISENO DE PAVIMENTO METODO.* Academia Accelerating the worlds research.

ABC, M. (2021). *Manual de hidrologia y drenaje.* Bolivia: Manuales Técnicos para el Diseño de Carreteras en Bolivia.

ABC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito. (2005). *Manual de Dispositivos de Control de Tránsito.* bolvia: Administradora Boliviana de Carreteras.

Alvarracin villa, D., & Quito Panza , M. (2024). *Diseño Geometrico y estructural de pavimento de la via san cristobal-malima de la abscisa 2+900 hasta la abscisa 5+800 Km Perteneciente al canton paute provincia del azuay.* ecuador: Universidad politecnica salesiana.

ASTM, A. (2017). *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.* Estados unidos: ASTM International.

Ballesteros Campillo, J. A. (31 de Octubre de 2021). *Youtube*. Obtenido de Sistema de drenaje urbano: https://www.youtube.com/watch?v=gUVsiiSyjqc

Castro-Vásquez, M. G., Castro-Vásquez, A. L., & Castro-Vásquez, G.-V. P. (2020). Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento. *Polo del conocimiento*, 642-643.

CATARI GARCIA, N. (2022). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON ESTABILIZACIÓN DE SUELO – CEMENTO EN LACAPA BASE AV. GUILLERMO FRÍAS VALENCIA - MECAPACA MUNICIPIO DE MECAPACA.* LA PAZ – BOLIVIA: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES FACULTAD DE TECNOLOGIA CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES.

Condarco A., P. (2016). ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTO PARA UN ESTUDIO DE CARGA POR EJE. *INSTITUTO DE TRASPORTE Y VIAS DE COMUNICACION*, 8-9.

Cordero, E. O. (2021). *Diseño de Pavimento Rígido "Paso Fronterizo Tambo Quemado – Oruro".* bolivia-oruro: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Tecnología, Carrera de Construcciones Civiles.

Cordoba Maquilon, J. (2020). *Volumen de Transito.* Sliadeshare.

Correa Montoya, M. (2020). *manual de diseño de vias urbanas.* UNIVERSIDAD EAFIT.

Decreto Supremo , N. (1998). red municipal. *lexivox*, (págs. 3-4). Bolivia.

Fernandez, P. (2021). En *Importancia del drenaje en la estabilidad de pavimentos viales* (págs. 112-127). Revista de Infraestructura y Transporte.

Fernández, P., & López, J. (2015). Diseño y comportamiento de capas de rodadura en pavimentos urbanos. *Revista de Ingeniería Vial*, 12(3), 45-60.

Gomez, P., & Ramirez, S. (2016). *Diseño estructural de pavimentos: Principios y aplicaciones.* Editorial Técnica Vial.

González, R. (2020). *Estructuras de pavimentos: Composición y comportamiento.* Técnica Vial.

Gutierrez, R. t. (2015). Informe Geotécnico. *Mejoramiento vial con pavimento rígido Av. Acre.*

INE, I. (2023). *Estadísticas de parque automotor y población.* Bolivia: INE.

INVIAS, I. (2018). *analisis estadistico de los valores de la resistencia de la subrasante.* Colombia: INVIAS.

Leica Geosystems. ((s.f.)). *Leica TC405*. Obtenido de Technical Data: https://leica-geosystems.com

Leon Bobadilla, A. I. (4 de diciembre de 2021). *Reseña historica de la evolucion de los pavimentos en la edad antigua de la historia universal*. Obtenido de Slidesshare:

https://es.slideshare.net/slideshow/evolucin-de-los-pavimentos-en-la-edad-antigua-de-la-historia-univerdal/250782934?utm_source=chatgpt.com#1

Ley N°441, B. (2013). *Ley de control de pesos y dimensiones vehiculares en la Red Vial Fundamental, 26 de noviembre de 2013.* La Paz: LA ASAMBLEA LEGISLATIVA PLURINACIONAL.

Lopez, R., & Fernandez , J. (2018). *Ingeniería de pavimentos: Materiales y técnicas de construcción.* Universidad Nacional de Ingeniería.

Magan, B., Jackeline, T., Baca, V., & Yuri, R. (2023). *Diseño estructural de pavimento rígido de la avenida principal Julián Arce, distrito Laredo, La Libertad.* TRUJILLO – PERÚ: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL.

Maidment R, D., & Mays W, L. (2000). *Hidrologia aplicada ven te chow.* colombia: Martha Edna Suarez R.

Martínez, L. (2018). Factores de desgaste en capas de rodadura y su impacto en la seguridad vial. *Universidad Nacional de Ingeniería*.

MTC Diseño Geometrico, m. d. (2018). *Manual de carretera Diseño geometrico.* Peru: MTC.

MTC, M. d. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.* peru: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

Navarro Hudiel, S., & Bustamante Arteaga, F. (2021). *CÁLCULO DE TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁNSITO PARA PROYECCIONES DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL EN NICARAGUA.* El HIGO revista de ciencia y tecnologia.

NB 688, N. (2007). *Reglamento Tecnico de diseño de sistema de alcantarrillado sanitario y pluvial.* Bolivia: Reglamento Nacional.

ORE HUAMAN, M., & QUICHCA SOTACURO, W. (2021). ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO

TOPOGRÁFICO (ESTACIÓN TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA. Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DEHUANCAVELICA.

Perez, F. (11 de Diciembre de 2023). *Cementos Torices*. Obtenido de Cementos Torices: https://cementostorices.com/blog/construccion/que-es-el-pavimento-tipos-y-caracteristicas/

PHANTOM. (2024). *Transporte 1 UJCV*. Obtenido de el transito promedio diario anual: https://transpote1ujcv.blogspot.com/2011/02/el-transito-promedio-diario-anual-tpda.html

Prefabricados Jara. ((s.f.)). *Diferencias entre pavimentos flexibles y pavimentos rígidos*. Obtenido de Prefabricados Jara: https://www.prefabricadosjara.com/diferencias-entre-pavimentos-flexibles-y-pavimentos-rigidos/?utm_source=chatgpt.com

Ruiz, M., & Torres, C. (2017). Pavimentos rígidos y flexibles: Comparación y análisis de desempeño estructural. Revista de Infraestructura y Transporte.

Santamaria Peña, J. (2005). *Manual de practicas de topografia y cartografia.* colombia: universidad de la rioja.

Torrez, C. (2020). Efectos del drenaje en la estabilidad de los pavimentos. Revista de Infraestructura Vial.

U.N.A.M. ((s.f.)). *Teoria de Flujo Vehicular*. Obtenido de http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/417/A4.pdf

UMSS, U. (2020). *manual completo de diseño de pavimento.* cochabanba: Facultad de ciencia y tecnologia.

CAPITULO VII

7 ANEXOS

7.1 Anexo “A”: Recolección de Bench Marks (BM)



MONOGRAFÍA PUNTO GEOREFERENCIADO

Entidad Ejecutora:	CONSULTORIA MAKY				
Proyecto:	S/N	Nombre del Punto:	SP-1	Código del Punto	SP-1
LOCALIZACION DEL PUNTO					
País	Provincia	Cantón	Municipio	Sitio	
BOLIVIA	NICOLAS SUAREZ		Cobija	CAMPUS SAN PEDRO UAP	
CONTROL HORIZONTAL					
Datum Horizontal:	WGS – 84	Epoca de Referencia		Orden: C. Tercero	
Coordenadas Geograficas			Coordenadas UTM:		
Latitud (° ' ")	11°00'41.50789"S	Zona:	19 L	Fecha de determinación: 03 - 06- 2024	
Longitud (° ' ")	68°47'05.94228"W	Norte (m)	8782737.274		
Altura Elipsoidal (m)	259.850	Este (m)	523488.316		
CONTROL VERTICAL					
Datum Vertical:		Elevación (m):		Tipo de Nivelación:	
NIVEL MEDIO DEL MAR		259.850m			

CROQUIS

FOTOGRAFIA PANORAMICA

ACCESIBILIDAD	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA: SP - 1	
	MATERIALIZACIÓN	ESTADO
Para dirigirnos al punto PS-1, en la ciudad de Cobija nos dirijimos hacia la Urb. San Pedro, dentro del Campus Universitario entrando por la puerta principal hacia la derecha en plena esquina sobre la jardinera se encuentra ubicado el mojon.	MOJON TIPO I	BUENO

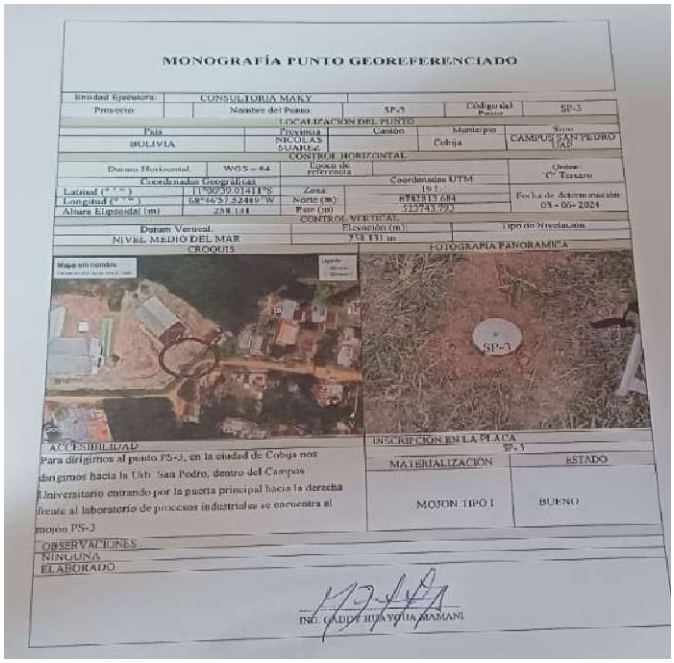
OBSERVACIONES

NINGUNA

ELABORADO

ING. GADDY HUAYCUJI MAMANI

BM – 01
Ubicación: provincia NICOLAS SUAREZ, municipio cobija, sitio CAMPUS SAN PEDRO UAP.
Cota asignada: 259,850 m. (Nivel medio del mar).
Observaciones: En buen estado, visible y accesible.
Coordenadas UTM: X: 523488.316 –
Y: 8782737.274 (Zona 19 L).



MONOGRAFÍA PUNTO GEOREFERENCIADO

Entidad Ejecutora:	CONSULTORIA MAKY				
Proyecto:		Nombre del Punto:	SP-3	Código del Punto	SP-3
LOCALIZACION DEL PUNTO					
País	Provincia	Cantón	Municipio	Sitio	
BOLIVIA	NICOLAS SUAREZ		Cobija	CAMPUS SAN PEDRO UAP	
CONTROL HORIZONTAL					
Datum Horizontal:	WGS – 84	Epoca de Referencia		Orden: C. Tercero	
Coordenadas Geograficas			Coordenadas UTM:		
Latitud (° ' ")	11°00'39.91411"S	Zona:	19 L	Fecha de determinación: 03 - 06- 2024	
Longitud (° ' ")	68°46'57.52489"W	Norte (m)	8782813.684		
Altura Elipsoidal (m)	258.181	Este (m)	523745.793		
CONTROL VERTICAL					
Datum Vertical:		Elevación (m):		Tipo de Nivelación:	
NIVEL MEDIO DEL MAR		258.181 m			

CROQUIS

FOTOGRAFIA PANORAMICA

ACCESIBILIDAD	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA: SP-3	
	MATERIALIZACIÓN	ESTADO
Para dirigirnos al punto PS-3, en la ciudad de Cobija nos dirigimos hacia la Urb. San Pedro, dentro del Campus Universitario entrando por la puerta principal hacia la derecha frente al laboratorio de procesos industriales se encuentra el mojon PS-3	MOJON TIPO I	BUENO

OBSERVACIONES

NINGUNA

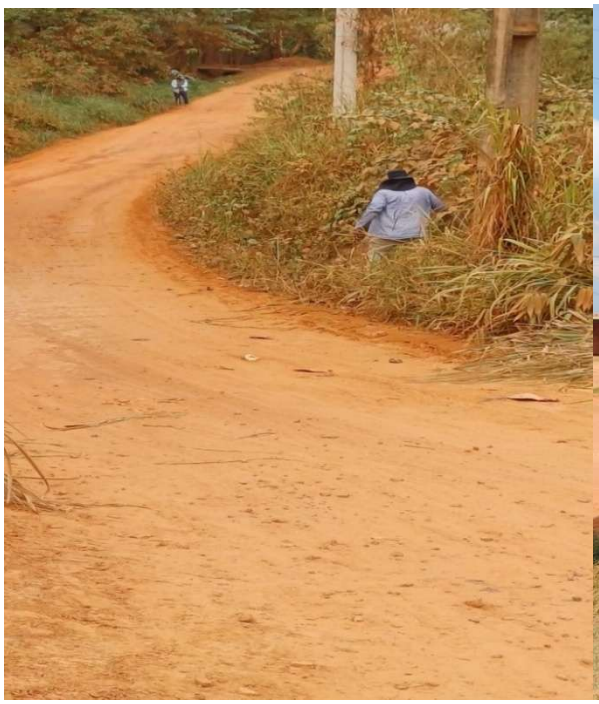
ELABORADO

ING. GADDY HUAYCUJI MAMANI

BM – 02
Ubicación: provincia NICOLAS SUAREZ, municipio cobija, sitio CAMPUS SAN PEDRO UAP.
Descripción: En buen estado, visible y accesible.
Cota asignada: 258.879 m.
Coordenadas UTM: X: 523663.786-
Y: 8782775.227 (Zona 19 L).
Observaciones: Útil como BM auxiliar para replanteos locales.

7.2 Anexo “B”: Levantamiento Topográfico

Levantamiento topográfico en el área del proyecto, utilizando estación total, evidenciando el trabajo realizado y las condiciones del terreno al momento del estudio.









7.3 Anexo “C” Estudio De Suelo

Se realizó la excavación manual de calicatas en el **PK 0+100** con el propósito de recolectar muestras representativas del suelo existente.





Se realizó la excavación manual de calicatas en el **PK 0+600** con el propósito de recolectar muestras representativas del suelo existente.





Se realizó la excavación manual de calicatas en el **PK 1 + 100** con el propósito de recolectar muestras representativas del suelo existente.



Se realizó la excavación manual de calicatas en el **PK 1 + 600** con el propósito de recolectar muestras representativas del suelo existente.



Se realizó la excavación manual de calicatas en el **PK 2 + 100** con el propósito de recolectar muestras representativas del suelo existente.





Se realizó la excavación manual de calicatas en el **PK 2 + 600** con el propósito de recolectar muestras representativas del suelo existente.





Se realizó la excavación manual de calicatas en el **PK 3 +100** con el propósito de recolectar muestras representativas del suelo existente.



7.4 Anexo “D” aforo vehicular

El aforo vehicular se realizó mediante el uso de **cámaras de videograbación** posicionadas en puntos estratégicos a lo largo del tramo vial en estudio.



7.5 Anexo “E” Trabajo en laboratorio

7.5.1 Clasificación de limite liquido y plástico



7.5.2 Granulometría de suelo natural



7.5.3 Ensayo de Proctor modificado de suelo natural



7.5.4 Ensayo de CBR (California Bearing Ratio) de suelo natural




56-B
25
56-B

7.6 Anexo “F” Resultado de Ensayo de Suelo

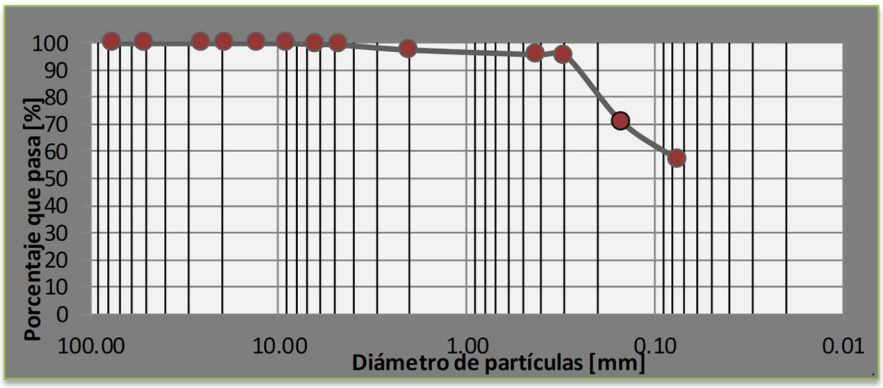
7.6.1 Progresiva 0+100

ENSAYO DE GRANULOMETRIA			
Proyecto	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal		
Cordenadas UTM	19S 523722.285	8780917.39	264.80
Fecha:	20 de Agosto de 2024		

Descripcion	datos
Masa Recipiente(g)	53.25
M. Muestra seca + Recipiente(g)	506.90
M. Muestra seca WS :	453.65
Muestra seca reten. en el Nº 200 después del lavado(g)	197.60

ANALISIS GRANULOMETRICO

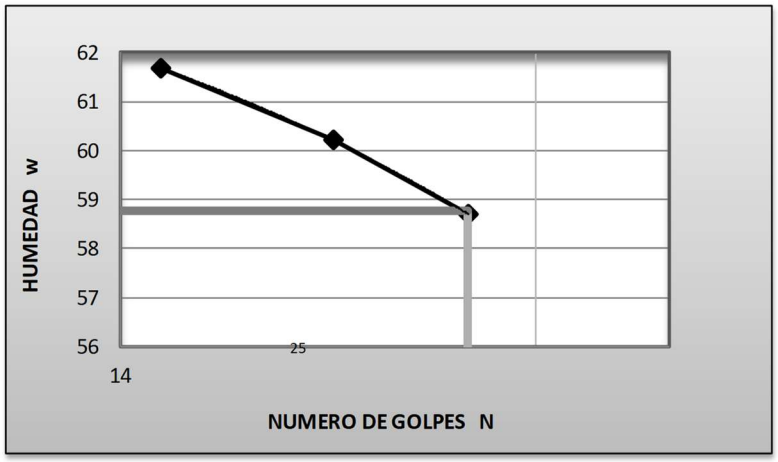
Nº Tamiz	Diámetro (mm)	Masa ret.(g)	% retenido	% que pasa
3"	76.20	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	13.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.30	1.55	0.34	99.66
4.00	4.75	0.95	0.55	99.45
10.00	2.00	8.45	2.41	97.59
40.00	0.43	7.90	4.16	95.84
50.00	0.30	1.35	4.45	95.55
100.00	0.15	112.05	29.15	70.85
200.00	0.08	63.70	43.19	56.81
Bandeja	0.00	1.65	100.00	0.00



grava	0.01 %
arena	42.64 %
finos	56.81 %

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas	19 S	523722.29	8780917.39	264.80
Fecha:	24 de Agosto de 2024			

LÍMITE LÍQUIDO				
Descripcion	**Datos**			
Número de contenedor	32	31	26	22
Masa de contenedor [g]	23.75	18.80	17.90	22.15
Número de golpes	15.00	20.00	25.00	32.00
suelo húmedo + contenedor [g]	38.30	32.90	32.50	37.15
suelo seco + contenedor [g]	32.75	27.60	27.10	31.75
Masa de suelo seco [g]	3.70	4.29	4.05	3.96
Masa de agua [g]	1.43	1.63	1.52	1.45
Contenido de humedad [%]	38.60	38.00	37.50	36.60



LÍMITE PLÁSTICO			
Número de contenedor	36	28	107
Masa de contenedor [g]	17.35	18.55	10.65
suelo húmedo + contenedor [g]	18.60	19.70	11.80
suelo seco + contenedor [g]	18.25	19.40	11.50
Masa de suelo seco [g]	1.57	1.51	1.26
Masa de agua [g]	0.34	0.32	0.27
Contenido de humedad [%]	21.70	21.20	21.40

Descripción:	Limo Elastico con arena
LÍMITE PLÁSTICO	36.49 %
ÍNDICE DE PLASTICDAD	22.29 %
LIMITE LIQUIDO	58.78 %

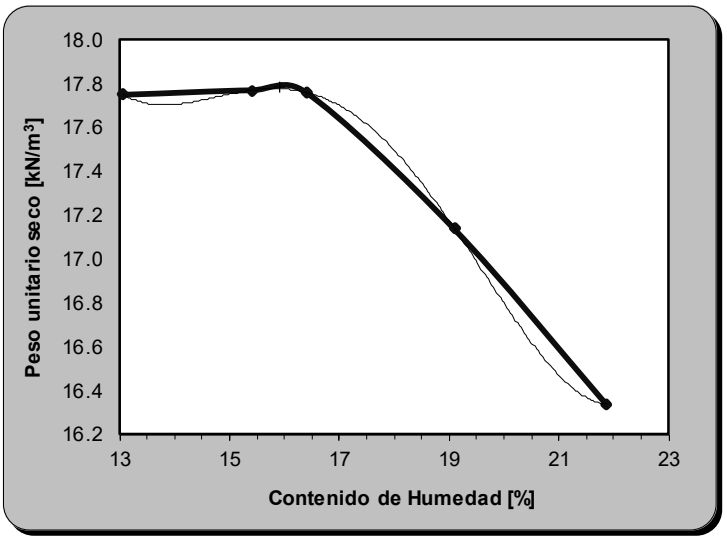
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas	19 S	523722.29	8780917.39	264.80
Fecha:	24 de Agosto de 2024			
Tipo de muestra:	A - 7 - 6			

Descripcion	Datos				
Medición No.	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Masa molde + suelo [g]	6168.00	6210.00	6226.00	6201.00	6153.00
Masa molde [g]	4245.00	4245.00	4245.00	4245.00	4245.00
Masa húmeda del suelo [g]	1923.00	1965.00	1981.00	1956.00	1908.00
Peso unitario humedo [kN/m3]	20.07	20.50	20.67	20.41	19.91

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de contenedor	L-1	L-3	R-28	R-21	R-A	R-30	L-2	L-6	R-22	R-26
Masa del contenedor [g]	12.25	12.35	18.80	12.20	12.30	10.65	12.30	12.30	18.80	R-26
Masa suelo húmedo + cont. [g]	25.80	31.20	41.60	32.10	32.70	31.40	39.95	32.65	51.80	19.00
Masa suelo seco + cont. [g]	24.25	29.00	38.55	29.45	29.85	28.45	35.50	29.40	45.85	51.75
Contenido de humedad [%]	12.92	13.21	15.44	15.36	16.24	16.57	19.18	19.01	22.00	45.90

HUMEDAD PROMEDIO [%]	13.06	15.40	16.41	19.09	21.87
PESO UNITARIO SECO [kN/m3]	17.75	17.77	17.76	17.14	16.34

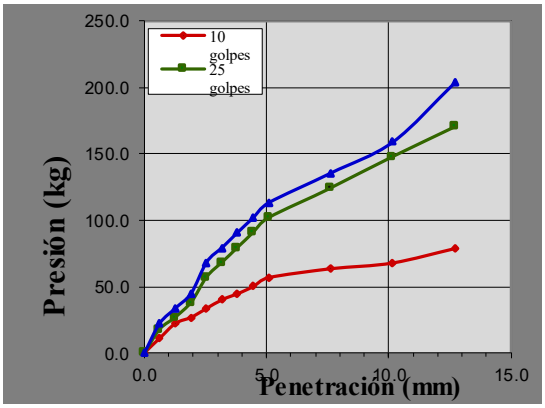


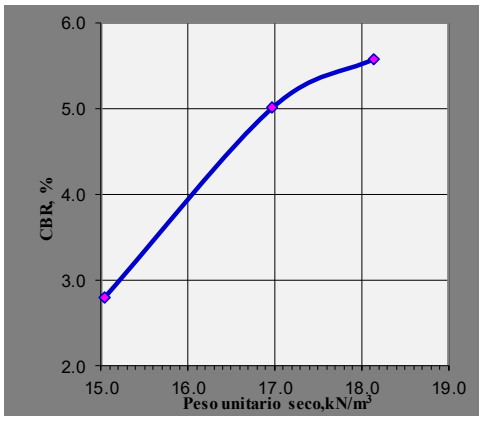
PESO UNITARIO SECO MAXIMO (KN/m3)	17.78
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%)	15.90

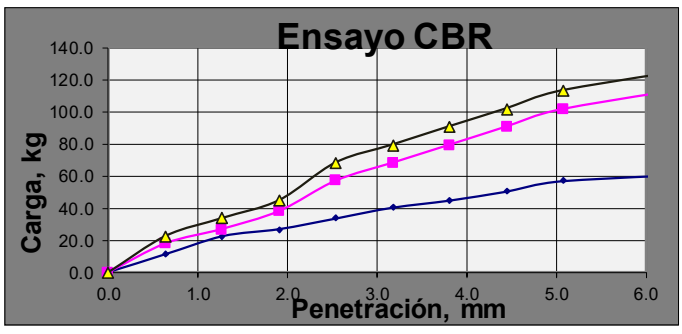
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi hasta barrio castañal			
Cordenadas	19 S	523722.29	8780917.39	264.80
Fecha:	24 de Agosto de 2024			
Tipo de	A - 7 - 6 (12)			

RESULTADOS				
Lectura de penetración	**Penetración**	**Carga kg**	**Carga, kg**	**Carga, kg**
in	**mm**	**(10 golpes)**	**(25 golpes)**	**(56 golpes)**
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.64	11.22	17.95	22.43
0.05	1.27	22.43	26.92	33.65
0.08	1.91	26.92	38.14	44.87
0.10	2.54	33.65	57.10	68.32
0.13	3.18	40.38	68.32	79.36
0.15	3.81	44.87	79.36	90.75
0.18	4.45	50.37	90.75	101.84
0.20	5.08	57.10	101.84	113.19
0.30	7.62	63.83	124.30	135.62
0.40	10.16	68.32	147.75	159.07
0.50	12.70	79.36	170.29	203.94

Número de golpes	Penetración mm	Presion alcanzada kg	Presión estándar,	CBR %	Peso unitario seco, kN/m3
10.00	5.00	57.10	10.30	2.81	15.04024643
25.00	5.00	101.84	10.30	5.01	16.97541872
56.00	5.00	113.19	10.30	5.57	18.13872918

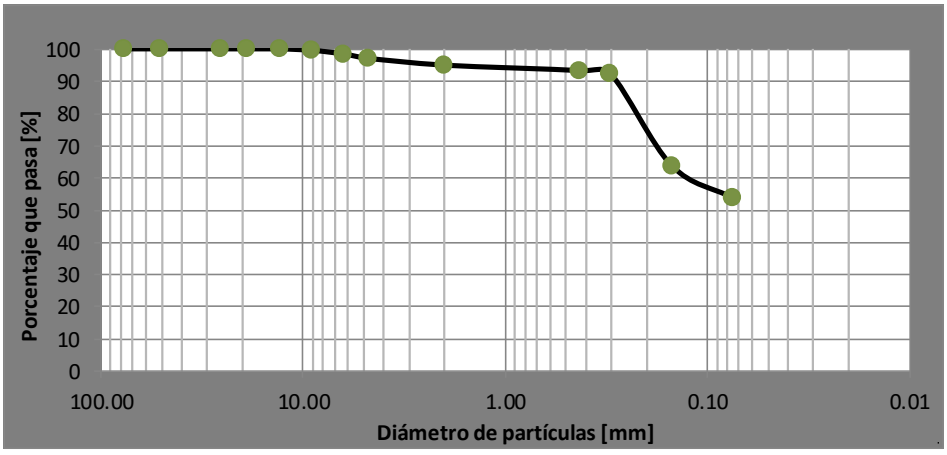






7.6.2 Progresiva 0+600

ENSAYO DE GRANULOMETRIA				
Proyecto	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas UTM 19 S	523264.23	8780747.98	264.80	
Fecha:	26 de Agosto de 2024			
Descripción				**datos**
Masa Recipiente, g:				57.20
Masa Muestra seca + Recipiente, g:				446.30
Masa Muestra seca WS :				389.10
M. Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, g:				183.35
ANALISIS GRANULOMETRICO				
Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret.(g)	% retenido	% que pasa
3"	76.20	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	13.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.00	1.70	0.44	99.56
1/4"	6.30	4.40	1.57	98.43
4.00	4.75	5.20	2.90	97.10
10.00	2.00	8.15	5.00	95.00
40.00	0.43	6.60	6.69	93.31
50.00	0.30	4.50	7.85	92.15
100.00	0.15	110.60	36.28	63.72
200.00	0.08	38.75	46.23	53.77
Bandeja	0.00	3.45	100.00	0.00

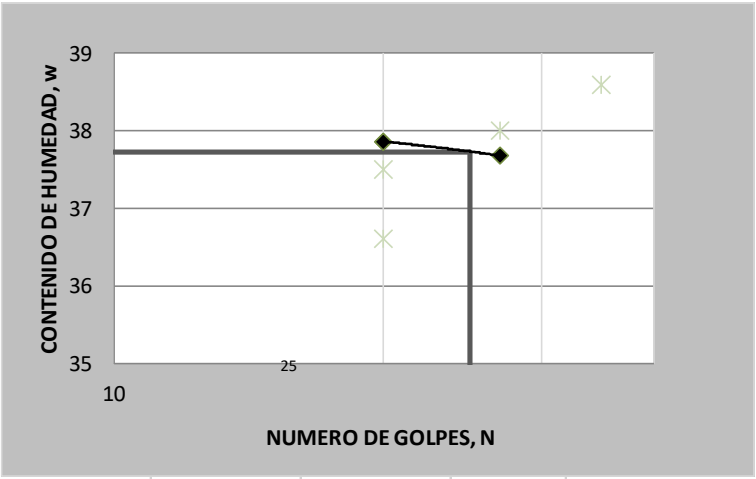


grava:	2.90 %
arena:	43.33 %
finos:	53.77 %

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas	UTM 19 S	523264.23	8780747.98	264.80
Fecha:	26 de Agosto de 2024			

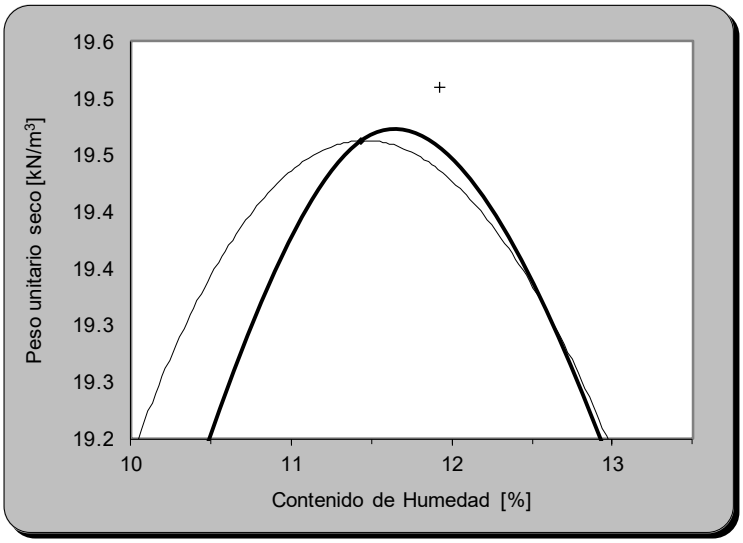
LIMITE LÍQUIDO				
Descripcion	Datos			
Número de contenedor	31	210	107	107
Masa de contenedor [g]	18.8	18.75	10.65	10.65
Número de golpes	35	27	20	20
Masa del suelo húmedo + contenedor [g]	28.05	28.25	17.75	17.75
Masa de suelo seco + contenedor [g]	25.55	25.65	15.8	15.8
Masa de suelo seco [g]	3.7	4.29	4.05	3.96
Masa de agua [g]	1.43	1.63	1.52	1.45
Contenido de humedad [%]	**38.6**	**38**	**37.5**	**36.6**

LÍMITE PLÁSTICO			
Masa de contenedor [g]	14.05	14.45	14.25
Masa de suelo húmedo + contenedor [g]	15.25	15.75	15.65
Masa de suelo seco + contenedor [g]	15.05	15.5	15.4
Masa de suelo seco [g]	1.57	1.51	1.26
Masa de agua [g]	0.34	0.32	0.27
Contenido de humedad [%]	21.7	21.2	21.4



LÍMITE LÍQUIDO	37.73
LÍMITE PLÁSTICO	21.85
ÍNDICE DE PLASTICDAD	15.88

ENSAYO DE PROCTOR										
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal									
Cordenada	19 S		523264.23		8780747.975		283.6			
Fecha:	26 de Agosto de 2024									
Descripción de la muestra:	A - 6									
Descripcion	**Datos**									
Medición No.	1		2		3		4		5	
Masa molde + suelo [g]	6148		6314		6294		6247		6148	
Masa molde [g]	4245		4245		4245		4245		4245	
Masa húmeda del suelo [g]	1903		2069		2049		2002		1903	
Peso unitario humedo [kN/m3]	19.86		21.59		21.38		20.89		19.86	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Número de contenedor	**L-1**	**L-3**	**R-28**	**R-21**	**R-A**	**R-30**	**L-2**	**L-6**	**R-22**	**R-26**
Masa del contenedor [g]	22.45	19.7	17.4	23.8	14.3	14.5	18.6	17.9	22.45	19.7
Masa suelo húmedo + cont. [g]	50.05	44.5	53.4	53.2	60.7	49.7	54.6	54.5	50.05	44.5
Masa suelo seco + cont. [g]	47.95	42.7	49.8	50.3	55.2	45.6	49.9	50.1	47.95	42.65
Contenido de humedad [%]	8.235	8.06	10.9	10.9	13.3	13.2	14.8	13.8	8.235	8.061
HUMEDAD PROMEDIO [%]	8.15		10.93		13.26		14.34		8.15	
PESO UNITARIO SECO [kN/m3]	18.36		19.46		18.88		18.27		18.36	

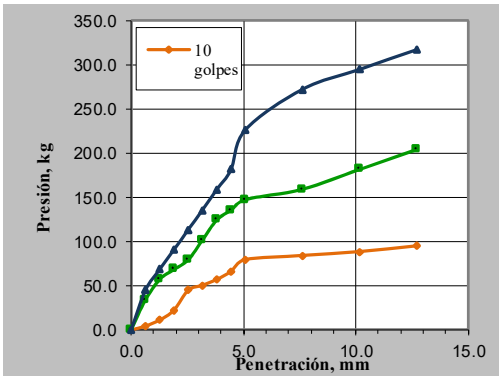


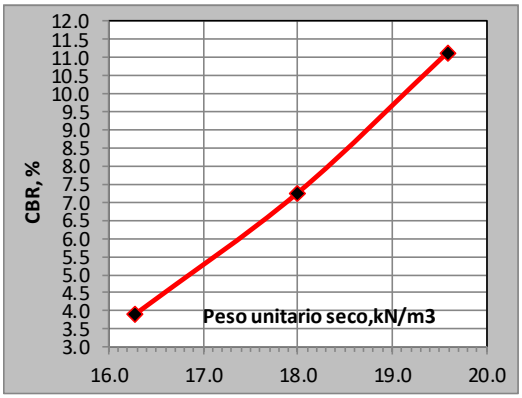
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO [kN/m3]	19.5
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO [%]	11.4

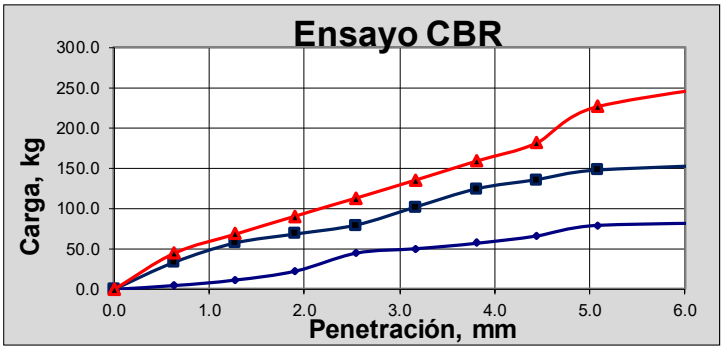
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi hasta barrio castañal			
Cordenada	19 S	523264.23	8780747.975	283.6
Fecha	26 de Agosto de 2024			
Tipo de muestra	A-6 (6)			

RESULTADOS				
Lectura de penetración	**Penetración**	**Carga kg**	**Carga, kg**	**Carga, kg**
in	**mm**	**(10 golpes)**	**(25 golpes)**	**(56 golpes)**
0	0	0	0	0
0.025	0.635	4.487	33.650	44.867
0.050	1.270	11.217	57.103	68.320
0.075	1.905	22.433	68.320	90.753
0.100	2.540	44.867	79.363	113.187
0.125	3.175	50.373	101.843	135.620
0.150	3.810	57.103	124.301	159.073
0.175	4.445	66.077	135.620	181.507
0.200	5.080	79.363	147.347	226.373
0.300	7.620	83.921	159.073	272.260
0.400	10.160	88.408	181.507	294.693
0.500	12.700	95.036	203.940	317.127

Número de golpes	**Penetración**	**Presion alcanzada**	**Presión estandar**	**CBR**	**Peso unitario seco**
	mm	kg	MPa	%	kN/m3
10	5	79.363	10.300	3.904	16.270
25	5	147.347	10.300	7.248	17.994
56	5	226.373	10.300	11.135	19.591







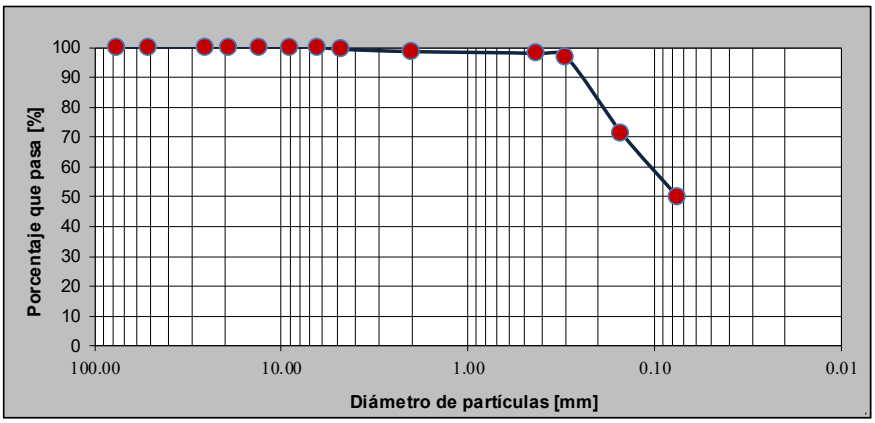
7.6.3 Progresiva 1+100

ENSAYO DE GRANULOMETRIA				
Proyecto	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo bario moto taxi - castañal			
Cordenadas UTM	19 S	522828.917	8780943.39	280.4
Fecha	29 de Agosto de 2024			

Descripcion	Datos
Masa Recipiente, (g)	56.45
M. Muestra seca + Recipiente, (g)	388.4
Masa Muestra seca WS	331.95
Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, (g)	171.65

ANALISIS GRANULOMERICO

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret.(g)	% retenido	% que pasa
3"	76.20	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	13.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.30	0.75	0.23	99.77
4	4.75	2.05	0.84	99.16
10	2.00	2.60	1.63	98.37
40	0.43	2.00	2.23	97.77
50	0.30	3.45	3.27	96.73
100	0.15	85.25	28.95	71.05
200	0.08	71.05	50.35	49.65
Bandeja	0.00	4.50	100.00	0.00



grava	0.84 %
arena	49.51 %
finos	49.65 %

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas	19 S	522828.917	8780943.388	280.4
Fecha	29 de Agosto de 2024			

LÍMITE LÍQUIDO				
Descripcion	**Datos**			
Número de contenedor	41	35	38	7
Masa de contenedor [g]	14.1	14.4	14.5	14.35
Número de golpes	24	20	30	34
Masa del suelo húmedo + contenedor [g]	23.1	22.6	23.6	23.85
Masa de suelo seco + contenedor [g]	21	20.7	21.5	21.65
Masa de suelo seco [g]	3.7	4.29	4.05	3.96
Masa de agua [g]	1.43	1.63	1.52	1.45
Contenido de humedad [%]	38.6	38	37.5	36.6

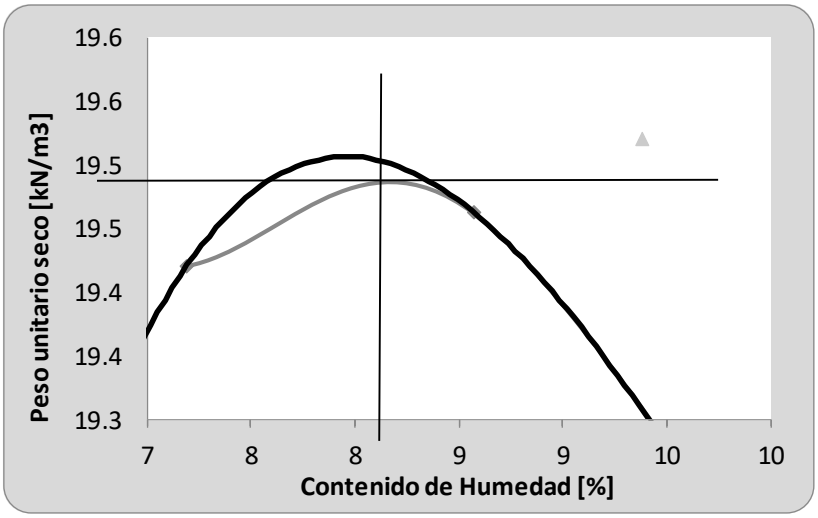


LÍMITE PLÁSTICO			
Descripcion	**Datos**		
Número de contenedor	12	13	25
Masa de contenedor [g]	12.35	12.35	20.8
Masa de suelo húmedo + contenedor [g]	13.15	13.6	21.5
Masa de suelo seco + contenedor [g]	13	13.4	21.4
Masa de suelo seco [g]	1.57	1.51	1.26
Masa de agua [g]	0.34	0.32	0.27
Contenido de humedad [%]	21.7	21.2	21.4

LÍMITE LÍQUIDO	30.338	%
LÍMITE PLÁSTICO	19.597	%
ÍNDICE DE PLASTICDAD	10.741	%

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO										
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido en el tramo barrio moto taxi-castañal									
Cordenadas	19 S	522828.92		8780943.39	280.40					
Fecha	29 de Agosto de 2024									
Tipo de muestra:	A - 6 (2)									
Descripcion	**Datos**									
Medición No.	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00					
Masa molde + suelo [g]	6240.00	6270.00	6260.00	6260.00	6240.00					
Masa molde [g]	4245.00	4245.00	4245.00	4245.00	4245.00					
Masa húmeda del suelo [g]	1995.00	2025.00	2015.00	2015.00	1995.00					
Peso unitario humedo [kN/m3]	20.82	21.13	21.03	21.03	20.82					
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Número de contenedor	L-1	L-3	R-28	R-21	R-A	R-30	L-2	L-6	R-22	R-26
Masa del contenedor [g]	22.45	19.70	17.35	23.75	14.25	14.50	18.55	17.90	22.45	19.70
Masa suelo húmedo + cont. [g]	50.05	44.50	53.35	53.20	60.65	49.65	54.55	54.50	50.05	44.50
Masa suelo seco + cont. [g]	47.95	42.65	49.80	50.30	55.20	45.55	49.90	50.05	47.95	42.65
Contenido de humedad [%]	8.24	8.06	10.94	10.92	13.31	13.20	14.83	13.84	8.24	8.06

HUMEDAD PROMEDIO [%]	8.15	10.93	13.26	14.34	8.15
PESO UNITARIO SECO [kN/m3]	18.36	19.46	18.88	18.27	18.36



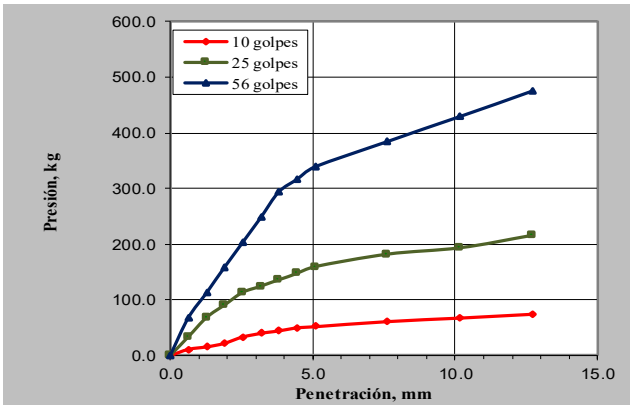
PESO UNITARIO SECO MAXIMO [kN/m3]	19.52
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO [%]	8.8

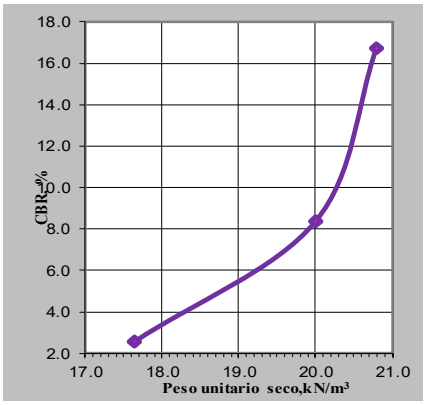
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi hasta barrio castañal			
Cordenadas UTM	19 S	522828.92	8780943.39	280.4
fecha	29 de Agosto de 2024			
tipo de muestra	A-6(2)			

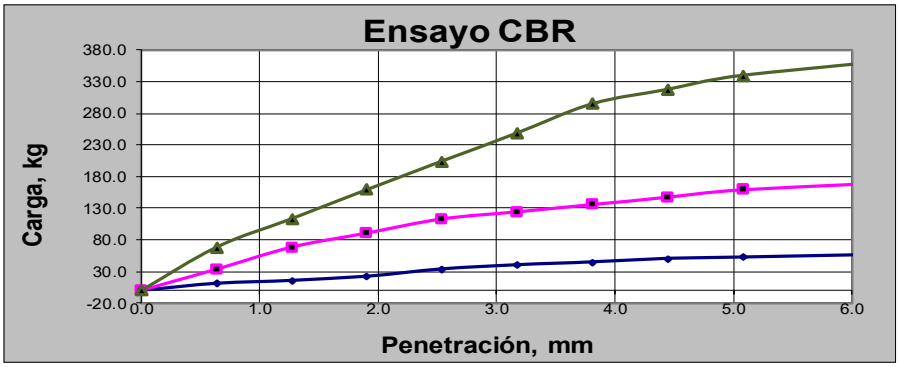
RESULTADOS

Lectura de penetración	Penetración	Carga kg	Carga, kg	Carga, kg
in	mm	(10 golpes)	(25 golpes)	(56 golpes)
0	0	0	0	0
0.025	0.635	11.217	33.650	68.320
0.050	1.270	15.703	68.320	113.187
0.075	1.905	22.433	90.753	159.073
0.100	2.540	33.650	113.187	203.940
0.125	3.175	40.380	124.301	248.807
0.150	3.810	44.867	135.620	294.693
0.175	4.445	50.373	147.347	317.127
0.200	5.080	52.617	159.073	339.560
0.300	7.620	61.590	181.507	385.447
0.400	10.160	68.320	192.723	430.313
0.500	12.700	74.846	215.157	476.200

Número de golpes	Penetración	Presion alcanzada	Presión estandar	CBR	Peso unitario
	mm	kg	MPa	%	kN/m3
10	5	52.62	10.30	2.59	17.65
25	5	159.07	10.30	8.35	20.00
56	5	339.56	10.30	16.70	20.79

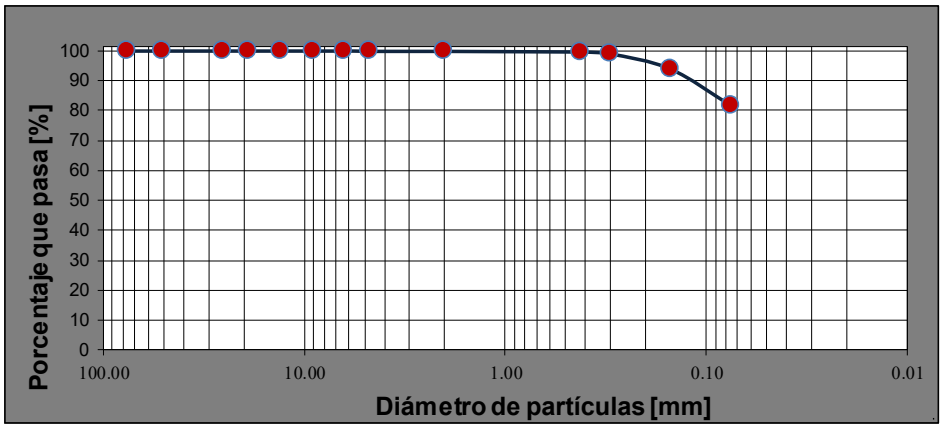






7.6.4 Progresiva 1+600

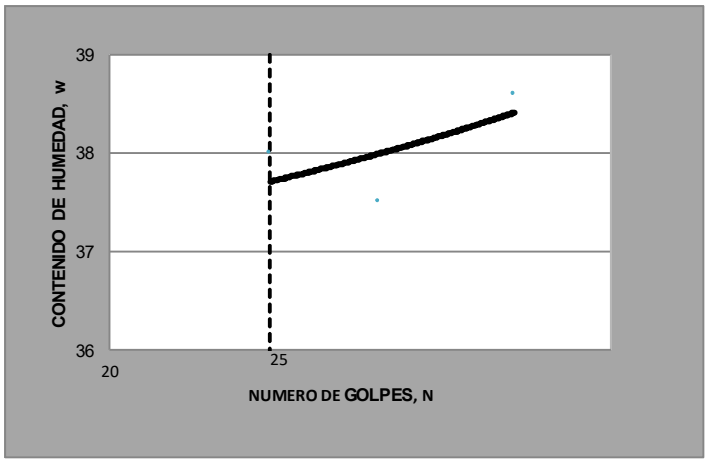
ENSAYO DE GRANULOMETRIA				
Proyecto	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo bario moto taxi - castañal			
Cordenada UTM	19 S	522455.082	8780640.695	257.8
Fecha	3 de Septiembre de 2024			
Descripcion				**Datos**
Masa Recipiente, g:				53.25
Masa Muestra seca + Recipiente, g:				334
Masa Muestra seca WS :				280.75
M. Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, g:				53.7
ANALISIS GRANULOMETRICO				
Tamiz No.	**Diámetro (mm)**	**Masa ret.(g)**	**% retenido**	**% que pasa**
3"	76.2	0	0	100
2"	50.8	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19	0	0	100
1/2"	13	0	0	100
3/8"	9	0	0	100
1/4"	6.3	0	0	100
4	4.75	0.3	0.1069	99.8931
10	2	0.2	0.1781	99.8219
40	0.425	0.55	0.3740	99.6260
50	0.3	1.75	0.9973	99.0027
100	0.15	14.55	6.1799	93.8201
200	0.075	35.05	18.6643	81.3357
Bandeja	0.0001	1.3	100	0



grava	0.11%
arena	18.56%
finos	81.34%

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas UTM	19 S	522455.082	8780640.695	257.8
Fecha	3 de Septiembre de 2024			

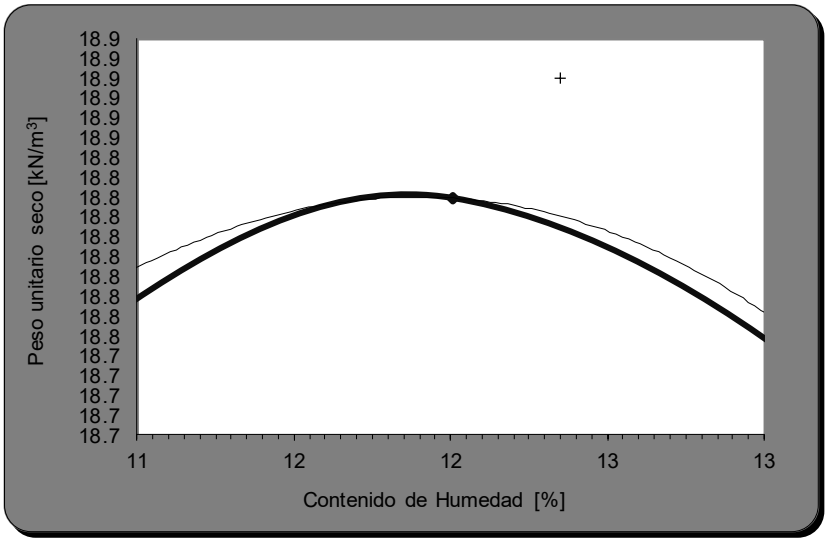
LÍMITE LÍQUIDO				
Descripcion	**Datos**			
Número de contenedor	20	199	100	100
Masa de contenedor [g]	18.75	22.45	12.3	12.3
Número de golpes	35	25	29	29
Masa del suelo húmedo + contenedor [g]	24	31.65	23.6	23.6
Masa de suelo seco + contenedor [g]	22.4	28.75	19.9	19.9
Masa de suelo seco [g]	3.7	4.29	4.05	3.96
Masa de agua [g]	1.43	1.63	1.52	1.45
Contenido de humedad [%]	38.6	38	37.5	36.6



LÍMITE PLÁSTICO			
Descripcion	**Datos**		
Número de contenedor	36	31	17
Masa de contenedor [g]	17.35	18.8	18.25
Masa de suelo húmedo + contenedor [g]	18.85	19.6	19.3
Masa de suelo seco + contenedor [g]	18.55	19.45	19.1
Masa de suelo seco [g]	1.57	1.51	1.26
Masa de agua [g]	0.34	0.32	0.27
Contenido de humedad [%]	21.7	21.2	21.4

LÍMITE LÍQUIDO (%)	46.032
LÍMITE PLÁSTICO(%)	23.869
ÍNDICE DE PLASTICDAD (%)	22.163

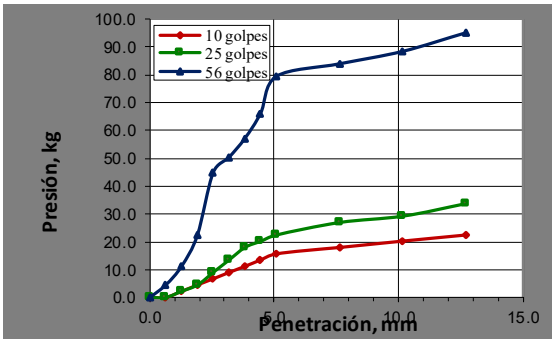
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO										
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido en el tramo barrio moto taxi-castañal									
Cordenadas UTM	19 S		522455.08		8780640.70		257.80			
Fecha	3 de Septiembre de 2024									
Tipo de muestra:	A - 7 - 6									
Descripcion	**Datos**									
Medición No.	1.00		2.00		3.00		4.00		5.00	
Masa molde + suelo [g]	6212.00		6265.00		6276.00		6241.00		6241.00	
Masa molde [g]	4245.00		4245.00		4245.00		4245.00		4245.00	
Masa húmeda del suelo [g]	1967.00		2020.00		2031.00		1996.00		1996.00	
Peso unitario humedo [kN/m3]	20.53		21.08		21.19		20.83		20.83	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Número de contenedor	L-1	L-3	R-28	R-21	R-A	R-30	L-2	L-6	R-22	R-26
Masa del contenedor [g]	18.70	22.50	18.25	19.70	18.75	14.10	19.25	18.80	19.25	18.80
Masa suelo húmedo + cont. [g]	48.30	53.45	42.00	47.20	48.40	40.25	50.05	55.60	50.05	55.60
Masa suelo seco + cont. [g]	45.65	50.60	39.50	44.20	44.75	36.95	45.85	50.45	45.85	50.45
Contenido de humedad [%]	9.83	10.14	11.76	12.24	14.04	14.44	15.79	16.27	15.79	16.27
HUMEDAD PROMEDIO [%]	9.99		12.00		14.24		16.03		16.03	
PESO UNITARIO SECO [kN/m3]	18.66		18.82		18.55		17.95		17.95	

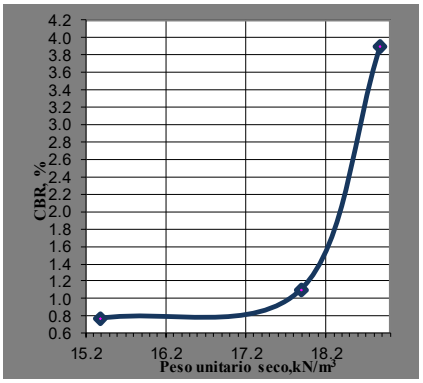


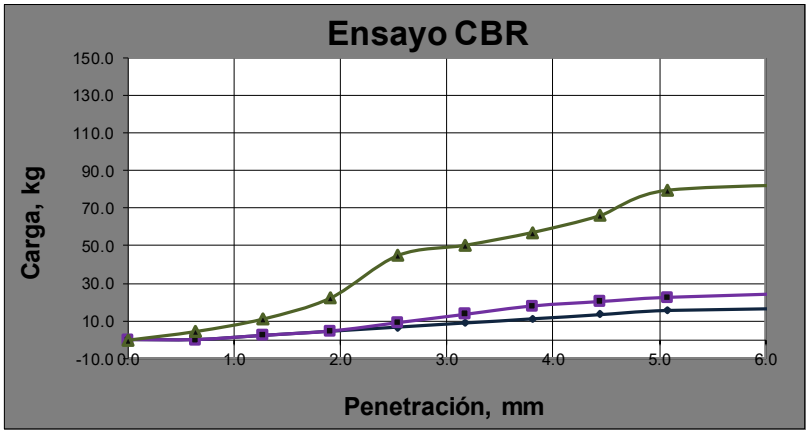
PESO UNITARIO SECO MAXIMO	18.88
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.35

ENSAYO DE CBR				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi hasta barrio castañal			
Cordenadas UTM	19 S	522455.082	8780640.7	257.8
Fecha	3 Septiembre de 2024			
Tipo de muestra:	A-7-6 (19)			
RESULTADOS				
Lectura de penetración, in	**Penetración**	**Carga kg**	**Carga, kg**	**Carga, kg**
	mm	**(10 golpes)**	**(25 golpes)**	**(56 golpes)**
0	0	0	0	0
0.025	0.635	0	0	4.487
0.05	1.27	2.243	2.243	11.217
0.075	1.905	4.487	4.487	22.433
0.1	2.54	6.730	8.973	44.867
0.125	3.175	8.973	13.460	50.373
0.15	3.81	11.217	17.947	57.103
0.175	4.445	13.460	20.190	66.077
0.2	5.08	15.703	22.433	79.363
0.3	7.62	17.947	26.920	83.921
0.4	10.16	20.190	29.163	88.408
0.5	12.7	22.433	33.650	95.036

Número de golpes	Penetración	Presion alcanzada	Presión estandar	CBR	Peso unitario seco
	mm	kg	MPa	%	kN/m3
10	5	15.703	10.3	0.772	15.378
25	5	22.433	10.3	1.103	17.888
56	5	79.363	10.3	3.904	18.879







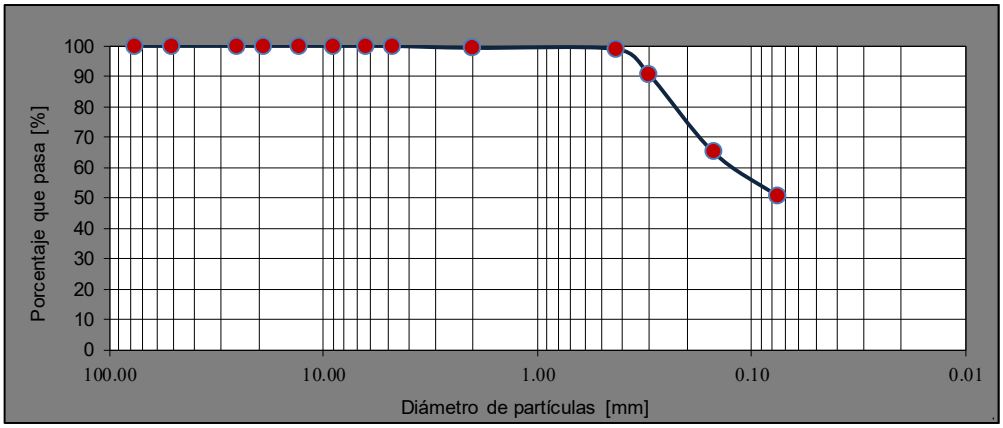
7.6.5 Progresiva 2+100

ENSAYO DE GRANULOMETRIA				
Proyecto	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas UTM	19 S	522032.281	8780466.397	284.23
Fecha	5 de Septiembre de 2024			

Descripcion	Datos
Masa Recipiente, g:	58.65
Masa Muestra seca + Recipiente, g:	332.2
Masa Muestra seca WS :	273.55
M. Muestra seca reten. en el Nº 200 después del lavado, g:	136.4

ANALISIS GRANULOMETRICO

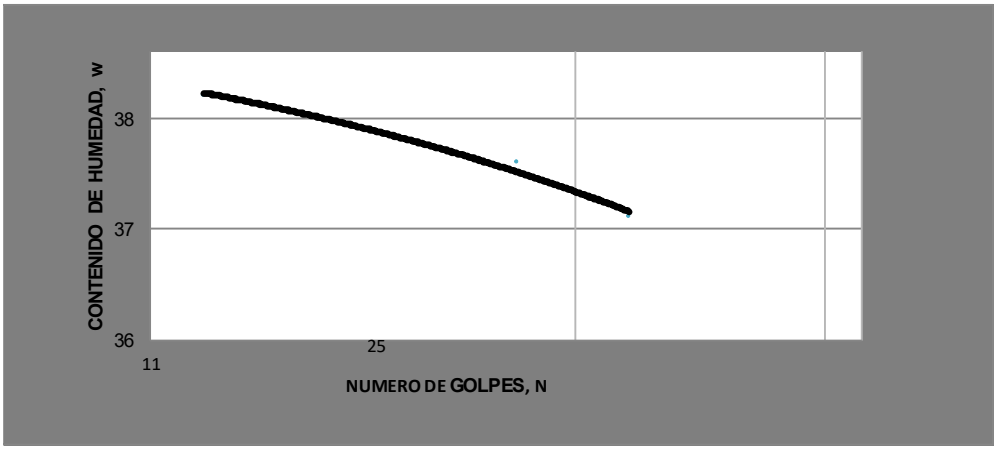
Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret.(g)	% retenido	% que pasa
3"	76.2	0	0	100
2"	50.8	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19	0	0	100
1/2"	13	0	0	100
3/8"	9	0	0	100
1/4"	6.3	0	0	100
4	4.75	0.2	0.073	99.927
10	2	1.75	0.713	99.287
40	0.425	1.15	1.133	98.867
50	0.3	22.45	9.340	90.660
100	0.15	69.85	34.875	65.125
200	0.075	39.4	49.278	50.722
Bandeja	0.0001	1.6	100	0



grava	0.073	%
arena	49.205	%
finos	50.722	%

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas UTM	19 S	522032.281	8780466.397	284.23
Fecha	5 de Septiembre de 2024			

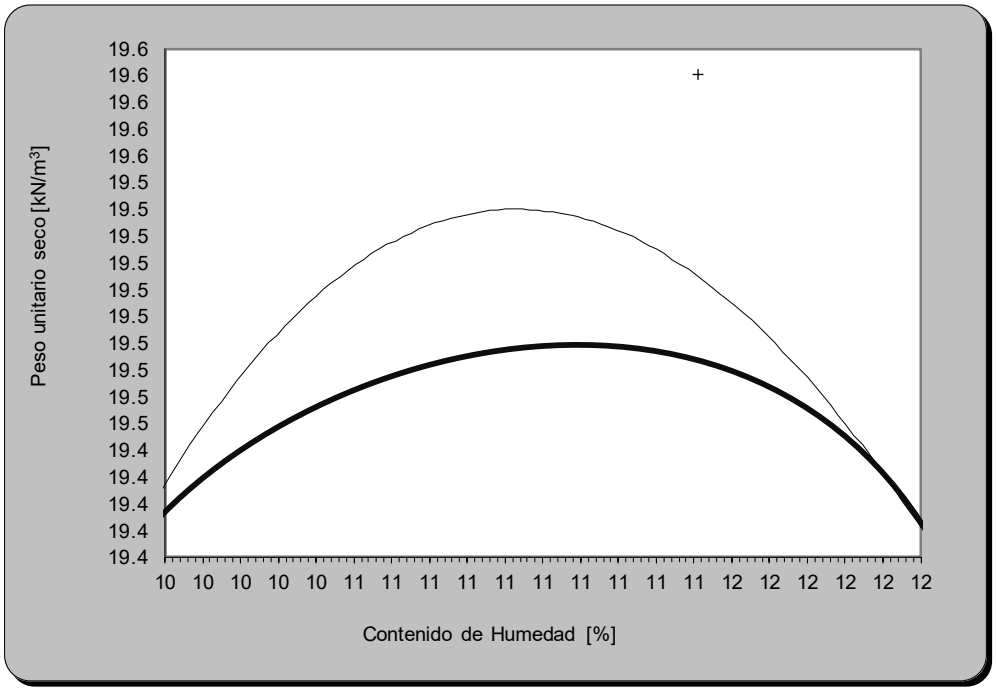
LÍMITE LÍQUIDO				
Descripcion	**Datos**			
Número de contenedor	31	17	19	32
Masa de contenedor [g]	18.8	18.25	19.7	23.7
Número de golpes	12	20	24	30
Masa del suelo húmedo + contenedor [g]	28.75	30.75	29.65	33
Masa de suelo seco + contenedor [g]	26.25	27.6	27.15	30.8
Masa de suelo seco [g]	3.7	4.29	4.05	3.96
Masa de agua [g]	1.43	1.63	1.52	1.45
Contenido de humedad [%]	38.6	38	37.5	36.6



LÍMITE PLÁSTICO			
Descripcion	**Datos**		
Número de contenedor	18	26	35
Masa de contenedor [g]	22.2	17.9	14.45
Masa de suelo húmedo + contenedor [g]	22.85	18.75	15
Masa de suelo seco + contenedor [g]	22.75	18.6	14.9
Masa de suelo seco [g]	1.57	1.51	1.26
Masa de agua [g]	0.34	0.32	0.27
Contenido de humedad [%]	21.7	21.2	21.4

LÍMITE LÍQUIDO	32.558	%
LÍMITE PLÁSTICO	20.611	%
ÍNDICE DE PLASTICDAD	11.947	%

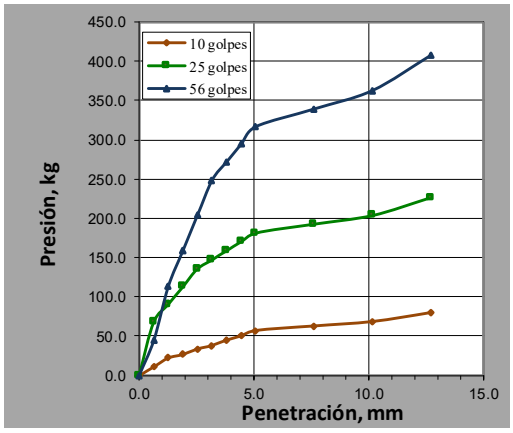
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO										
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido en el tramo barrio moto taxi-castañal									
Cordenadas	19 S	522032.28		8780466.40			284.23			
Fecha	5 de Septiembre de 2024									
Tipo de muestra:	A - 6									
Descripcion	**Datos**									
Medición No.	1.00		2.00		3.00		4.00		5.00	
Masa molde + suelo [g]	6129.00		6285.00		6328.00		6201.00		6201.00	
Masa molde [g]	4245.00		4245.00		4245.00		4245.00		4245.00	
Masa húmeda del suelo [g]	1884.00		2040.00		2083.00		1956.00		1956.00	
Peso unitario humedo [kN/m3]	19.66		21.29		21.74		20.41		20.41	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Número de contenedor	L-1	L-3	R-28	R-21	R-A	R-30	L-2	L-6	R-22	R-26
Masa del contenedor [g]	18.70	18.80	14.35	14.35	14.15	14.25	14.50	14.30	14.50	14.30
Masa suelo húmedo + cont. [g]	43.55	47.00	49.20	40.90	52.75	51.80	53.50	61.00	53.50	61.00
Masa suelo seco + cont. [g]	41.75	44.95	46.05	38.55	48.70	47.65	48.15	54.50	48.15	54.50
Contenido de humedad [%]	7.81	7.84	9.94	9.71	11.72	12.43	15.90	16.17	15.90	16.17
HUMEDAD PROMEDIO [%]	7.82		9.82		12.07		16.03		16.03	
PESO UNITARIO SECO [kN/m3]	18.23		19.38		19.39		17.59		17.59	

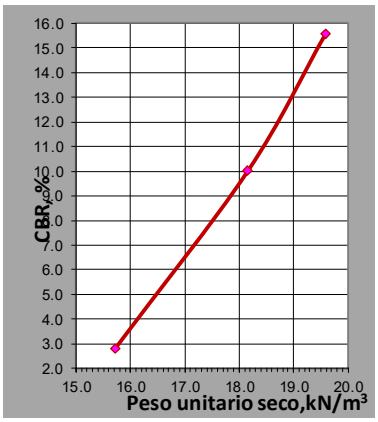


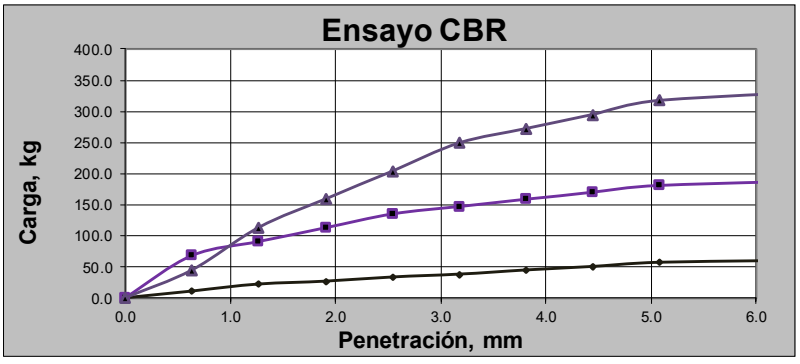
PESO UNITARIO SECO MAXIMO (KN/m3)	19.6
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%)	11.4

ENSAYO DE CBR				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi hasta barrio castañal			
Cordenas UTM	19 S	522032.28	8780466.4	284.23
Fecha	5 de Septiembre de 2024			
RESULTADOS				
Lectura de penetración, in	**Penetración**	**Carga kg**	**Carga, kg**	**Carga, kg**
	mm	(10 golpes)	(25 golpes)	(56 golpes)
0	0	0	0	0
0.025	0.635	11.217	68.320	44.867
0.05	1.270	22.433	90.753	113.187
0.075	1.905	26.920	113.187	159.073
0.1	2.540	33.650	135.620	203.940
0.125	3.175	38.137	147.347	248.807
0.15	3.810	44.867	159.073	272.260
0.175	4.445	50.373	170.290	294.693
0.2	5.080	57.103	181.507	317.127
0.3	7.620	62.814	192.723	339.560
0.4	10.160	68.320	203.940	363.013
0.5	12.700	79.363	226.373	407.880

Número de golpes	Penetración mm	Presion alcanzada kg	Presión estándar, MP	CBR %	Peso unitario seco, kN/m3
10	5	57.103	10.3	2.809	15.727
25	5	181.507	10.3	10.009	18.153
56	5	317.127	10.3	15.599	19.579

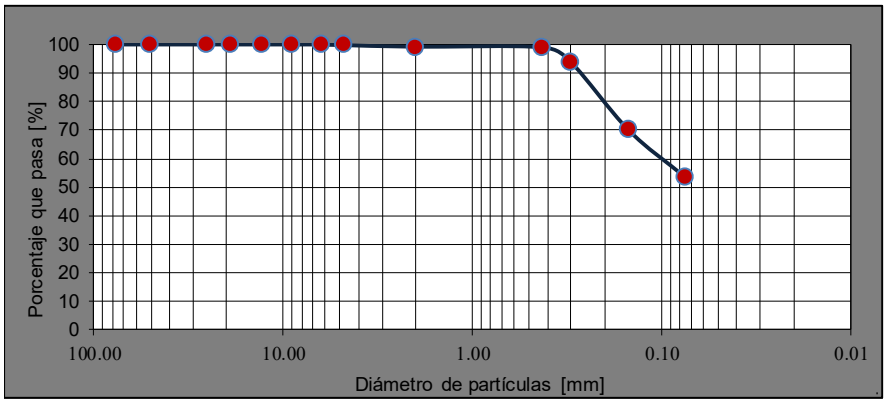






7.6.6 Progresiva 2+600

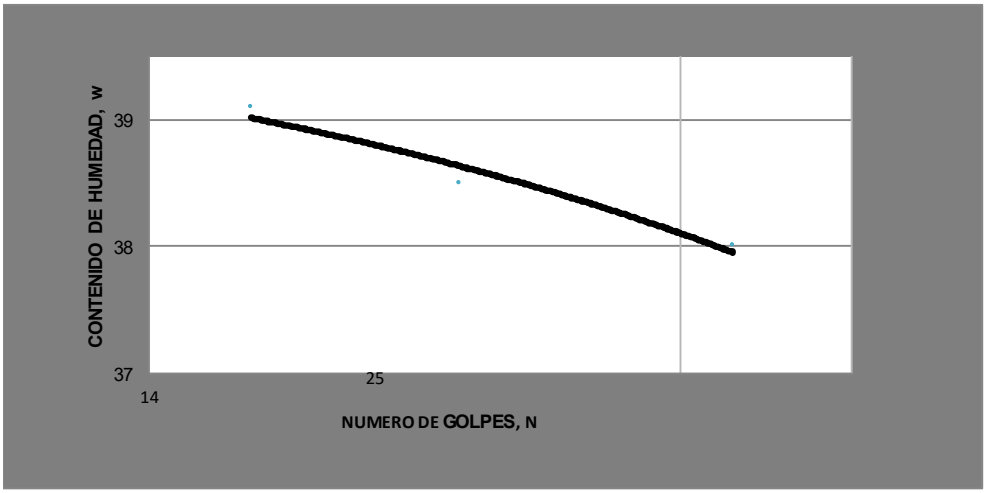
ENSAYO DE GRANULOMETRIA				
Proyecto	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo bario moto taxi -			
Cordenadas UTM	19 S	521657.931	8780141.405	286.35
Fecha	10 de Septiembre de 2024			
Descripcion				**Datos**
Masa Recipiente, g:				57.2
Masa Muestra seca + Recipiente, g:				162.65
Masa Muestra seca WS :				105.45
M. Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, g:				50.05
ANALISIS GRANULOMETRICO				
Tamiz No.	Diámetro	Masa ret.(g)	% retenido	% que pasa
3"	76.2	0	0	100
2"	50.8	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19	0	0	100
1/2"	13	0	0	100
3/8"	9	0	0	100
1/4"	6.3	0	0	100
4	4.75	0.2	0.190	99.810
10	2	0.6	0.759	99.241
40	0.425	0.2	0.948	99.052
50	0.3	5.65	6.306	93.694
100	0.15	24.8	29.825	70.175
200	0.075	17.45	46.373	53.627
Bandeja	0.0001	1.15	100	0



grava	0.190
arena	46.183
finos	53.627

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas UTM	19 S	521657.931	8780141.405	286.35
Fecha	10 de Septiembre de 2024			

LÍMITE LÍQUIDO				
Descripcion	**Datos**			
Número de contenedor	19	13	28	22
Masa de contenedor [g]	19.7	12.35	18.55	22.15
Número de golpes	16	21	30	37
Masa del suelo húmedo + contenedor [g]	30.15	20.55	28.55	31.7
Masa de suelo seco + contenedor [g]	27.45	18.45	26	29.3
Masa de suelo seco [g]	3.7	4.29	4.05	3.96
Masa de agua [g]	1.43	1.63	1.52	1.45
Contenido de humedad [%]	38.6	38	37.5	36.6



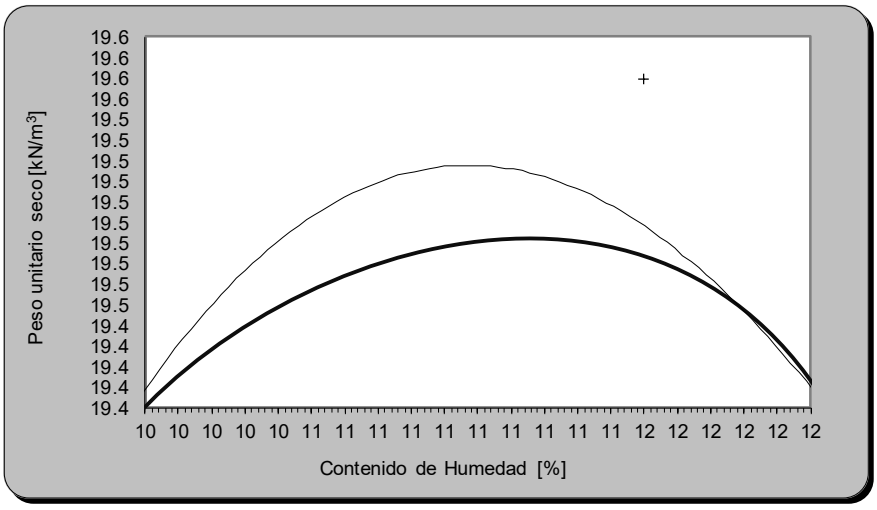
LÍMITE PLÁSTICO			
Número de contenedor	4	36	41
Masa de contenedor [g]	14.1	14.25	14.1
Masa de suelo húmedo + contenedor [g]	14.95	14.8	14.85
Masa de suelo seco + contenedor [g]	14.8	14.7	14.7
Masa de suelo seco [g]	1.57	1.51	1.26
Masa de agua [g]	0.34	0.32	0.27
Contenido de humedad [%]	21.7	21.2	21.4

LÍMITE LÍQUIDO (%)	34.161
LÍMITE PLÁSTICO(%)	22.884
ÍNDICE DE PLASTICDAD (%)	11.278

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
Proyecto	Diseño Estructural del pavimento rigido en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas UTM	19 S	521657.93	8780141.41	286.35
Fecha	10 de Septiembre de 2024			
Tipo de muestra:	A - 6			

Descripcion	Datos				
Medición No.	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Masa molde + suelo [g]	6129.00	6283.00	6328.00	6201.00	6201.00
Masa molde [g]	4245.00	4245.00	4245.00	4245.00	4245.00
Masa húmeda del suelo [g]	1884.00	2038.00	2083.00	1956.00	1956.00
Peso unitario humedo [kN/m3]	19.66	21.27	21.74	20.41	20.41

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Número de contenedor	L-1	L-3	R-28	R-21	R-A	R-30	L-2	L-6	R-22	R-26
Masa del contenedor [g]	18.70	18.80	14.35	14.35	14.15	14.25	14.50	14.30	14.50	14.30
Masa suelo húmedo + cont. [g]	43.55	47.00	49.20	40.90	52.75	51.80	53.50	61.00	53.50	61.00
Masa suelo seco + cont. [g]	41.75	44.95	46.05	38.55	48.70	47.65	48.15	54.50	48.15	54.50
Contenido de humedad [%]	7.81	7.84	9.94	9.71	11.72	12.43	15.90	16.17	15.90	16.17
HUMEDAD PROMEDIO [%]	7.82		9.82		12.07		16.03		16.03	
PESO UNITARIO SECO [kN/m3]	18.23		19.36		19.39		17.59		17.59	

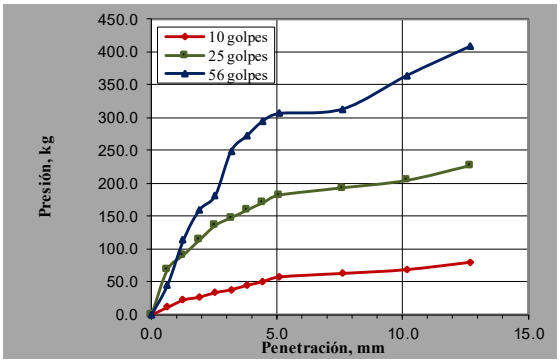


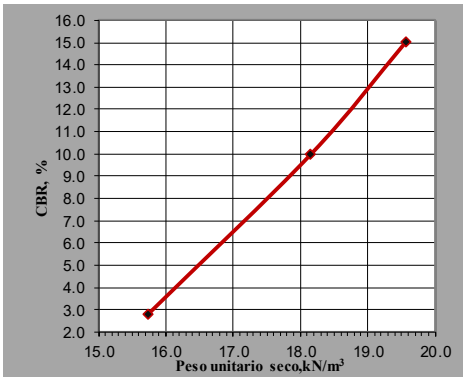
PESO UNITARIO SECO MAXIMO (KN/m3)	19.6
CONTENIDO DE HUMEDAD optima (%)	11.5

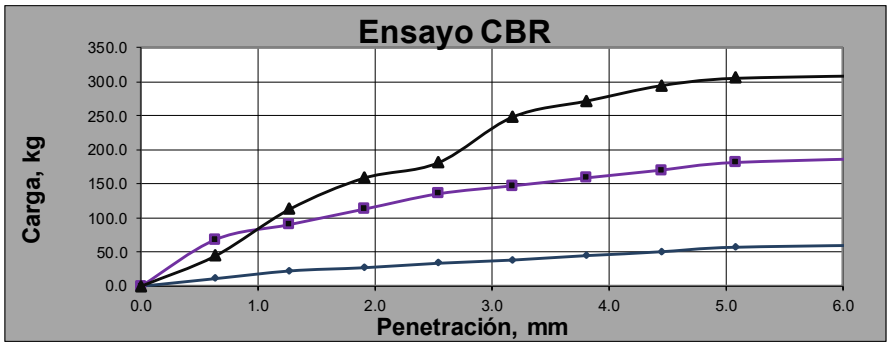
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi hasta barrio castañal			
Cordenadas UTM	19 S	521657.931	8780141.4	286.35
Fecha	10 de Septiembre de 2024			
Tipo de muestra:	A - 6 (4)			

RESULTADOS				
Lectura de penetración, in	**Penetración**	**Carga kg**	**Carga, kg**	**Carga, kg**
	mm	(10 golpes)	(25 golpes)	(56 golpes)
0	0	0	0	0
0.025	0.635	11.217	68.320	44.867
0.05	1.27	22.433	90.753	113.187
0.075	1.905	26.920	113.187	159.073
0.1	2.54	33.650	135.620	181.507
0.125	3.175	38.137	147.347	248.807
0.15	3.81	44.867	159.073	272.260
0.175	4.445	50.373	170.290	294.693
0.2	5.08	57.103	181.507	305.706
0.3	7.62	62.814	192.723	312.538
0.4	10.16	68.320	203.940	363.013
0.5	12.7	79.363	226.373	407.880

Número de golpes	Penetración mm	Presion alcanzada kg	Presión stándar, MP	CBR %	Peso unitario seco, kN/m3
10	5	57.103	10.3	2.809	15.727
25	5	181.507	10.3	10.009	18.153
56	5	305.706	10.3	15.037	19.558

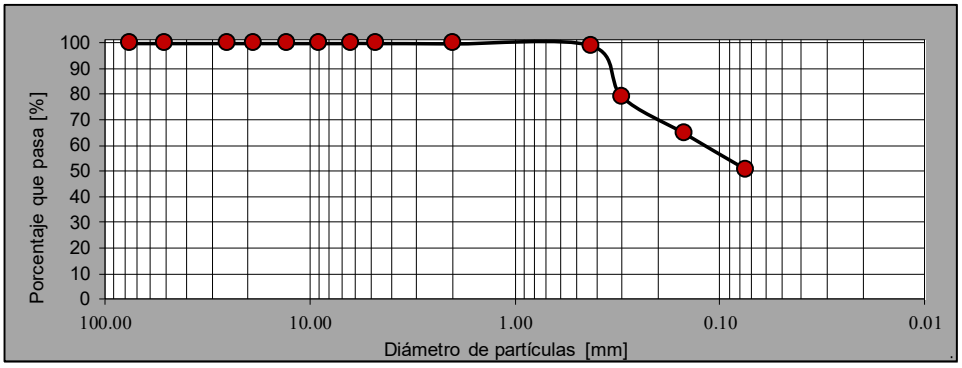






7.6.7 Progresiva 3+100

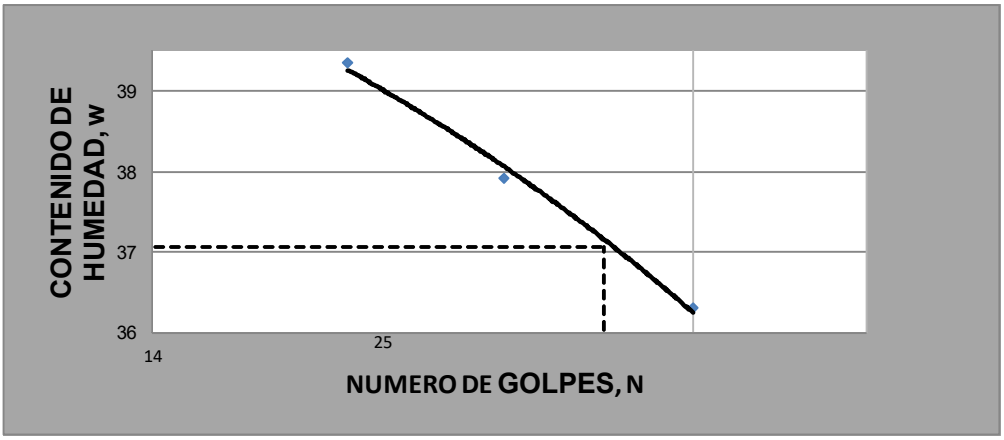
ENSAYO DE GRANULOMETRIA				
Proyecto	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo bario moto taxi - castañal			
Cordenadas UTM	19 S	521778.421	8779782.152	283.4
Fecha	25 de Septiembre de 2024			
Descripcion				**Datos**
Masa Recipiente, g:				53.25
Masa Muestra seca + Recipiente, g:				206.7
Masa Muestra seca WS :				153.45
M. Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, g:				76.7
ANALISIS GRANULOMETRICO				
Tamiz No.	**Diámetro (mm)**	**Masa ret.(g)**	**% retenido**	**% que pasa**
3"	76.2	0	0	100
2"	50.8	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19	0	0	100
1/2"	13	0	0	100
3/8"	9	0	0	100
1/4"	6.3	0	0	100
4	4.75	0	0	100
10	2	0.25	0.163	99.837
40	0.425	1.15	0.912	99.088
50	0.3	30.75	20.951	79.049
100	0.15	21.65	35.060	64.940
200	0.075	21.55	49.104	50.896
Bandeja	0.0001	1.35	100	0



grava	0	%
arena	49.1039	%
finos	50.8961	%

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi-castañal			
Cordenadas UTM	19 S	521778.421	8779782.152	283.4
Fecha	25 de Septiembre de 2024			

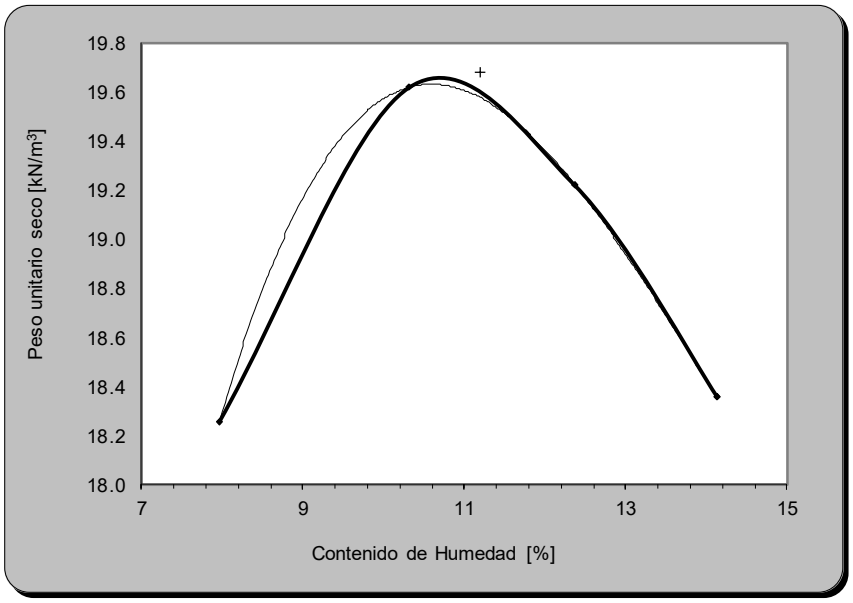
LÍMITE LÍQUIDO				
Descripcion	**Datos**			
Número de contenedor	06	38	36	32
Masa de contenedor [g]	14.5	14.5	17.35	23.7
Número de golpes	22	18	25	28
Masa del suelo húmedo + contenedor [g]	24.6	22.9	26.8	34.7
Masa de suelo seco + contenedor [g]	21.85	20.55	24.2	31.8
Masa de suelo seco [g]	3.7	4.29	4.05	3.96
Masa de agua [g]	1.43	1.63	1.52	1.45
Contenido de humedad [%]	38.6	38	37.5	36.6



LÍMITE PLÁSTICO			
Descripcion	**Datos**		
Número de contenedor	24	31	23
Masa de contenedor [g]	22.5	18.8	19.25
Masa de suelo húmedo + contenedor [g]	22.9	19.4	20
Masa de suelo seco + contenedor [g]	22.85	19.3	19.9
Masa de suelo seco [g]	1.57	1.51	1.26
Masa de agua [g]	0.34	0.32	0.27
Contenido de humedad [%]	21.7	21.2	21.4

LÍMITE LÍQUIDO (%)	36.567
LÍMITE PLÁSTICO(%)	16.557
ÍNDICE DE PLASTICDAD (%)	20.011

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO										
Proyecto:	seño Estructural del pavimento rigido en el tramo barrio moto taxi-castañ									
Cordenadas UTM	19 S	521778.42			8779782.15			283.40		
Fecha	25 de Septiembre de 2024									
Tipo de muestra:	A - 6									
Descripcion	**Datos**									
Medición No.	1.00		2.00		3.00		4.00		5.00	
Masa molde + suelo [g]	6133.00		6318.00		6314.00		6252.00		6252.00	
Masa molde [g]	4244.00		4244.00		4244.00		4244.00		4244.00	
Masa húmeda del suelo [g]	1889.00		2074.00		2070.00		2008.00		2008.00	
Peso unitario humedo [kN/m3]	19.71		21.64		21.60		20.95		20.95	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Número de contenedor	L-1	L-3	R-28	R-21	R-A	R-30	L-2	L-6	R-22	R-26
Masa del contenedor [g]	18.55	23.75	12.20	18.25	18.75	14.30	22.45	12.25	22.45	12.25
Masa suelo húmedo + cont. [g]	45.60	57.70	41.30	44.85	50.35	49.40	66.00	40.30	66.00	40.30
Masa suelo seco + cont. [g]	43.60	55.20	38.65	42.30	46.95	45.45	60.65	36.80	60.65	36.80
Contenido de humedad [%]	7.98	7.95	10.02	10.60	12.06	12.68	14.01	14.26	14.01	14.26
HUMEDAD PROMEDIO [%]	7.97		10.31		12.37		14.13		14.13	
PESO UNITARIO SECO [kN/m3]	18.26		19.62		19.22		18.36		18.36	

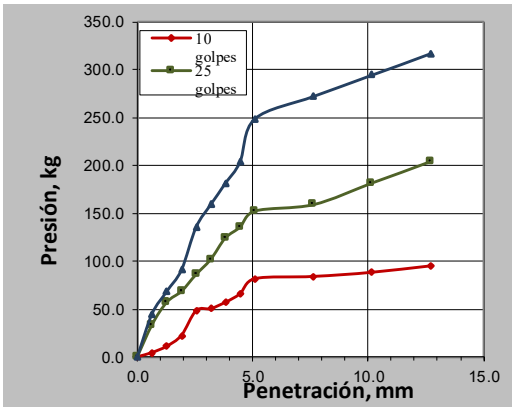


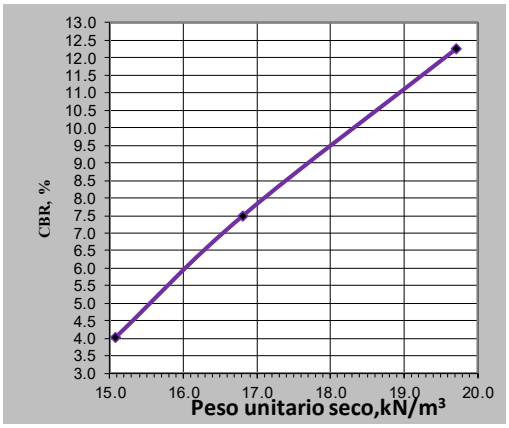
PESO UNITARIO SECO MAXIMO (KN/m3)	19.7
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%)	11.2

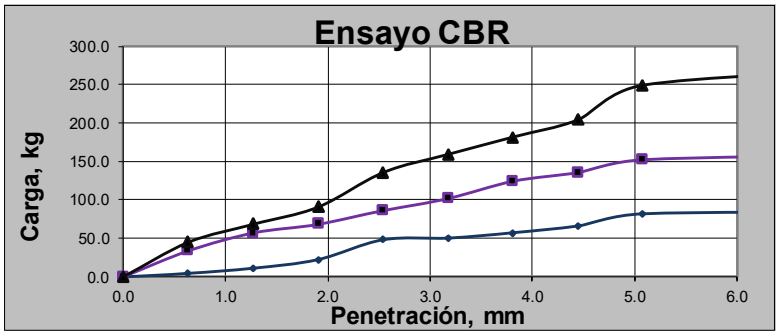
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:	Diseño Estructural del pavimento rigido para el mejoramiento de obras viales en el tramo barrio moto taxi hasta barrio castañal			
Cordenadas UTM	19 S	521778.42	8779782.2	283.4
Fecha	25 de Septiembre de 2024			
Tipo de muestra:	A-6 (6)			

RESULTADOS				
Lectura de penetración, in	**Penetración**	**Carga kg**	**Carga, kg**	**Carga, kg**
	mm	(10 golpes)	(25 golpes)	(56 golpes)
0	0	0	0	0
0.025	0.635	4.487	33.650	44.867
0.05	1.27	11.217	57.103	68.320
0.075	1.905	22.433	68.320	90.753
0.1	2.54	48.130	86.195	135.620
0.125	3.175	50.373	101.843	159.073
0.15	3.81	57.103	124.301	181.507
0.175	4.445	66.077	135.620	203.940
0.2	5.08	81.637	152.292	248.807
0.3	7.62	83.921	159.073	272.260
0.4	10.16	88.408	181.507	294.693
0.5	12.7	95.036	203.940	317.127

Número de golpes	Penetración mm	Presion alcanzada kg	Presión estándar, MP	CBR %	Peso unitario seco, kN/m3
10	5	81.637	10.3	4.016	15.079
25	5	152.292	10.3	7.491	16.816
56	5	248.807	10.3	12.238	19.717







7.7 Anexo “G” Informe de laboratorio del banco de préstamo 1

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)

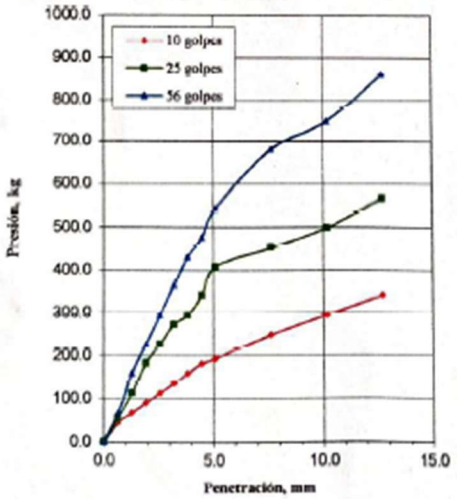
A. DATOS GENERALES

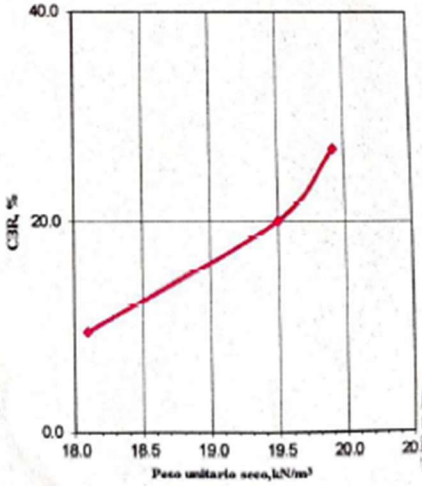
Proyecto: Construccion de casa de maquinas II para grupos generadores de planta Bahia gestion 2024
Ubicación: Barrio Paz Zamora - ENDE — Fecha: 2024-06-26
Descripción de la muestra: A - 2 - 4 (0) — Profundidad: 0,00 m
Identificación de muestra: Muestra de Banco — Procesado: W. Mendoza
Tipo de muestra:
Extracción de la muestra: ☐ No disturbada ☑ Disturbada ☐ Recompactada ☐ 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	68.32	113.19	159.07
0.075	1.91	90.75	181.51	228.37
0.100	2.54	113.19	226.37	294.69
0.125	3.18	135.62	272.26	363.01
0.150	3.81	159.07	294.69	430.31
0.175	4.45	181.51	339.56	476.20
0.200	5.08	193.74	407.88	543.50
0.300	7.62	248.81	452.75	680.14
0.400	10.16	294.69	498.63	747.44
0.500	12.70	339.56	566.95	860.63





Número de golpes	Penetración mm	Presion alcanzada kg	Presión estándar, MPa	CBR %	Peso unitario seco, kN/m3
10	5.00	193.74	10.30	9.53	18.10
25	5.00	407.88	10.30	20.06	19.50
56	5.00	543.50	10.30	26.73	19.92

Ing. Miguel Ángel
DIRECTOR a.i.
Facultad de Ingeniería y Tecnología
Universidad Amazónica de Pando

Ing. MSc. Alfredo Escalante
Responsable de Lab. de Asfaltos, Suelos
ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
Universidad Amazónica de Pando

7.8 Anexo “H” Informe de laboratorio del banco de préstamo 2

GEOSTEC	ENSAYOS DE MECANICA DE SUELO	INDEX Nº S-01 Fecha: 26/07/23
COBIJA - PANDO BOLIVIA	Cliente: GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE PANDO	CARPETA Nº M-1

PROYECTO:

MEJORMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL TRAMO COBIJA - PORVENIR (LADO BERMAS)

RIPIO LATERITICO COM. MEJILLONES (PROPIEDAD 3 ARRANQUE)

ENSAYOS REALIZADOS:

CLASIFICACION DE SUELO (A.A.S.H.T.O. M-147) Y SISTEMA UNIFICADO

PROCTOR MODIFICADO (A.A.S.H.T.O. T180 - D)

CALIFORNIA BEARING RATIO (AASHTO T - 193)

-

COBIJA - BOLIVIA

GEOSTEC
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS A LA INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE CLASIFICACION DE SUELO

(SISTEMA DE CLASIFICACION A.A.S.H.T.O. M-147)

REV:	S-01
FECHA:	26/07/2023
REPORTE:	M-1
PAG:	2 de 5

CLIENTE / Client: GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE PANDO

PROYECTO / Project: MEJORMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL TRAMO COBIJA - PORVENIR (LADO BERMAS)

MATERIAL / Material: GRAVAS ARCILLOSAS, GRAVAS ARCILLO-ARENOSAS

PROFUNDIDAD : DE : cm 110 A : cm 140

UBICACIÓN / Location: RIPIO LATERITICO COM. MEJILLONES (PROPIEDAD 3 ARRANQUE)

ENSAYOS DE ANALISIS GRANULOMETRICO

HUMEDAD HIGROSCOPICA		PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Peso Suelo Humedo+ Capsula (gr)	1000.00	Muestra Total Humeda (gr)	5000.00
Peso Suelo Seco+ Capsula (gr)	901.20	Agregado Grueso (Ret N°4) A.G.(gr)	1162.95
Peso del Agua (gr)	98.80	Pasa N° 4 Humedo (gr)	3837.05
Peso de la Capsula (gr)	97.20	Peso del Agua (gr)	471.52
Peso Suelo Seco (gr)	804.00	Pasa N° 4 Seco (gr)	3365.53
HUMEDAD HIGROSCOPICA (%)	12.29	MUESTRA TOTAL SECA (gr)	4528.48

ANALISIS DE TAMICES DEL AGREGADO GRUESO (AASHTO T-11)

TAMICES	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUM. (gr)	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3"	75.0	0.0	0.0	0.00	100.00		
2 1/2"	63.0	0.0	0.00	0.00	100.00		
2"	50.8	0.0	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.1	43.5	43.50	0.96	99.04		
1"	25.4	88.4	131.85	2.91	97.09		
3/4"	19.1	279.3	411.15	9.08	90.92		
1/2"	12.5	205.1	616.25	13.61	86.39		
3/8"	9.52	194.6	810.85	17.91	82.09		
N°4	4.75	352.1	1162.95	25.68	74.32		

ANALISIS MECANICO DEL MORTERO DE SUELO

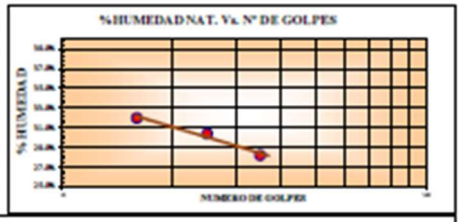
Peso Muestra Hum. Pasa Tamiz 4(gr)	3837.05	Gravedad Especifica	-
Peso Muestra Seca Pasa Tamiz 4 (gr)	3365.53	Angulo de Friccion Interna	-

ANALISIS DE TAMICES DEL AGREGADO FINO (AASHTO T-27)

TAMICES	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUM. (gr)	% QUE PASA		ESPECIFICACIONES
				DEL MORTERO	DEL TOTAL	
N° 10	2.000	410.4	12.19	87.81	65.26	
N° 40	0.425	488.3	26.70	73.30	54.47	
N° 100	0.150	525.7	42.32	57.68	42.86	
N° 200	0.075	566.5	59.16	40.84	30.36	

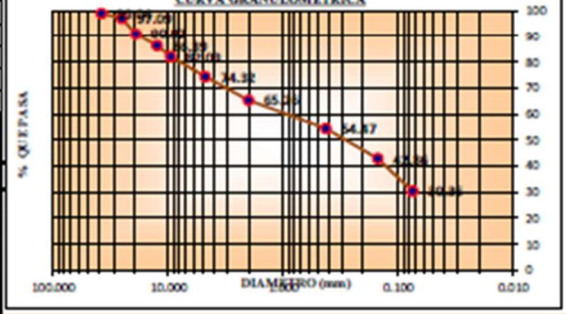
LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
GOLPES	35	25	16
N° TARA	1	2	3
PESO TARA (gr)	3.04	3.13	3.19
PESO SUELO HUMEDO+TARA (gr)	10.00	10.00	10.00
PESO SUELO SECO+TARA (gr)	8.47	8.40	8.35
PESO DEL AGUA (gr)	1.53	1.60	1.65
PESO SUELO SECO (gr)	5.43	5.27	5.16
% HUMEDAD NATURAL	28.18%	30.36%	31.98%



LIMITE PLASTICO

N° TARA	1	2
PESO TARA (gr)	3.21	3.25
PESO SUELO HUMEDO+TARA (gr)	9.00	9.00
PESO SUELO SECO+TARA (gr)	7.90	7.92
PESO DEL AGUA (gr)	1.10	1.08
PESO SUELO SECO (gr)	4.69	4.67
% HUMEDAD NATURAL	23.45%	23.13%
LIMITE PLASTICO	23.29%	



LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO	30.00%
LIMITE PLASTICO	23.29%
INDICE DE PLASTICIDAD	6.71%
CLASIFICACIÓN AASHTO	A - 2 - 4 (0)
CLASIFICACIÓN SUCS	GC

GRAVAS ARCILLOSAS, GRAVAS ARCILLO-ARENOSAS

GEOSTEC	ENSAYO DE COMPACTACION	Rev :	S-01
COBIJA - PANDO BOLIVIA	(DESIGNACIÓN PROCTOR MODIFICADO)	Fecha :	26/07/23
	METODO: AASHTO T180-D	Reporte N°	M-1
		Página:	3 de 5

CLIENTE / Client:	GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE PANDO
PROYECTO / Project:	MEJORMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL TRAMO COBIJA - PORVENIR (LADO BERMAS)
MATERIAL / Material	GRAVAS ARCILLOSAS, GRAVAS ARCILLO-ARENOSAS
UBICACIÓN / Location	RIPIO LATERITICO COM. MEJILLONES (PROPIEDAD 3 ARRANQUE)

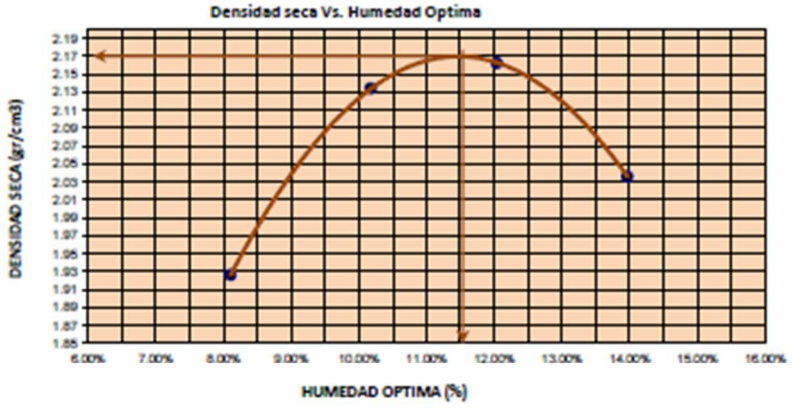
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	GRAN. (% Que Pasa)		LIMITE DE CONSISTENCIA		CLASIFICACION SISTEMA AASHTO
	T-N° 4	74.32			
	T-N°10	65.26	L.L.	30.00%	A - 2 - 4 (0)
	T-N°40	54.47	L.P.	23.29%	
	T-N°200	30.36	I.P.	6.71%	

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO Y DEL ENSAYO

PESO DEL MOLDE (gr)	5750	GOLPES POR CAPA	56	P.MARTILLO	10 lb.
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2103	NUMERO DE CAPAS	5	ALT.DE CAIDA	18"

DETALLE	1	2	3	4	5
Peso muestra humeda + molde	10130	10695	10845	10630	
Peso muestra humeda	4380	4945	5095	4880	-5750
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	**2.083**	**2.351**	**2.423**	**2.320**	
Recipiente No.	1	2	3	4	
Peso de tara	13.35	13.41	13.45	13.51	
Peso muestra humeda + tara	100.00	100.00	100.00	100.00	
Peso muestra seca + tara	93.50	92.00	90.70	89.40	
Peso del agua	6.50	8.00	9.30	10.60	
Peso muestra seca	80.15	78.59	77.25	75.89	
HUMEDAD (%)	**8.11%**	**10.18%**	**12.04%**	**13.97%**	
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.927**	**2.134**	**2.162**	**2.036**	

CURVA DE COMPACTACION



RESULTADOS FINALES	DENSIDAD MAXIMA SECA	% HUMEDAD OPTIMA
	2.170 gr/cm^3	11.56%

OBSERVACIONES.-

"GEOSTEC"

GEOSTEC
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS A LA INGENIERIA CIVIL

COBIJA - PANDO - BOLIVIA

ENSAYO DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

CALIFORNIA BEARING RATIO (AASHTO T - 193)

REV:	S-01
FECHA:	26/7/2023
REPORTE:	M-1
PAG:	4 de 5

CLIENTE / Client: GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE PANDO

PROYECTO / Project: MEJORMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL TRAMO COBIJA - PORVENIR (LADO BERMAS)

MATERIAL / Material: GRAVAS ARCILLOSAS, GRAVAS ARCILLO-ARENOSAS

UBICACIÓN / Location: RIPIO LATERITICO COM. MEJILLONES (PROPIEDAD 3 ARRANQUE)

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

GRAN. (% Que Pasa)				L. DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION	ENSAYO DE COMPACTACION-PROCTOR T-180	
T-N°4	T-N°10	T-N°40	T-N°200	L.L.	L.P.	I.P.	SISTEMA AASHTO	DENSIDAD SECA (gr/cm^3)	%HUMEDAD OPTIMA
74.32	65.26	54.47	30.36	30.00%	23.29%	6.71%	A - 2 - 4 (0)	2.170Grs/cm3	11.56%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDADES

MOLDE NUMERO	1		2		3	
NUMERO DE CAPAS	5		5		5	
NRO. DE GOLPES	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DE EMBEBIMIENTO	DESPUES DE EMBEBIMIENTO	ANTES DE EMBEBIMIENTO	DESPUES DE EMBEBIMIENTO	ANTES DE EMBEBIMIENTO	DESPUES DE EMBEBIMIENTO
P. muestra hum+molde	11681	11978	11820	12053	12403	12718
Peso del molde	7140	7140	7105	7105	7245	7245
P. muestra humeda	4541	4838	4715	4948	5158	5473
Volúmen de la muestra	2005.60	2005.60	2005.60	2005.60	2130.80	2130.80
DENSIDAD HUMEDA	2.264	2.412	2.351	2.467	2.421	2.569

CALCULO DE % DE HUMEDADES DE COMPACTACION Y EMBEBIMIENTO

RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6
Peso del recip.	29.29	29.20	31.20	30.50	29.19	27.50
Muestra humeda + tara	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Muestra seca + tara	92.68	91.10	92.87	91.85	92.66	92.00
Peso del agua	7.32	8.90	7.13	8.15	7.34	8.00
Muestra seca	63.39	61.90	61.67	61.35	63.47	64.50
% DE HUMEDAD	11.55%	14.38%	11.56%	13.28%	11.56%	12.40%
DENSIDAD SECA	2.030	2.109	2.107	2.178	2.170	2.285

DETERMINACION DE LA EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO (DIAS)	MOLDE No.12G -1			MOLDE No.25G -2			MOLDE No.56G -3		
			LECTURA EXTENS.	EXPANSION cm.	EXPANSION %	LECTURA EXTENS.	EXPANSIÓN cm.	EXPANSIÓN %	LECTURA EXTENS.	EXPANSIÓN cm.	EXPANSIÓN %
26-07-23	10:10	0	0	0.000	0.0%	0	0.00	0.0%	0	0.00	0.0%
29-07-23	10:35	3	280	0.280	2.4%	260	0.26	2.3%	240	0.24	2.1%

ENSAYO DE CARGA Y CALCULO DEL %C.B.R.

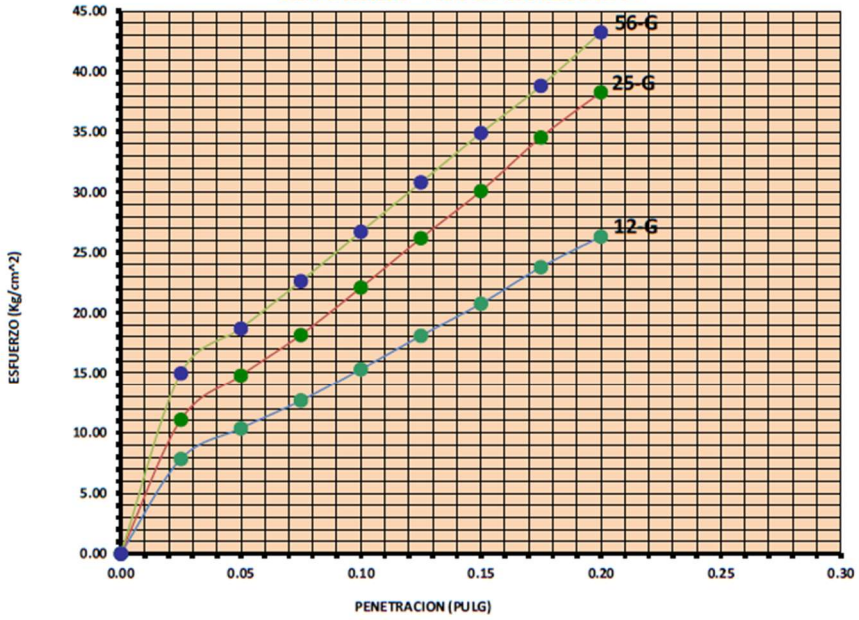
PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE No. 12G - 1				CARGA NORMAL	MOLDE No. 25G - 2				CARGA NORMAL	MOLDE No. 56G - 3			
			Carga Ensayo		CBR corregido			Carga Ensayo		CBR corregido			Carga Ensayo		CBR corregido	
PULG.	CM.	DIAL	kg.	kg/cm2	kg/cm2	%	DIAL	kg.	kg/cm2	kg/cm2	%	DIAL	kg.	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00	0	0.00	0.00			35	0.000	0.00			55	0.000	0.00		
0.025	0.0635	39	151.33	7.82			57	214.12	11.07			79	289.85	14.98		
0.050	0.127	53	200.48	10.36			78	286.40	14.80			100	362.14	18.72		
0.075	0.1905	66	244.96	12.66			97	351.81	18.18			122	437.87	22.63		
0.100	0.254	81	296.46	15.32	15.32	21.89	119	427.54	22.10	22.10	31.56	145	517.04	26.72	26.72	38.17
0.125	0.3175	97	350.29	18.10			142	506.71	26.19			168	596.21	30.81		
0.150	0.381	112	401.79	20.76			164	582.44	30.10			191	675.39	34.90		
0.175	0.4445	129	460.31	23.79			189	668.50	34.55			213	751.12	38.82		
0.200	0.508	143	509.47	26.33	26.33	25.08	210	740.79	38.28	38.28	36.46	238	837.17	43.26	43.26	41.20

OBSERVACIONES.-

"GEOSTEC"

GEOSTEC	GRAFICOS DEL SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)	REV:	S-01
		FECHA:	26/7/2023
	Cliente: GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE PANDO	REPORTE:	M-1
	Obra: MEJORMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL TRAMO COBIJA - PORVENIR (LADO B	PAG:	5 de 5

ESFUERZO Vs. PENETRACION

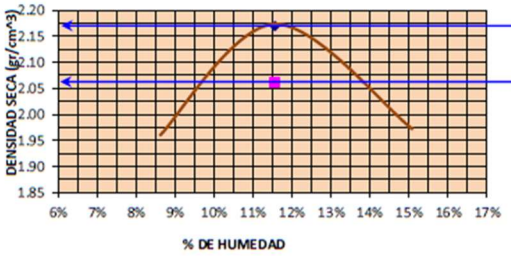


ESFUERZO Vs. HINCHAMIENTO



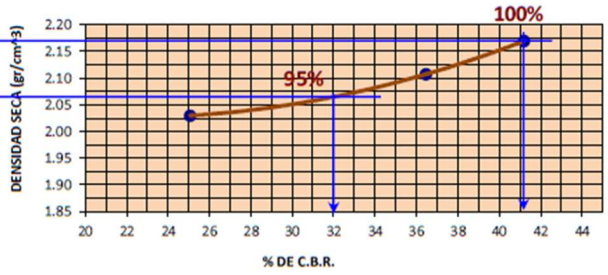
CURVA DE PROCTOR T-180 (Modificado)

DENSIDAD SECA Vs. % DE HUMEDAD



CURVA DE C.B.R.

DENSIDAD SECA Vs. % DE C.B.R.



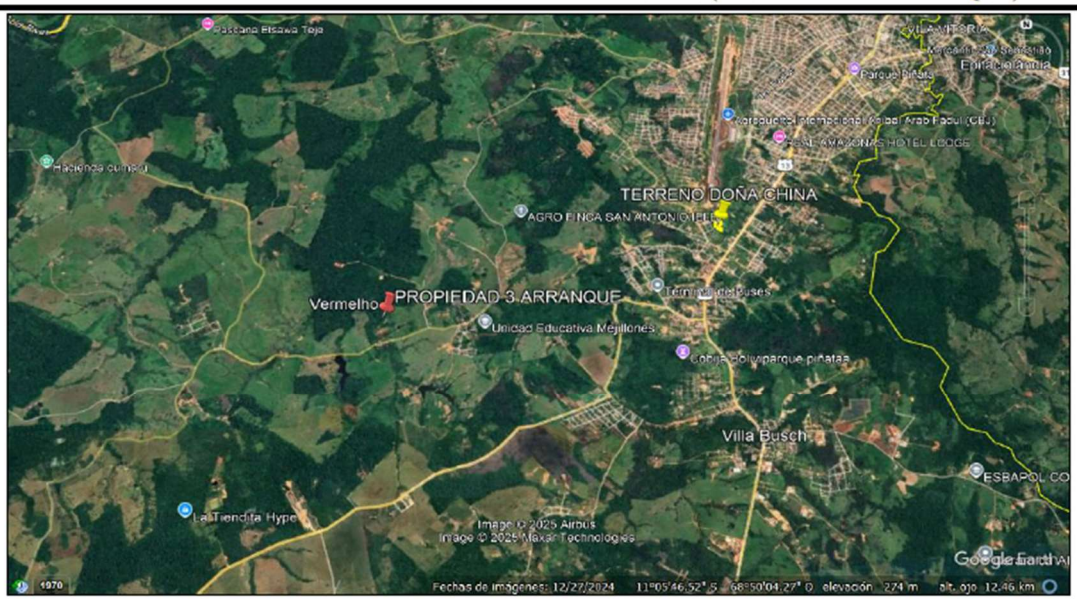
DATOS FINALES	% DE CBR	% DE EXP.
PARA 100% DENSIDAD MAX.	41.20%	2.09%
PARA 95% DENSIDAD MAX.	32.00%	

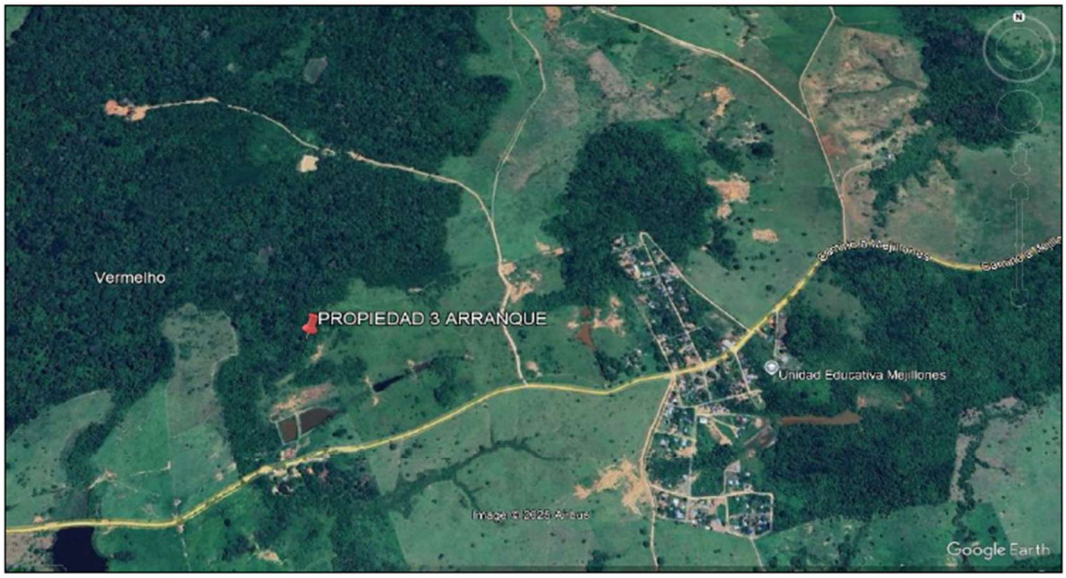
GEOSTEC	UBICACIÓN DEL BANCO DE RIPIO	REV.	S -01
		FECHA:	26/7/2023
		REPORTE:	M-01
		PAG:	01 de 01

CLIENTE / Client: GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE PANDO

PROYECTO / Project: MEJORMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL TRAMO COBIJA - PORVENIR (LADO BERMAS)

UBICACIÓN / Location: RIPIO LATERITICO COM. MEJILLONES (PROPIEDAD 3 ARRANQUE)





PROPIEDAD 3 ARRANQUE (COM. MEJILLONES)

DISTANCIA MEDIA A COBIJA 6KM

COORDENADAS

11° 4'7.46"S 68°49'41.73"O

7.8.1 Informe de laboratorio del banco de préstamo 2 con suelo cemento 5%

GEOSTEC SERVICIOS COMPLEMENTARIOS A LA INGENIERÍA CIVIL	**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELO**	INDEX N° S-01 Fecha: 31/07/23
COBIJA - PANDO BOLIVIA	Cliente: GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE PANDO	CARPETA N° M-1

PROYECTO:

MEJORMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL TRAMO COBIJA - PORVENIR (LADO BERMAS)

RIPIO LATERITICO COM. MEJILLONES (PROPIEDAD 3 ARRANQUE)

SUELO (RIPIO LATERITICO) - CEMENTO 5% (70KG/M3)

ENSAYOS REALIZADOS:

CLASIFICACION DE SUELO (A.A.S.H.T.O. M-147) Y SISTEMA UNIFICADO

PROCTOR MODIFICADO (A.A.S.H.T.O. T180 - D)

CALIFORNIA BEARING RATIO (AASHTO T - 193)

-

COBIJA - BOLIVIA

GEOSTEC SERVICIOS COMPLEMENTARIOS A LA INGENIERÍA CIVIL	ENSAYO DE COMPACTACION	Rev :	S-01
		Fecha :	31/07/23
	(DESIGNACIÓN PROCTOR MODIFICADO)	Reporte Nº	M-1
COBIJA - PANDO BOLIVIA	METODO: AASHTO T180-D	Página:	3 de 5

CLIENTE / Client:	GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE PANDO
PROYECTO / Project:	MEJORMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL TRAMO COBIJA - PORVENIR (LADO BERMAS)
MATERIAL / Material	SUELO (RIPIO LATERITICO) - CEMENTO 5% (70KG/M3)
UBICACIÓN / Location	RIPIO LATERITICO COM. MEJILLONES (PROPIEDAD 3 ARRANQUE)

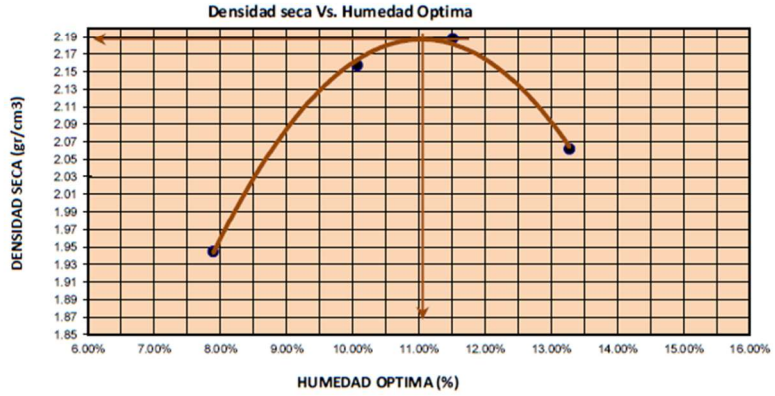
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	GRAN. (% Que Pasa)		LIMITE DE CONSISTENCIA		CLASIFICACION SISTEMA AASHTO
	T-N° 4	74.32			
	T-N°10	65.26	L.L.	30.00%	
	T-N°40	54.47	L.P.	23.29%	A - 2 - 4 (0)
	T-N°200	30.36	I.P.	6.71%	

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO Y DEL ENSAYO

PESO DEL MOLDE (gr)	5750	GOLPES POR CAPA	56	P.MARTILLO	10 lb.
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2103	NUMERO DE CAPAS	5	ALT.DE CAIDA	18"

DETALLE	1	2	3	4	5
Peso muestra humeda + molde	10163	10744	10882	10662	
Peso muestra humeda	4413	4994	5132	4912	-5750
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	**2.098**	**2.375**	**2.440**	**2.336**	
Recipiente No.	1	2	3	4	
Peso de tara	13.35	13.41	13.45	13.51	
Peso muestra humeda + tara	150.00	150.00	150.00	150.00	
Peso muestra seca + tara	140.00	137.50	135.90	134.00	
Peso del agua	10.00	12.50	14.10	16.00	
Peso muestra seca	126.65	124.09	122.45	120.49	
HUMEDAD (%)	**7.90%**	**10.07%**	**11.51%**	**13.28%**	
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.945**	**2.157**	**2.188**	**2.062**	

CURVA DE COMPACTACION



RESULTADOS FINALES	DENSIDAD MAXIMA SECA	% HUMEDAD OPTIMA
	2.188 gr/cm^3	11.13%

OBSERVACIONES.-

"G E O S T E C"

GEOSTEC
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS A LA INGENIERÍA CIVIL
COBIJA - PANDO - BOLIVIA

ENSAYO DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

CALIFORNIA BEARING RATIO (AASHTO T - 193)

REV:	S-01
FECHA:	31/7/2023
REPORTE:	M-1
PAG:	4 de 5

CLIENTE / Client: GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE PANDO

PROYECTO / Project: MEJORMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL TRAMO COBIJA - PORVENIR (LADO BERMAS)

MATERIAL / Material: SUELO (RIPIO LATERITICO) - CEMENTO 5% (70KG/M3)

UBICACIÓN / Location: RIPIO LATERITICO COM. MEJILLONES (PROPIEDAD 3 ARRANQUE)

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

GRAN. (% Que Pasa)				L. DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION	ENSAYO DE COMPACTACION-PROCTOR T-180	
T-Nº4	T-Nº10	T-Nº40	T-Nº200	L.L.	L.P.	I.P.	SISTEMA AASHTO	DENSIDAD SECA (gr/cm^3)	%HUMEDAD OPTIMA
74.32	65.26	54.47	30.36	30.00%	23.29%	6.71%	A - 2 - 4 (0)	2.188Grs/cm3	11.13%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDADES

MOLDE NUMERO	1		2		3	
NUMERO DE CAPAS	5		5		5	
NRO. DE GOLPES	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DE EMBEBIMIENTO	DESPUES DE EMBEBIMIENTO	ANTES DE EMBEBIMIENTO	DESPUES DE EMBEBIMIENTO	ANTES DE EMBEBIMIENTO	DESPUES DE EMBEBIMIENTO
P. muestra hum+molde	11722	12020	11863	12089	12445	12761
Peso del molde	7140	7140	7105	7105	7245	7245
P. muestra humeda	4582	4880	4758	4984	5200	5516
Volúmen de la muestra	2005.60	2005.60	2005.60	2005.60	2130.80	2130.80
DENSIDAD HUMEDA	**2.285**	**2.433**	**2.372**	**2.485**	**2.440**	**2.589**

CALCULO DE % DE HUMEDADES DE COMPACTACION Y EMBEBIMIENTO

RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6
Peso del recip.	29.29	29.20	31.20	30.50	29.19	27.50
Muestra humeda + tara	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Muestra seca + tara	92.68	91.10	92.87	91.85	92.66	92.00
Peso del agua	7.32	8.90	7.13	8.15	7.34	8.00
Muestra seca	63.39	61.90	61.67	61.35	63.47	64.50
% DE HUMEDAD	**11.55%**	**14.38%**	**11.56%**	**13.28%**	**11.56%**	**12.40%**
DENSIDAD SECA	**2.048**	**2.127**	**2.127**	**2.194**	**2.187**	**2.303**

DETERMINACION DE LA EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO (DIAS)	MOLDE No.12G -1			MOLDE No.25G -2			MOLDE No.56G -3		
			LECTURA	EXPANSION		LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	cm.	%	EXTENS.	cm.	%	EXTENS.	cm.	%
31-07-23	09:25	0	0	0.000	0.0%	0	0.00	0.0%	0	0.00	0.0%
07-08-23	09:40	7	275	0.275	2.4%	255	0.26	2.2%	235	0.24	2.0%

ENSAYO DE CARGA Y CALCULO DEL %C.B.R.

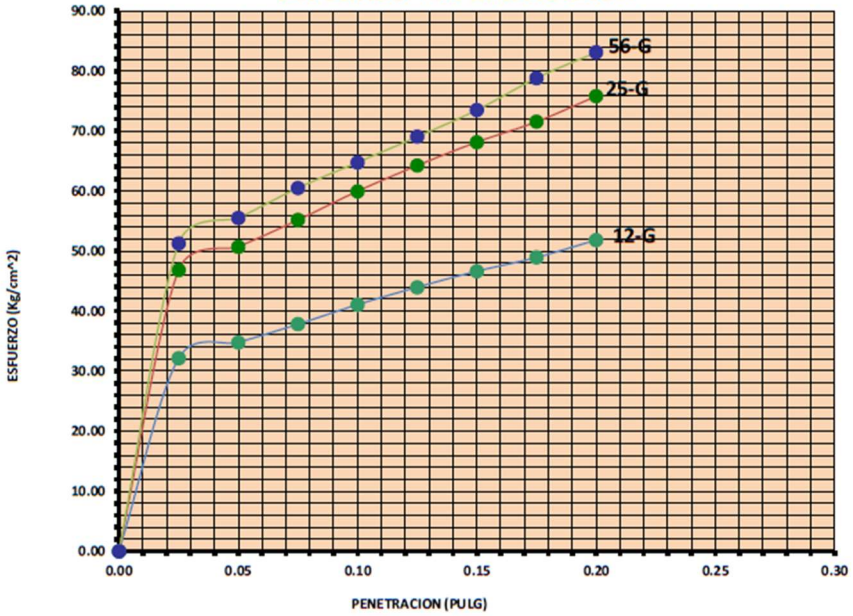
PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE No. 12G - 1				CARGA NORMAL	MOLDE No. 25G - 2				CARGA NORMAL	MOLDE No. 56G - 3			
			Carga Ensayo		CBR corregido			Carga Ensayo		CBR corregido			Carga Ensayo		CBR corregido	
PULG.	CM.	DIAL	kg.	kg/cm2	kg/cm2	%	DIAL	kg	kg/cm2	kg/cm2	%	DIAL	kg	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00	0	0.00	0.00			239	0.000	0.00			262	0.000	0.00		
0.025	0.0635	175	621.82	32.14			258	906.02	46.82			283	992.08	51.27		
0.050	0.127	190	673.32	34.80			280	981.75	50.74			307	1074.69	55.54		
0.075	0.1905	207	731.84	37.82			305	1067.81	55.18			335	1171.08	60.52		
0.100	0.254	226	795.04	41.09	41.09	**58.70**	332	1160.75	59.99	59.99	**85.70**	359	1253.69	64.79	64.79	**92.56**
0.125	0.3175	242	851.22	43.99			356	1243.37	64.26			383	1336.31	69.06		
0.150	0.381	257	902.72	46.65			378	1319.10	68.17			408	1422.37	73.51		
0.175	0.4445	270	947.19	48.95			397	1384.50	71.55			438	1525.64	78.84		
0.200	0.508	286	1003.37	51.85	51.85	**51.85**	421	1467.12	75.82	75.82	**75.82**	462	1608.25	83.11	83.11	**83.11**

OBSERVACIONES.-

"GEOSTEC"

GEOSTEC	GRAFICOS DEL SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)	REV:	S-01
		FECHA:	31/7/2023
	Cliente: GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE PANDO	REPORTE:	M-1
	Obra: MEJORMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL TRAMO COBIJA - PORVENIR (LADO B	PAG:	5 de 5

ESFUERZO Vs. PENETRACION

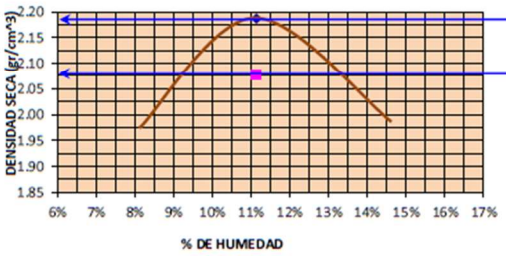


ESFUERZO Vs. HINCHAMIENTO



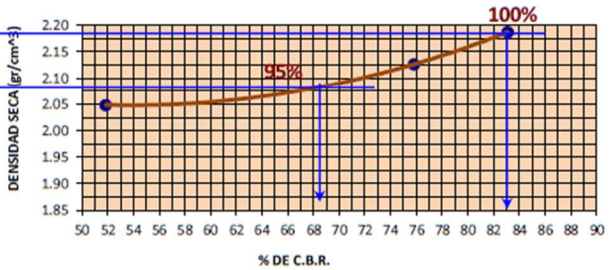
CURVA DE PROCTOR T-180 (Modificado)

DENSIDAD SECA Vs. % DE HUMEDAD



CURVA DE C.B.R.

DENSIDAD SECA Vs. % DE C.B.R.



DATOS FINALES	% DE CBR	% DE EXP.
PARA 100% DENSIDAD MAX.	83.00%	2.04%
PARA 95% DENSIDAD MAX.	68.60%	

7.9 Anexo “I” Conteo digital del tránsito promedio diario

ESTACION: BARRIO ROBERTO ROJAS

AMBOS SENTIDOS

FECHA	HORA DE A	COMPOSICIÓN DE TRÁFICO												TOTAL HORA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
miércoles, 21 de agosto de 2024	0 - 1	2	4											6
	1 - 2		2											2
	2 - 3													0
	3 - 4		2											2
	4 - 5	1												1
	5 - 6		1											1
	6 - 7		1											1
	7 - 8													0
	8 - 9	1	4											5
	9 - 10	2	7	1	2			1						13
	10 - 11	2	5		1									8
	11 - 12	2	3		1			2						8
	12 - 13	3	6					1						10
	13 - 14	3	6		1			2	2					14
	14 - 15	2	7					2		1				12
	15 - 16	3	9	1				2						15
	16 - 17	2	3					2						7
	17 - 18	1	7					2		2				12
	18 - 19	4	8		1			5						18
	19 - 20	2	1					1						4
	20 - 21		6					3						9
	21 - 22	2	3		1			2						8
	22 - 23													0
	23 - 24	1	1											2
TOTAL DIA		33	86	2	7	0	0	25	2	3	0	0	0	158

ESTACION: BARRIO ROBERTO ROJAS

AMBOS SENTIDOS

FECHA	HORA DE A	COMPOSICIÓN DE TRÁFICO												TOTAL HORA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
jueves, 22 de agosto de 2024	**0 - 1**	2	1											3
	1 - 2													0
	2 - 3													0
	3 - 4	1												1
	4 - 5													0
	5 - 6		3											3
	6 - 7		4											4
	7 - 8	1	6											7
	8 - 9		3					1						4
	9 - 10		3											3
	10 - 11	1	5	2				1						9
	11 - 12	5	3					1						9
	12 - 13	3	6					3						12
	13 - 14	6	4	1				1						12
	14 - 15	3	4	2				4						13
	15 - 16	6	3	2				2						13
	16 - 17	4	7	1				3						15
	17 - 18	7	11	3										21
	18 - 19	1	6	1										8
	19 - 20		4											4
	20 - 21	1	1	1										3
	21 - 22		3											3
	22 - 23		3											3
	23 - 24		2											2
TOTAL DIA		41	82	13	0	0	0	16	0	0	0	0	0	**152**

ESTACION: BARRIO ROBERTO ROJAS

AMBOS SENTIDOS

FECHA	HORA DE A	COMPOSICIÓN DE TRÁFICO												TOTAL HORA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
viernes, 23 de agosto de 2024	0 - 1	1	1											2
	1 - 2													0
	2 - 3		1											1
	3 - 4													0
	4 - 5													0
	5 - 6													0
	6 - 7													0
	7 - 8	2	4											6
	8 - 9	4	2					2						8
	9 - 10	1	6	1										8
	10 - 11	2	3					1						6
	11 - 12	4	7					1						12
	12 - 13	3	5					4						12
	13 - 14	4	4		1			2						11
	14 - 15	2	5					1						8
	15 - 16	4	3		2			2						11
	16 - 17	3	6					2						11
	17 - 18	5	2					2						9
	18 - 19	7	5					1						13
	19 - 20	1	3					3						7
	20 - 21	1	4											5
	21 - 22		6					3						9
	22 - 23	1	2											3
	23 - 24													0
TOTAL DIA		45	69	1	3	0	0	24	0	0	0	0	0	142

ESTACION: BARRIO ROBERTO ROJAS

AMBOS SENTIDOS

FECHA	HORA DE A	COMPOSICIÓN DE TRÁFICO												TOTAL HORA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
sábado, 24 de agosto de 2024	0 - 1		2											2
	1 - 2	1												1
	2 - 3													0
	3 - 4													0
	4 - 5													0
	5 - 6													0
	6 - 7	3	1											4
	7 - 8	2	7											9
	8 - 9	2	4					2						8
	9 - 10		5					1						6
	10 - 11	1	7					4						12
	11 - 12	6	7		2			3	1					19
	12 - 13	3	8	1				2	2	1				17
	13 - 14	1	2					1						4
	14 - 15	4	4					1						9
	15 - 16	5	3											8
	16 - 17	5	1	2	1			3						12
	17 - 18	5	4					1						10
	18 - 19	8	2						1					11
	19 - 20	3	3	1	1							1		9
	20 - 21	1	2											3
	21 - 22	1			1			1						3
	22 - 23													0
	23 - 24	2												2
TOTAL DIA		53	62	4	5	0	0	19	4	1	0	1	0	**149**

ESTACION: BARRIO ROBERTO ROJAS

AMBOS SENTIDOS

FECHA	HORA DE A	COMPOSICIÓN DE TRÁFICO												TOTAL HORA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
domingo, 25 de agosto de 2024	**0 - 1**	1	1											2
	1 - 2		1											1
	2 - 3													0
	3 - 4													0
	4 - 5													0
	5 - 6													0
	6 - 7	2	1											3
	7 - 8	3	4											7
	8 - 9	3	4					2						9
	9 - 10	5	4					4						13
	10 - 11	3	4		1			4						12
	11 - 12	4	3		1									8
	12 - 13	4	4	2	1			1						12
	13 - 14				2			2						4
	14 - 15	4	10					2						16
	15 - 16	1	8		1			2						12
	16 - 17	4	11					3						18
	17 - 18	4	3					3						10
	18 - 19	2	6		2			1						11
	19 - 20	3	1					5						9
	20 - 21	1	6											7
	21 - 22	1	3		1									5
	22 - 23		3		1									4
	23 - 24		2											2
TOTAL DIA		45	79	2	10	0	0	29	0	0	0	0	0	**165**

ESTACION: BARRIO ROBERTO ROJAS

AMBOS SENTIDOS

FECHA	HORA DE A	COMPOSICIÓN DE TRÁFICO												TOTAL HORA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
lunes, 26 de agosto de 2024	**0 - 1**	1												1
	1 - 2		2											2
	2 - 3		1											1
	3 - 4													0
	4 - 5													0
	5 - 6		1											1
	6 - 7													0
	7 - 8	1	7											8
	8 - 9	1	1					3						5
	9 - 10		2					3					1	6
	10 - 11		3			1		4	1					9
	11 - 12	2	5		1			1						9
	12 - 13	2	3		1			2						8
	13 - 14	1	4	1				1						7
	14 - 15	1	7		1			2						11
	15 - 16	1	2											3
	16 - 17	2	3					2						7
	17 - 18	1	4					1						6
	18 - 19	1	6					2						9
	19 - 20	2	3					2				1		8
	20 - 21	2	6									1		9
	21 - 22	4	5											9
	22 - 23		2					4						6
	23 - 24		2											2
TOTAL DIA		22	69	1	3	1	0	27	1	0	0	2	1	**127**

ESTACION: BARRIO ROBERTO ROJAS

AMBOS SENTIDOS

FECHA	HORA DE A	COMPOSICIÓN DE TRÁFICO												TOTAL HORA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
martes, 27 de agosto de 2024	**0 - 1**		2											2
	1 - 2	1												1
	2 - 3													0
	3 - 4													0
	4 - 5													0
	5 - 6													0
	6 - 7		1											1
	7 - 8	1	4											5
	8 - 9	1	4					4						9
	9 - 10	4	3	2				3						12
	10 - 11	3	1		2			2						8
	11 - 12	1	5	1	1									8
	12 - 13	3	6					3						12
	13 - 14	1	4											5
	14 - 15	3	7					2						12
	15 - 16	1	5					2						8
	16 - 17	3	3					3						9
	17 - 18	1	4					3						8
	18 - 19	4	7					2						13
	19 - 20	3	4					2						9
	20 - 21	2												2
	21 - 22	3	2					1						6
	22 - 23	1	1											2
	23 - 24													0
TOTAL DIA		36	63	3	3	0	0	27	0	0	0	0	0	**132**

ESTACION: BARRIO ROBERTO ROJAS

AMBOS SENTIDOS

FECHA	HORA DE A	COMPOSICIÓN DE TRÁFICO												TOTAL HORA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
SEMANA	**0 - 1**	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
	1 - 2	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	2 - 3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	3 - 4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	4 - 5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5 - 6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	6 - 7	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
	7 - 8	10	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
	8 - 9	12	22	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	48
	9 - 10	12	30	4	2	0	0	12	0	0	0	0	1	61
	10 - 11	12	28	2	4	1	0	16	1	0	0	0	0	64
	11 - 12	24	33	1	6	0	0	8	1	0	0	0	0	73
	12 - 13	21	38	3	2	0	0	16	2	1	0	0	0	83
	13 - 14	16	24	2	4	0	0	9	2	0	0	0	0	57
	14 - 15	19	44	2	1	0	0	14	0	1	0	0	0	81
	15 - 16	21	33	3	3	0	0	10	0	0	0	0	0	70
	16 - 17	23	34	3	1	0	0	18	0	0	0	0	0	79
	17 - 18	24	35	3	0	0	0	12	0	2	0	0	0	76
	18 - 19	27	40	1	3	0	0	11	1	0	0	0	0	83
	19 - 20	14	19	1	1	0	0	13	0	0	0	2	0	50
	20 - 21	8	25	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	38
	21 - 22	11	22	0	3	0	0	7	0	0	0	0	0	43
	22 - 23	2	11	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	18
	23 - 24	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
TOTAL SEMANA		275	510	26	31	1	0	167	7	4	0	3	1	**1025**

7.10 Anexo “I1” Calculo de TPDA

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL INICIAL - SIN PROYECTO													
		LIVIANOS			MEDIANOS				PESADOS				OTROS
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
TPDE	2024	40.00	73.00	4.00	5.00	1.00	0.00	24.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Factor por Mes	fm	0.82	0.85	1.10	0.80	0.71	1.00	0.81	0.83	1.57	1.00	0.71	0.71
Factor por estación del año	fe	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*
TPDA	2024	37	70	5	4	1	0	22	1	2	0	1	1
TPDA	2028	47	90	7	7	2	0	28	2	3	0	2	2
% de tránsito atraído	%TA	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TPDa	2028	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% de tránsito generado (atraído)	%TGa	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TPDg	2028	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TPDAo (desarrollado)	**2028**	47	90	7	7	2	0	28	2	3	0	2	2

CÁLCULO DE TPDA SIN PROYECTO														
		LIVIANOS			MEDIANOS				PESADOS				OTROS	TPDA veh/año
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
TPDE	2024	**40**	**73**	**4**	**5**	**1**	**0**	**24**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	
Factor Diario	fd	**0.82**	**0.85**	**1.10**	**0.80**	**0.71**	**1.00**	**0.81**	**0.83**	**1.57**	**1.00**	**0.71**	**0.71**	
Factor por estación	fe	***1.13***	***1.13***	***1.13***	***1.13***	***1.13***	***1.13***	***1.13***	***1.13***	***1.13***	***1.13***	***1.13***	***1.13***	
TPDA2024	2024	**37**	**71**	**5**	**5**	**1**	**0**	**22**	**1**	**2**	**0**	**1**	**1**	146
Tasa de Crecimiento	%t	***5.90%***	***5.90%***	***5.90%***	***6.10%***	***6.10%***	***6.10%***	***6.10%***	***10.14%***	***10.14%***	***10.14%***	***10.14%***	***10.79%***	
PERIODO DE CONSTRUCCIÓN	2025	40	76	6	6	2	0	24	2	3	0	2	2	163
	2026	42	80	6	6	2	0	25	2	3	0	2	2	170
	2027	44	85	6	6	2	0	27	2	3	0	2	2	179
PERIODO DE DISEÑO	2028	47	90	7	7	2	0	28	2	3	0	2	2	190
	2029	50	95	7	7	2	0	30	2	4	0	2	2	201
	2030	53	101	8	8	2	0	32	2	4	0	2	2	214
	2031	56	107	8	8	2	0	34	2	4	0	2	3	226
	2032	59	113	8	9	2	0	36	3	5	0	3	3	241
	2033	62	119	9	9	2	0	38	3	5	0	3	3	253
	2034	66	126	9	10	2	0	40	3	6	0	3	3	268
	2035	70	134	10	10	2	0	43	3	6	0	3	4	285
	2036	74	142	10	11	3	0	45	4	7	0	4	4	304
	2037	78	150	11	11	3	0	48	4	8	0	4	4	321
	2038	83	159	12	12	3	0	51	4	8	0	4	5	341
	2039	88	168	12	13	3	0	54	5	9	0	5	5	362
	2040	93	178	13	13	3	0	57	5	10	0	5	6	383
	2041	99	189	14	14	3	0	61	6	11	0	6	6	409
	2042	104	200	15	15	3	0	64	6	12	0	6	7	432
	2043	110	212	15	16	4	0	68	7	13	0	7	8	460
	2044	117	224	16	17	4	0	72	7	14	0	7	8	486
	2045	124	237	17	18	4	0	77	8	16	0	8	9	518
	2046	131	251	18	19	4	0	81	9	17	0	9	10	549
	2047	139	266	19	20	4	0	86	10	19	0	10	11	584
PERIODO DE ANALISIS	2048	147	282	20	21	5	0	92	11	21	0	11	12	622
	2049	156	298	21	22	5	0	97	12	23	0	12	13	659
	2050	165	316	23	24	5	0	103	13	25	0	13	15	702
	2051	174	334	24	25	5	0	109	14	28	0	14	16	743
	2052	185	354	25	27	6	0	116	15	30	0	15	18	791
	2053	196	375	27	28	6	0	123	17	33	0	17	20	842
	2054	207	397	28	30	6	0	130	19	37	0	19	22	895
	2055	219	420	30	32	7	0	138	20	40	0	20	24	950
	2056	232	445	32	34	7	0	147	22	44	0	22	27	1012
	2057	246	471	34	36	8	0	156	25	49	0	25	30	1080
	2058	260	499	36	38	8	0	165	27	54	0	27	33	1147
	2059	276	529	38	40	8	0	175	30	59	0	30	37	1222
	2060	292	560	40	43	9	0	186	33	65	0	33	41	1302
	2061	309	593	42	45	9	0	197	36	72	0	36	45	1384
	2062	327	628	45	48	10	0	209	40	79	0	40	50	1476
	2063	347	665	47	51	11	0	222	44	87	0	44	55	1573
	2064	367	704	50	54	11	0	235	48	96	0	48	61	1674
	2065	389	745	53	57	12	0	250	53	105	0	53	67	1784
	2066	412	789	56	61	13	0	265	58	116	0	58	75	1903
	2067	436	836	59	64	13	0	281	64	128	0	64	83	2028
SUB-TOTAL 2028-2048		**1703**	**3261**	**238**	**247**	**57**	**0**	**1045**	**95**	**181**	**0**	**95**	**105**	**7027**
SUB-TOTAL 2049-2069		**5342**	**10240**	**730**	**780**	**164**	**0**	**3396**	**601**	**1191**	**0**	**601**	**744**	**23789**
TOTAL (2028-2069)		**7045**	**13501**	**968**	**1027**	**221**	**0**	**4441**	**696**	**1372**	**0**	**696**	**849**	**30816.00**
Sub-Total por tipo		**21514**			**6385**				**2917**					**30816.00**
Total (Veh)		**2572**	**4928**	**354**	**375**	**81**	**0**	**1621**	**255**	**501**	**0**	**255**	**310**	**11252.00**

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL INICIAL - CON PROYECTO														
		LIVIANOS			MEDIANOS				PESADOS				OTROS	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
TPDE	2024	40.00	73.00	4.00	5.00	1.00	0.00	24.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	
Factor por Mes	fm	0.82	0.85	1.10	0.80	0.71	1.00	0.81	0.83	1.57	1.00	0.71	0.71	
Factor por estación del año	fe	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	
TPDA	2024	37	70	5	4	1	0	22	1	2	0	1	1	
TPDA	2028	47	90	7	7	2	0	28	2	3	0	2	2	
% de tránsito atraído	%TA	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	7%	7%	7%	7%	5%	
TPDa	2028	8.00	14.00	2.00	1.00	1.00	0.00	3.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	
% de tránsito generado (atraído)	%TGa	25%	25%	25%	15%	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	5%	
TPDg	2028	12.00	23.00	2.00	2.00	1.00	0.00	5.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	
TPDAo (desarrollado)	**2028**	**67**	**127**	**11**	**10**	**4**	**0**	**36**	**4**	**5**	**0**	**4**	**4**	

CÁLCULO DE TPDA CON PROYECTO														
		LIVIANOS			MEDIANOS				PESADOS					TPDA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	veh/año
TPDE	2024	40.00	73.00	4.00	5.00	1.00	0.00	24.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	
Factor Diario		0.82	0.85	1.10	0.80	0.71	1.00	0.81	0.83	1.57	1.00	0.71	0.71	
Factor por estación		*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	*1.13*	
TPDA2024	2024	37	71	5	5	1	0	22	1	2	0	1	1	146
Tasa de Crecimiento	%t	*5.90%*	*5.90%*	*5.90%*	*6.10%*	*6.10%*	*6.10%*	*6.10%*	*10.14%*	*10.14%*	*10.14%*	*10.14%*	*10.79%*	
TPDA2024	2025	56	106	8	8	3	0	30	2	4	0	2	2	163
	2026	59	112	8	8	3	0	31	2	4	0	2	2	170
	2027	62	119	8	8	3	0	34	2	4	0	2	2	179
PERIODO DE DISEÑO	2028	67	127	11	10	4	0	36	4	5	0	4	4	272
	2029	71	134	12	11	4	0	38	4	6	0	4	4	288
	2030	75	142	12	11	5	0	41	5	6	0	5	5	307
	2031	80	151	13	12	5	0	43	5	7	0	5	5	326
	2032	84	160	14	13	5	0	46	6	7	0	6	6	347
	2033	89	169	15	13	5	0	48	6	8	0	6	7	366
	2034	95	179	16	14	6	0	51	7	9	0	7	7	391
	2035	100	190	16	15	6	0	54	8	10	0	8	8	415
	2036	106	201	17	16	6	0	58	9	11	0	9	9	442
	2037	112	213	18	17	7	0	61	10	12	0	10	10	470
	2038	119	225	20	18	7	0	65	11	13	0	11	11	500
	2039	126	239	21	19	8	0	69	12	14	0	12	12	532
	2040	133	253	22	20	8	0	73	13	16	0	13	14	565
	2041	141	268	23	22	9	0	78	14	18	0	14	15	602
	2042	150	283	25	23	9	0	82	15	19	0	15	17	638
	2043	158	300	26	24	10	0	87	17	21	0	17	19	679
	2044	168	318	28	26	10	0	93	19	23	0	19	21	725
	2045	178	337	29	27	11	0	98	21	26	0	21	23	771
	2046	188	356	31	29	12	0	104	23	28	0	23	25	819
	2047	199	377	33	31	12	0	111	25	31	0	25	28	872
PERIODO DE ANALISIS	2048	211	400	35	33	13	0	118	28	34	0	28	31	931
	2049	223	423	37	35	14	0	125	30	38	0	30	34	989
	2050	237	448	39	37	15	0	132	33	42	0	33	38	1054
	2051	250	475	41	39	16	0	140	37	46	0	37	42	1123
	2052	265	503	44	41	17	0	149	41	51	0	41	47	1199
	2053	281	532	46	44	18	0	158	45	56	0	45	52	1277
	2054	297	564	49	47	19	0	168	49	62	0	49	57	1361
	2055	315	597	52	49	20	0	178	54	68	0	54	64	1451
	2056	334	632	55	52	21	0	189	60	75	0	60	71	1549
	2057	353	670	58	56	22	0	200	66	82	0	66	78	1651
	2058	374	709	61	59	24	0	213	72	91	0	72	87	1762
	2059	396	751	65	63	25	0	225	80	100	0	80	96	1881
	2060	420	795	69	66	27	0	239	88	110	0	88	106	2008
	2061	444	842	73	71	28	0	254	97	121	0	97	118	2145
	2062	471	892	77	75	30	0	269	107	133	0	107	130	2291
	2063	498	945	82	79	32	0	286	117	147	0	117	145	2448
	2064	528	1000	87	84	34	0	303	129	162	0	129	160	2616
	2065	559	1059	92	89	36	0	322	142	178	0	142	177	2796
	2066	592	1122	97	95	38	0	341	157	196	0	157	197	2992
	2067	627	1188	103	101	40	0	362	173	216	0	173	218	3201
SUB-TOTAL 2028-2047		**2439**	**4622**	**402**	**371**	**149**	**0**	**1336**	**234**	**290**	**0**	**234**	**250**	**10327**
SUB-TOTAL 2048-2067		**7675**	**14547**	**1262**	**1215**	**489**	**0**	**4371**	**1605**	**2008**	**0**	**1605**	**1948**	**36725**
TOTAL (2028-2067)		**10114**	**19169**	**1664**	**1586**	**638**	**0**	**5707**	**1839**	**2298**	**0**	**1839**	**2198**	**47052.00**
Sub-Total por tipo			**30947**			**7931**					**8174**			**47052.00**
Total (Veh)		**3692**	**6997**	**608**	**579**	**233**	**0**	**2084**	**672**	**839**	**0**	**672**	**803**	**17179.00**

PERIODO DE DISEÑO		
AÑO	2028	2047
TPDA	272	872

PERIODO DE ANALISIS		
AÑO	2048	2067
TPDA	931	3,201

	NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES PARA PAVIMENTO RÍGIDO												
	LIVIANOS			MEDIANOS					PESADOS				SUMA ESALs
VEHÍCULOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
TPDAa	*2439*	*4622*	*402*	*371*	*149*	*0*	*1336*	*234*	*290*	*0*	*234*	*250*	
DÍAS DEL AÑO	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	
NÚMERO DE PASADAS	890235	1687030	146730	135415	54385	0	487640	85410	105850	0	85410	91250	
FACTOR DE EJES EQUIVALENTES	0.000599	0.22829	0.06081	1.0745	3.7674	1.78631	3.76737	3.7674	3.85453	6.937173	10.3148	0.0005991	
ESALs	**534**	**385136**	**8924**	**145504**	**204889**	**0**	**1837123**	**321772**	**408003**	**0**	**880986**	**55**	**4,192,926**

TIPO	CLASIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN VEHICULAR							
	N°	DESCRIPCIÓN	CONFIGURACIÓN	EJE DELANTERO	EJE TRASERO 1	EJE TRASERO 2	EJE TRASERO 3	KIPS
T1	1	Automóviles y Vagonetas	11	2.2046	2.2046			4.4092
T2	2	Camionetas	11	7.7161	12.1253			19.8414
T3	3	Minibuses	11	7.7161	7.7161			15.4322
T4	4	Microbuses	11	15.4322	15.4322			30.8644
T5	5	Bus Grande 2 ejes	11	15.4322	24.2506			39.6828
T6	6	Bus grande 3 ejes	12	15.4322	30.8644			46.2966
T7	7	Bus grande 4 ejes	11	15.4322	24.2506			24
T8	8	Camión Mediano	11	15.4322	24.2506			39.6828
	9	C2	11	15.4322	24.2506			39.6828
T9	10	C3	12	15.4322	39.6828			55.115
T10	11	C SEMI EJE 2 TANDEM EJE 3 TANDEM	122	15.4322	39.6828	39.6828		94.7978
	12	C SEMI EJE 2 TANDEM EJE 3 TRIDEM	123	15.4322	30.8644	55.115		101.4116
	13	C SEMI EJE 2 SIMPLE EJE 3 TRIDEM	113	15.4322	24.2506	55.115		94.7978
	14	TS SEMI ULTIMO EJE TANDEM	112	15.4322	24.2506	39.6828		79.3656
T11	15	CAMIONES REMOLQUE	1211	15.4322	39.6828	24.2506	24.2506	103.6162
	16	CAMIONES REMOLQUE	1112	15.4322	24.2506	24.2506	39.6828	103.6162
T12	17	OTROS	11	2.2046	2.2046			4.4092

PAV. RÍGIDO			
PESO (KIPS)	1 EJE SIMPLE	2 TAMDEM	3 TRÍDEM
2.2046	0.000299551	0.00010815	7.6657E-05
7.7161	0.030406246	0.00518159	0.00215549
15.4322	0.53724848	0.07654317	0.0263422
12.1253	0.197885948	0.02912079	0.01058427
24.2506	3.230126379	0.48171912	0.15768818
30.8644	8.634854206	1.24906426	0.41534478
39.6828	25.57432325	3.31728457	1.11230612
55.115	111.2092559	12.8436099	3.96926368

TIPO	CLASIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN VEHICULAR							PAV. RIGIDO	
	N°	DESCRIPCIÓN	CONFIGURACIÓN	EJE DELANTERO	EJE TRASERO 1	EJE TRASERO 2	EJE TRASERO 3	sub-total	total
T1	1	Automóviles y Vagonetas	11	0.000299551	0.000299551			0.000599	0.000599
T2	2	Camionetas	11	0.030406246	0.197885948			0.228292	0.228292
T3	3	Minibuses	11	0.030406246	0.030406246			0.060812	0.060812
T4	4	Microbuses	11	0.53724848	0.53724848			1.074497	1.074497
T5	5	Bus Grande 2 ejes	11	0.53724848	3.230126379			3.767375	3.767375
T6	6	Bus grande 3 ejes	12	0.53724848	1.249064264			1.786313	1.786313
T7	7	Bus grande 4 ejes	11	0.53724848	3.230126379			3.767375	3.767375
T8	8	Camión Mediano	11	0.53724848	3.230126379			3.767375	3.767375
	9	C2	11	0.53724848	3.230126379			3.767375	
T9	10	C3	12	0.53724848	3.31728457			3.854533	3.854533
T10	11	C SEMI EJE 2 TANDEM EJE 3 TANDEM	122	0.53724848	3.31728457	3.31728457		7.171818	6.937173
	12	C SEMI EJE 2 TANDEM EJE 3 TRIDEM	123	0.53724848	1.249064264	3.969263676		5.755576	
	13	C SEMI EJE 2 SIMPLE EJE 3 TRIDEM	113	0.53724848	3.230126379	3.969263676		7.736639	
	14	TS SEMI ULTIMO EJE TANDEM	112	0.53724848	3.230126379	3.31728457		7.084659	
T11	15	CAMIONES REMOLQUE	1211	0.53724848	3.31728457	3.230126379	3.230126379	10.314786	10.314786
	16	CAMIONES REMOLQUE	1112	0.53724848	3.230126379	3.230126379	3.31728457	10.314786	
T12	17	OTROS	11	0.000299551	0.000299551			0.000599	0.000599

7.11 Anexo "J" Producto Interno Bruto, Población, Parque Automotor de Pando y Combustible

TABLA RESUMEN

PANDO[1] : PARQUE AUTOMOTOR, SEGÚN TIPO DE SERVICIO Y CLASE DE VEHÍCULO, 2003 - 2023

(En número de vehículos)

TIPO DE SERVICIO[3]/CLASE DE VEHÍCULO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ambulancia[4]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	13	13
Automóvil	21	43	52	65	72	77	85	99	110	113	115	126	130
Bus[2]	5	14	13	25	24	23	24	23	23	23	23	24	22
Camión	46	75	99	137	160	179	186	196	205	206	214	216	214
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
Maquinaria pesada[5]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microbús	4	17	14	15	14	13	12	11	11	11	11	11	11
Minibús	25	47	56	57	58	58	55	56	55	56	57	58	56
Moto	128	359	785	1,479	2,148	2,459	2,853	3,471	4,338	4,767	5,323	6,169	7,327
Quadra-Trac	0	1	12	2	2	2	4	4	6	7	9	9	11
Torpedo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracto - Camión	0	1	12	18	27	31	36	37	41	41	39	43	40
Trimóvil - Camión	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	**503**	**1,061**	**1,606**	**2,490**	**3,243**	**3,622**	**4,044**	**4,721**	**5,658**	**6,120**	**6,711**	**7,629**	**8,836**

CLASIFICACIÓN	TIPO DE VEHÍCULO	Periodo de 2011 hasta 2023 Parque Automotor													
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
VEHÍCULOS LIVIANOS	Ambulancia[4]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	13	13	
	Automóvil	21	43	52	65	72	77	85	99	110	113	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	
	Minibús	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%**	**13.39%**
VEHÍCULOS MEDIANOS	Camión	46	75	99	137	160	179	186	196	205	206	214	216	214	
	Bus[1]	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%**	**15.35%**
VEHÍCULOS PESADOS	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[3]	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%**

CLASIFICACIÓN	%
VEHÍCULOS LIVIANOS	
% tasa de crecimiento	**13.39%**
VEHÍCULOS MEDIANOS	
% tasa de crecimiento	**15.35%**
VEHÍCULOS PESADOS	
% tasa de crecimiento	**39.08%**
OTROS	
% tasa de crecimiento	**47.25%**
TOTAL	
% tasa de crecimiento	**28.77%**

Cuadro Nº 10.01.02

BOLIVIA: CRECIMIENTO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO[1], SEGÚN DEPARTAMENTO, 1989 - 2023

(En porcentaje)

AÑO	CRECIMIENTO DEL PIB (% ANUAL)
1989	3.79%
1990	4.64%
1991	5.27%
1992	1.65%
1993	4.27%
1994	4.67%
1995	4.68%
1996	4.36%
1997	4.95%
1998	5.03%
1999	0.43%
2000	2.51%
2001	1.68%
2002	2.49%
2003	2.71%
2004	4.17%
2005	4.42%
2006	4.80%
2007	4.56%
2008	6.15%
2009	3.36%
2010	4.13%
2011	5.20%
2012	5.12%
2013	6.80%
2014	5.46%
2015	4.86%
2016	4.26%
2017	4.20%
2018	4.22%
2019	2.22%
2020	-8.74%
2021	6.11%
2022	3.61%
2023	3.08%

%PIB NACIONAL
3.75%

AÑO	CRECIMIENTO DEL PIB (% ANUAL)
1989	3.24%
1990	12.79%
1991	-1.01%
1992	-2.02%
1993	6.51%
1994	9.68%
1995	6.30%
1996	3.65%
1997	7.90%
1998	13.80%
1999	5.71%
2000	8.11%
2001	5.42%
2002	0.70%
2003	-1.01%
2004	4.20%
2005	4.29%
2006	5.35%
2007	11.68%
2008	5.59%
2009	0.51%
2010	4.05%
2011	2.37%
2012	2.53%
2013	3.02%
2014	4.84%
2015	2.85%
2016	2.45%
2017	2.91%
2018	7.03%
2019	1.66%
2020	-13.74%
2021	7.14%
2022	11.17%
2023	0.34%

%PIB DEPARTAMENTAL
4.29%

Cuadro Nº 10.01.02

BOLIVIA: VOLUMEN COMERCIALIZADO DE REFINADOS AL MERCADO INTERNO POR PRODUCTO, SEGÚN AÑO Y MES, 2000 - 2024

(En barriles)

Periodo	Gasolina Automotriz	Tasa de Crecimiento
2000	3,661,103	
2001	3,458,057	-5.55%
2002	3,357,858	-2.90%
2003	3,351,959	-0.18%
2004	3,492,545	4.19%
2005	3,420,634	-2.06%
2006	3,748,953	9.60%
2007	4,324,902	15.36%
2008	5,212,592	20.53%
2009	5,762,931	10.56%
2010	6,365,733	10.46%
2011	6,955,914	9.27%
2012	7,476,810	7.49%
2013	8,139,692	8.87%
2014	8,834,372	8.53%
2015	9,524,584	7.81%
2016	10,380,598	8.99%
2017	11,074,563	6.69%
2018	11,696,105	5.61%
2019	12,029,336	2.85%
2020	9,896,879	-17.73%
2021	12,820,903	29.54%
2022(p)	13,789,515	7.55%
2023(p)	14,474,937	4.97%
PROMEDIO		6.54%

Periodo	Gas Licuado	Tasa de Crecimiento
2000	3,059,909	
2001	3,110,982	1.67%
2002	3,360,906	8.03%
2003	3,546,016	5.51%
2004	3,807,368	7.37%
2005	3,967,488	4.21%
2006	4,136,950	4.27%
2007	4,236,908	2.42%
2008	4,185,337	-1.22%
2009	4,261,895	1.83%
2010	4,343,144	1.91%
2011	4,503,393	3.69%
2012	4,530,874	0.61%
2013	4,604,901	1.63%
2014	4,758,234	3.33%
2015	4,844,776	1.82%
2016	4,947,420	2.12%
2017	5,044,853	1.97%
2018	5,212,406	3.32%
2019	5,341,941	2.49%
2020	5,097,699	-4.57%
2021	5,602,394	9.90%
2022(p)	5,758,434	2.79%
2023(p)	5,688,901	-1.21%
PROMEDIO		2.78%

Periodo	Diesel Oil	Tasa de Crecimiento
2000	4,836,520	
2001	4,827,728	-0.18%
2002	5,019,848	3.98%
2003	5,574,868	11.06%
2004	6,199,116	11.20%
2005	6,623,898	6.85%
2006	7,280,394	9.91%
2007	7,587,119	4.21%
2008	7,869,854	3.73%
2009	7,948,001	0.99%
2010	8,350,942	5.07%
2011	9,109,214	9.08%
2012	9,835,619	7.97%
2013	10,669,648	8.48%
2014	11,361,155	6.48%
2015	11,274,915	-0.76%
2016	11,384,654	0.97%
2017	12,047,126	5.82%
2018	12,474,346	3.55%
2019	12,850,991	3.02%
2020	10,452,754	-18.66%
2021	13,004,592	24.41%
2022(p)	14,398,647	10.72%
2023(p)	14,992,658	4.13%
PROMEDIO		5.31%

Cuadro Nº 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	Promedio
PANDO												
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	
Tasa de Crecimiento		3.66%	3.52%	3.38%	3.25%	3.11%	2.98%	2.85%	2.74%	2.63%	2.51%	**3.06%**
Porvenir	4,895	5,186	5,488	5,800	6,121	6,451	6,791	7,140	7,498	7,866	8,243	
Tasa de Crecimiento		5.94%	5.82%	5.69%	5.53%	5.39%	5.27%	5.14%	5.01%	4.91%	4.79%	**5.35%**

Fuente: Ministerio de Educación, Ministerio de Salud y Deportes, Instituto Nacional de Estadística. Estimaciones y proyecciones de población, Revisión 2020

Recomendacion: 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.

MUNICIPIO	TASA DE CRECIMIENTO
Nicolás Suárez	
Cobija	3.06%
Porvenir	5.35%

Seguidamente	TASAS DE CRECIMIENTO (%)			
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	OTROS
Población (Municipio)				
Cobija	3.06%	3.06%	3.06%	3.06%
Porvenir	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%
Parque Automotor	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	2.78%	2.78%		
Diésel Oil		5.31%	5.31%	5.31%
% TASA PROMEDIO SIMPLE GENERAL	**5.90%**	**6.10%**	**10.14%**	**10.79%**

7.12 Anexo “K” Datos de estación pluviométrica de SENAHMI

DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA						
Estación:	Cobija Aeropuerto	**Coordenadas UTM Huso 31 (m)**	**X =**	11.033	**Cota =**	233
Código:	A-1168		**Y =**	-68.783		

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	94.50	94.50	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	55.70	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	12.60	26.90	26.40	68.00	64.40	99.50	Abril
1969	33.50	40.60	51.90	81.90	24.45	33.40	65.65	12.60	46.05	47.75	59.65	55.05	81.90	Abril
1970	29.00	48.50	47.30	64.30	34.90	49.60	41.30	12.60	65.20	69.10	51.30	45.70	69.10	Octubre
1971	53.00	83.20	97.40	25.30	102.00	4.20	28.20	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	73.00	23.80	83.20	55.60	85.00	Abril
1976	85.00	54.50	56.00	74.10	41.00	27.00	0.00	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	76.00	47.00	68.00	30.00	76.00	Agosto

1983	70.00	30.00	54.00	103.00	78.00	17.00	2.00	12.60	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	12.60	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	12.60	92.00	82.00	53.00	47.00	92.00	Septiembre
1986	35.00	47.00	92.00	47.00	40.00	0.00	2.00	12.60	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	12.60	21.00	25.00	64.00	44.00	88.00	Agosto
1988	40.00	105.00	56.00	52.00	18.00	2.00	2.00	12.60	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	12.60	25.00	40.00	38.00	66.00	66.00	Diciembre
1990	77.00	50.00	70.00	48.00	46.00	5.00	21.00	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	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	12.60	67.70	54.60	45.80	40.10	101.80	Marzo
2023	72.90	45.00	68.60	13.40	50.00	0.00	0.00	12.60	1.00	22.70	25.00	30.00	72.90	Enero
2024	21.10	26.20	27.60	13.40	55.70	0.00	0.00	12.60	1.00	75.60	77.30	72.20	77.30	Noviembre
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**	

Registro pluviométrico de máximas lluvia Anual Diaria			
Nº	**Año**	**Mes Max. Precipitación**	**Precipitación (mm)**
1	1950	Febrero	97.00
2	1951	Noviembre	86.80
3	1952	Noviembre	171.00
4	1953	Diciembre	120.00
5	1954	Diciembre	94.50
6	1955	Marzo	120.00
7	1956	Octubre	88.00
8	1957	Noviembre	82.20
9	1958	Febrero	157.00
11	1960	Febrero	107.80
12	1961	Diciembre	109.50
13	1962	Noviembre	93.00
14	1963	Febrero	103.00
15	1964	Diciembre	104.00
16	1965	Noviembre	131.50
17	1966	Abril	146.00
18	1967	Abril	76.00
19	1968	Abril	99.50
20	1969	Abril	81.90
21	1970	Octubre	69.10
22	1971	Mayo	102.00
23	1972	Febrero	140.00
24	1973	Octubre	120.00
25	1974	Abril	103.00
26	1975	Abril	85.00
27	1976	Octubre	88.00
28	1977	Noviembre	127.80
29	1978	Marzo	119.10
30	1979	Noviembre	123.20
31	1980	Septiembre	110.00
32	1981	Enero	79.00
33	1982	Agosto	76.00
34	1983	Abril	103.00
35	1984	Septiembre	99.00
36	1985	Septiembre	92.00
37	1986	Marzo	92.00
38	1987	Agosto	88.00

39	1988	Febrero	105.00
40	1989	Diciembre	66.00
41	1990	Enero	77.00
42	1991	Diciembre	87.00
43	1992	Diciembre	107.00
44	1993	Enero	50.10
45	1994	Diciembre	63.20
46	1995	Septiembre	62.20
47	1996	Diciembre	85.80
48	1997	Febrero	107.90
49	1998	Noviembre	110.60
50	1999	Noviembre	97.20
51	2000	Noviembre	176.70
52	2001	Marzo	111.70
53	2002	Marzo	94.40
54	2003	Febrero	100.60
55	2004	Febrero	117.00
56	2005	Febrero	82.10
57	2006	Febrero	133.90
58	2007	Marzo	87.50
59	2008	Febrero	104.20
60	2009	Diciembre	138.80
61	2010	Febrero	158.90
62	2011	Marzo	95.00
63	2012	Abril	73.60
64	2013	Marzo	87.40
65	2014	Octubre	85.20
66	2015	Enero	110.00
67	2016	Diciembre	91.80
68	2017	Marzo	66.10
69	2018	Noviembre	96.80
70	2019	Diciembre	91.50
71	2020	Diciembre	83.30
72	2021	Marzo	95.30
73	2022	Marzo	101.80
74	2023	Enero	72.90
75	2024	Noviembre	77.30

7.13 Anexo "K1" Regresiones para diferente periodo de retorno

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	**x (minuto)**	**y (intensidad)**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1	1440	4.55	7.27	1.52	11.03	52.89
2	1080	5.53	6.98	1.71	11.94	48.79
3	720	7.29	6.58	1.99	13.07	43.29
4	480	9.29	6.17	2.23	13.76	38.12
5	360	11.11	5.89	2.41	14.17	34.65
6	300	12.46	5.70	2.52	14.39	32.53
7	240	14.21	5.48	2.65	14.55	30.04
8	180	16.76	5.19	2.82	14.64	26.97
9	120	21.32	4.79	3.06	14.65	22.92
10	60	32.79	4.09	3.49	14.29	16.76
10	4980.00	135.32	58.16	24.39	136.48	346.94
Ln (d) =	6.0241	*d =*	413.2704	*n =*	-0.61639	

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	**x (minuto)**	**y (intensidad)**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1	1440.00	5.58	7.27	1.72	12.50	52.89
2	1080.00	6.77	6.98	1.91	13.36	48.79
3	720.00	8.93	6.58	2.19	14.41	43.29
4	480.00	11.39	6.17	2.43	15.02	38.12
5	360.00	13.62	5.89	2.61	15.37	34.65
6	300.00	15.27	5.70	2.73	15.55	32.53
7	240.00	17.42	5.48	2.86	15.66	30.04
8	180.00	20.54	5.19	3.02	15.70	26.97
9	120.00	26.12	4.79	3.26	15.62	22.92
10	60.00	40.19	4.09	3.69	15.12	16.76
10	4980.00	165.83	58.16	26.43	148.31	346.94
Ln (d) =	6.2274	*d =*	506.4490	*n =*	-0.61639	

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	**x (minuto)**	**y (intensidad)**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1.00	1440.00	6.26	7.27	1.83	13.34	52.89
2.00	1080.00	7.60	6.98	2.03	14.16	48.79
3.00	720.00	10.02	6.58	2.30	15.16	43.29
4.00	480.00	12.77	6.17	2.55	15.73	38.12
5.00	360.00	15.28	5.89	2.73	16.05	34.65
6.00	300.00	17.13	5.70	2.84	16.20	32.53
7.00	240.00	19.54	5.48	2.97	16.29	30.04
8.00	180.00	23.04	5.19	3.14	16.29	26.97
9.00	120.00	29.30	4.79	3.38	16.17	22.92
10.00	60.00	45.08	4.09	3.81	15.59	16.76
10.00	4980.00	186.03	58.16	27.58	154.99	346.94
Ln (d) =	6.3424	*d =*	568.1414	*n =*	-0.61639	

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	**x (minuto)**	**y (intensidad)**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1.00	1440.00	7.12	7.27	1.96	14.28	52.89
2.00	1080.00	8.64	6.98	2.16	15.06	48.79
3.00	720.00	11.39	6.58	2.43	16.01	43.29
4.00	480.00	14.53	6.17	2.68	16.52	38.12
5.00	360.00	17.37	5.89	2.86	16.80	34.65
6.00	300.00	19.48	5.70	2.97	16.94	32.53
7.00	240.00	22.22	5.48	3.10	16.99	30.04
8.00	180.00	26.20	5.19	3.27	16.96	26.97
9.00	120.00	33.33	4.79	3.51	16.79	22.92
10.00	60.00	51.27	4.09	3.94	16.12	16.76
10.00	4980.00	211.55	58.16	28.86	162.47	346.94
Ln (d) =	6.4709	*d =*	646.0898	*n =*	-0.61639	

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	**x (minuto)**	**y (intensidad)**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1.00	1440.00	7.76	7.27	2.05	14.90	52.89
2.00	1080.00	9.41	6.98	2.24	15.66	48.79
3.00	720.00	12.41	6.58	2.52	16.57	43.29
4.00	480.00	15.83	6.17	2.76	17.05	38.12
5.00	360.00	18.93	5.89	2.94	17.31	34.65
6.00	300.00	21.23	5.70	3.06	17.43	32.53
7.00	240.00	24.21	5.48	3.19	17.46	30.04
8.00	180.00	28.55	5.19	3.35	17.41	26.97
9.00	120.00	36.31	4.79	3.59	17.20	22.92
10.00	60.00	55.86	4.09	4.02	16.47	16.76
10.00	4980.00	230.49	58.16	29.72	167.45	346.94
Ln (d) =	6.5567	*d =*	703.9165	*n =*	-0.61639	

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	**x (minuto)**	**y (intensidad)**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1.00	1440.00	8.39	7.27	2.13	15.47	52.89
2.00	1080.00	10.18	6.98	2.32	16.21	48.79
3.00	720.00	13.43	6.58	2.60	17.09	43.29
4.00	480.00	17.12	6.17	2.84	17.53	38.12
5.00	360.00	20.47	5.89	3.02	17.77	34.65
6.00	300.00	22.96	5.70	3.13	17.87	32.53
7.00	240.00	26.18	5.48	3.26	17.89	30.04
8.00	180.00	30.88	5.19	3.43	17.81	26.97
9.00	120.00	39.27	4.79	3.67	17.57	22.92
10.00	60.00	60.41	4.09	4.10	16.79	16.76
10.00	4980.00	249.28	58.16	30.50	172.01	346.94
Ln (d) =	6.6350	*d =*	761.3161	*n =*	-0.61639	

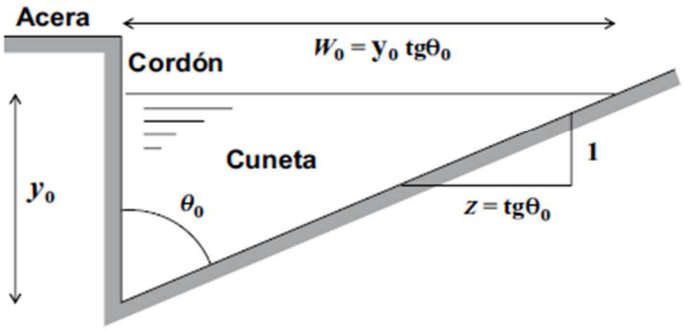
Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	**x (minuto)**	**y (intensidad)**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1.00	1440.00	9.85	7.27	2.29	16.64	52.89
2.00	1080.00	11.95	6.98	2.48	17.33	48.79
3.00	720.00	15.76	6.58	2.76	18.14	43.29
4.00	480.00	20.10	6.17	3.00	18.53	38.12
5.00	360.00	24.04	5.89	3.18	18.72	34.65
6.00	300.00	26.96	5.70	3.29	18.79	32.53
7.00	240.00	30.74	5.48	3.43	18.77	30.04
8.00	180.00	36.26	5.19	3.59	18.65	26.97
9.00	120.00	46.11	4.79	3.83	18.34	22.92
10.00	60.00	70.94	4.09	4.26	17.45	16.76
10.00	4980.00	292.72	58.16	32.11	181.35	346.94
Ln (d) =	6.7957	*d* =	893.9579	*n* =	-0.61639	

7.14 Anexo “K2” Calculo de Diseño de cuneta

CALCULO DE CUNETA DE PROGRESIVA SUPERIOR 0+00 HASTA 0+060

Coeficiente de escurrimiento	0.7	
periodo de retorno (años)	5	años
Longitud máxima de flujo de escurrimiento superficial	60	m
Pendiente promedio	0.07220	m/m
longitud del canal	60	m
Area de aporte	640.89	m2
Area de aporte	0.00064	km2

Calculo Interactivo de la cuneta triangular.



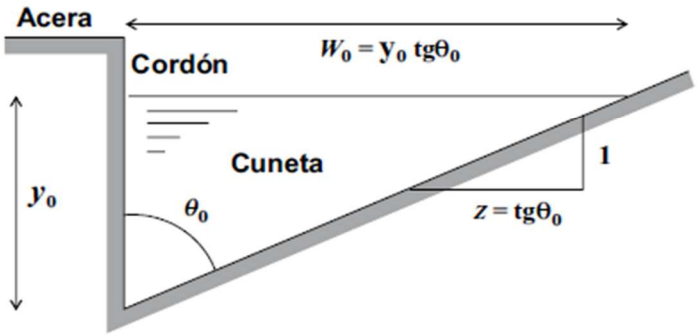
Q	**21.509 L/s**
n	0.016
Z	2
I	0.07220 m/m
w0	**0.183 m**
y0	**0.092 m**
Vm	**2.56 m/s**

Vm (m/s)	Tt (min)	Te (min)	Tc (min)	I (mm/hr)	Q0 (l/s)	y0 (m)	T (m)	V P (m/s)
2.560	**0.391**	**5.25608**	**5.647**	**172.459**	**21.509**	**0.092**	**0.183**	**2.560**
2.200	0.455	5.25608	5.711	171.267	21.360	0.091	0.183	2.556
1.900	0.526	5.25608	5.782	169.953	21.196	0.091	0.182	2.551
1.600	0.625	5.25608	5.881	168.190	20.976	0.091	0.182	2.544
1.300	0.769	5.25608	6.025	165.697	20.665	0.090	0.181	2.535
1.000	1.000	5.25608	6.256	161.902	20.192	0.090	0.179	2.520
0.950	1.053	5.25608	6.309	161.068	20.088	0.089	0.179	2.517

CALCULO DE CUNETA DE PROGRESIVA SUPERIOR 1+00 HASTA 1+060

Coeficiente de escurrimiento	0.7	
periodo de retorno (años)	5	años
Longitud máxima de flujo de escurrimiento superficial	60	m
Pendiente promedio	0.04810	m/m
longitud del canal	60	m
Area de aporte	921	m2
Area de aporte	0.00092	km2

Calculo Interactivo de la cuneta triangular.



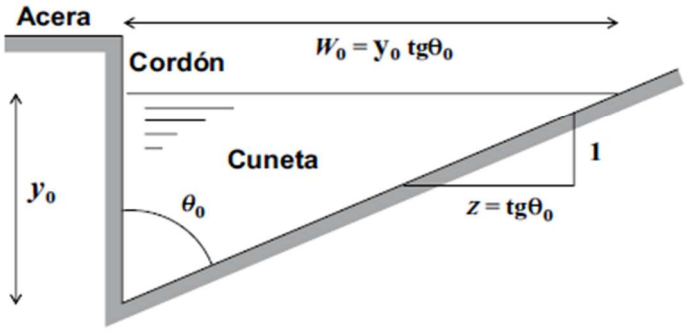
Q	**28.5 m3/s**
n	0.016
Z	2
I	0.04810 m/m
w0	**0.220 m**
y0	**0.110 m**
Vm	**2.359 m/s**

Vm (m/s)	Tt (min)	Te (min)	Tc (min)	I (mm/hr)	Q0 (l/s)	y0 (m)	T (m)	V P (m/s)
2.560	0.391	6.01729	6.408	159.527	28.591	0.110	0.220	2.361
2.359	**0.424**	**6.01729**	**6.441**	**159.018**	**28.500**	**0.110**	**0.220**	**2.359**
2.152	0.465	6.01729	6.482	158.401	28.390	0.110	0.220	2.357
1.600	0.625	6.01729	6.642	156.033	27.965	0.109	0.218	2.348
1.300	0.769	6.01729	6.787	153.981	27.597	0.109	0.217	2.340
1.000	1.000	6.01729	7.017	150.839	27.034	0.108	0.216	2.328
0.950	1.053	6.01729	7.070	150.146	26.910	0.108	0.215	2.325

CALCULO DE CUNETA DE PROGRESIVA CENTRAL 1+020 HASTA 1+080

Coeficiente de escurrimiento	0.7	
periodo de retorno (años)	5	años
Longitud máxima de flujo de escurrimiento superficial	60	m
Pendiente promedio	0.00550	m/m
longitud del canal	60	m
Area de aporte	900	m2
Area de aporte	0.0009	km2

Calculo Interactivo de la cuneta triangular.



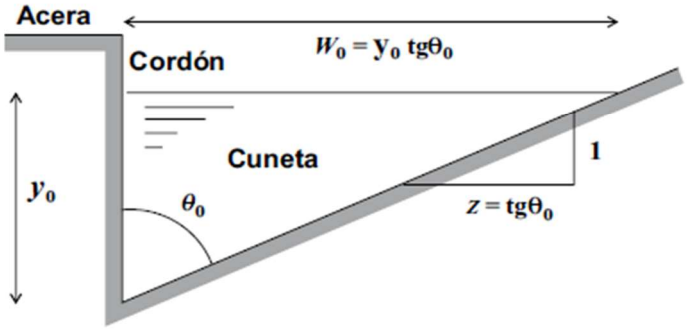
Q	**17.677 m3/s**
n	0.016
Z	2
I	0.00550 m/m
w0	**0.276 m**
y0	**0.138 m**
Vm	**0.928 m/s**

Vm (m/s)	Tt (min)	Te (min)	Tc (min)	I (mm/hr)	Q0 (l/s)	y0 (m)	T (m)	V P (m/s)
2.560	0.391	12.3884	12.779	104.244	18.257	0.140	0.279	0.936
2.200	0.455	12.3884	12.843	103.924	18.201	0.140	0.279	0.935
1.800	0.556	12.3884	12.944	103.423	18.114	0.139	0.279	0.934
1.500	0.667	12.3884	13.055	102.880	18.018	0.139	0.278	0.933
1.200	0.833	12.3884	13.222	102.079	17.878	0.139	0.277	0.931
0.928	**1.078**	**12.3884**	**13.466**	**100.933**	**17.677**	**0.138**	**0.276**	**0.928**
0.805	1.242	12.3884	13.631	100.180	17.546	0.138	0.275	0.927

CALCULO DE CUNETA DE PROGRESIVA CENTRAL 1+250 HASTA 1+320

Coeficiente de escurrimiento	0.7	
periodo de retorno (años)	5	años
Longitud máxima de flujo de escurrimiento superficial	70	m
Pendiente promedio	0.00560	m/m
longitud del canal	70	m
Area de aporte	911	m2
Area de aporte	0.00091	km2

Calculo Interactivo de la cuneta triangular.



Q	**17.052 m3/s**
n	0.016
Z	2
I	0.0056 m/m
w0	**0.271 m**
y0	**0.136 m**
Vm	**0.926 m/s**

Vm (m/s)	Tt (min)	Te (min)	Tc (min)	I (mm/hr)	Q0 (l/s)	y0 (m)	T (m)	V P (m/s)
2.560	0.456	13.3009	13.757	99.613	17.659	0.137	0.275	0.934
2.200	0.530	13.3009	13.831	99.282	17.601	0.137	0.275	0.934
1.800	0.648	13.3009	13.949	98.764	17.509	0.137	0.274	0.932
1.500	0.778	13.3009	14.079	98.202	17.409	0.137	0.273	0.931
1.200	0.972	13.3009	14.273	97.376	17.263	0.136	0.273	0.929
0.926	**1.260**	**13.3009**	**14.561**	**96.185**	**17.052**	**0.136**	**0.271**	**0.926**
0.800	1.458	13.3009	14.759	95.386	16.910	0.135	0.271	0.924

7.15 Anexo “L” Resultado en el programa DIPAV 2.3 y Excel

DISENO DE PAVIMENTO RIGIDO

Metodo AASHTO 1993

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, EL TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

SECCION : SUPERIOR Y CENTRAL-INFERIOR **FECHA :** 1 de Enero de 2025

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1,509,453
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.3
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.50
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	85%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.036
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.39

2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (kg/cm2)	250.00
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (psi)	3,548.38
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Ec (psi)	3,395,391.97
c. MODULO DE ROTURA S'c (psi)	636.20
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- Kc (pci)	293.58
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	2.5
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	0.90

3. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$Log_{10}W_{82} = Z_R S_O + 7.35 Log_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{Log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1+\frac{1.25x10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22-0.32P_t)xLog_{10}\left(\frac{M_r C_d\left(0.09D^{0.75}-1.132\right)}{1.51xJ\left(0.09D^{0.75}-\frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

D (pulg)	G_t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
6.150	-0.22185	6.18	6.18

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D), pulgadas	6.15	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D), centimetros	15.62	cm
C. ESPESOR DE BASE (B), pulgadas	7.87	pulg.
D. ESPESOR DE BASE (B), centimetros	20	cm

ESPESOR DE LOSA DE CONCRETO:	16.00 cm
ESPESOR DE BASE:	20.00 cm



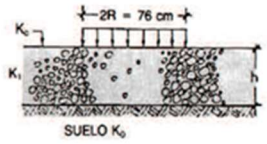
Keq. COEFICIENTE DE REACCIÓN EQUIVALENTE

CBR >10 *K = 46 + 9.08*(LOG(CBR))^4.34* *Mpa/m*

CBR< 10 *K = 2.55 + 52.5*LOG(CBR)* *Mpa/m*

	CBR (%)	h (cm)
Subrasante	15.00	0
base	68.00	20

K	Mpa/m	kg/cm3	Pci
Ko	64.36	6.56	
K1	171.81	17.52	
Keq	79.69	8.13	293.58



Keq(kg/cm3) = (1+ (h/38)^2 (K1/K0)^2/3)^0.5* K0*

Ko (kg/cm3): Coeficiente de reacción de la subrasante
K1 (kg/cm3): Coeficinte de reacción de la subbase
keq(kg/cm3): Coeficiente de reacción equivalente

1Kg/cm3 :	36.13	Pci/Lb
1Mpa/m :	0.101972	kg/cm3

DISENO DE PAVIMENTO RIGIDO

Metodo AASHTO 1993

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, EL TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

SECCION : INFERIOR **FECHA :** 1 de Enero de 2025

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	2,096,463
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.3
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.50
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	85%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.036
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.39

2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (kg/cm2)	250.00
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (psi)	3,548.38
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Ec (psi)	3,395,391.97
c. MODULO DE ROTURA S'c (psi)	636.20
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- Kc (pci)	293.58
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	2.5
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	0.90

3. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$Log_{10}W_{82} = Z_R S_O + 7.35 Log_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{Log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1+\frac{1.25x10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22-0.32P_t)xLog_{10}\left(\frac{M_r C_d (0.09D^{0.75}-1.132)}{1.51xJ\left(0.09D^{0.75}-\frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

D (pulg)	G_t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
6.600	-0.22185	6.32	6.32

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D), pulgadas	6.60	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D), centimetros	16.76	cm
C. ESPESOR DE BASE (B), pulgadas	7.87	pulg.
D. ESPESOR DE BASE (B), centimetros	20	cm

ESPESOR DE LOSA DE CONCRETO:	17.00 cm
ESPESOR DE BASE:	20.00 cm



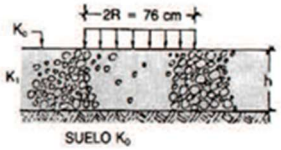
Keq. COEFICIENTE DE REACCIÓN EQUIVALENTE

CBR >10 *K = 46 + 9.08*(LOG(CBR))^4.34* *Mpa/m*

CBR< 10 *K = 2.55 + 52.5*LOG(CBR)* *Mpa/m*

	CBR (%)	h (cm)
Subrasante	15.00	30
base	68.00	20

K	Mpa/m	kg/cm3	Pci
Ko	64.36	6.56	237.11
K1	171.81	17.52	632.98
Keq	79.69	8.13	293.58



Keq(kg/cm3) = (1+ (h/38)^2 (K1/K0)^2/3)^0.5* K0*

Ko (kg/cm3): Coeficiente de reacción de la subrasante
K1 (kg/cm3): Coeficinte de reacción de la subbase
keq(kg/cm3): Coeficiente de reacción equivalente

1Kg/cm3 :	36.13	Pci/Lb
1Mpa/m :	0.101972	kg/cm3

DIPAV
Software de Diseño de Pavimentos
Guía de Diseño AASHTO - 1993

Nombre: DOBLE VIA TIPO 1
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES EN EL TRAMO MOTO TAXI – BARRIO CASTAÑAL

Pavimento Rígido		
Serviciabilidad Inicial (Po)	4.3	-
Serviciabilidad Final (Pt)	2.5	-
Módulo de Rotura del Hormigón (S'c)(MPa) - (psi)	4.39	636.72
Módulo de Elasticidad del Hormigón (E)(MPa) - (psi)	23,410.4	3,395,391.46
Coeficiente de Drenaje (Cd)	0.9	-
Coeficiente de Transferencia de Cargas (J)	2.5	-
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k)(kPa/mm) - (pci)	79.69	293.57
Confiabilidad (R)(%)	85	-
Desviación Estándar (So)	0.39	-
Número de Ejes Equivalentes ESALs	1,509,453	-
Espesor de Losa (mm)	**156**	-

Información Adicional	
Tipo de Capa Base	CEMENTADA
Espesor de Capa Base (mm)	200
Diámetro de Barras Pasajuntas (mm)	25.4
Longitud de Barras Pasajuntas (cm)	45
Separación entre Barras Pasajuntas (cm)	30
Revestimiento de Barras Pasajuntas	Pintura anticorrosiva
Separación entre Juntas Transversales (m)	4.5
Espesor de losa adoptado (mm)	**160**

Barras de Amarre	
Coeficiente de Fricción / Losa - Base	1.8
Calidad del Acero (MPa)	400
Diámetro de la Barra (mm)	12
Distancia al Borde Libre (m)	4
Porcentaje de Resistencia a Tracción	75
Separación entre Barras (m)	**1.28**
Área de Acero Requerida (mm2/m)	**88.32**
Longitud de la Barra (m)	**0.82**

Reservorio de Juntas y Diseño del Sellador	
Coeficiente de Expansión Térmica (10^-6 mm/mm/°C)	10.8
Rango de Temperatura (°C)	26.6
Coeficiente de Retracción por Secado (mm/mm)	0.0006
Coeficiente de Ajuste por Fricción Losa/Base	0.65
Tipo de Sellador	SILICONA
Deformación Admisible del Sellador (mm/mm)	0.5
Factor de Forma del Sellador	0.5
Apertura de la Junta (mm)	**2.6**
Ancho del Reservorio de Junta (mm)	**5**
Profundidad Mínima del Sello (mm)	**3**
Profundidad Mínima de Corte de Ampliación (mm)	**13**

DIPAV
Software de Diseño de Pavimentos
Guía de Diseño AASHTO - 1993

Nombre: DOBLE VIA TIPO 2
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES EN EL TRAMO MOTO TAXI – BARRIO CASTAÑAL

Pavimento Rígido		
Serviciabilidad Inicial (Po)	4.3	-
Serviciabilidad Final (Pt)	2.5	-
Módulo de Rotura del Hormigón (S'c)(MPa) - (psi)	4.39	636.72
Módulo de Elasticidad del Hormigón (E)(MPa) - (psi)	23,410.4	3,395,391.46
Coeficiente de Drenaje (Cd)	0.9	-
Coeficiente de Transferencia de Cargas (J)	2.5	-
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k)(kPa/mm) - (pci)	79.69	293.57
Confiabilidad (R)(%)	85	-
Desviación Estándar (So)	0.39	-
Número de Ejes Equivalentes ESALs	1,509,453	-
Espesor de Losa (mm)	**156**	-

Información Adicional	
Tipo de Capa Base	CEMENTADA
Espesor de Capa Base (mm)	200
Diámetro de Barras Pasajuntas (mm)	25.4
Longitud de Barras Pasajuntas (cm)	45
Separación entre Barras Pasajuntas (cm)	30
Revestimiento de Barras Pasajuntas	Pintura anticorrosiva
Separación entre Juntas Transversales (m)	4.5
Espesor de losa adoptado (mm)	**160**

Barras de Amarre	
Coeficiente de Fricción / Losa - Base	1.8
Calidad del Acero (MPa)	400
Diámetro de la Barra (mm)	12
Distancia al Borde Libre (m)	3
Porcentaje de Resistencia a Tracción	75
Separación entre Barras (m)	**1.71**
Área de Acero Requerida (mm2/m)	**66.24**
Longitud de la Barra (m)	**0.82**

Reservorio de Juntas y Diseño del Sellador	
Coeficiente de Expansión Térmica (10^-6 mm/mm/°C)	10.8
Rango de Temperatura (°C)	26.6
Coeficiente de Retracción por Secado (mm/mm)	0.0006
Coeficiente de Ajuste por Fricción Losa/Base	0.65
Tipo de Sellador	SILICONA
Deformación Admisible del Sellador (mm/mm)	0.5
Factor de Forma del Sellador	0.5
Apertura de la Junta (mm)	**2.6**
Ancho del Reservorio de Junta (mm)	**5**
Profundidad Mínima del Sello (mm)	**3**
Profundidad Mínima de Corte de Ampliación (mm)	**13**

DIPAV
Software de Diseño de Pavimentos
Guía de Diseño AASHTO - 1993

Nombre: DOBLE VIA TIPO 3
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES EN EL TRAMO MOTO TAXI – BARRIO CASTAÑAL

Pavimento Rígido		
Serviciabilidad Inicial (Po)	4.3	-
Serviciabilidad Final (Pt)	2.5	-
Módulo de Rotura del Hormigón (S'c)(MPa) - (psi)	4.39	636.72
Módulo de Elasticidad del Hormigón (E)(MPa) - (psi)	23,410.4	3,395,391.46
Coeficiente de Drenaje (Cd)	0.9	-
Coeficiente de Transferencia de Cargas (J)	2.5	-
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k)(kPa/mm) - (pci)	79.69	293.57
Confiabilidad (R)(%)	85	-
Desviación Estándar (So)	0.39	-
Número de Ejes Equivalentes ESALs	1,509,453	-
Espesor de Losa (mm)	**156**	-

Información Adicional	
Tipo de Capa Base	CEMENTADA
Espesor de Capa Base (mm)	200
Diámetro de Barras Pasajuntas (mm)	25.4
Longitud de Barras Pasajuntas (cm)	45
Separación entre Barras Pasajuntas (cm)	30
Revestimiento de Barras Pasajuntas	Pintura anticorrosiva
Separación entre Juntas Transversales (m)	4.5
Espesor de losa adoptado (mm)	**160**

Barras de Amarre	
Coeficiente de Fricción / Losa - Base	1.8
Calidad del Acero (MPa)	400
Diámetro de la Barra (mm)	12
Distancia al Borde Libre (m)	3.5
Porcentaje de Resistencia a Tracción	75
Separación entre Barras (m)	**1.46**
Área de Acero Requerida (mm2/m)	**77.28**
Longitud de la Barra (m)	**0.82**

Reservorio de Juntas y Diseño del Sellador	
Coeficiente de Expansión Térmica (10^-6 mm/mm/°C)	10.8
Rango de Temperatura (°C)	26.6
Coeficiente de Retracción por Secado (mm/mm)	0.0006
Coeficiente de Ajuste por Fricción Losa/Base	0.65
Tipo de Sellador	SILICONA
Deformación Admisible del Sellador (mm/mm)	0.5
Factor de Forma del Sellador	0.5
Apertura de la Junta (mm)	**2.6**
Ancho del Reservorio de Junta (mm)	**5**
Profundidad Mínima del Sello (mm)	**3**
Profundidad Mínima de Corte de Ampliación (mm)	**13**

DIPAV
Software de Diseño de Pavimentos
Guía de Diseño AASHTO - 1993

Nombre: DOBLE VIA TIPO 4
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES EN EL TRAMO MOTO TAXI – BARRIO CASTAÑAL

Pavimento Rígido		
Serviciabilidad Inicial (Po)	4.3	-
Serviciabilidad Final (Pt)	2.5	-
Módulo de Rotura del Hormigón (S'c)(MPa) - (psi)	4.39	636.72
Módulo de Elasticidad del Hormigón (E)(MPa) - (psi)	23,410.4	3,395,391.46
Coeficiente de Drenaje (Cd)	0.9	-
Coeficiente de Transferencia de Cargas (J)	2.5	-
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k)(kPa/mm) - (pci)	79.69	293.57
Confiabilidad (R)(%)	85	-
Desviación Estándar (So)	0.39	-
Número de Ejes Equivalentes ESALs	1,509,453	-
Espesor de Losa (mm)	**156**	-

Información Adicional	
Tipo de Capa Base	CEMENTADA
Espesor de Capa Base (mm)	200
Diámetro de Barras Pasajuntas (mm)	25.4
Longitud de Barras Pasajuntas (cm)	45
Separación entre Barras Pasajuntas (cm)	30
Revestimiento de Barras Pasajuntas	Pintura anticorrosiva
Separación entre Juntas Transversales (m)	4.5
Espesor de losa adoptado (mm)	**160**

Barras de Amarre	
Coeficiente de Fricción / Losa - Base	1.8
Calidad del Acero (MPa)	400
Diámetro de la Barra (mm)	12
Distancia al Borde Libre (m)	2.5
Porcentaje de Resistencia a Tracción	75
Separación entre Barras (m)	**2.05**
Área de Acero Requerida (mm2/m)	**55.2**
Longitud de la Barra (m)	**0.82**

Reservorio de Juntas y Diseño del Sellador	
Coeficiente de Expansión Térmica (10^-6 mm/mm/°C)	10.8
Rango de Temperatura (°C)	26.6
Coeficiente de Retracción por Secado (mm/mm)	0.0006
Coeficiente de Ajuste por Fricción Losa/Base	0.65
Tipo de Sellador	SILICONA
Deformación Admisible del Sellador (mm/mm)	0.5
Factor de Forma del Sellador	0.5
Apertura de la Junta (mm)	**2.6**
Ancho del Reservorio de Junta (mm)	**5**
Profundidad Mínima del Sello (mm)	**3**
Profundidad Mínima de Corte de Ampliación (mm)	**13**

DIPAV
Software de Diseño de Pavimentos
Guía de Diseño AASHTO - 1993

Nombre: VIA UNICA TIPO 5
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES EN EL TRAMO MOTO TAXI – BARRIO CASTAÑAL

Pavimento Rígido		
Serviciabilidad Inicial (Po)	4.3	-
Serviciabilidad Final (Pt)	2.5	-
Módulo de Rotura del Hormigón (S'c)(MPa) - (psi)	4.39	636.72
Módulo de Elasticidad del Hormigón (E)(MPa) - (psi)	23,410.4	3,395,391.46
Coeficiente de Drenaje (Cd)	0.9	-
Coeficiente de Transferencia de Cargas (J)	2.5	-
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k)(kPa/mm) - (pci)	79.69	293.57
Confiabilidad (R)(%)	85	-
Desviación Estándar (So)	0.39	-
Número de Ejes Equivalentes ESALs	2,096,463	-
Espesor de Losa (mm)	**168**	-

Información Adicional	
Tipo de Capa Base	CEMENTADA
Espesor de Capa Base (mm)	200
Diámetro de Barras Pasajuntas (mm)	25.4
Longitud de Barras Pasajuntas (cm)	45
Separación entre Barras Pasajuntas (cm)	30
Revestimiento de Barras Pasajuntas	Pintura anticorrosiva
Separación entre Juntas Transversales (m)	4.5
Espesor de losa adoptado (mm)	**170**

Barras de Amarre	
Coeficiente de Fricción / Losa - Base	1.8
Calidad del Acero (MPa)	400
Diámetro de la Barra (mm)	12
Distancia al Borde Libre (m)	3.5
Porcentaje de Resistencia a Tracción	75
Separación entre Barras (m)	**1.38**
Área de Acero Requerida (mm2/m)	**82.11**
Longitud de la Barra (m)	**0.82**

Reservorio de Juntas y Diseño del Sellador	
Coeficiente de Expansión Térmica (10^-6 mm/mm/°C)	10.8
Rango de Temperatura (°C)	26.6
Coeficiente de Retracción por Secado (mm/mm)	0.0006
Coeficiente de Ajuste por Fricción Losa/Base	0.65
Tipo de Sellador	SILICONA
Deformación Admisible del Sellador (mm/mm)	0.5
Factor de Forma del Sellador	0.5
Apertura de la Junta (mm)	**2.6**
Ancho del Reservorio de Junta (mm)	**5**
Profundidad Mínima del Sello (mm)	**3**
Profundidad Mínima de Corte de Ampliación (mm)	**13**

DIPAV
Software de Diseño de Pavimentos
Guía de Diseño AASHTO - 1993

Nombre: VIA UNICA TIPO 6
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES EN EL TRAMO MOTO TAXI – BARRIO CASTAÑAL

Pavimento Rígido		
Serviciabilidad Inicial (Po)	4.3	-
Serviciabilidad Final (Pt)	2.5	-
Módulo de Rotura del Hormigón (S'c)(MPa) - (psi)	4.39	636.72
Módulo de Elasticidad del Hormigón (E)(MPa) - (psi)	23,410.4	3,395,391.46
Coeficiente de Drenaje (Cd)	0.9	-
Coeficiente de Transferencia de Cargas (J)	2.5	-
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k)(kPa/mm) - (pci)	79.69	293.57
Confiabilidad (R)(%)	85	-
Desviación Estándar (So)	0.39	-
Número de Ejes Equivalentes ESALs	2,096,463	-
Espesor de Losa (mm)	**168**	-

Información Adicional	
Tipo de Capa Base	CEMENTADA
Espesor de Capa Base (mm)	200
Diámetro de Barras Pasajuntas (mm)	25.4
Longitud de Barras Pasajuntas (cm)	45
Separación entre Barras Pasajuntas (cm)	30
Revestimiento de Barras Pasajuntas	Pintura anticorrosiva
Separación entre Juntas Transversales (m)	4.5
Espesor de losa adoptado (mm)	**170**

Barras de Amarre	
Coeficiente de Fricción / Losa - Base	1.8
Calidad del Acero (MPa)	400
Diámetro de la Barra (mm)	12
Distancia al Borde Libre (m)	4
Porcentaje de Resistencia a Tracción	75
Separación entre Barras (m)	**1.21**
Área de Acero Requerida (mm2/m)	**93.84**
Longitud de la Barra (m)	**0.82**

Reservorio de Juntas y Diseño del Sellador	
Coeficiente de Expansión Térmica (10^-6 mm/mm/°C)	10.8
Rango de Temperatura (°C)	26.6
Coeficiente de Retracción por Secado (mm/mm)	0.0006
Coeficiente de Ajuste por Fricción Losa/Base	0.65
Tipo de Sellador	SILICONA
Deformación Admisible del Sellador (mm/mm)	0.5
Factor de Forma del Sellador	0.5
Apertura de la Junta (mm)	**2.6**
Ancho del Reservorio de Junta (mm)	**5**
Profundidad Mínima del Sello (mm)	**3**
Profundidad Mínima de Corte de Ampliación (mm)	**13**

7.16 Anexo “M” levantamiento topográfico de la vía

N°	Este	Norte	Altitud
1	523488.32	8782737.27	259.85
2	523663.79	8782775.23	258.88
3	523472.38	8782724.85	259.8
4	523770.3	8782300.35	260.57
5	523996.17	8781964.75	258.88
6	523932.73	8781867.59	258.53
7	523840.94	8781361.47	272.26
8	523820.32	8781204.74	274.2
9	523772.46	8780980.63	271.36
10	523718.25	8780911.96	264.82
11	523690.61	8780888.49	264.93
12	523530.53	8780885.48	278.06
13	523466.57	8780834.79	282.75
14	523323.41	8780783.71	283.93
15	523185.62	8780714.57	284.93
16	523134.03	8780747.14	283.18
17	522970.68	8780864.79	285.63
18	522830.44	8780941.87	280.4
19	522764.34	8780888.56	281.13
20	522655.23	8780764.42	279.03
21	522581.81	8780665.74	270.96
22	522487.29	8780659.74	257.88
23	522408.73	8780594.86	254.46
24	522229.81	8780617.13	274.71
25	522156.29	8780586.1	279.43
26	522036.68	8780462.41	284.24
27	521762.77	8780194.73	286.61
28	521705.38	8780154.28	286.54
29	521629.13	8780122.19	286.36
30	521710.46	8779986.69	287.41
31	521803.62	8779886.3	284.09
32	521843.43	8779825.42	281.7
33	521821.72	8779797.6	282.75
34	521762.73	8779800.94	283.75
35	521802.29	8779732.59	284.99
36	523722.28	8780917.39	264.8
37	523264.23	8780747.98	283.6
38	522828.92	8780943.39	280.4
39	522455.08	8780640.7	257.8
40	522032.28	8780466.4	284.23
41	521657.93	8780141.41	286.35
42	521778.42	8779782.15	283.4
43	523932.73	8781867.6	258.63
44	523932.72	8781867.6	258.58
45	523820.31	8781204.74	274.2
46	523820.31	8781204.74	274.2
47	523820.32	8781204.74	274.2

N°	Este	Norte	Altitud
48	523840.95	8781361.48	272.3
49	523772.47	8780980.63	271.36
50	523772.47	8780980.63	271.36
51	523772.46	8780980.63	271.36
52	523820.32	8781204.73	274.17
53	523820.32	8781204.74	274.2
54	523718.25	8780911.96	264.82
55	523718.25	8780911.95	264.83
56	523780.35	8781024.74	272.69
57	523780.34	8781024.74	272.69
58	523779.78	8781020.76	272.59
59	523779.14	8781016.67	272.47
60	523778.44	8781011.94	272.33
61	523777.73	8781007.74	272.21
62	523777.04	8781003.44	272.08
63	523776.54	8780999.46	271.96
64	523775.76	8780995.27	271.85
65	523775.03	8780991.19	271.78
66	523774.3	8780987.03	271.68
67	523773.6	8780983.11	271.61
68	523772.51	8780977.58	271.57
69	523772.04	8780974.94	271.53
70	523779.58	8781022.45	272.48
71	523778.08	8781022.47	272.28
72	523776.16	8781022.66	272.04
73	523774.36	8781022.91	271.86
74	523772.83	8781023.21	271.78
75	523771.8	8781023.09	271.74
76	523779.24	8781019.43	272.41
77	523772.89	8781020.6	271.77
78	523777.38	8781019.62	272.19
79	523771.69	8781020.63	271.69
80	523775.71	8781019.88	272.06
81	523778.7	8781016.07	272.25
82	523772.72	8781017.37	271.75
83	523776.87	8781016.36	272.16
84	523771.53	8781017.34	271.63
85	523774.91	8781016.84	272.01
86	523778.28	8781012.65	272.22
87	523778.3	8781012.66	272.22
88	523772.54	8781013.83	271.86
89	523776.12	8781012.91	272.1
90	523770.64	8781014.09	271.64
91	523774.15	8781013.29	272.02
92	523777.52	8781008.52	272.08
93	523771.47	8781009.66	271.76
94	523775.33	8781008.86	271.94

N°	Este	Norte	Altitud
95	523773.47	8781009.11	271.89
96	523777.04	8781004.86	271.99
97	523770.74	8781006.09	271.65
98	523774.86	8781005.18	271.87
99	523768.35	8781005.97	271.31
100	523772.95	8781005.42	271.75
101	523776.5	8781001.07	271.9
102	523770.26	8781002.3	271.53
103	523774.53	8781001.41	271.76
104	523772.12	8781001.86	271.58
105	523767.81	8781002.06	271.16
106	523775.94	8780997.82	271.79
107	523769.49	8780999.27	271.38
108	523773.92	8780998.58	271.64
109	523767.04	8780999.39	271.03
110	523771.59	8780999.04	271.47
111	523775.35	8780994.3	271.69
112	523768.73	8780995.21	271.17
113	523773.22	8780994.73	271.5
114	523718.25	8780911.95	264.82
115	523770.95	8780995.14	271.29
116	523768.74	8780995.53	271.2
117	523774.62	8780990.06	271.61
118	523765.91	8780995.48	270.96
119	523772.18	8780990.63	271.3
120	523718.25	8780911.95	264.82
121	523770.12	8780991.15	271.14
122	523768.48	8780991.6	271.11
123	523765.56	8780992.08	270.8
124	523773.86	8780986.41	271.51
125	523767.5	8780988.36	270.9
126	523771.23	8780987.07	271.15
127	523765.58	8780988.36	270.66
128	523769.11	8780987.72	270.97
129	523767.01	8780985.15	270.71
130	523773.16	8780982.78	271.39
131	523764.99	8780985.2	270.43
132	523770.11	8780983.65	270.84
133	523765.59	8780979.81	270.26
134	523767.67	8780984.49	270.71
135	523763.76	8780980.62	270.08
136	523772.31	8780978.06	271.44
137	523768.79	8780979.15	270.45
138	523766.34	8780979.9	270.28
139	523770.06	8780975.12	270.91
140	523764.55	8780977.41	269.96
141	523762.46	8780978.1	269.68

N°	Este	Norte	Altitud
142	523768.79	8780975.78	270.306
143	523767.23	8780976.69	270.096
144	523760.75	8780973.5	269.258
145	523767.97	8780971.11	269.912
146	523760.23	8780967.29	268.528
147	523766.9	8780971.46	269.601
148	523758.77	8780967.54	268.524
149	523765.42	8780972.12	269.415
150	523757.37	8780962.42	267.973
151	523764.51	8780964.56	268.599
152	523764.67	8780964.46	268.614
153	523755.92	8780963.29	267.865
154	523763.76	8780965.03	268.565
155	523758.8	8780961.91	268.071
156	523762.26	8780965.88	268.593
157	523754.76	8780958.43	267.575
158	523753.51	8780959.61	267.481
159	523761.91	8780959.56	268.101
160	523756.26	8780957.87	267.675
161	523760.96	8780960.06	268.07
162	523752.14	8780954.58	267.258
163	523759.98	8780955.9	267.813
164	523750.97	8780955.52	267.011
165	523758.8	8780956.48	267.719
166	523757.53	8780951.8	267.431
167	523750.15	8780956.14	267.352
168	523756.19	8780952.66	267.393
169	523754.44	8780954.02	267.341
170	523748.96	8780951.11	266.856
171	523753.91	8780947.41	267.003
172	523748.04	8780951.76	266.629
173	523752.62	8780948.42	266.933
174	523747.27	8780952.44	266.794
175	523751.11	8780949.59	266.926
176	523746.33	8780947.23	266.524
177	523750.64	8780943.69	266.577
178	523745.19	8780948.31	266.183
179	523749.43	8780944.69	266.596
180	523744.27	8780948.93	266.575
181	523747.95	8780946.03	266.579
182	523743.2	8780943.72	266.187
183	523746.95	8780940.08	266.331
184	523742.33	8780944.96	265.859
185	523746.17	8780941.13	266.245
186	523741.66	8780945.54	266.227
187	523744.81	8780942.55	266.242
188	523740.15	8780940.24	265.828

N°	Este	Norte	Altitud
189	523743.59	8780936.3	266.03
190	523739.2	8780941.1	265.65
191	523742.93	8780937.13	265.76
192	523738.45	8780941.75	266.21
193	523741.59	8780938.57	265.92
194	523736.72	8780936.81	265.5
195	523740.66	8780933.26	265.8
196	523740.68	8780933.26	265.81
197	523736.76	8780936.81	265.5
198	523740.09	8780933.91	265.56
199	523738.88	8780935.56	265.67
200	523738.87	8780935.58	265.67
201	523735.82	8780937.89	265.38
202	523737.58	8780929.87	265.68
203	523737.66	8780929.84	265.68
204	523736.98	8780930.58	265.44
205	523735.75	8780932.13	265.41
206	523735.31	8780938.18	265.6
207	523734.08	8780933.68	265.29
208	523735.03	8780926.94	265.46
209	523734.39	8780927.73	265.38
210	523733.3	8780934.41	265.23
211	523733.13	8780929.24	265.35
212	523732.17	8780923.97	264.96
213	523732.71	8780934.74	265.36
214	523731.53	8780924.76	265.21
215	523772.47	8780980.64	271.36
216	523690.61	8780888.49	264.93
217	523718.26	8780911.96	264.83
218	523730.66	8780926.72	265.27
219	523728.94	8780928.3	265.07
220	523728.97	8780928.28	265.07
221	523727.98	8780929.3	265.03
222	523728.08	8780929.23	265.04
223	523728.08	8780929.23	265.04
224	523726.93	8780929.89	265.02
225	523727.4	8780923.82	265.18
226	523725.96	8780925.42	264.96
227	523730.19	8780921.57	264.95
228	523724.48	8780926.73	265.06
229	523729.02	8780922.43	265.1
230	523722.73	8780922.46	264.84
231	523726.53	8780918.37	264.88
232	523723.71	8780921.27	264.99
233	523725.69	8780919.15	264.87
234	523721.26	8780923.65	264.84
235	523720.08	8780920.49	264.72

N°	Este	Norte	Altitud
236	523720.08	8780920.52	264.72
237	523723.51	8780915.52	264.79
238	523719.15	8780921.71	264.72
239	523722.71	8780916.27	264.91
240	523721.4	8780918.27	264.9
241	523720.67	8780912.6	264.81
242	523716.28	8780917.22	264.54
243	523719.86	8780913.34	264.8
244	523714.88	8780918.43	264.36
245	523717.98	8780915.13	264.73
246	523713.27	8780914.67	264.45
247	523715.21	8780912.2	264.67
248	523711.71	8780915.86	264.22
249	523718.7	8780908.32	265.01
250	523712.21	8780909.29	264.7
251	523710.25	8780911.3	264.38
252	523716.92	8780910.38	264.74
253	523715.72	8780905.12	264.99
254	523708.5	8780912.96	264.12
255	523713.59	8780907.41	264.73
256	523714.69	8780906.15	264.94
257	523711.89	8780909.1	264.7
258	523706.93	8780907.78	264.52
259	523709	8780906.46	264.68
260	523711.87	8780903.33	264.66
261	523710.66	8780904.57	264.73
262	523704.91	8780909.47	264.37
263	523707.64	8780901.98	264.75
264	523712.66	8780902.05	264.8
265	523706.25	8780903.58	264.67
266	523704.57	8780906.01	264.53
267	523709.33	8780900.89	264.61
268	523704.8	8780899.33	264.81
269	523703.26	8780907.02	264.48
270	523710.33	8780899.89	265.04
271	523702.98	8780901.06	264.66
272	523701.96	8780908.26	264.1
273	523705.91	8780897.61	264.54
274	523705.89	8780897.63	264.54
275	523701.44	8780896.56	264.91
276	523701.73	8780903.43	264.54
277	523706.99	8780896.38	265.06
278	523700.07	8780898.38	264.77
279	523700.35	8780904.9	264.53
280	523702.47	8780894.63	264.63
281	523698.09	8780894.16	265.02
282	523699.66	8780905.64	264.33

N°	Este	Norte	Altitud
283	523702.8	8780892.95	264.29
284	523696.67	8780896.29	264.87
285	523698.69	8780900.85	264.59
286	523698.94	8780892.42	264.87
287	523694.42	8780892.14	265.06
288	523699.46	8780891	264.16
289	523693.35	8780894.2	264.93
290	523697.43	8780902.29	264.43
291	523695.29	8780890.44	265.46
292	523691.69	8780890.82	265.03
293	523696.59	8780903.78	264.72
294	523690.56	8780893.14	264.98
295	523696.52	8780888.71	264.9
296	523693.51	8780897.15	264.88
297	523692.67	8780890.16	265.13
298	523692.64	8780898.61	264.69
299	523688.57	8780889.76	265.02
300	523690.22	8780895.87	264.95
301	523687.9	8780891.9	264.92
302	523692.98	8780888.61	265.02
303	523687.09	8780894.82	264.97
304	523686.81	8780895.81	265.01
305	523689.22	8780896.93	264.92
306	523692.85	8780899.17	264.27
307	523687.26	8780897.37	264.63
308	523688.33	8780890.07	264.96
309	523688.33	8780890.07	264.96
310	523687.6	8780892.46	264.95
311	523685.27	8780889.05	264.96
312	523684.87	8780891.43	264.96
313	523680.17	8780887.78	264.97
314	523680.53	8780889.89	265
315	523686.93	8780894.49	264.92
316	523683.25	8780894.71	264.92
317	523678.54	8780893.4	264.93
318	523686.86	8780895.69	264.97
319	523688.67	8780888.62	265.25
320	523680.49	8780886.28	265.27
321	523686.81	8780895.9	265.2
322	523678.44	8780893.57	265.23
323	523677.66	8780892.9	264.98
324	523680.24	8780886.96	265.08
325	523679.55	8780885.32	264.9
326	523679.53	8780888.77	265
327	523677.05	8780894.16	264.97
328	523679.32	8780884.05	264.64
329	523676.36	8780885.61	265.12

N°	Este	Norte	Altitud
330	523674.61	8780891	264.92
331	523675.55	8780887.65	265.042
332	523673.92	8780893.02	264.738
333	523672.19	8780884.1	265.211
334	523677.04	8780883.64	265.113
335	523673.45	8780894.19	264.728
336	523677.68	8780883.19	264.966
337	523671.43	8780886.17	265.108
338	523670.76	8780889.24	264.903
339	523672.59	8780882.3	265.108
340	523668.25	8780882.62	265.231
341	523670.15	8780891.07	264.928
342	523667.43	8780884.91	265.157
343	523673.09	8780880.41	265.13
344	523669.5	8780892.72	265.294
345	523664.36	8780881.41	265.239
346	523667.31	8780888.41	264.923
347	523668.21	8780880.76	265.065
348	523663.71	8780883.56	265.245
349	523667.1	8780890.27	265.04
350	523669.3	8780878.39	265.084
351	523660.94	8780880.36	265.336
352	523666.8	8780891.51	265.513
353	523664.62	8780879.44	265.25
354	523660.23	8780882.9	265.239
355	523663.9	8780887.22	265.023
356	523665.6	8780876.91	264.995
357	523656.74	8780879.48	265.33
358	523663.65	8780889.05	265.064
359	523656.3	8780882	265.381
360	523660.93	8780878.44	265.504
361	523663.23	8780890.61	265.162
362	523652.75	8780878.82	265.459
363	523662.06	8780875.89	265.086
364	523652.32	8780881.64	265.619
365	523663.29	8780890.5	265.144
366	523648.5	8780878.76	265.742
367	523659.77	8780886.06	265.164
368	523657.05	8780877.82	265.72
369	523648.33	8780881.04	265.875
370	523659.58	8780887.95	265.297
371	523657.84	8780875.67	265.249
372	523644.58	8780880.81	266.13
373	523659.24	8780889.67	265.23
374	523655.84	8780885.12	265.243
375	523644.74	8780878.37	266.004
376	523655.54	8780887.24	265.484

N°	Este	Norte	Altitud
377	523648.99	8780883.51	265.67
378	523654.97	8780888.68	265.29
379	523651.91	8780883.97	265.53
380	523651.4	8780885.94	265.64
381	523650.85	8780887.53	265.47
382	523651.84	8780878.48	265.5
383	523640.3	8780880.3	266.44
384	523651.87	8780878.44	265.5
385	523650.71	8780888.77	265.46
386	523640.56	8780877.85	266.28
387	523652.28	8780876.59	265.55
388	523648.45	8780883.79	265.64
389	523636.31	8780877.31	266.55
390	523648.26	8780885.79	265.56
391	523647.85	8780876.55	265.67
392	523636.16	8780879.96	266.81
393	523648.06	8780887.78	265.62
394	523647.87	8780876.55	265.66
395	523631.98	8780879.82	267.24
396	523647.73	8780889.66	265.67
397	523647.69	8780876.52	265.65
398	523631.85	8780877.45	267.04
399	523644.38	8780883.24	266.05
400	523647.92	8780874.01	265.58
401	523643.98	8780885.45	266.13
402	523627.56	8780877.23	267.39
403	523644.89	8780876.7	265.66
404	523643.98	8780885.4	266.13
405	523644.91	8780876.7	265.66
406	523643.7	8780887.61	266.08
407	523644.98	8780874.15	265.84
408	523627.63	8780879.86	267.69
409	523640.68	8780876.27	265.62
410	523640.3	8780883.2	266.45
411	523627.61	8780879.88	267.7
412	523641.37	8780872.87	266.02
413	523640.15	8780885.62	266.38
414	523623.57	8780879.9	268.1
415	523639.94	8780886.94	266.4
416	523635.21	8780875.92	266.23
417	523623.47	8780877.3	267.85
418	523636.17	8780883	266.88
419	523635.08	8780874.31	266.72
420	523636.1	8780885.73	266.75
421	523623.47	8780877.29	267.85
422	523636.16	8780885.68	266.75
423	523636.23	8780887.31	266.88

N°	Este	Norte	Altitud
424	523628.29	8780877	267.36
425	523632.56	8780882.91	267.25
426	523628.07	8780875.32	267.51
427	523632.71	8780886.09	267.22
428	523632.08	8780887.06	267.2
429	523627.89	8780873.64	267.4
430	523628.99	8780882.63	267.58
431	523629.22	8780884.41	267.57
432	523629.3	8780886.19	267.56
433	523623.74	8780875.36	267.97
434	523625.1	8780882.81	267.89
435	523623.82	8780873.91	268.31
436	523625.44	8780885.44	267.62
437	523625.14	8780886.05	267.68
438	523619.75	8780882.96	268.34
439	523618.47	8780877.88	268.45
440	523619.51	8780885.18	268.39
441	523618.79	8780880.2	268.64
442	523619.33	8780886.03	268.39
443	523617.96	8780875.09	268.17
444	523617.57	8780873.7	268.54
445	523614.06	8780882.82	269
446	523613.68	8780878.17	269.01
447	523613.85	8780880.26	269.22
448	523614.1	8780884.46	268.64
449	523614.21	8780885.98	269.07
450	523613.28	8780876.07	268.73
451	523612.96	8780874.78	269.66
452	523610.54	8780878.54	269.39
453	523610.32	8780876.44	269.16
454	523610.53	8780875.43	269.83
455	523606.73	8780879.07	269.93
456	523606.17	8780877.33	269.71
457	523605.73	8780876.16	270.48
458	523530.53	8780885.48	278.06
459	523602.75	8780879.58	270.48
460	523602.82	8780877.09	270.92
461	523602.57	8780877.94	270.22
462	523599.04	8780880.31	270.98
463	523598.58	8780879.06	270.73
464	523598.69	8780878.04	271.37
465	523596.01	8780880.96	271.5
466	523595.61	8780879.75	271.02
467	523595.63	8780879.65	271.01
468	523594.64	8780879.56	272.2
469	523592.07	8780881.84	272.06
470	523591.32	8780880.78	271.67

N°	Este	Norte	Altitud
471	523588.42	8780882.72	272.61
472	523591.32	8780880.22	272.72
473	523584.8	8780883.34	273.04
474	523584.55	8780882.28	272.62
475	523587.81	8780881.7	272.38
476	523587.69	8780881.2	273.07
477	523581.27	8780883.93	273.47
478	523580.95	8780882.78	273.07
479	523584.69	8780881.83	273.7
480	523580.82	8780882.11	273.95
481	523581.62	8780885.7	273.54
482	523585.14	8780885.29	273.18
483	523588.73	8780884.57	272.66
484	523592.58	8780883.88	272.12
485	523592.57	8780883.88	272.12
486	523596.56	8780882.96	271.56
487	523599.58	8780882.33	271.1
488	523603.39	8780881.7	270.46
489	523606.77	8780881.3	269.99
490	523610.71	8780880.78	269.59
491	523607.02	8780885.48	269.77
492	523602.91	8780884.11	270.52
493	523603.08	8780885.86	270.47
494	523598.57	8780884.89	271.28
495	523598.56	8780884.78	271.28
496	523598.4	8780886.74	271.32
497	523594.3	8780885.49	271.91
498	523594.27	8780885.52	271.9
499	523589.97	8780886.37	272.39
500	523585.69	8780887	273.02
501	523690.61	8780888.49	264.93
502	523606.24	8780885.4	269.88
503	523604.92	8780886.86	270.25
504	523599.49	8780886.82	271.21
505	523599.75	8780889.14	271.63
506	523595.22	8780890.06	272.29
507	523595.63	8780887.14	271.8
508	523590.16	8780890.78	272.89
509	523590.76	8780887.05	272.32
510	523585.64	8780887.81	273
511	523584.95	8780890.28	273.5
512	523585.05	8780892.15	273.41
513	523580.74	8780892.84	274.02
514	523580.57	8780890.98	274.03
515	523581.08	8780887.99	273.54
516	523581.08	8780887.93	273.54
517	523580.48	8780891	274.04

N°	Este	Norte	Altitud
518	523580.18	8780883.82	273.585
519	523579.78	8780882.27	273.74
520	523580.45	8780885.81	273.717
521	523580.55	8780892.8	274.036
522	523581.01	8780880.46	274.586
523	523575.67	8780885.77	274.231
524	523576.42	8780893.12	274.56
525	523575.95	8780880.29	274.317
526	523575.91	8780891.21	274.576
527	523575.97	8780888.74	273.988
528	523575.62	8780882.53	274.105
529	523575.44	8780883.95	274.089
530	523571.53	8780888.61	274.602
531	523571.68	8780891.91	275.029
532	523570.73	8780884.66	274.635
533	523571.29	8780894.02	275.03
534	523571.06	8780886.57	274.722
535	523570.45	8780883.1	274.567
536	523570.49	8780881	274.94
537	523566.5	8780886.75	275.192
538	523566.76	8780891.7	275.291
539	523566.53	8780886.77	275.191
540	523566.34	8780893.18	275.533
541	523565.4	8780880.8	275.35
542	523566.35	8780888.73	275.105
543	523566.14	8780893.23	275.548
544	523565.23	8780882.57	274.959
545	523561.48	8780892.75	275.877
546	523562.27	8780888.04	275.618
547	523565.27	8780883.98	275.203
548	523561.64	8780890.73	275.629
549	523561.8	8780885.98	275.648
550	523561.46	8780883.41	275.562
551	523556.45	8780890.62	276.013
552	523557.28	8780885.82	276.153
553	523561.29	8780882.33	275.347
554	523556.44	8780892.71	276.18
555	523557.18	8780888.34	275.893
556	523561.3	8780880.37	275.785
557	523552	8780891.85	276.712
558	523553.43	8780887.11	276.186
559	523556.57	8780879.87	276.29
560	523552.38	8780889.86	276.705
561	523553.79	8780885	276.456
562	523556.14	8780881.74	275.934
563	523556.04	8780882.96	276.059
564	523548.87	8780884.78	276.866

N°	Este	Norte	Altitud
565	523547.61	8780889.42	277.09
566	523546.64	8780891.28	277.22
567	523548.32	8780886.93	276.76
568	523550.61	8780881.94	276.58
569	523542.18	8780890.01	277.48
570	523543.53	8780885.74	277.09
571	523550.41	8780880.53	276.3
572	523544.22	8780882.86	277.23
573	523542.72	8780887.58	277.46
574	523539.58	8780881.34	277.56
575	523550.96	8780878.54	276.87
576	523538.44	8780885.57	277.63
577	523546.4	8780877.44	277.24
578	523538.94	8780883.39	277.35
579	523537.84	8780887.81	277.89
580	523545.76	8780879.71	276.92
581	523533.17	8780886.14	277.85
582	523534.08	8780882.27	277.74
583	523535.03	8780879.46	277.84
584	523535.04	8780879.46	277.83
585	523545.3	8780880.98	277.04
586	523533.93	8780884.15	277.68
587	523535.04	8780879.46	277.83
588	523539.56	8780884.63	277.33
589	523539.58	8780884.6	277.33
590	523537.72	8780883.84	277.49
591	523536.55	8780885.82	277.73
592	523530.15	8780881.77	277.93
593	523540.11	8780878.86	277.36
594	523534.37	8780890.19	278.06
595	523540.55	8780876.84	277.55
596	523540.56	8780876.83	277.56
597	523529.51	8780883.59	278.21
598	523536.45	8780874.77	277.89
599	523536.43	8780874.74	277.89
600	523531.73	8780889.54	278.07
601	523534.14	8780883.68	277.56
602	523535.86	8780876.45	277.54
603	523522.02	8780888.39	279.27
604	523525.21	8780879.76	278.39
605	523524.82	8780889.5	278.67
606	523527.9	8780890.65	278.27
607	523528.74	8780881.51	278.04
608	523535.31	8780877.94	277.63
609	523529.4	8780887.37	277.95
610	523526.78	8780885.64	278.48
611	523528.97	8780883.46	278.26

N°	Este	Norte	Altitud
612	523534.76	8780878.54	277.79
613	523535.97	8780874.69	277.94
614	523538.39	8780868.03	278.09
615	523537.74	8780869.61	277.94
616	523536.65	8780872.5	277.96
617	523535.43	8780876.18	277.65
618	523532.85	8780867.8	278.48
619	523531.92	8780870.74	278.35
620	523530.91	8780874.88	277.83
621	523534.12	8780865.35	278.77
622	523530.66	8780877.66	278.17
623	523531.31	8780872.55	278.25
624	523530.95	8780863.3	279.89
625	523528.12	8780870.77	278.72
626	523527.03	8780876.1	278.47
627	523529.21	8780865.64	279.96
628	523527.51	8780873.8	278.12
629	523528.31	8780868.62	279.32
630	523524.86	8780863.7	280.26
631	523524.69	8780866.58	280.17
632	523523.17	8780872.48	278.49
633	523524.16	8780868.88	279.96
634	523526.63	8780861.23	280.18
635	523522.6	8780874.53	278.79
636	523522.31	8780859.32	280.26
637	523520.16	8780866.61	280.51
638	523518.28	8780872.05	279.24
639	523520.82	8780864.65	280.41
640	523521.35	8780861.95	280.38
641	523518.84	8780870.05	279.18
642	523517.54	8780860.28	280.47
643	523514.65	8780864.79	280.12
644	523518.61	8780858.38	280.46
645	523514.5	8780868.62	279.54
646	523514.56	8780856.13	280.53
647	523514.13	8780870.98	279.5
648	523510.42	8780862.66	279.8
649	523514.48	8780857.65	280.5
650	523512.87	8780854.28	280.25
651	523510.81	8780860.75	280.13
652	523512.24	8780866.3	279.53
653	523511.23	8780868.29	279.73
654	523524.53	8780877.85	278.52
655	523522.45	8780880.02	278.98
656	523521.25	8780883.76	279.29
657	523523.13	8780878.87	278.48
658	523516.71	8780881.63	279.69

N°	Este	Norte	Altitud
659	523519.78	8780875.71	278.93
660	523519	8780877.14	279
661	523518.35	8780878.96	279.54
662	523513.88	8780877.59	279.99
663	523515.47	8780873.63	279.25
664	523514.61	8780875.03	279.25
665	523512.99	8780880.08	280.23
666	523506.72	8780856.88	280.23
667	523504.74	8780859.35	280.05
668	523503.29	8780861.88	279.99
669	523508.09	8780853.63	280.42
670	523506.8	8780856.34	280.26
671	523498.68	8780859.9	280.26
672	523502.43	8780853.69	280.81
673	523500.82	8780856.36	280.63
674	523503.35	8780851.03	280.82
675	523498.88	8780859.65	280.19
676	523499.01	8780848.75	281.36
677	523494.49	8780857.84	280.54
678	523497.63	8780851.32	281.38
679	523495.61	8780854.36	281.45
680	523466.57	8780834.79	282.75
681	523495.48	8780854.3	281.46
682	523494.01	8780849.14	281.61
683	523490.02	8780855.28	280.81
684	523491.83	8780851.76	281.82
685	523495.82	8780845.63	281.37
686	523491.08	8780854.35	280.62
687	523488.23	8780848.36	281.89
688	523491.22	8780843.68	281.7
689	523488.68	8780857.56	280.83
690	523490.03	8780846.12	281.83
691	523487.97	8780858.77	280.78
692	523484.86	8780844.14	281.98
693	523483.5	8780846.56	281.69
694	523487.27	8780839.58	281.8
695	523486.48	8780860.33	281.18
696	523481.99	8780849.05	281.3
697	523485.28	8780843.41	281.99
698	523483.07	8780856.89	280.98
699	523484.21	8780854.93	281.09
700	523478.02	8780845.9	281.87
701	523484.98	8780852.88	281.04
702	523480.18	8780841.08	282.19
703	523482.26	8780836.93	282.13
704	523485.74	8780851.19	280.78
705	523479.39	8780842.31	282.22

N°	Este	Norte	Altitud
706	523474.97	8780839.99	282.407
707	523477.26	8780835.84	282.124
708	523480.65	8780849.28	281.222
709	523475.9	8780838.67	282.335
710	523473.49	8780844.23	282.131
711	523479.53	8780852.35	281.355
712	523478.66	8780854.45	281.263
713	523469.16	8780842.12	282.491
714	523470.87	8780837.21	282.494
715	523472.05	8780833.91	282.247
716	523467.61	8780845.07	281.715
717	523473.62	8780851.92	281.452
718	523474.32	8780849.94	281.586
719	523467.65	8780830.56	282.422
720	523463.14	8780842.78	281.982
721	523475.25	8780848.16	281.344
722	523465.97	8780834.79	282.739
723	523475.66	8780846.61	281.496
724	523461.48	8780833.04	282.749
725	523458.45	8780840.71	282.059
726	523457.6	8780843.19	282.244
727	523470.46	8780845.08	281.647
728	523462.29	8780829.78	282.639
729	523469.42	8780846.87	281.655
730	523452.64	8780840.61	282.323
731	523457.87	8780827.73	282.724
732	523468.89	8780848.46	281.693
733	523468.86	8780848.49	281.694
734	523454.28	8780835.91	282.595
735	523454.31	8780835.92	282.593
736	523456.19	8780831.53	282.823
737	523449.27	8780833.61	282.81
738	523451.33	8780829.65	282.88
739	523521.34	8780884.98	279.352
740	523514.07	8780877.99	280.045
741	523516.55	8780874.36	279.209
742	523514.95	8780876.14	279.61
743	523515.86	8780875.19	279.189
744	523517.03	8780882.53	279.755
745	523511.06	8780874.27	279.953
746	523513.03	8780871.69	279.481
747	523512.71	8780880.18	280.26
748	523509.91	8780876.16	280.419
749	523511.95	8780873.28	279.286
750	523508.9	8780880.61	281.162
751	523505.59	8780874.66	280.696
752	523507.52	8780871.06	279.67

N°	Este	Norte	Altitud
753	523504.34	8780878.02	281.01
754	523506.88	8780872.34	280.39
755	523508.53	8780869.42	279.76
756	523500.16	8780875.39	281.03
757	523500.19	8780875.4	281.02
758	523501.85	8780870.86	280.96
759	523504.09	8780867.96	279.9
760	523496.93	8780872.9	281.18
761	523500.58	8780872.63	280.99
762	523503.29	8780868.97	279.9
763	523493.12	8780870.34	281.39
764	523492.43	8780873.02	281.92
765	523496.01	8780870.52	281.19
766	523498.83	8780866.33	280.16
767	523497.08	8780868.31	281.18
768	523488.27	8780871.82	282.17
769	523492.69	8780866.8	281.49
770	523494.61	8780863.87	280.4
771	523491.46	8780869.12	281.5
772	523495.66	8780862.73	280.44
773	523484.7	8780869.14	282.41
774	523487.1	8780866.58	282.31
775	523491.25	8780860.28	280.67
776	523488.62	8780864.27	282.05
777	523480.41	8780866.79	282.92
778	523490.5	8780861.55	280.55
779	523483.6	8780862.09	282.32
780	523476.22	8780864.77	282.02
781	523482.33	8780864.72	282.48
782	523486.05	8780859.07	280.85
783	523477.96	8780862.56	282.19
784	523471.37	8780863.17	282.2
785	523479.94	8780859.81	282.52
786	523467.42	8780861.55	283.03
787	523530.52	8780885.48	278.07
788	523473.75	8780864.46	282.19
789	523474.38	8780862.16	281.93
790	523474.72	8780859.28	281.9
791	523469.64	8780862.19	282.63
792	523475.5	8780857.02	282.16
793	523478.28	8780855.14	281.14
794	523470.66	8780860.26	282.18
795	523478.7	8780854.01	281.33
796	523472.44	8780855.72	281.64
797	523467.09	8780860.16	283.2
798	523471.58	8780857.83	281.88
799	523474.86	8780852.24	281.46

N°	Este	Norte	Altitud
800	523468.8	8780856.33	281.93
801	523467.98	8780858.42	282.22
802	523473.75	8780853.54	281.3
803	523469.77	8780854.27	281.9
804	523469.82	8780851.83	281.61
805	523466.79	8780852.76	282.17
806	523470.27	8780850.65	281.67
807	523465.59	8780859.73	283.09
808	523465.99	8780855.09	282.09
809	523466.31	8780848.79	281.8
810	523465.57	8780857.86	282.2
811	523466.19	8780850.73	281.72
812	523462.83	8780853.43	282.24
813	523461.36	8780856.79	283.46
814	523463.57	8780851.08	282.53
815	523462.04	8780855.12	282.4
816	523461.73	8780848.75	281.88
817	523462.07	8780847.17	281.98
818	523460.53	8780849.95	282.78
819	523458.91	8780853.31	282.75
820	523459.73	8780851.77	282.69
821	523457.98	8780854.92	283.72
822	523457.33	8780845.07	282.14
823	523457.8	8780848.91	282.91
824	523454.8	8780853.13	284.49
825	523456.28	8780846.63	282.06
826	523456.98	8780850.12	283.54
827	523455.54	8780851.42	284.37
828	523454.56	8780848.87	283.56
829	523452.02	8780845	282.17
830	523455.16	8780847.09	282.78
831	523451.71	8780851.64	284.21
832	523452.54	8780842.9	282.34
833	523451.68	8780845.86	282.82
834	523452.5	8780849.84	283.97
835	523450.91	8780847.42	283.59
836	523448.54	8780849.89	283.89
837	523448.71	8780840.67	282.39
838	523449.14	8780848.49	283.86
839	523447.35	8780845.33	283.67
840	523447.43	8780843	282.35
841	523448.11	8780844.41	283.05
842	523445.16	8780848.48	283.87
843	523443.44	8780840.52	282.6
844	523445.15	8780843.05	283.23
845	523445.8	8780846.81	283.86
846	523443.68	8780838.64	282.61

N°	Este	Norte	Altitud
847	523444.52	8780844.79	283.74
848	523441.8	8780846.81	283.96
849	523442.24	8780845.64	283.94
850	523441.9	8780843.8	283.14
851	523439.67	8780848.43	283.45
852	523440.38	8780845.62	282.92
853	523442.64	8780842.61	282.94
854	523438.87	8780850.11	283.53
855	523437.96	8780844.44	282.81
856	523439	8780840.9	282.64
857	523437.3	8780852.29	283.54
858	523434.72	8780843.89	282.91
859	523435.42	8780839.35	282.62
860	523434.01	8780851.8	283.46
861	523432.62	8780843.85	282.98
862	523435.45	8780839.37	282.62
863	523430.58	8780850.57	283.51
864	523432.61	8780837.73	282.66
865	523429.04	8780850.12	283.72
866	523434.38	8780835.25	282.81
867	523431.44	8780838.48	283
868	523430.81	8780842.83	283.87
869	523430.43	8780839.95	283.41
870	523431.12	8780841.79	283.63
871	523430.36	8780833.76	282.87
872	523429.71	8780835.74	282.81
873	523427.78	8780838.56	283.41
874	523426.94	8780840.73	284.03
875	523429.67	8780835.77	282.81
876	523427.22	8780840	283.93
877	523423.59	8780839.46	284.1
878	523428.51	8780836.97	283.12
879	523424.99	8780834.1	282.93
880	523423.85	8780838.53	283.99
881	523424.94	8780835.33	283.21
882	523425.62	8780831.95	282.94
883	523420.41	8780836.75	283.93
884	523424.06	8780837.32	283.49
885	523421.48	8780830.11	283.06
886	523420	8780837.44	284.09
887	523420.81	8780835.62	283.52
888	523420.6	8780832.37	283.04
889	523416.63	8780835.85	284.19
890	523421.32	8780833.67	283.21
891	523417.01	8780835.01	283.83
892	523418.13	8780832.61	283.41
893	523413.88	8780833.32	283.79

N°	Este	Norte	Altitud
894	523417.57	8780834.1	283.385
895	523418.68	8780831.54	283.048
896	523413.84	8780834.06	284.011
897	523414.81	8780832.4	283.397
898	523419.2	8780829.16	283.082
899	523410.26	8780832.67	284.352
900	523415.49	8780831.2	283.433
901	523410.27	8780832.69	284.335
902	523416.83	8780827.69	283.243
903	523410.62	8780831.88	283.993
904	523412.17	8780830	283.41
905	523415.8	8780829.55	283.243
906	523406.28	8780830.76	284.296
907	523411.85	8780831.24	283.512
908	523412.99	8780828.45	283.272
909	523413.89	8780826.57	283.305
910	523406.67	8780830.06	283.837
911	523410.63	8780825.12	283.375
912	523410.74	8780829.35	283.459
913	523402.35	8780828.9	283.986
914	523411.14	8780827.15	283.337
915	523409.88	8780830.46	283.608
916	523407.64	8780825.47	283.415
917	523402.75	8780828.18	283.863
918	523407.6	8780825.43	283.417
919	523408.22	8780824.15	283.413
920	523399.18	8780827.78	284.001
921	523403.94	8780824.06	283.484
922	523399.48	8780826.95	283.958
923	523404.66	8780822.43	283.43
924	523395.68	8780826.07	284.027
925	523401.15	8780820.97	283.473
926	523400.47	8780822.28	283.468
927	523394.96	8780824.87	283.961
928	523397.03	8780820.58	283.494
929	523407.31	8780828.68	283.615
930	523391.91	8780822.92	283.957
931	523397.95	8780818.97	283.455
932	523402.99	8780827.43	283.775
933	523391.52	8780823.79	284.033
934	523403.3	8780826.13	283.656
935	523387.53	8780822.26	284.133
936	523399.11	8780824.2	283.709
937	523387.83	8780821.56	284.054
938	523393.82	8780818.65	283.545
939	523393.84	8780818.68	283.544
940	523394.87	8780823.2	283.806

N°	Este	Norte	Altitud
941	523383.87	8780820.44	284.12
942	523395.61	8780821.58	283.63
943	523384.2	8780819.66	284
944	523390.43	8780817.07	283.6
945	523391.65	8780820.03	283.67
946	523380.22	8780818.85	284.18
947	523391.12	8780821.41	283.78
948	523387.36	8780819.22	283.89
949	523380.62	8780818.14	284.06
950	523387.48	8780813.59	283.57
951	523386.61	8780815.15	283.59
952	523377.25	8780815.81	284.01
953	523387.98	8780817.59	283.61
954	523376.72	8780817.05	284.22
955	523384.04	8780816.18	283.77
956	523382.97	8780813.25	283.61
957	523383.66	8780811.48	283.6
958	523382.82	8780817.69	283.88
959	523372.93	8780815.34	284.23
960	523373.24	8780814.54	284.14
961	523378.35	8780815.3	283.91
962	523380.2	8780809.6	283.62
963	523379.31	8780811.15	283.63
964	523379.17	8780813.58	283.69
965	523369.66	8780812.61	284.05
966	523369.17	8780813.52	284.19
967	523375.13	8780811.95	283.8
968	523375.92	8780809.48	283.63
969	523376.74	8780807.79	283.67
970	523365.48	8780812.2	284.15
971	523374.61	8780813.77	284.02
972	523365.79	8780811.34	284.06
973	523370.59	8780811.58	283.91
974	523373.13	8780806.07	283.68
975	523372.21	8780807.91	283.65
976	523371.35	8780809.78	283.76
977	523361.99	8780810.51	284.01
978	523362.31	8780809.83	283.98
979	523367.18	8780807.64	283.82
980	523368.43	8780805.72	283.66
981	523369.35	8780803.83	283.68
982	523366.27	8780809.65	283.94
983	523357.85	8780809.28	283.95
984	523358.21	8780808.3	283.92
985	523361.82	8780807.08	283.87
986	523365.05	8780801.54	283.67
987	523363.63	8780803.24	283.7

N°	Este	Norte	Altitud
988	523362.58	8780805.48	283.8
989	523354.8	8780807.62	283.86
990	523355.09	8780806.91	283.84
991	523358.59	8780802.85	283.77
992	523359.67	8780800.94	283.66
993	523360.82	8780799.01	283.66
994	523357.52	8780804.8	283.82
995	523351.4	8780806.21	283.86
996	523351.65	8780805.65	283.81
997	523353.3	8780802.48	283.8
998	523356.8	8780797.09	283.67
999	523348.17	8780803.68	283.89
1000	523353.28	8780802.47	283.8
1001	523355.64	8780798.75	283.69
1002	523354.26	8780800.8	283.78
1003	523352.85	8780799.09	283.69
1004	523346.4	8780806.62	283.93
1005	523345.49	8780808.37	283.95
1006	523350.79	8780800.9	283.87
1007	523351.65	8780799.72	283.78
1008	523349.33	8780798.58	283.76
1009	523348.83	8780802.95	283.9
1010	523344.78	8780809.68	283.93
1011	523347.06	8780810.1	284.01
1012	523347.04	8780805.25	283.94
1013	523345.42	8780796.86	283.73
1014	523345.52	8780804.28	283.91
1015	523343.33	8780809.18	284.02
1016	523341.33	8780808.38	284.04
1017	523343.46	8780803.75	283.92
1018	523344.8	8780794.79	283.56
1019	523343.26	8780792.45	283.68
1020	523341.57	8780803.29	283.97
1021	523339.32	8780808.14	283.98
1022	523337.5	8780807.61	284.13
1023	523339.46	8780802.37	284.03
1024	523342.31	8780793.68	283.88
1025	523341.77	8780794.92	283.95
1026	523340.11	8780800.65	284.08
1027	523335.4	8780798.46	284.22
1028	523337.54	8780795.62	283.96
1029	523339.87	8780790.16	283.7
1030	523340.78	8780788.3	283.69
1031	523335.7	8780797.38	284.03
1032	523339.05	8780792.53	283.96
1033	523331.73	8780797.08	284.11
1034	523334.65	8780790.29	283.84

N°	Este	Norte	Altitud
1035	523332.08	8780796.06	284
1036	523337.09	8780786.07	283.77
1037	523335.8	8780787.89	283.72
1038	523328.17	8780796	284.13
1039	523334.62	8780790.41	283.88
1040	523328.72	8780794.42	284.06
1041	523333.52	8780792.63	283.95
1042	523332.84	8780786.34	283.72
1043	523329.89	8780791.75	283.97
1044	523333.75	8780784.41	283.82
1045	523323.93	8780793.77	284.08
1046	523324.65	8780792.47	284.07
1047	523330.8	8780789.31	283.92
1048	523330.76	8780782.9	283.79
1049	523329.38	8780784.55	283.68
1050	523327.73	8780787.13	283.92
1051	523321.93	8780790.26	284.05
1052	523320.72	8780792.15	284.11
1053	523326.43	8780789.55	284.02
1054	523325.91	8780782.6	283.67
1055	523326.64	8780780.78	283.79
1056	523322.73	8780787.78	284.05
1057	523317.86	8780790.59	284.08
1058	523318.97	8780788.85	284.11
1059	523324.04	8780784.86	283.95
1060	523323.83	8780779.14	283.83
1061	523322.5	8780780.88	283.65
1062	523320.39	8780782.85	283.78
1063	523315.16	8780788.82	284.03
1064	523315.66	8780787.38	284.07
1065	523320.43	8780782.85	283.75
1066	523322.53	8780780.85	283.63
1067	523317.98	8780783.54	283.65
1068	523318.91	8780785.38	284.03
1069	523311.2	8780787.29	284.12
1070	523315.43	8780783.72	284.04
1071	523320.39	8780777.14	283.82
1072	523315.25	8780780.83	283.82
1073	523316.61	8780780.9	283.99
1074	523311.96	8780785.61	284.12
1075	523308.45	8780785.53	284.05
1076	523313.21	8780779.02	284.13
1077	523316.05	8780777.25	283.73
1078	523312.08	8780775.15	283.76
1079	523313.18	8780779.05	284.15
1080	523308.03	8780786.63	284.01
1081	523313	8780773.11	283.86

N°	Este	Norte	Altitud
1082	523311.24	8780782.02	284.133
1083	523309.04	8780784.2	284.108
1084	523309.06	8780784.2	284.107
1085	523308.92	8780776.22	284.18
1086	523310.23	8780771.47	283.883
1087	523309.29	8780773.67	283.783
1088	523307.07	8780782.16	284.047
1089	523304.12	8780784.59	284.061
1090	523304.76	8780782.27	284.179
1091	523305.08	8780774.61	284.027
1092	523306.7	8780772.25	283.772
1093	523307.47	8780770.38	283.867
1094	523303.87	8780777.28	284.324
1095	523300.33	8780782.62	283.977
1096	523302.44	8780776.82	284.233
1097	523299.54	8780775.08	284.365
1098	523303.87	8780768.31	283.9
1099	523302.59	8780770.29	283.801
1100	523301.14	8780772.57	284.024
1101	523301.04	8780780.83	284.2
1102	523297.79	8780778.41	284.218
1103	523297.05	8780770.2	284.092
1104	523298.36	8780767.86	283.818
1105	523297.06	8780771.64	283.903
1106	523293.84	8780778.78	284.295
1107	523296.93	8780780.56	283.987
1108	523292.88	8780778.93	283.998
1109	523291.96	8780772.1	284.257
1110	523296.31	8780764.25	283.945
1111	523293.64	8780769.15	283.863
1112	523291.68	8780774.08	284.187
1113	523292.75	8780776.77	284.222
1114	523287.71	8780774.02	284.038
1115	523291.09	8780765.39	283.885
1116	523289.97	8780767.5	284.092
1117	523288.94	8780770.77	284.185
1118	523290.68	8780765.96	284.263
1119	523292.39	8780762.42	283.976
1120	523287.5	8780764.57	284.044
1121	523283.03	8780773.94	284.197
1122	523282.11	8780774.18	283.831
1123	523285.47	8780764.97	284.183
1124	523286.7	8780762.31	284.001
1125	523287.61	8780762.37	283.899
1126	523281.65	8780763.82	283.976
1127	523281.55	8780762.54	284
1128	523276.37	8780772.27	284.034

N°	Este	Norte	Altitud
1129	523279.24	8780764.49	284.13
1130	523281.12	8780761.99	284.27
1131	523284	8780757.93	284.08
1132	523279.58	8780755.72	284.11
1133	523272.92	8780769.54	284.21
1134	523272.04	8780769.64	284.06
1135	523274.11	8780764.24	284.06
1136	523277.85	8780758.08	284.17
1137	523278.38	8780757.51	284
1138	523273.69	8780759.03	284.02
1139	523276.55	8780749.81	283.96
1140	523275.93	8780750.99	284.12
1141	523280.27	8780750.46	284.1
1142	523278.51	8780755.13	283.92
1143	523276.61	8780756.75	284.02
1144	523279.15	8780751.76	284.13
1145	523281.1	8780748.76	284.09
1146	523280.39	8780750.89	283.89
1147	523283.43	8780753.81	283.87
1148	523281.89	8780756.65	284.09
1149	523282.01	8780756.05	284.09
1150	523287.56	8780755.99	283.89
1151	523286.73	8780757.55	284.07
1152	523286.34	8780758.04	284.09
1153	523291.42	8780758.81	284.06
1154	523292.13	8780757.15	284.06
1155	523292.51	8780756.99	283.9
1156	523296.13	8780760.63	283.84
1157	523295.41	8780761.56	283.96
1158	523295.45	8780762.13	283.96
1159	523301.33	8780761.54	283.88
1160	523300.46	8780763.44	283.74
1161	523299.98	8780764.29	283.86
1162	523305.21	8780765.31	283.82
1163	523306.18	8780763.39	283.76
1164	523306.24	8780763.24	283.86
1165	523309.2	8780766.73	284.06
1166	523308.59	8780768.31	283.73
1167	523308.4	8780768.66	283.8
1168	523312.3	8780769.68	283.82
1169	523313.68	8780767.32	283.72
1170	523314.21	8780766.73	283.98
1171	523317.84	8780770.78	283.94
1172	523317.21	8780772.23	283.68
1173	523316.76	8780772.88	283.79
1174	523321.15	8780773.64	283.76
1175	523322.14	8780771.96	283.68

N°	Este	Norte	Altitud
1176	523322.73	8780770.94	283.92
1177	523327.17	8780773.65	283.84
1178	523326.12	8780775.34	283.61
1179	523325.12	8780776.82	283.72
1180	523330.6	8780777.23	283.68
1181	523331.7	8780775.52	283.56
1182	523331.85	8780775.38	283.99
1183	523335.03	8780780.43	283.79
1184	523334.13	8780782.41	283.56
1185	523333.97	8780781.69	283.65
1186	523339.13	8780782.4	283.67
1187	523339.55	8780782.31	283.54
1188	523340.89	8780779.98	283.68
1189	523344.98	8780782.39	283.72
1190	523343.18	8780786.16	283.49
1191	523342.6	8780786.66	283.67
1192	523347.95	8780789.2	283.58
1193	523349.77	8780785.42	283.51
1194	523350.25	8780784.65	283.64
1195	523353.82	8780789.52	283.59
1196	523352.25	8780791.71	283.46
1197	523352.19	8780791.47	283.58
1198	523357.43	8780792.04	283.54
1199	523358.42	8780789.98	283.44
1200	523359.37	8780788.93	283.55
1201	523363.23	8780793.01	283.59
1202	523361.35	8780797.12	283.42
1203	523361.42	8780796.12	283.51
1204	523366.2	8780797.64	283.49
1205	523367.29	8780796.29	283.54
1206	523368.38	8780793.66	283.54
1207	523365.52	8780789.29	283.58
1208	523368.44	8780794.51	283.57
1209	523369.68	8780800.59	283.57
1210	523369.5	8780800.44	283.49
1211	523373.69	8780802.55	283.44
1212	523375.79	8780798.31	283.63
1213	523368.96	8780793.4	283.63
1214	523371.74	8780799.02	283.62
1215	523377.92	8780803.24	283.54
1216	523377.52	8780804.39	283.41
1217	523381.85	8780805.72	283.37
1218	523383.64	8780801.53	283.66
1219	523374.83	8780793.62	283.57
1220	523378.24	8780799.37	283.53
1221	523385.2	8780808.58	283.57
1222	523384.9	8780808.33	283.35

N°	Este	Norte	Altitud
1223	523377.07	8780802.79	283.58
1224	523389.5	8780807.91	283.59
1225	523388.33	8780809.96	283.31
1226	523382.25	8780803.4	283.58
1227	523392.78	8780809.59	283.53
1228	523391.64	8780811.43	283.28
1229	523383.64	8780802.36	283.58
1230	523396.44	8780811.48	283.54
1231	523395.52	8780813.52	283.29
1232	523387.93	8780805.31	283.44
1233	523399.45	8780814.05	283.31
1234	523398.77	8780815.08	283.22
1235	523387.94	8780805.75	283.43
1236	523400.41	8780812.63	283.38
1237	523399.88	8780814.35	283.12
1238	523387.57	8780806.68	283.34
1239	523403.34	8780815.74	283.45
1240	523402.92	8780815.99	283.08
1241	523402.79	8780814.93	283.26
1242	523404.87	8780810.84	283.25
1243	523391.94	8780806.03	283.45
1244	523392.55	8780806.2	283.43
1245	523406.18	8780818.54	283.22
1246	523405.07	8780819.26	283.3
1247	523406.99	8780814.77	283.11
1248	523409.19	8780810.69	283.38
1249	523398.91	8780805.16	283.83
1250	523398.04	8780808.53	283.44
1251	523410.32	8780817.16	283.4
1252	523408.76	8780818.95	283.08
1253	523403.75	8780807.51	283.45
1254	523409.48	8780818.96	283.26
1255	523408.01	8780820.42	283.25
1256	523405.41	8780805.67	283.18
1257	523412.86	8780820.15	283.21
1258	523411.14	8780822.14	283.22
1259	523404.51	8780807.63	283.16
1260	523413.68	8780818.92	283.3
1261	523412.14	8780820.61	283.03
1262	523407.58	8780801.93	282.99
1263	523416.6	8780821.56	283.24
1264	523415.13	8780822.41	283.02
1265	523409.25	8780810.26	282.88
1266	523416.31	8780822.17	283.21
1267	523414.66	8780824.28	283.23
1268	523407	8780817	283.11
1269	523418.51	8780823.69	283.19

N°	Este	Norte	Altitud
1270	523420.29	8780821.88	283.275
1271	523407.13	8780817.35	283.302
1272	523420.32	8780819.38	282.912
1273	523421.25	8780819.83	283.273
1274	523413.55	8780815.87	283.151
1275	523424.04	8780823.04	283.177
1276	523422	8780824.26	283.069
1277	523423.55	8780823.69	283.15
1278	523416.09	8780810.57	282.899
1279	523418	8780807.69	282.702
1280	523426.44	8780827.1	283.214
1281	523424.85	8780829.03	283.046
1282	523422.88	8780810.32	283.065
1283	523426.51	8780825.85	283.204
1284	523425.66	8780827.48	282.754
1285	523421.7	8780813.98	283.156
1286	523430.4	8780825.93	283.144
1287	523429.17	8780828.8	282.639
1288	523429.94	8780826.9	283.226
1289	523420.76	8780816.55	283.184
1290	523424.35	8780821.17	283.132
1291	523428.21	8780830.35	282.955
1292	523425.56	8780817.84	283.124
1293	523433.34	8780828.34	283.333
1294	523431.6	8780831.91	282.89
1295	523427.31	8780814.8	282.998
1296	523434.09	8780827.41	283.266
1297	523432.4	8780830.34	282.598
1298	523423.88	8780824.63	282.934
1299	523436.7	8780830.64	283.324
1300	523435.1	8780831.48	282.575
1301	523428.74	8780827.91	282.75
1302	523435.89	8780831.98	283.28
1303	523434.55	8780832.97	282.84
1304	523429.83	8780826.63	282.981
1305	523439.19	8780833.77	283.254
1306	523437.7	8780834.16	282.765
1307	523430.76	8780825.74	283.151
1308	523440.42	8780828.36	283.334
1309	523438.77	8780832.85	282.503
1310	523437.37	8780822.23	283.098
1311	523443.56	8780831.92	283.261
1312	523442.32	8780831.9	282.502
1313	523438.97	8780819.44	282.964
1314	523441.25	8780832.29	282.684
1315	523442.64	8780832.81	282.915
1316	523441.23	8780816.59	282.788

N°	Este	Norte	Altitud
1317	523445.7	8780834.07	282.72
1318	523445.93	8780819.87	282.78
1319	523444.85	8780835.38	282.44
1320	523441.87	8780834.65	283.07
1321	523444.14	8780834.67	282.61
1322	523446.65	8780831.36	282.89
1323	523444.08	8780834.87	282.6
1324	523443.91	8780826.3	283.23
1325	523450.11	8780832.62	282.83
1326	523447.14	8780837.79	282.55
1327	523449.82	8780832.36	282.81
1328	523447.82	8780828.38	282.95
1329	523448.79	8780835.35	282.68
1330	523448.08	8780836.92	282.32
1331	523448.93	8780825.07	282.91
1332	523451.58	8780836.5	282.57
1333	523450.59	8780838.02	282.23
1334	523450.4	8780821.49	282.92
1335	523452.72	8780835.61	282.68
1336	523449.73	8780831.59	282.39
1337	523454.74	8780822.97	282.92
1338	523453.25	8780827.4	282.85
1339	523455.92	8780835.66	282.57
1340	523453.65	8780839.51	282.16
1341	523454.72	8780838.32	282.43
1342	523453.29	8780840.67	282.29
1343	523452.54	8780830.08	282.88
1344	523457.5	8780838.84	282.17
1345	523456.18	8780841.63	282.25
1346	523456.88	8780832.31	282.83
1347	523458.72	8780836.05	282.66
1348	523455.68	8780836.46	282.07
1349	523458.58	8780829.36	282.71
1350	523462.08	8780836.7	282.69
1351	523459.19	8780841.16	282
1352	523462.07	8780836.69	282.69
1353	523458.21	8780842.26	282.12
1354	523460.74	8780840.03	282.25
1355	523463.32	8780841.35	282.26
1356	523462.07	8780844.19	282
1357	523464.44	8780839.11	282.56
1358	523462.73	8780843.06	281.92
1359	523467.01	8780840	282.54
1360	523465.71	8780844.26	281.81
1361	523323.41	8780783.71	283.93
1362	523185.62	8780714.57	284.93
1363	523459.49	8780832.9	282.83

N°	Este	Norte	Altitud
1364	523461.49	8780829.34	282.58
1365	523464.52	8780824.39	282.47
1366	523468.71	8780825.17	282.3
1367	523467.9	8780829.4	282.51
1368	523466.56	8780832.75	282.63
1369	523471.13	8780835.75	282.44
1370	523472.52	8780832.04	282.22
1371	523473.68	8780829.62	282.12
1372	523478.89	8780833.82	282.08
1373	523478.01	8780839.23	282.26
1374	523481.98	8780835.22	282.02
1375	523479.92	8780840.73	282.18
1376	523466.55	8780834.78	282.73
1377	523401.39	8780803.57	283.28
1378	523403.51	8780799.8	282.93
1379	523400.34	8780805.77	283.42
1380	523400.23	8780796.52	282.79
1381	523400.57	8780795.35	282.8
1382	523395.44	8780803.08	283.4
1383	523399.07	8780798.39	282.98
1384	523397.72	8780792.56	283.01
1385	523394.16	8780804.46	283.42
1386	523394.99	8780794.46	283.14
1387	523393.49	8780791.16	283.21
1388	523393.34	8780796.74	283.25
1389	523392.76	8780806.43	283.42
1390	523389.71	8780792.82	283.16
1391	523388.71	8780788.75	283.1
1392	523388.93	8780802.31	283.42
1393	523388.37	8780795.24	283.26
1394	523384.93	8780788.02	283.08
1395	523389	8780800.45	283.43
1396	523385.33	8780790.7	283.28
1397	523381.76	8780786.39	283.12
1398	523384.53	8780798.98	283.6
1399	523383.79	8780793.5	283.41
1400	523378.63	8780784.86	283.17
1401	523383.79	8780793.5	283.41
1402	523385.05	8780796.54	283.48
1403	523376.7	8780781.38	282.99
1404	523374.22	8780780.1	283.01
1405	523370.48	8780778.32	283.15
1406	523366.57	8780776.44	283.22
1407	523363.3	8780774.84	283.27
1408	523379.25	8780794.64	283.47
1409	523380.41	8780788	283.16
1410	523379.35	8780792.47	283.37

N°	Este	Norte	Altitud
1411	523359.39	8780773.34	283.54
1412	523375.97	8780785.87	283.31
1413	523374.74	8780792.11	283.5
1414	523374.17	8780787.94	283.42
1415	523355.46	8780771.88	283.7
1416	523369.97	8780783.93	283.36
1417	523373.49	8780793.74	283.57
1418	523351.59	8780771.21	283.62
1419	523364.1	8780782.48	283.43
1420	523372.97	8780791.59	283.52
1421	523362.71	8780784.83	283.43
1422	523347.76	8780769.5	283.62
1423	523358.17	8780780.69	283.5
1424	523368.56	8780790.74	283.55
1425	523356.91	8780783.17	283.56
1426	523344.59	8780768.01	283.63
1427	523353.34	8780778.81	283.65
1428	523368.55	8780788.7	283.56
1429	523351.87	8780781.51	283.68
1430	523341.83	8780766.43	283.72
1431	523363.98	8780788.2	283.56
1432	523348.22	8780775.93	283.74
1433	523338.27	8780763.49	283.71
1434	523346.89	8780778.52	283.78
1435	523364.03	8780785.92	283.5
1436	523343.65	8780773.6	283.77
1437	523334.12	8780762.31	283.74
1438	523342.25	8780776.04	283.86
1439	523362.34	8780787.54	283.55
1440	523338.29	8780771.58	283.89
1441	523330.12	8780760.63	283.92
1442	523336.56	8780774.36	283.97
1443	523356.97	8780786.17	283.58
1444	523333.48	8780769.44	283.74
1445	523355.98	8780783.73	283.59
1446	523331.91	8780772.52	283.89
1447	523324.64	8780758.24	284
1448	523329.18	8780768.51	283.85
1449	523356.22	8780780.99	283.58
1450	523327.67	8780771.78	283.8
1451	523321.25	8780756.75	284.06
1452	523324.61	8780767.29	283.78
1453	523353.05	8780782.6	283.69
1454	523323.66	8780769.83	283.79
1455	523317.1	8780754.56	284.25
1456	523320.42	8780765.18	283.79
1457	523313.81	8780752.87	284.31

N°	Este	Norte	Altitud
1458	523319.16	8780768	283.784
1459	523312.43	8780752.91	284.229
1460	523316.07	8780762.68	284.207
1461	523314.47	8780765.34	283.943
1462	523310.6	8780751.81	284.048
1463	523310.62	8780760.7	284.147
1464	523309.29	8780754.31	284.044
1465	523309.76	8780763.46	283.983
1466	523308.33	8780756.34	284.049
1467	523305.81	8780760.11	283.961
1468	523307.67	8780758.73	283.939
1469	523305.01	8780762.74	283.889
1470	523306.51	8780757.15	284.034
1471	523300.29	8780761.56	283.807
1472	523307.68	8780754.27	284.122
1473	523300.89	8780759.47	283.793
1474	523307.32	8780750.6	284.11
1475	523301.55	8780755.9	284.005
1476	523306.25	8780753.12	283.999
1477	523305.25	8780755.36	283.931
1478	523303.95	8780753.39	284.228
1479	523348.23	8780782.08	283.665
1480	523348.11	8780780.05	283.787
1481	523343.99	8780778.77	283.841
1482	523344.55	8780777.02	283.825
1483	523340.62	8780775.5	283.901
1484	523341.16	8780773.44	283.856
1485	523337.13	8780772.37	283.966
1486	523337.83	8780770.51	283.933
1487	523334.1	8780769.05	283.746
1488	523333.2	8780770.83	283.793
1489	523329.4	8780769.02	283.892
1490	523328.83	8780770.84	283.91
1491	523324.69	8780769.05	283.789
1492	523325.71	8780767.46	283.843
1493	523325.76	8780765.6	283.887
1494	523322.53	8780763.87	283.847
1495	523321.56	8780766.52	283.854
1496	523321.22	8780761.63	283.865
1497	523318.25	8780765.05	283.872
1498	523317.8	8780760.3	284.069
1499	523315.56	8780763.95	284.175
1500	523314.13	8780758.02	284.247
1501	523312.62	8780762.57	284.125
1502	523295.92	8780757.21	284.15
1503	523297.59	8780754.72	284.019
1504	523291.49	8780755.24	284.313

N°	Este	Norte	Altitud
1505	523294.01	8780753.56	284.91
1506	523287.99	8780752.89	284.74
1507	523281.58	8780752.82	284.01
1508	523282.16	8780751.63	283.87
1509	523283.57	8780750.78	284.56
1510	523291.49	8780752.46	285.12
1511	523279.34	8780748.32	285.05
1512	523278.94	8780749.85	283.94
1513	523288.12	8780750.92	285
1514	523274.45	8780745.75	284.91
1515	523284.45	8780749.34	285.26
1516	523278.14	8780751.18	284.06
1517	523280.68	8780747.76	285.5
1518	523270.43	8780743.45	285.48
1519	523278.1	8780751.25	284.08
1520	523276.91	8780745.67	285.15
1521	523266.1	8780741.85	284.7
1522	523275.05	8780749.54	284.08
1523	523275.52	8780748.29	283.95
1524	523273.27	8780743.82	285.34
1525	523271.62	8780747.85	284.15
1526	523272.03	8780746.48	284.05
1527	523270.48	8780742.65	285.48
1528	523267.02	8780740.88	285.09
1529	523268.31	8780746.2	284.23
1530	523268.97	8780744.67	284.27
1531	523264.22	8780740.11	285
1532	523263.57	8780739.15	285.16
1533	523265.12	8780744.53	284.26
1534	523258.17	8780738.89	284.67
1535	523265.64	8780743.31	284.13
1536	523260.11	8780737.27	285.08
1537	523254.22	8780736.36	284.85
1538	523261.75	8780742.83	284.3
1539	523262.27	8780741.67	284.15
1540	523249.9	8780734.28	285.15
1541	523258.59	8780741.23	284.36
1542	523245.9	8780732.6	284.65
1543	523258.9	8780739.83	284.23
1544	523252.65	8780734.88	284.97
1545	523241.15	8780730.56	285.18
1546	523255.02	8780739.33	284.41
1547	523248.96	8780732.21	285.51
1548	523255.43	8780738.23	284.28
1549	523245.1	8780730.68	285.36
1550	523251.53	8780737.47	284.45
1551	523251.92	8780736.49	284.33

N°	Este	Norte	Altitud
1552	523241.62	8780728.96	285.52
1553	523237.72	8780729.11	284.98
1554	523247.99	8780735.74	284.47
1555	523238.08	8780727.51	285.76
1556	523248.38	8780734.86	284.45
1557	523244.52	8780734.29	284.53
1558	523234.09	8780727.81	284.66
1559	523244.94	8780733.24	284.34
1560	523234.67	8780725.84	285.6
1561	523231.13	8780726.4	284.66
1562	523240.9	8780732.66	284.53
1563	523241.29	8780731.8	284.46
1564	523231.29	8780724.2	285.61
1565	523227.97	8780724.85	285.24
1566	523237.55	8780731.21	284.55
1567	523238.01	8780730.28	284.46
1568	523228.02	8780722.75	285.83
1569	523227.99	8780724.82	285.23
1570	523234.25	8780730.01	284.57
1571	523224.38	8780721.33	285.38
1572	523225.07	8780723.62	285.36
1573	523220.61	8780719.45	285.39
1574	523222.34	8780722.06	285.45
1575	523234.58	8780729.04	284.48
1576	523216.38	8780717.62	285.36
1577	523218.66	8780720.79	285.76
1578	523230.05	8780728.5	284.59
1579	523230.41	8780727.46	284.47
1580	523213.15	8780716.01	285.39
1581	523212.34	8780719.58	285.07
1582	523270.47	8780769.94	283.92
1583	523274.81	8780764.91	284.22
1584	523279.23	8780758.69	283.9
1585	523272.06	8780766.34	284.1
1586	523275.94	8780762.98	284.25
1587	523279.89	8780756.99	284.02
1588	523275.96	8780763.01	284.24
1589	523272.5	8780764.69	284.15
1590	523272.21	8780761.94	284.22
1591	523275.38	8780756.64	283.93
1592	523268.67	8780759.51	284.31
1593	523269.74	8780762.83	284.15
1594	523275.9	8780755.14	284.03
1595	523265.47	8780758.19	284.35
1596	523269.09	8780764.06	284.11
1597	523270.89	8780754.36	284.06
1598	523264	8780760.04	284.21

N°	Este	Norte	Altitud
1599	523266.43	8780762.86	284.09
1600	523271.55	8780752.79	284.05
1601	523261.34	8780758.46	284.3
1602	523266.57	8780762.06	284.17
1603	523266.55	8780752.19	284.12
1604	523267.31	8780750.57	284.1
1605	523262.4	8780757	284.38
1606	523262.79	8780762.18	284.08
1607	523263.51	8780750.57	284.16
1608	523261.74	8780755.73	284.39
1609	523262.96	8780760.9	284.11
1610	523262.56	8780752.57	284.35
1611	523264.17	8780749.02	284.15
1612	523260.14	8780747.09	284.18
1613	523259.07	8780748.42	284.18
1614	523258.17	8780760.2	284.27
1615	523255.05	8780755.41	284.36
1616	523254.41	8780746.08	284.19
1617	523255.16	8780744.51	284.28
1618	523251.42	8780753.78	284.43
1619	523256.44	8780760.38	284.33
1620	523466.57	8780834.79	282.57
1621	523466.57	8780834.79	282.56
1622	523466.56	8780834.78	282.56
1623	523185.04	8780696.69	286.08
1624	523186.79	8780695.58	286.07
1625	523189.27	8780694.05	285.99
1626	523466.62	8780834.81	282.56
1627	523466.59	8780834.79	282.56
1628	523189.79	8780693.63	285.98
1629	523184.03	8780695.12	286.14
1630	523466.56	8780834.78	282.56
1631	523466.59	8780834.79	282.64
1632	523202.2	8780687.62	286.16
1633	523199.96	8780687.11	286.18
1634	523205.2	8780688.96	286.27
1635	523200.6	8780691.06	286.08
1636	523198.42	8780690.05	286.14
1637	523198.77	8780695.07	285.94
1638	523203.46	8780692.58	286.12
1639	523196.25	8780693.65	286.02
1640	523201.61	8780696.6	286.05
1641	523197.16	8780698.21	285.82
1642	523194.91	8780695.64	285.89
1643	523200.13	8780699.88	285.87
1644	523194.69	8780702.99	285.68
1645	523193.19	8780695.16	285.92

N°	Este	Norte	Altitud
1646	523193.93	8780704.21	285.611
1647	523197.73	8780704.99	285.582
1648	523196.67	8780708.09	285.178
1649	523193.39	8780706.46	285.419
1650	523191.89	8780700.75	285.684
1651	523190.6	8780709.69	285.142
1652	523197.64	8780709.14	285.456
1653	523190.78	8780701.35	285.737
1654	523189.53	8780694.04	285.916
1655	523188.04	8780712.17	285.02
1656	523196.05	8780710.67	284.96
1657	523194.08	8780707.63	285.326
1658	523184.66	8780691.67	286.118
1659	523187.02	8780709.29	285.149
1660	523187.91	8780702.28	285.59
1661	523185.82	8780705.11	285.384
1662	523182.59	8780688.1	286.227
1663	523184.6	8780701.35	285.717
1664	523188.93	8780697.96	285.805
1665	523183.55	8780698.29	285.865
1666	523179.19	8780688.8	286.297
1667	523181.87	8780694.66	285.926
1668	523180.28	8780691.49	286.016
1669	523182.57	8780708.6	285.217
1670	523179.48	8780711.93	285.206
1671	523178.87	8780715.38	285.036
1672	523185.38	8780709.46	285.109
1673	523186.28	8780712.11	284.998
1674	523182.5	8780712.94	285.05
1675	523182.39	8780715.05	284.926
1676	523184.2	8780717.95	284.88
1677	523186.07	8780719.43	284.798
1678	523188.56	8780717.83	284.51
1679	523189.74	8780721.67	284.081
1680	523185.67	8780722.8	284.827
1681	523183.11	8780723.85	284.906
1682	523191.57	8780714.37	284.863
1683	523194.09	8780712.83	284.833
1684	523198.08	8780714.2	284.729
1685	523196.86	8780716.71	284.659
1686	523194.78	8780718.54	284.271
1687	523199.54	8780719.42	284.593
1688	523201.96	8780716.64	284.536
1689	523198.34	8780721.87	284.399
1690	523202.11	8780720.74	284.48
1691	523203.32	8780715.01	284.619
1692	523206.56	8780719.72	284.371

N°	Este	Norte	Altitud
1693	523205.66	8780722.96	284.32
1694	523202.44	8780724.74	284.28
1695	523207.29	8780718.43	284.49
1696	523209.19	8780725.77	284.38
1697	523207.4	8780729.64	284.04
1698	523212.87	8780727.35	284.37
1699	523212.11	8780722.13	284.32
1700	523216.8	8780728.7	284.39
1701	523212.39	8780732.45	283.93
1702	523212.84	8780721.02	284.83
1703	523218.31	8780733.46	284.01
1704	523217.3	8780724	284.38
1705	523209.27	8780714.06	285.08
1706	523225.27	8780734.78	284.16
1707	523222.69	8780726.03	284.44
1708	523213.22	8780715.74	285.33
1709	523221.94	8780729.03	284.51
1710	523229.06	8780735.82	284.2
1711	523217.11	8780717.53	285.35
1712	523215.37	8780719.9	285.19
1713	523226.43	8780730.55	284.51
1714	523233.45	8780737.49	284.24
1715	523227.76	8780727.86	284.52
1716	523218.82	8780718.3	285.33
1717	523217.94	8780720.5	285.85
1718	523232.95	8780729.63	284.49
1719	523222.92	8780720.13	285.32
1720	523233.44	8780737.51	284.27
1721	523232.4	8780732.41	284.53
1722	523222.57	8780722.11	285.34
1723	523238.31	8780734.39	284.57
1724	523237.94	8780739.13	284.26
1725	523239.35	8780732.13	284.5
1726	523243.74	8780736.61	284.55
1727	523241.63	8780740.2	284.26
1728	523248.94	8780739.24	284.49
1729	523244.55	8780734.28	284.46
1730	523253.12	8780741.49	284.44
1731	523246.22	8780742.03	284.26
1732	523248.89	8780736.26	284.4
1733	523255.11	8780739.48	284.36
1734	523251.05	8780744.15	284.23
1735	523256.46	8780746.3	284.21
1736	523262.61	8780749.17	284.09
1737	523134.03	8780747.14	283.18
1738	523165.8	8780719.15	284.67
1739	523211.54	8780732.4	283.91

N°	Este	Norte	Altitud
1740	523205.23	8780728.86	284.08
1741	523190.47	8780723.07	284.07
1742	523194.73	8780724.6	283.98
1743	523205.86	8780732.33	283.8
1744	523201.58	8780727.02	284.16
1745	523192.7	8780728.51	283.96
1746	523196.76	8780733.23	283.56
1747	523195.84	8780729.66	283.92
1748	523189.03	8780727.24	283.76
1749	523191.07	8780730.95	283.71
1750	523191.05	8780730.94	283.71
1751	523191.17	8780733.62	283.53
1752	523184.45	8780734.82	283.39
1753	523185.58	8780732.25	283.49
1754	523184.07	8780728.64	283.68
1755	523184.31	8780730.45	283.29
1756	523179.29	8780736.49	282.98
1757	523178.55	8780732.47	283.09
1758	523183.77	8780735.47	283.35
1759	523184.68	8780730.94	283.64
1760	523184.75	8780732.94	283.44
1761	523183.87	8780728.66	283.68
1762	523179.81	8780736.61	283.34
1763	523179.37	8780734.22	283.29
1764	523179.25	8780730.37	283.52
1765	523175.62	8780738.07	283.21
1766	523179.45	8780732.1	283.3
1767	523174.35	8780735.68	283.21
1768	523171.57	8780739.56	283.15
1769	523173.89	8780734.43	283.28
1770	523171.07	8780737.27	283.17
1771	523172.56	8780732.64	283.26
1772	523169.2	8780736.03	283.14
1773	523165.83	8780739.63	283.06
1774	523165.86	8780739.66	283.07
1775	523166.6	8780741.43	283.09
1776	523165.09	8780737.89	283.06
1777	523164.02	8780736.46	283.03
1778	523185.61	8780714.58	284.01
1779	523170.87	8780739.46	283.11
1780	523168.45	8780733.14	283.04
1781	523171.88	8780742.64	282.89
1782	523168.99	8780735.43	283.15
1783	523165.81	8780745.64	282.9
1784	523169.28	8780737.98	283.11
1785	523164.5	8780742.42	283.04
1786	523163.76	8780740.27	283.03

N°	Este	Norte	Altitud
1787	523158.98	8780744.75	282.95
1788	523162.26	8780738.18	282.98
1789	523159.85	8780748.32	282.78
1790	523161.23	8780736.39	282.93
1791	523154.4	8780751.52	282.87
1792	523156.81	8780743.18	282.91
1793	523152.03	8780748.69	282.85
1794	523155.7	8780741.62	282.91
1795	523154.62	8780739.86	282.81
1796	523146.91	8780751.42	282.82
1797	523150.37	8780744.26	282.85
1798	523148.51	8780754.35	282.59
1799	523149.01	8780742.86	282.73
1800	523150.99	8780746.66	282.86
1801	523143.38	8780757.18	282.62
1802	523145.83	8780749.57	282.83
1803	523145.85	8780749.57	282.83
1804	523141.75	8780754.25	282.75
1805	523144.33	8780747.54	282.8
1806	523143.69	8780745.88	282.7
1807	523137.23	8780756.85	282.66
1808	523140.73	8780752.68	282.79
1809	523139.41	8780750.63	282.78
1810	523138.77	8780748.81	282.72
1811	523138.71	8780759.54	282.7
1812	523136.56	8780754.77	282.75
1813	523135.68	8780752.55	282.75
1814	523135.02	8780750.5	282.73
1815	523134.76	8780762.35	282.72
1816	523133.06	8780759.46	282.64
1817	523132.31	8780757.52	282.71
1818	523131.23	8780755.41	282.66
1819	523128.9	8780761.64	282.61
1820	523130	8780753.36	282.84
1821	523130.23	8780764.78	282.54
1822	523126.96	8780757.42	282.68
1823	523127.94	8780759.63	282.67
1824	523126.27	8780767.43	282.47
1825	523126.01	8780756.55	282.72
1826	523124.31	8780764.74	282.58
1827	523122.16	8780759.89	282.62
1828	523121.15	8780758.33	282.59
1829	523123.03	8780761.94	282.62
1830	523118.27	8780765.29	282.57
1831	523116.68	8780762.92	282.64
1832	523115.29	8780760.36	282.7
1833	523119.49	8780767.51	282.62

N°	Este	Norte	Altitud
1834	523121.29	8780770.19	282.529
1835	523111.95	8780769.29	282.523
1836	523113.66	8780771.62	282.585
1837	523110.42	8780766.8	282.638
1838	523114.74	8780773.74	282.165
1839	523114.74	8780773.74	282.165
1840	523108.64	8780764.27	282.704
1841	523107.93	8780773.69	282.622
1842	523106.93	8780771.17	282.564
1843	523108.93	8780776.57	282.529
1844	523105.86	8780769.24	282.655
1845	523104.7	8780766.61	282.489
1846	523102.53	8780776.43	282.555
1847	523101.32	8780774.34	282.544
1848	523103.61	8780778.69	282.386
1849	523100.44	8780772.43	282.554
1850	523097.79	8780779.18	282.537
1851	523099.26	8780769.85	282.614
1852	523099.32	8780781.49	282.518
1853	523096.9	8780777.41	282.479
1854	523093.17	8780782.38	282.533
1855	523095.96	8780775.19	282.559
1856	523094.65	8780784.47	282.358
1857	523094.69	8780772.86	282.547
1858	523088.65	8780785.99	282.574
1859	523092.11	8780780.66	282.534
1860	523090.77	8780778.69	282.593
1861	523090.66	8780788.27	282.236
1862	523089.48	8780776.27	282.615
1863	523091.41	8780789.38	282.216
1864	523087.38	8780781.45	282.625
1865	523090.23	8780787.18	282.348
1866	523088.18	8780783.61	282.571
1867	523085.54	8780779.19	282.689
1868	523084.6	8780788.6	282.646
1869	523082.23	8780785.2	282.684
1870	523080.86	8780782.35	282.773
1871	523086.59	8780790.84	282.447
1872	523083.79	8780787.07	282.614
1873	523080.45	8780791.63	282.658
1874	523077.73	8780788.35	282.721
1875	523082.09	8780793.74	282.58
1876	523075.45	8780785.19	283.104
1877	523076.01	8780795.15	282.67
1878	523079.6	8780790.05	282.672
1879	523077.37	8780796.96	282.709
1880	523074.56	8780793.37	282.735

N°	Este	Norte	Altitud
1881	523070.94	8780798	282.74
1882	523073.45	8780791.4	282.79
1883	523072.48	8780799.9	282.68
1884	523071.52	8780789.15	282.84
1885	523066.33	8780801.06	282.79
1886	523070.22	8780796.3	282.79
1887	523067.63	8780803.13	282.74
1888	523069.24	8780794.57	282.85
1889	523061.52	8780804.17	282.94
1890	523067.25	8780792.22	282.86
1891	523065.37	8780799.5	282.91
1892	523062.9	8780805.92	282.74
1893	523064.4	8780797.5	282.95
1894	523062.45	8780794.64	282.98
1895	523056.37	8780807.19	283.05
1896	523060.89	8780802.54	282.97
1897	523057.77	8780808.78	282.88
1898	523059.09	8780799.77	282.89
1899	523057.85	8780797.44	283.2
1900	523051.4	8780810.4	283.15
1901	523056.12	8780805.2	283.07
1902	523054.97	8780803.06	283
1903	523052.57	8780812.17	283.01
1904	523053.37	8780800.52	283.01
1905	523050.68	8780808.88	283.16
1906	523046.5	8780813.47	283.26
1907	523049.19	8780806.65	283.18
1908	523047.77	8780815.12	283.22
1909	523047.76	8780804.84	283.35
1910	523041.51	8780816.61	283.34
1911	523047.68	8780804.79	283.35
1912	523056.09	8780798.28	283.11
1913	523052.09	8780796.06	283.42
1914	523042.67	8780818.24	283.34
1915	523049.9	8780793.87	283.46
1916	523036.89	8780819.68	283.49
1917	523045.51	8780811.65	283.27
1918	523044.09	8780809.17	283.27
1919	523041.78	8780806.37	283.57
1920	523038.17	8780821.11	283.4
1921	523041.75	8780806.38	283.56
1922	523050.33	8780804.4	283.15
1923	523044.38	8780808.78	283.28
1924	523050.38	8780804.37	283.17
1925	523048.08	8780802.04	283.32
1926	523043.93	8780805.93	283.43
1927	523045.42	8780798.47	283.5

N°	Este	Norte	Altitud
1928	523041.81	8780801.17	283.66
1929	523040.25	8780798.67	283.94
1930	523043.19	8780795.95	283.55
1931	523047.6	8780792.15	283.48
1932	523034.01	8780803.76	284.36
1933	523040.73	8780814.94	283.37
1934	523037.12	8780820.13	283.53
1935	523038.98	8780812.84	283.25
1936	523037.24	8780810.52	284.48
1937	523037.87	8780821.33	283.4
1938	523036	8780818.33	283.45
1939	523033.17	8780822.99	283.66
1940	523034.51	8780815.61	283.37
1941	523034.01	8780824.31	283.49
1942	523032.85	8780813.18	284.67
1943	523028.68	8780825.71	283.78
1944	523032.29	8780820.59	283.54
1945	523029.69	8780827.06	284.23
1946	523030.98	8780818.42	283.53
1947	523026.35	8780827.28	283.88
1948	523029.36	8780816.14	284.66
1949	523027.41	8780823.34	283.62
1950	523025.27	8780829.8	284.01
1951	523026.38	8780821.78	283.72
1952	523024.53	8780820.19	284.22
1953	522970.68	8780864.79	285.63
1954	523022.35	8780831.72	284
1955	523025.54	8780829.8	284.03
1956	523026.9	8780832.39	284.34
1957	523019.86	8780834.04	283.96
1958	523025.77	8780831.36	284.2
1959	523025.75	8780831.31	284.2
1960	523019.42	8780837.59	285.27
1961	523020.37	8780827.64	283.78
1962	523017.97	8780833.1	284.04
1963	523019.39	8780825.92	283.98
1964	523016.51	8780830.14	283.98
1965	523015.38	8780834.77	284.17
1966	523016.05	8780836.05	284.02
1967	523015.39	8780828.5	284.08
1968	523011.26	8780836.95	284.27
1969	523014	8780832.21	284.05
1970	523012.17	8780838.39	284.14
1971	523012.98	8780830.01	284.15
1972	523007.52	8780839.54	284.4
1973	523010.32	8780834.61	284.13
1974	523008.24	8780840.94	284.23

N°	Este	Norte	Altitud
1975	523008.75	8780832.41	284.23
1976	523003.57	8780842.06	284.59
1977	523006.37	8780837.18	284.23
1978	523004.14	8780843.33	284.43
1979	523005.34	8780835.26	284.32
1980	522999.48	8780844.9	284.76
1981	523002.77	8780840.01	284.43
1982	522997.57	8780846.96	284.82
1983	523001.21	8780837.68	284.47
1984	522997.16	8780846.13	284.84
1985	522997.96	8780843.13	284.6
1986	522992.62	8780848.99	284.94
1987	522995.8	8780841.18	284.8
1988	522992.62	8780849.06	284.97
1989	522996.03	8780840.85	284.76
1990	522993.41	8780850.45	284.95
1991	522994.99	8780839.28	284.93
1992	522988.32	8780851.82	285.11
1993	522998.73	8780836.68	284.86
1994	523003.3	8780833.29	284.54
1995	522989.69	8780853.64	285
1996	523008.93	8780829.63	284.39
1997	523015.36	8780825.33	284.47
1998	523000.06	8780846.35	284.53
1999	522997.89	8780842.48	284.7
2000	523004.4	8780843.86	284.39
2001	522993.71	8780845.14	284.83
2002	522991.92	8780843.32	284.9
2003	522984.98	8780854.11	285.22
2004	522990.63	8780842.25	285.22
2005	522985.85	8780855.83	284.96
2006	522989.28	8780847.36	285.11
2007	522980.44	8780857.33	285.36
2008	522989.27	8780847.45	285.11
2009	522987.93	8780846.13	285.06
2010	522981.01	8780858.93	285.38
2011	522986.85	8780844.36	285.18
2012	522984.77	8780850.76	285.27
2013	522983.7	8780849.01	285.16
2014	522982.3	8780846.56	285.36
2015	522979.16	8780855.54	285.37
2016	522977.77	8780853.37	285.4
2017	522976.08	8780850.63	285.52
2018	523158.6	8780774.55	281.16
2019	523153.04	8780777.92	281.07
2020	523111.85	8780753.74	283.15
2021	523143.7	8780783.35	280.6

N°	Este	Norte	Altitud
2022	523134.03	8780747.14	283.241
2023	522976.57	8780860.07	285.498
2024	522973.38	8780855.95	285.462
2025	522978.12	8780862.33	285.875
2026	522972.59	8780853.8	285.571
2027	522975.13	8780858.19	285.503
2028	522970.13	8780861.46	285.626
2029	522968.21	8780859.08	285.528
2030	522972.32	8780863.5	285.599
2031	522973.91	8780865.15	286.077
2032	522967.19	8780857.27	285.461
2033	522968.43	8780865.98	285.672
2034	522969.53	8780868.2	286.282
2035	522964.67	8780861.37	285.604
2036	522963.23	8780859.74	285.772
2037	522966.34	8780864.15	285.692
2038	522959.47	8780864.7	285.638
2039	522961.84	8780867.06	285.745
2040	522958.35	8780863.09	285.9
2041	522963.29	8780869.62	285.621
2042	522964.65	8780871.66	285.733
2043	522954.29	8780867.79	285.721
2044	522960.25	8780875.4	285.64
2045	522953.17	8780866.29	286.071
2046	522958.69	8780873.73	285.625
2047	522955.99	8780869.9	285.766
2048	522954.07	8780876.68	285.643
2049	522951.47	8780873.37	285.757
2050	522955.32	8780879.01	285.65
2051	522948.74	8780871.14	285.66
2052	522947.09	8780869.47	285.666
2053	522949.37	8780878.84	285.618
2054	522950.72	8780880.97	286.124
2055	522947.15	8780876.5	285.744
2056	522945.24	8780867.68	285.884
2057	522945	8780874.18	285.728
2058	522943.19	8780864.73	286.06
2059	522944.85	8780871.71	285.895
2060	522941.53	8780861.8	286.162
2061	522942.66	8780873.3	285.863
2062	522939.67	8780863.04	286.243
2063	522939.68	8780868.94	285.96
2064	522937.42	8780864.29	286.144
2065	522941.7	8780867.58	286.093
2066	522934.43	8780858.95	286.27
2067	522936.67	8780853.34	286.427
2068	522935.94	8780858.42	286.372

N°	Este	Norte	Altitud
2069	522934.89	8780851.2	286.45
2070	522933.54	8780851.18	286.43
2071	522944.97	8780877.81	285.73
2072	522943.43	8780875.37	285.69
2073	522946.39	8780880.47	285.57
2074	522943.01	8780873.95	285.88
2075	522947.29	8780882.15	285.66
2076	522941.69	8780882.97	285.58
2077	522939.67	8780878.45	285.69
2078	522942.7	8780884.42	285.27
2079	522938.94	8780877.36	285.55
2080	522940.6	8780880.97	285.6
2081	522934.38	8780881.42	285.58
2082	522936.18	8780883.97	285.51
2083	522933.74	8780880.33	285.59
2084	522936.98	8780886.12	285.47
2085	522938.07	8780887.69	285.42
2086	522929.67	8780884.29	285.44
2087	522931.86	8780888.62	285.41
2088	522933	8780890.64	285.24
2089	522931.11	8780887.04	285.36
2090	522929.56	8780883.1	285.41
2091	522926.52	8780889.88	285.27
2092	522924.59	8780886.85	285.17
2093	522927.72	8780892.09	285.19
2094	522928.86	8780893.88	285.23
2095	522924.1	8780886.08	285.17
2096	522922.47	8780894.61	285.12
2097	522919.76	8780890.11	285.08
2098	522923.53	8780896.35	284.93
2099	522919.23	8780889.15	285.07
2100	522921.35	8780892.7	285.09
2101	522914.37	8780893.58	284.94
2102	522916.18	8780896.48	284.93
2103	522917.2	8780898.57	284.86
2104	522914.21	8780892.94	284.8
2105	522917.89	8780899.87	284.76
2106	522908.59	8780897	284.67
2107	522912.11	8780900.89	284.8
2108	522908.01	8780895.89	284.94
2109	522913.4	8780903.12	284.79
2110	522910.56	8780899.24	284.79
2111	522906.58	8780904.92	284.53
2112	522903.18	8780900.48	284.53
2113	522907.11	8780906.19	284.27
2114	522902.67	8780899.82	284.44
2115	522904.62	8780902.98	284.55

N°	Este	Norte	Altitud
2116	522901.21	8780908.19	284.33
2117	522897.98	8780903.5	284.28
2118	522901.17	8780908.29	284.31
2119	522901.92	8780910.01	284.14
2120	522897.76	8780902.69	284.32
2121	522899.85	8780906.21	284.37
2122	522892.92	8780906.79	284.07
2123	522894.83	8780909.51	284.18
2124	522892.36	8780906.02	284.14
2125	522895.72	8780912.11	284
2126	522895.97	8780913.08	283.88
2127	522886.09	8780911.34	283.77
2128	522889.7	8780915.29	283.78
2129	522885.44	8780910.1	283.8
2130	522890.56	8780917.02	283.54
2131	522887.78	8780913.14	283.87
2132	522884.9	8780918.56	283.55
2133	522881.25	8780913.87	283.45
2134	522885.57	8780919.86	283.4
2135	522883	8780916.6	283.65
2136	522875.66	8780917.2	283.14
2137	522878.32	8780922.54	283.21
2138	522876.81	8780919.97	283.27
2139	522879.1	8780923.79	282.97
2140	522870.41	8780920.01	282.89
2141	522873.23	8780924.95	282.94
2142	522871.69	8780922.3	283.01
2143	522873.79	8780926.67	282.74
2144	522864.91	8780923.46	282.65
2145	522867.47	8780927.92	282.55
2146	522865.92	8780925.28	282.63
2147	522868.69	8780930.1	282.35
2148	522859.33	8780925.95	282.35
2149	522860	8780927.38	282.35
2150	522868.3	8780929.21	282.35
2151	522862.01	8780930.53	282.2
2152	522862.97	8780932.35	281.83
2153	522860.05	8780927.44	282.36
2154	522856.02	8780932.2	282.02
2155	522857.23	8780934.85	281.63
2156	522853.59	8780928.85	282.04
2157	522830.44	8780941.87	280.4
2158	522975.26	8780880.06	285.83
2159	522958.41	8780852.11	286.42
2160	522946.17	8780897.32	286
2161	522995.91	8780827.95	285.73
2162	522935.92	8780866.54	286.37

N°	Este	Norte	Altitud
2163	522970.66	8780864.77	285.62
2164	522888.63	8780909.22	283.79
2165	522849.68	8780935.24	281.63
2166	522885.95	8780910.19	283.66
2167	522850.72	8780937.68	281.23
2168	522882.73	8780911.73	283.64
2169	522877.1	8780914.67	283.4
2170	522868.41	8780921.11	282.83
2171	522874.04	8780916.31	283.19
2172	522863.58	8780923.08	282.5
2173	522866.34	8780919.01	282.76
2174	522858.07	8780925.44	282.28
2175	522861.94	8780921.29	282.4
2176	522853.44	8780927.23	282
2177	522857.87	8780923.25	281.71
2178	522849.32	8780928.87	281.82
2179	522853.88	8780924.73	281.71
2180	522850.61	8780931.44	281.89
2181	522849.25	8780927.14	281.8
2182	522857.76	8780929.06	282.18
2183	522845.43	8780928.69	281.73
2184	522845.23	8780936.36	281.44
2185	522843.03	8780931.32	281.46
2186	522846.39	8780938.98	281.15
2187	522842.32	8780929.82	281.56
2188	522844.55	8780934.03	281.56
2189	522838.87	8780931.11	281.45
2190	522840.16	8780935.76	281.26
2191	522840.98	8780938.09	281.17
2192	522839.2	8780932.59	281.23
2193	522842	8780940.32	280.92
2194	522835.85	8780934.14	280.93
2195	522838.13	8780941.62	280.67
2196	522835.3	8780932.8	281.08
2197	522837.22	8780939.1	280.92
2198	522836.59	8780936.66	281.03
2199	522832.7	8780940.43	280.62
2200	522833.61	8780942.56	280.39
2201	522830.54	8780935.28	280.62
2202	522831.61	8780937.93	280.65
2203	522830.18	8780933.37	280.66
2204	522827.31	8780933.9	280.44
2205	522827.34	8780939.77	280.36
2206	522827.5	8780942.47	280.19
2207	522825.01	8780937.01	280.18
2208	522828.31	8780944.74	279.94
2209	522825.36	8780940.67	280.2

N°	Este	Norte	Altitud
2210	522819.97	8780939.75	279.809
2211	522820.47	8780942.32	279.781
2212	522819.29	8780938.44	279.929
2213	522821.42	8780944.94	279.669
2214	522822.37	8780946.67	279.432
2215	522814.68	8780941.93	279.357
2216	522816.47	8780946.04	279.289
2217	522814.06	8780940.6	279.329
2218	522817.61	8780948.28	278.953
2219	522815.49	8780944.09	279.379
2220	522810.66	8780947.62	278.833
2221	522809.19	8780943.83	278.916
2222	522811.48	8780949.97	278.266
2223	522808.78	8780942.55	278.96
2224	522809.94	8780946.24	278.87
2225	522803.72	8780945.93	278.435
2226	522805	8780948.07	278.454
2227	522803.21	8780943.91	278.476
2228	522805.56	8780950.16	278.307
2229	522806.46	8780952.07	278.035
2230	522800	8780951.45	277.951
2231	522798.63	8780946.28	277.92
2232	522800.63	8780953.15	277.593
2233	522799.81	8780949.22	278.099
2234	522806.32	8780942.44	279.122
2235	522816.48	8780935.13	280.145
2236	522809.3	8780940.99	279.214
2237	522817.76	8780932.8	280.175
2238	522812.9	8780938.76	279.519
2239	522820.41	8780929.12	280.546
2240	522811.33	8780935.15	279.938
2241	522808.48	8780935.51	279.838
2242	522812.01	8780930.95	280.211
2243	522805.08	8780936.89	280.086
2244	522812.83	8780929.49	280.365
2245	522803.94	8780933.66	280.053
2246	522814.58	8780926.71	280.515
2247	522806.05	8780932.9	280.057
2248	522808.64	8780931.74	280.145
2249	522806.73	8780926.51	280.332
2250	522801.36	8780930.45	279.965
2251	522808.16	8780924.96	280.443
2252	522802.92	8780929.42	280.228
2253	522809.92	8780923.13	280.44
2254	522804.6	8780928.36	280.262
2255	522802.57	8780921.75	280.42
2256	522801.5	8780924.54	280.26

N°	Este	Norte	Altitud
2257	522804.34	8780920.01	280.6
2258	522799.75	8780925.55	280.14
2259	522805.41	8780918.85	280.64
2260	522797.89	8780926.99	279.97
2261	522797.96	8780916.96	280.53
2262	522794.03	8780922.75	279.99
2263	522800.8	8780914.84	280.72
2264	522796.28	8780920.81	280.34
2265	522794.07	8780912.46	280.64
2266	522793.25	8780917.06	280.44
2267	522795.75	8780911	280.79
2268	522790.75	8780919.14	280.04
2269	522797.02	8780910	280.82
2270	522786.94	8780914.79	280.17
2271	522789.18	8780912.92	280.6
2272	522764.34	8780888.56	281.13
2273	522863.41	8780912.21	284.47
2274	522830.42	8780941.85	280.4
2275	522783.06	8780910.81	280.33
2276	522788.69	8780905.75	280.77
2277	522784.5	8780909.43	280.62
2278	522790.06	8780904.29	280.89
2279	522786.47	8780907.44	280.77
2280	522791.53	8780903.36	280.87
2281	522781.05	8780902.01	280.9
2282	522783.44	8780899.63	280.9
2283	522778.9	8780903.3	280.88
2284	522784.46	8780898.31	280.94
2285	522776.91	8780904.01	280.62
2286	522785.46	8780897.28	280.96
2287	522772.9	8780899.55	280.71
2288	522778.52	8780894.92	280.95
2289	522774.43	8780898.08	280.85
2290	522779.79	8780893.66	281.04
2291	522775.9	8780896.59	280.88
2292	522780.99	8780892.54	281.09
2293	522771.61	8780892.32	281.08
2294	522774.06	8780890.27	281.06
2295	522770.06	8780893.78	280.96
2296	522768.85	8780895.08	280.92
2297	522775.47	8780888.88	281.17
2298	522776.95	8780887.69	281.27
2299	522765.59	8780891.06	280.98
2300	522766.9	8780889.47	281.13
2301	522768.47	8780887.89	281.18
2302	522770.47	8780886.49	281.14
2303	522772.04	8780885.16	281.26

N°	Este	Norte	Altitud
2304	522773.87	8780883.35	281.39
2305	522776.48	8780886.41	281.32
2306	522768.29	8780876.82	281.41
2307	522774.43	8780885.34	281.32
2308	522769.45	8780878.23	281.4
2309	522777.23	8780879.88	281.48
2310	522772.74	8780879.3	281.41
2311	522779.04	8780881.4	281.47
2312	522774.73	8780879.99	281.46
2313	522782.85	8780875.8	281.74
2314	522776.31	8780878.63	281.47
2315	522783.5	8780876.77	281.68
2316	522775.05	8780877.26	281.5
2317	522787.98	8780871.78	282.19
2318	522788.81	8780872.68	282.03
2319	522778.73	8780876.17	281.65
2320	522787.38	8780871.18	282.22
2321	522780.26	8780874.58	281.77
2322	522783.9	8780873.93	281.92
2323	522781.96	8780872.75	281.9
2324	522779.11	8780877.69	281.58
2325	522785.55	8780870.12	282.23
2326	522774.34	8780881.28	281.41
2327	522766.17	8780881.14	281.29
2328	522764.4	8780882.39	281.25
2329	522767.67	8780879.62	281.4
2330	522762.89	8780883.74	281.23
2331	522769.13	8780877.78	281.4
2332	522760.65	8780885.99	281
2333	522761.84	8780877.19	281.33
2334	522756.64	8780881.45	281.05
2335	522763.29	8780875.8	281.43
2336	522758.46	8780880.05	281.24
2337	522764.81	8780874.06	281.65
2338	522760.2	8780878.84	281.29
2339	522758.22	8780873.2	281.37
2340	522756	8780874.1	281.4
2341	522759.41	8780871.88	281.41
2342	522754.18	8780875.53	281.38
2343	522761.31	8780869.71	281.36
2344	522752.43	8780876.85	281.03
2345	522753.76	8780867.89	281.36
2346	522748.5	8780872.23	281.12
2347	522755.27	8780866.59	281.4
2348	522750.3	8780871.06	281.34
2349	522752.12	8780869.61	281.45
2350	522756.97	8780865.18	281.36

N°	Este	Norte	Altitud
2351	522747.74	8780865.05	281.3
2352	522749.96	8780863.64	281.32
2353	522746.11	8780866.47	281.23
2354	522751.58	8780862.29	281.4
2355	522744.42	8780867.79	281.15
2356	522753.06	8780860.71	281.34
2357	522740.38	8780863.1	281.09
2358	522746.45	8780859.01	281.32
2359	522742.27	8780862.03	281.23
2360	522748.01	8780857.62	281.42
2361	522744.01	8780860.59	281.25
2362	522749.43	8780856.03	281.29
2363	522740.05	8780855.77	281.25
2364	522742.28	8780854.49	281.28
2365	522738.11	8780857.17	281.24
2366	522743.99	8780852.84	281.39
2367	522736.09	8780858.65	281.17
2368	522745.64	8780850.73	281.25
2369	522732.23	8780853.96	281.09
2370	522737.72	8780849.4	281.22
2371	522734.4	8780852.12	281.21
2372	522739.51	8780847.86	281.32
2373	522736.11	8780850.78	281.19
2374	522741.56	8780846.29	281.15
2375	522732.36	8780845.77	281.15
2376	522730.11	8780847.56	281.15
2377	522734.1	8780844.98	281.19
2378	522728	8780849.47	281.19
2379	522735.92	8780843.52	281.25
2380	522723.86	8780844.95	280.99
2381	522737.64	8780841.72	281.06
2382	522726.01	8780843.57	281.13
2383	522729.93	8780840.63	281.13
2384	522727.82	8780842.17	281.09
2385	522732.42	8780838.72	281.13
2386	522734.12	8780836.91	281.18
2387	522723.53	8780837.52	281.08
2388	522721.26	8780839.29	281.05
2389	522726.56	8780836.09	281.05
2390	522719.75	8780840.63	280.96
2391	522728.64	8780834.05	281.12
2392	522727.38	8780828.76	281.13
2393	522730.01	8780830.92	281.23
2394	522725.93	8780826.29	281.14
2395	522732.84	8780831.78	281.27
2396	522724.75	8780823.94	281.45
2397	522736.34	8780832.82	281.57

N°	Este	Norte	Altitud
2398	522726.74	8780822.63	281.663
2399	522734.03	8780826.67	281.382
2400	522727.93	8780823.82	281.343
2401	522729.76	8780826.2	281.375
2402	522737.75	8780824.94	281.538
2403	522739.36	8780825.8	281.826
2404	522732.64	8780823.61	281.557
2405	522730.53	8780820.53	281.93
2406	522729.3	8780818.85	281.836
2407	522742.34	8780825.39	282.029
2408	522734.34	8780815.31	282.052
2409	522724.33	8780829.36	281.054
2410	522723.81	8780836.86	281.058
2411	522722.63	8780831.44	280.947
2412	522721.79	8780838.79	281.056
2413	522726.55	8780827.98	281.125
2414	522719.77	8780840.66	280.967
2415	522718.28	8780827.7	280.763
2416	522715.82	8780835.98	280.784
2417	522720.26	8780825.89	280.909
2418	522717.4	8780834.55	280.837
2419	522722.11	8780824.37	281.014
2420	522719.04	8780833.26	280.874
2421	522714.65	8780824.05	280.747
2422	522714.99	8780829.24	280.813
2423	522713.02	8780830.52	280.711
2424	522717.03	8780821.55	280.818
2425	522711.58	8780831.75	280.648
2426	522711.86	8780820.8	280.682
2427	522707.72	8780827.06	280.579
2428	522713.02	8780819.59	280.732
2429	522709.37	8780825.84	280.66
2430	522711.02	8780824.54	280.687
2431	522706.82	8780819.65	280.618
2432	522714.99	8780818.52	280.722
2433	522704.92	8780821.44	280.566
2434	522708.7	8780817.11	280.615
2435	522703.41	8780822.63	280.409
2436	522709.78	8780816.12	280.656
2437	522711.31	8780814.73	280.687
2438	522701.81	8780816.4	280.594
2439	522705.18	8780813.3	280.539
2440	522703.29	8780815.26	280.535
2441	522706.7	8780811.82	280.574
2442	522699.64	8780810.97	280.376
2443	522707.97	8780810.22	280.631
2444	522697.79	8780812.02	280.419

N°	Este	Norte	Altitud
2445	522701.6	8780808.48	280.42
2446	522695.13	8780813.69	280.37
2447	522703.04	8780807.19	280.43
2448	522691.3	8780808.86	280.35
2449	522704.42	8780805.78	280.28
2450	522693.34	8780807.33	280.41
2451	522695.21	8780806.18	280.29
2452	522697.8	8780804.35	280.33
2453	522698.83	8780802.63	280.35
2454	522691.3	8780801.56	280.13
2455	522700.57	8780800.66	280.22
2456	522688.96	8780802.76	280.13
2457	522693.69	8780799.37	280.19
2458	522686.97	8780804.59	280.07
2459	522694.97	8780797.73	280.22
2460	522696.97	8780795.41	280.27
2461	522655.23	8780764.42	279.03
2462	522764.37	8780888.56	281.15
2463	522684.86	8780798.14	279.27
2464	522689.7	8780794.88	279.2
2465	522682.24	8780795.45	279.33
2466	522691.1	8780793.48	279.26
2467	522686.29	8780796.5	279.18
2468	522693.26	8780791.43	279.16
2469	522687.92	8780795.31	279.15
2470	522685.89	8780790.12	279.09
2471	522684.04	8780791.68	279.08
2472	522687.55	8780788.47	279.09
2473	522681.73	8780793.05	279.22
2474	522689.13	8780786.63	279.01
2475	522676.75	8780792.98	279.04
2476	522678.82	8780791.11	279.09
2477	522681.83	8780785.54	278.96
2478	522680.18	8780789.76	279.02
2479	522683.4	8780783.78	278.96
2480	522681.49	8780788.58	279
2481	522685.91	8780781.45	278.91
2482	522678.46	8780785.1	278.88
2483	522678.61	8780781.48	278.82
2484	522676.43	8780786.53	278.84
2485	522680.01	8780779.96	278.85
2486	522674.41	8780788.15	278.89
2487	522681.67	8780778.1	278.85
2488	522669.31	8780783.97	278.69
2489	522678.36	8780773.54	278.75
2490	522676.08	8780765.66	278.72
2491	522688.26	8780778	279.28

N°	Este	Norte	Altitud
2492	522678.89	8780768.55	278.9
2493	522685	8780775.23	279.03
2494	522680.62	8780770.82	278.93
2495	522682.43	8780773.13	279
2496	522686.74	8780768.76	279.12
2497	522685.83	8780767.09	279.06
2498	522688.33	8780770.09	279.15
2499	522684.1	8780764.79	278.94
2500	522690.34	8780771.27	279.3
2501	522682.43	8780762.25	278.8
2502	522693.72	8780766.53	279.5
2503	522686.35	8780759.54	278.86
2504	522691.9	8780765.08	279.33
2505	522687.87	8780761.68	279.07
2506	522690.71	8780763.96	279.23
2507	522689.36	8780763.2	279.18
2508	522695.16	8780760.51	279.25
2509	522693.71	8780759.16	279.18
2510	522696.26	8780762.04	279.29
2511	522692.65	8780757.52	279.12
2512	522697.84	8780763.82	279.55
2513	522690.82	8780756.11	279.08
2514	522678.66	8780773.44	278.8
2515	522670.16	8780780.96	278.75
2516	522676.6	8780775.22	278.61
2517	522671.89	8780778.87	278.53
2518	522674.89	8780776.93	278.69
2519	522668.37	8780775.32	278.41
2520	522670.75	8780773.42	278.51
2521	522665.41	8780777.11	278.53
2522	522672.49	8780771.74	278.5
2523	522662.72	8780774.13	278.43
2524	522674.7	8780769.33	278.53
2525	522664.31	8780772.66	278.22
2526	522670.81	8780765.38	278.25
2527	522665.81	8780771.17	278.27
2528	522668.73	8780767.29	278.27
2529	522663.5	8780769.04	278.1
2530	522667.34	8780768.66	278.29
2531	522661.93	8780770.23	278.18
2532	522663.73	8780765.02	278.05
2533	522660.2	8780771.56	278.41
2534	522664.96	8780763.78	278.11
2535	522657.66	8780768.37	278.27
2536	522666.55	8780762.39	277.78
2537	522659.97	8780766.66	277.95
2538	522661.86	8780764.59	277.98

N°	Este	Norte	Altitud
2539	522662.77	8780758.02	277.55
2540	522661.34	8780759.42	277.86
2541	522657.47	8780759.23	277.68
2542	522660.23	8780760.46	277.77
2543	522655.35	8780760.4	277.51
2544	522652.78	8780762.4	278.07
2545	522653.93	8780761.57	277.93
2546	522655.99	8780756.75	278.48
2547	522650.28	8780757.19	278.6
2548	522657.54	8780755.71	278.51
2549	522648.77	8780758.58	278.62
2550	522659.35	8780754.11	278.27
2551	522644.93	8780753.54	278.35
2552	522652.3	8780752.64	278.2
2553	522647.21	8780752.17	278.15
2554	522653.79	8780751.52	278.21
2555	522649.12	8780750.52	277.95
2556	522655.52	8780750.13	278.01
2557	522645.44	8780745.73	277.61
2558	522648.95	8780748.55	277.85
2559	522643.35	8780747.45	277.74
2560	522650.56	8780747.06	277.92
2561	522640.95	8780749.19	278.01
2562	522651.59	8780745.93	277.77
2563	522644.9	8780743.92	277.51
2564	522646.52	8780742.53	277.52
2565	522647.32	8780742.01	277.55
2566	522641.29	8780739.09	277.1
2567	522643.47	8780737.93	277.19
2568	522644.22	8780737.6	277.1
2569	522637.62	8780734.34	276.9
2570	522639.32	8780733.07	276.83
2571	522634.28	8780729.15	276.58
2572	522636.12	8780727.82	276.48
2573	522636.78	8780727.2	276.44
2574	522629.94	8780724.09	276.21
2575	522581.81	8780665.74	270.96
2576	522632.49	8780722.94	276.05
2577	522636.78	8780744.76	277.67
2578	522630.89	8780724.91	276.28
2579	522638.44	8780743.19	277.53
2580	522629.04	8780726.72	276.27
2581	522640.58	8780741.64	277.24
2582	522627	8780728.59	276.54
2583	522637.18	8780737.17	276.93
2584	522624.77	8780730.79	276.53
2585	522635.2	8780739.41	277.42

N°	Este	Norte	Altitud
2586	522629.11	8780735.42	276.929
2587	522633.42	8780741.15	277.415
2588	522631.06	8780734.27	276.964
2589	522632.83	8780732.72	276.517
2590	522634.71	8780729.59	276.618
2591	522636.46	8780736.95	276.86
2592	522636.09	8780728.62	276.541
2593	522655.22	8780764.4	279.025
2594	522623.67	8780727.99	276.571
2595	522633.12	8780718.96	276.045
2596	522624.86	8780726.76	276.515
2597	522631.3	8780720.5	275.904
2598	522626.26	8780725.52	275.81
2599	522628.67	8780723.32	276.119
2600	522622.99	8780721.51	275.59
2601	522625.24	8780720.03	275.855
2602	522621.73	8780722.35	276.202
2603	522627.14	8780717.41	275.712
2604	522619.62	8780723.99	276.25
2605	522628.91	8780714.83	275.75
2606	522616.28	8780720.15	275.79
2607	522626.15	8780711.75	275.427
2608	522616.25	8780720.17	275.78
2609	522623.81	8780713.65	275.441
2610	522617.93	8780718.37	275.913
2611	522621.29	8780715.39	275.505
2612	522619.37	8780717.17	275.257
2613	522616.99	8780710.66	275.066
2614	522614.85	8780712.19	274.585
2615	522619.21	8780708.24	274.931
2616	522613.54	8780712.8	275.3
2617	522621.92	8780705.99	274.942
2618	522611.34	8780714.48	275.258
2619	522618.35	8780701.09	274.631
2620	522607.5	8780710.28	274.99
2621	522615.15	8780702.55	274.377
2622	522609.13	8780708.4	274.956
2623	522612.5	8780704.53	274.501
2624	522610.17	8780706.87	274.02
2625	522608.69	8780700.13	274.038
2626	522606.2	8780702.3	273.47
2627	522610.99	8780697.58	273.77
2628	522604.78	8780703.3	274.377
2629	522613.63	8780694.51	274.09
2630	522603.11	8780704.53	274.414
2631	522609.96	8780689.85	273.725
2632	522599.39	8780701.12	274.058

N°	Este	Norte	Altitud
2633	522606.82	8780692.05	273.34
2634	522600.36	8780698.38	273.82
2635	522603.84	8780694.55	273.43
2636	522601.53	8780697.04	272.91
2637	522600.29	8780690	272.98
2638	522597.76	8780692.41	272.88
2639	522602.29	8780687.88	272.85
2640	522595.92	8780693.53	273.28
2641	522605.12	8780684.79	273.2
2642	522593.93	8780695.12	273.41
2643	522601.52	8780680.81	272.78
2644	522590.78	8780691.43	273.24
2645	522598.67	8780682.52	272.47
2646	522592.05	8780689.08	272.95
2647	522596.42	8780684.12	272.45
2648	522594.02	8780686.42	272.49
2649	522593.01	8780680.48	272.13
2650	522591.38	8780682.19	272.02
2651	522594.91	8780678.31	272.08
2652	522589.22	8780683.81	272.02
2653	522596.94	8780676.16	272.43
2654	522587.68	8780685.09	272.8
2655	522593.72	8780671.24	272.1
2656	522584.33	8780683.29	272.3
2657	522591.47	8780672.96	271.7
2658	522584.97	8780681.48	272.18
2659	522588.89	8780675.16	271.71
2660	522586.03	8780679.55	271.52
2661	522585.68	8780671.66	271.39
2662	522581.97	8780676.68	270.95
2663	522587.78	8780669.72	271.41
2664	522581.06	8780678.24	271.67
2665	522590.23	8780667.68	271.67
2666	522580.82	8780679.42	272.22
2667	522584.94	8780665.69	271.19
2668	522583.2	8780668.49	271.06
2669	522581.4	8780670.84	271.07
2670	522576.15	8780675.15	270.63
2671	522576.39	8780668.8	270.59
2672	522575.88	8780676.27	271.35
2673	522577.26	8780667.17	270.42
2674	522574.73	8780672.03	270.29
2675	522577.47	8780665.26	270.64
2676	522573.04	8780673.89	270.46
2677	522572.1	8780674.81	271.05
2678	522572.79	8780663.05	270.58
2679	522569.03	8780671.35	269.85

N°	Este	Norte	Altitud
2680	522572.26	8780664.89	269.97
2681	522568.52	8780672.57	269.94
2682	522571.56	8780667.96	270.1
2683	522565.75	8780670.33	269.51
2684	522566.67	8780666.94	269.56
2685	522565.95	8780671.76	269.94
2686	522567.59	8780664.57	269.36
2687	522568.45	8780662.23	269.99
2688	522561.3	8780670.02	269.07
2689	522564.55	8780661.12	269.88
2690	522561.23	8780671.57	269.29
2691	522564.21	8780663.28	269.17
2692	522563.77	8780666.28	269.2
2693	522557.82	8780667.07	268.67
2694	522558.36	8780664.81	268.5
2695	522557.78	8780669.71	268.72
2696	522558.86	8780662.16	268.52
2697	522557.34	8780671.44	269.47
2698	522559.3	8780661	268.95
2699	522553.84	8780670.76	268.98
2700	522554.63	8780659.92	268.57
2701	522554	8780669	268.22
2702	522554.39	8780661.47	267.97
2703	522553.76	8780666.31	268.23
2704	522554.13	8780663.88	268.03
2705	522548.81	8780665.56	267.59
2706	522549.41	8780663.2	267.43
2707	522549.1	8780668.02	267.57
2708	522550.05	8780660.68	267.44
2709	522548.46	8780669.71	268.14
2710	522550.42	8780659.11	267.95
2711	522544.25	8780662.43	266.74
2712	522543.99	8780664.5	266.79
2713	522544.4	8780660.18	266.63
2714	522545.09	8780657.77	267.58
2715	522543.28	8780667.58	266.74
2716	522539.51	8780661.41	265.88
2717	522538.77	8780664.19	265.87
2718	522540.22	8780659.37	266.03
2719	522539.51	8780666.22	266.06
2720	522540.16	8780659.37	266.02
2721	522534.25	8780664.75	265.43
2722	522540.67	8780657.45	266.88
2723	522534.61	8780666.1	265.13
2724	522535.11	8780661.05	265.02
2725	522535.23	8780658.97	265.17
2726	522530.69	8780664.83	264.56

N°	Este	Norte	Altitud
2727	522534.66	8780657.04	265.1
2728	522530.94	8780666.09	264.68
2729	522531.45	8780660.71	264.35
2730	522527.15	8780663.99	263.82
2731	522531.4	8780658.33	264.66
2732	522526.54	8780665.47	263.93
2733	522531.37	8780656.36	264.73
2734	522523.32	8780662.95	263.01
2735	522523.81	8780659.97	263.11
2736	522523.26	8780664.26	263.15
2737	522523.97	8780658.14	263.27
2738	522523.67	8780655.93	263.64
2739	522487.29	8780659.74	257.88
2740	522581.78	8780665.74	270.97
2741	522523.23	8780662.23	263.03
2742	522523.94	8780658.25	263.24
2743	522522.64	8780664.03	263.07
2744	522523.98	8780656.38	263.59
2745	522521.93	8780665.01	263.47
2746	522518.02	8780659.5	262.26
2747	522517.71	8780662.27	261.95
2748	522517.87	8780657.93	262.36
2749	522517.87	8780664.24	262.53
2750	522517.87	8780656.65	262.17
2751	522517.83	8780665.58	262.56
2752	522512.68	8780659.49	261.28
2753	522512.99	8780662.26	261.23
2754	522512.47	8780657.33	261.28
2755	522512.14	8780663.82	261.67
2756	522512.03	8780655.96	260.98
2757	522512.16	8780665.16	261.33
2758	522507.13	8780658.88	260.38
2759	522506.91	8780656.77	260.16
2760	522507.42	8780661.76	260.57
2761	522506.73	8780655.17	260.43
2762	522507.17	8780663.03	260.65
2763	522507.46	8780664.9	260.64
2764	522501.32	8780658.15	259.51
2765	522501.45	8780661.3	259.66
2766	522500.97	8780656.05	259.01
2767	522500.18	8780663.61	259.08
2768	522501.13	8780654.24	259.83
2769	522495.94	8780660.41	258.87
2770	522496.83	8780657.79	258.75
2771	522495.35	8780662.55	258.79
2772	522496.67	8780655.25	258.23
2773	522491	8780661.02	258.31

N°	Este	Norte	Altitud
2774	522496.2	8780652.88	259.231
2775	522490.54	8780662.42	258.246
2776	522491.37	8780657.6	258.076
2777	522487.19	8780663.42	257.827
2778	522491.6	8780654.73	258.09
2779	522492.38	8780652.63	258.171
2780	522482.61	8780661.83	257.436
2781	522485.18	8780656.61	257.652
2782	522480.41	8780660.91	257.221
2783	522485.03	8780654.47	257.564
2784	522481.81	8780658.85	257.357
2785	522485.39	8780651.47	257.441
2786	522478.4	8780656.96	257.19
2787	522479.72	8780654.63	257.141
2788	522477.8	8780658.69	257.001
2789	522480.43	8780652.78	257.276
2790	522481.79	8780650.67	257.264
2791	522473.87	8780654.94	257.029
2792	522474.86	8780652.54	256.969
2793	522473.14	8780657.35	256.828
2794	522475.64	8780650.54	256.983
2795	522476.32	8780648.48	256.932
2796	522469.2	8780651.47	256.843
2797	522470.48	8780649.82	256.862
2798	522471.36	8780648.34	256.823
2799	522469.15	8780655.07	256.749
2800	522472.3	8780646.2	256.722
2801	522466.09	8780646.51	256.675
2802	522464.77	8780648.52	256.69
2803	522467.01	8780645.2	256.628
2804	522467.84	8780643.8	256.54
2805	522461.69	8780649.6	256.412
2806	522467.83	8780643.52	256.505
2807	522460.63	8780651.77	256.374
2808	522461.09	8780642.93	256.471
2809	522462.42	8780641.34	256.414
2810	522457.61	8780648.86	255.851
2811	522464.05	8780639.35	256.315
2812	522460.38	8780644.78	256.503
2813	522457.59	8780639.86	256.285
2814	522455.66	8780641.49	256.275
2815	522458.75	8780637.94	256.108
2816	522454.38	8780642.69	256.076
2817	522460.06	8780636.4	255.828
2818	522449.16	8780629.74	255.947
2819	522446.74	8780631.76	255.905
2820	522450.64	8780628.42	255.851

N°	Este	Norte	Altitud
2821	522444.4	8780634.27	256.01
2822	522451.23	8780628.08	255.87
2823	522448.93	8780629.43	255.97
2824	522446.87	8780631.24	255.98
2825	522450.59	8780628.04	255.95
2826	522450.54	8780628.02	255.97
2827	522449.7	8780626.88	255.94
2828	522448.5	8780625.26	255.95
2829	522447.48	8780627.78	255.96
2830	522445.21	8780626.09	255.97
2831	522443.85	8780633.26	255.9
2832	522442.5	8780631.37	255.92
2833	522440.59	8780628.79	255.91
2834	522438.04	8780625.62	255.97
2835	522444.31	8780620.06	255.94
2836	522450.72	8780627.98	256.22
2837	522450.66	8780628.02	256.22
2838	522441.79	8780632	256.21
2839	522449.42	8780626.36	256.2
2840	522439.79	8780629.35	256.22
2841	522448.19	8780624.67	256.2
2842	522437.1	8780625.71	256.21
2843	522441.37	8780621.97	255.89
2844	522439.94	8780623.07	255.76
2845	522442.68	8780620.58	255.81
2846	522438.81	8780623.86	255.65
2847	522443.91	8780619.33	255.62
2848	522437.05	8780624.58	255.5
2849	522437.34	8780618.07	255.44
2850	522438.35	8780616.65	255.38
2851	522436.15	8780619.13	255.26
2852	522439.32	8780615.03	255.12
2853	522434.94	8780620.13	255.08
2854	522433.24	8780614.18	255.15
2855	522433.5	8780621.03	254.41
2856	522434.65	8780613.12	255.12
2857	522431.92	8780614.8	254.84
2858	522429.32	8780615.85	254.65
2859	522435.81	8780612.63	255.06
2860	522425.77	8780609.49	254.55
2861	522427.17	8780607.88	254.59
2862	522426.2	8780611.93	254.45
2863	522408.73	8780594.86	254.46
2864	522487.29	8780659.74	257.9
2865	522428.11	8780606.57	254.62
2866	522426.97	8780607.84	254.61
2867	522429.52	8780605.42	254.39

N°	Este	Norte	Altitud
2868	522426.02	8780608.9	254.56
2869	522425.75	8780610.28	254.52
2870	522423.67	8780603.51	254.56
2871	522422.36	8780605.2	254.56
2872	522421.74	8780606	254.53
2873	522424.34	8780602.21	254.45
2874	522421.32	8780606.52	254.57
2875	522424.66	8780601.52	254.44
2876	522419.09	8780601.81	254.56
2877	522418.3	8780602.91	254.56
2878	522419.76	8780600	254.55
2879	522417.39	8780604.23	254.47
2880	522420.54	8780598.54	254.44
2881	522417.03	8780604.76	254.45
2882	522414.02	8780599.15	254.63
2883	522413.38	8780600.35	254.63
2884	522414.52	8780597.41	254.52
2885	522413.08	8780601.62	254.54
2886	522415.19	8780596.26	254.32
2887	522413.08	8780602.07	254.54
2888	522408.94	8780597.24	254.69
2889	522408.58	8780598.36	254.64
2890	522410.15	8780595.81	254.52
2891	522410.02	8780594.34	254.38
2892	522408.16	8780599.34	254.62
2893	522408.06	8780600.18	254.57
2894	522404.5	8780596.42	254.74
2895	522404.75	8780595.1	254.72
2896	522404.48	8780597.52	254.77
2897	522405.26	8780593.34	254.42
2898	522404.41	8780598.7	254.69
2899	522399.47	8780595.31	254.88
2900	522399.22	8780596.95	254.91
2901	522399.63	8780593.94	254.89
2902	522399.2	8780597.95	254.8
2903	522400.24	8780592.17	254.63
2904	522392.95	8780595.19	255.02
2905	522393.16	8780593.17	255.1
2906	522392.93	8780596.55	255.06
2907	522393.01	8780592.34	255
2908	522392.68	8780597.89	254.81
2909	522393.02	8780591.99	254.96
2910	522386.31	8780594.61	255.22
2911	522386.35	8780593	255.22
2912	522386.19	8780595.8	255.18
2913	522386.11	8780597.42	255.02
2914	522379.61	8780593.61	255.4

N°	Este	Norte	Altitud
2915	522386.51	8780592.35	255.26
2916	522386.55	8780591.6	255.2
2917	522379.64	8780594.89	255.38
2918	522380.12	8780591.83	255.49
2919	522379.51	8780596.39	255.16
2920	522380.42	8780590.57	255.35
2921	522373.33	8780593.41	255.58
2922	522373.33	8780591.48	255.68
2923	522373.2	8780595.05	255.53
2924	522373.23	8780590.07	255.67
2925	522373.03	8780596.28	255.46
2926	522368.35	8780592.62	255.8
2927	522367.89	8780594.4	255.74
2928	522368.5	8780590.69	255.84
2929	522368.13	8780595.96	255.68
2930	522368.26	8780589.22	255.75
2931	522361.37	8780592.72	255.92
2932	522361.59	8780590.62	256.07
2933	522361.24	8780594.23	255.97
2934	522361.34	8780588.54	255.97
2935	522361.12	8780595.57	255.9
2936	522355.62	8780591.94	256.28
2937	522355.38	8780594.18	256.19
2938	522355.67	8780590.17	256.27
2939	522355.43	8780595.26	256.09
2940	522355.56	8780588.48	256.23
2941	522348.52	8780592.45	256.63
2942	522348.08	8780590.72	256.71
2943	522348.66	8780593.87	256.63
2944	522347.77	8780588.94	256.47
2945	522348.79	8780594.88	256.51
2946	522341.96	8780593.24	256.94
2947	522341.91	8780591.85	257.09
2948	522342.05	8780594.65	256.97
2949	522342.03	8780595.32	257
2950	522341.59	8780590.65	257.1
2951	522335.51	8780593.9	257.6
2952	522335.06	8780592.53	257.79
2953	522334.59	8780591.15	257.68
2954	522335.85	8780596.05	257.5
2955	522335.27	8780593.99	257.64
2956	522328.27	8780596.14	258.36
2957	522327.89	8780594.44	258.56
2958	522329.01	8780597.88	258.4
2959	522327.38	8780592.15	258.43
2960	522329.16	8780599.23	258.19
2961	522322.26	8780598.32	259.2

N°	Este	Norte	Altitud
2962	522322.57	8780599.99	259.261
2963	522320.45	8780594.33	259.391
2964	522321.27	8780596.26	259.411
2965	522229.81	8780617.13	274.709
2966	522408.82	8780594.85	254.479
2967	522321.27	8780600.39	259.391
2968	522320.93	8780599.01	259.383
2969	522321.51	8780601.45	259.12
2970	522315.22	8780600.74	260.245
2971	522315.24	8780600.67	260.257
2972	522315.2	8780598.24	260.277
2973	522315.43	8780602.22	260.387
2974	522309.65	8780602.46	261.244
2975	522308.97	8780600.5	261.03
2976	522310.08	8780603.9	261.303
2977	522308.11	8780599.45	261.343
2978	522310.52	8780605.05	261.048
2979	522302.35	8780600.49	262.43
2980	522303.87	8780604.66	262.22
2981	522302.87	8780602.21	262.402
2982	522304.43	8780606.06	262.284
2983	522297.39	8780604.47	263.341
2984	522297.36	8780604.42	263.369
2985	522304.7	8780607.22	262.231
2986	522296.61	8780602.71	263.551
2987	522297.99	8780606.97	263.365
2988	522298.15	8780608.97	263.325
2989	522298.49	8780609.71	263.463
2990	522292.04	8780609.19	264.439
2991	522291.56	8780607.89	264.392
2992	522292.36	8780610.51	264.386
2993	522292.76	8780611.27	264.63
2994	522290.53	8780605.65	264.707
2995	522285.38	8780610.59	265.705
2996	522284.86	8780608.96	265.708
2997	522285.49	8780611.97	265.699
2998	522284.08	8780606.86	265.956
2999	522285.97	8780613	265.623
3000	522279.6	8780610.28	266.713
3001	522279.42	8780612.11	266.885
3002	522279.85	8780613.67	266.703
3003	522278.82	8780608.2	267.005
3004	522280.01	8780614.56	266.88
3005	522273.36	8780612.83	267.895
3006	522273.63	8780614.3	267.94
3007	522272.73	8780610.83	267.957
3008	522273.94	8780615.74	267.975

N°	Este	Norte	Altitud
3009	522272.22	8780609.27	268.17
3010	522267.39	8780614.3	269.02
3011	522267.11	8780612.36	269.01
3012	522267.35	8780615.34	269.07
3013	522266.37	8780610.27	269.26
3014	522267.64	8780616.92	269.08
3015	522260.57	8780614.58	270.17
3016	522260.72	8780616.4	270.24
3017	522259.75	8780612.57	270.34
3018	522260.83	8780617.86	270.25
3019	522259.17	8780610.56	270.32
3020	522254.23	8780615.51	271.28
3021	522254.15	8780613.32	271.18
3022	522254.11	8780617.16	271.43
3023	522253.42	8780611.17	271.21
3024	522254.16	8780619.69	271.22
3025	522251.05	8780615.66	271.83
3026	522251.13	8780617.72	271.86
3027	522250.69	8780613.54	271.69
3028	522251.27	8780619.46	271.62
3029	522250.18	8780611.53	271.77
3030	522244.56	8780615.96	272.85
3031	522244.52	8780613.77	272.74
3032	522243.94	8780611.6	272.75
3033	522244.59	8780618.16	272.86
3034	522244.55	8780619.95	272.72
3035	522238.35	8780615.17	273.62
3036	522238.32	8780616.69	273.72
3037	522238.19	8780613.64	273.63
3038	522238.32	8780618.39	273.59
3039	522237.81	8780611.68	273.49
3040	522231.85	8780614.92	274.44
3041	522232.27	8780613.05	274.31
3042	522231.85	8780616.94	274.48
3043	522231.97	8780618.11	274.31
3044	522232.15	8780611.32	274.17
3045	522225.08	8780613.62	275.12
3046	522225.39	8780611.97	275.13
3047	522224.58	8780614.81	275.27
3048	522225.04	8780609.21	274.46
3049	522224.5	8780615.78	275.32
3050	522219.31	8780611.95	275.73
3051	522218.93	8780613.16	275.83
3052	522219.64	8780610.27	275.65
3053	522218.34	8780614.75	275.89
3054	522219.74	8780608.42	275.09
3055	522212.44	8780610.47	276.39

N°	Este	Norte	Altitud
3056	522212.74	8780608.99	276.37
3057	522212.16	8780611.44	276.39
3058	522212.97	8780607	275.88
3059	522211.71	8780612.8	276.44
3060	522207.09	8780608.86	276.8
3061	522206.73	8780610.06	276.83
3062	522207.55	8780607.38	276.75
3063	522206.39	8780611.34	276.84
3064	522208.25	8780606.2	276.44
3065	522201.24	8780607.1	277.18
3066	522201.55	8780605.78	277.12
3067	522200.74	8780608.26	277.23
3068	522200.33	8780609.12	277.23
3069	522202.22	8780603.69	276.86
3070	522194.56	8780604.93	277.54
3071	522194.9	8780604.01	277.5
3072	522194.19	8780606.11	277.58
3073	522195.24	8780602.61	277.24
3074	522193.73	8780607.05	277.6
3075	522195.31	8780601.64	277.11
3076	522188.26	8780602.98	277.94
3077	522188.78	8780601.67	277.89
3078	522187.71	8780604.19	277.99
3079	522189.33	8780599.89	277.54
3080	522187.32	8780605.19	278.02
3081	522181.43	8780600.34	278.39
3082	522180.87	8780601.78	278.43
3083	522181.89	8780598.81	278.31
3084	522180.19	8780603.26	278.39
3085	522182.48	8780597.02	277.94
3086	522174.93	8780597.86	278.77
3087	522175.74	8780596.26	278.72
3088	522174.41	8780599.21	278.79
3089	522176.29	8780594.91	278.45
3090	522173.41	8780600.72	278.59
3091	522169.74	8780594.48	279
3092	522168.35	8780596.48	278.9
3093	522170.97	8780592.51	278.89
3094	522167.67	8780597.47	278.81
3095	522171.95	8780591.5	278.69
3096	522156.29	8780586.1	279.43
3097	522229.77	8780617.11	274.69
3098	522163.61	8780589.07	279.2
3099	522164.89	8780587.24	279
3100	522162.35	8780590.51	279.15
3101	522165.83	8780585.66	278.89
3102	522161.07	8780591.97	279.16

N°	Este	Norte	Altitud
3103	522160.53	8780586.27	279.32
3104	522159.07	8780587.61	279.36
3105	522161.69	8780584.63	279.14
3106	522157.55	8780589.76	279.32
3107	522162.75	8780582.98	279.05
3108	522154.94	8780581.25	279.61
3109	522156.17	8780579.99	279.61
3110	522153.74	8780582.45	279.6
3111	522157.41	8780578.32	279.2
3112	522152.02	8780584.08	279.4
3113	522150.99	8780577.09	279.83
3114	522152.08	8780575.73	279.82
3115	522153.27	8780574.03	279.47
3116	522145.93	8780572.34	280.06
3117	522147.18	8780571.14	280.07
3118	522149.02	8780578.92	279.82
3119	522148.35	8780569.67	279.69
3120	522147.33	8780578.76	279.72
3121	522141.36	8780568.06	280.38
3122	522144.56	8780573.86	280.14
3123	522142.98	8780566.75	280.3
3124	522143.55	8780574.53	280
3125	522144.16	8780565.4	279.93
3126	522140.54	8780569.18	280.36
3127	522139.22	8780570.4	280.24
3128	522136.46	8780563.23	280.62
3129	522135.13	8780564.59	280.6
3130	522137.73	8780561.65	280.59
3131	522134.02	8780565.5	280.52
3132	522139.14	8780560.32	280.15
3133	522131.07	8780558.15	280.87
3134	522132.08	8780557.01	280.86
3135	522130.29	8780559.24	280.92
3136	522133.39	8780555.59	280.68
3137	522129.03	8780560.76	280.63
3138	522126.52	8780554.22	281.12
3139	522125.37	8780555.18	281.09
3140	522127.93	8780552.72	281.13
3141	522124.31	8780556.3	280.92
3142	522129.28	8780551.18	280.91
3143	522120.56	8780548.98	281.36
3144	522122.19	8780547.34	281.38
3145	522119.85	8780549.92	281.43
3146	522122.99	8780546.24	281.35
3147	522118.24	8780551.48	281.35
3148	522036.68	8780462.41	284.24
3149	522156.25	8780586.06	279.44

N°	Este	Norte	Altitud
3150	522118.27	8780548.22	282.424
3151	522118.91	8780547.21	282.361
3152	522116.89	8780550.17	282.366
3153	522120.29	8780545.27	282.383
3154	522121.55	8780543.83	282.271
3155	522112.94	8780546.98	282.605
3156	522114.38	8780544.77	282.579
3157	522115.14	8780543.7	281.647
3158	522110.76	8780541.09	281.865
3159	522116.53	8780542.05	281.678
3160	522111.61	8780539.87	281.882
3161	522117.91	8780540.48	281.569
3162	522108.64	8780542.72	281.895
3163	522113.41	8780539.03	281.824
3164	522106.67	8780537.26	282.016
3165	522115.05	8780538	281.717
3166	522107.79	8780536.09	282.031
3167	522109.42	8780534.87	281.989
3168	522105	8780538.83	281.897
3169	522109.44	8780534.86	281.99
3170	522110.76	8780533.49	281.872
3171	522103.95	8780532.27	282.257
3172	522105.64	8780531.05	282.163
3173	522102.52	8780533.58	282.149
3174	522107.14	8780529.56	281.98
3175	522101.16	8780535.19	282.058
3176	522100.82	8780529.16	282.389
3177	522099.84	8780529.69	282.348
3178	522098.15	8780531.72	282.136
3179	522102.15	8780527.39	282.32
3180	522103.35	8780526.14	282.187
3181	522097.24	8780525.48	282.517
3182	522098.65	8780524.22	282.454
3183	522096.05	8780526.61	282.413
3184	522100.09	8780522.6	282.311
3185	522094.62	8780528.31	282.28
3186	522093.74	8780522	282.634
3187	522092.74	8780523.09	282.551
3188	522091.32	8780524.67	282.457
3189	522094.71	8780520.52	282.591
3190	522095.77	8780519.09	282.537
3191	522089.07	8780519.34	282.728
3192	522091.46	8780517.25	282.673
3193	522090.16	8780518.31	282.742
3194	522092.69	8780516.07	282.645
3195	522087.29	8780521.3	282.543
3196	522086.71	8780515.35	282.872

N°	Este	Norte	Altitud
3197	522085.74	8780516.67	282.8
3198	522087.91	8780513.91	282.8
3199	522084.16	8780518.27	282.6
3200	522088.93	8780512.58	282.79
3201	522083.35	8780512.06	282.99
3202	522084.75	8780510.92	282.93
3203	522082.25	8780513.43	282.88
3204	522085.81	8780509.59	282.8
3205	522080.73	8780515.1	282.69
3206	522081.33	8780507.4	283.03
3207	522080.24	8780508.98	283.09
3208	522082.51	8780506.07	282.87
3209	522079.2	8780510.38	283
3210	522077.71	8780512.37	282.76
3211	522076.45	8780504.93	283.2
3212	522075.21	8780506.59	283.13
3213	522077.53	8780503.51	283.15
3214	522073.51	8780508.52	282.91
3215	522078.31	8780502.59	283.05
3216	522071.12	8780502.07	283.3
3217	522072.19	8780501.06	283.34
3218	522069.36	8780504.49	283.02
3219	522073.32	8780499.56	283.27
3220	522074.27	8780498.46	283.14
3221	522068.36	8780497.32	283.37
3222	522069.64	8780496.12	283.37
3223	522066.84	8780498.86	283.33
3224	522070.92	8780494.73	283.2
3225	522065.56	8780500.7	283.12
3226	522064.97	8780493.78	283.43
3227	522063.42	8780495.17	283.46
3228	522066.08	8780492.3	283.44
3229	522061.75	8780497.11	283.26
3230	522067.18	8780491.1	283.38
3231	522059.7	8780491.23	283.53
3232	522062.54	8780489.02	283.53
3233	522057.99	8780493.37	283.33
3234	522063.69	8780487.74	283.37
3235	522061.12	8780490	283.53
3236	522057.78	8780486.6	283.67
3237	522056.86	8780488.05	283.66
3238	522058.95	8780485.35	283.67
3239	522055.2	8780490.08	283.45
3240	522060.1	8780484.05	283.5
3241	522051.1	8780486.85	283.67
3242	522054.64	8780483.81	283.77
3243	522053.42	8780485.2	283.66

N°	Este	Norte	Altitud
3244	522055.7	8780482.51	283.77
3245	522050.94	8780479.95	283.85
3246	522056.79	8780481.12	283.66
3247	522049.78	8780481.29	283.8
3248	522052.61	8780479	283.87
3249	522047.77	8780483.25	283.77
3250	522053.67	8780477.48	283.76
3251	522047.04	8780477.92	283.93
3252	522048.42	8780477.05	283.91
3253	522045.83	8780479.51	283.6
3254	522049.71	8780475.5	283.93
3255	522044.34	8780475.31	283.97
3256	522050.54	8780474.68	283.87
3257	522043.23	8780476.75	283.69
3258	522045.86	8780474.46	284
3259	522040.85	8780472.08	284.06
3260	522047.08	8780473.09	283.99
3261	522048.13	8780471.94	283.89
3262	522039.72	8780473.63	283.84
3263	522042.89	8780471.3	284
3264	522037.87	8780468.97	284.2
3265	522043.99	8780469.77	284.06
3266	522044.8	8780468.8	283.96
3267	522036.83	8780470.13	284.01
3268	522039.35	8780467.68	284.16
3269	522040.56	8780466.27	284.12
3270	522041.43	8780465.29	284
3271	522035.36	8780463.58	284.27
3272	522033.88	8780465.68	284.29
3273	522032.93	8780466.86	284.06
3274	522038.62	8780461.87	284.05
3275	522030.55	8780462.5	284.35
3276	522032.17	8780460.43	284.37
3277	522029.15	8780463.9	284.05
3278	522033.24	8780459.21	284.33
3279	522034.27	8780458.03	284.17
3280	522028.62	8780456.72	284.44
3281	522026.83	8780458.5	284.4
3282	522029.64	8780455.66	284.43
3283	522025.84	8780459.49	284.22
3284	522030.37	8780454.74	284.32
3285	522022.92	8780454.47	284.48
3286	522024.58	8780452.95	284.52
3287	522021.52	8780455.43	284.27
3288	522025.78	8780451.57	284.47
3289	522026.64	8780450.73	284.34
3290	522018.86	8780450.48	284.51

N°	Este	Norte	Altitud
3291	522020.52	8780448.75	284.59
3292	522017.73	8780451.46	284.34
3293	522021.58	8780447.73	284.55
3294	522022.37	8780446.97	284.43
3295	522015.21	8780446.74	284.6
3296	522016.71	8780445.14	284.65
3297	522013.75	8780447.99	284.32
3298	522017.84	8780443.83	284.58
3299	522018.69	8780442.88	284.44
3300	522011.14	8780442.85	284.67
3301	522012.62	8780441.05	284.71
3302	522010.29	8780443.8	284.5
3303	522013.64	8780439.84	284.65
3304	522014.4	8780439.2	284.54
3305	522007.6	8780439.4	284.69
3306	522009.11	8780437.83	284.75
3307	522007.58	8780439.4	284.68
3308	522010.28	8780436.71	284.71
3309	522011.18	8780435.88	284.58
3310	522005.65	8780434.65	284.78
3311	522006.67	8780433.49	284.73
3312	522006.65	8780440.74	284.47
3313	522007.78	8780432.53	284.59
3314	522003.41	8780435.02	284.75
3315	522004.52	8780433.57	284.8
3316	522002.19	8780436.21	284.56
3317	522005.58	8780432.45	284.73
3318	522006.61	8780431.38	284.6
3319	521999.47	8780431.4	284.78
3320	522001.01	8780429.93	284.83
3321	521998.42	8780432.71	284.5
3322	522001.98	8780428.84	284.77
3323	521996.17	8780427.97	284.77
3324	522002.94	8780428.02	284.64
3325	521995.01	8780428.83	284.61
3326	521997.17	8780426.34	284.83
3327	521991.96	8780423.96	284.8
3328	521998.29	8780424.99	284.78
3329	521990.95	8780425.12	284.6
3330	521999.13	8780424.17	284.67
3331	521987.93	8780420.31	284.8
3332	521993.17	8780422.47	284.87
3333	521986.82	8780421.33	284.59
3334	521994.16	8780421.34	284.85
3335	521995.05	8780420.43	284.72
3336	521983.8	8780416.22	284.84
3337	521989.66	8780419.26	284.91

N°	Este	Norte	Altitud
3338	521990.69	8780418.19	284.855
3339	521991.69	8780417.12	284.711
3340	521985.14	8780414.61	284.929
3341	521983.89	8780415.72	284.87
3342	521986	8780413.82	284.934
3343	521982.45	8780417.01	284.615
3344	521986.85	8780412.85	284.813
3345	521979.53	8780412.3	284.812
3346	521980.96	8780410.88	284.94
3347	521978.59	8780413.35	284.626
3348	521981.98	8780409.76	284.971
3349	521982.82	8780408.74	284.84
3350	521975.9	8780408.65	284.875
3351	521977.32	8780407.51	284.974
3352	521974.96	8780409.67	284.685
3353	521978.36	8780406.45	284.987
3354	521973.46	8780403.8	284.977
3355	521979.16	8780405.64	284.864
3356	521972.27	8780405.14	284.917
3357	521974.4	8780402.69	285.013
3358	521971.13	8780406.07	284.724
3359	521975.34	8780401.59	284.905
3360	521968.83	8780401.45	285
3361	521970.08	8780400.34	285.065
3362	521966.7	8780403.09	284.926
3363	521971.16	8780399.2	285.051
3364	521972.1	8780398.3	284.929
3365	521965.74	8780396.32	285.075
3366	521966.83	8780395.41	285.123
3367	521964.51	8780397.55	285.053
3368	521967.71	8780394.4	285.02
3369	521963.4	8780399	284.789
3370	521962.45	8780393.02	285.087
3371	521961.08	8780394.51	285.086
3372	521963.44	8780391.99	285.124
3373	521960.22	8780395.14	284.944
3374	521964.3	8780391.33	285.061
3375	521957.02	8780390.34	285.146
3376	521958.48	8780388.98	285.218
3377	521955.9	8780391.26	284.994
3378	521959.37	8780387.94	285.219
3379	521960.22	8780387.19	285.102
3380	521954.31	8780384.96	285.317
3381	521954.41	8780385.03	285.327
3382	521952.86	8780386.35	285.247
3383	521952.23	8780387.5	285.076
3384	521955.41	8780383.78	285.317

N°	Este	Norte	Altitud
3385	521956.15	8780383.06	285.14
3386	521950.1	8780380.93	285.4
3387	521948.68	8780382.36	285.26
3388	521950.99	8780379.72	285.37
3389	521947.72	8780383.33	285.11
3390	521952.02	8780378.82	285.21
3391	521944.13	8780377.68	285.39
3392	521945.62	8780376.33	285.44
3393	521946.64	8780375.13	285.44
3394	521943.09	8780378.88	285.16
3395	521947.52	8780374.35	285.27
3396	521941.5	8780372.42	285.47
3397	521942.82	8780371.05	285.41
3398	521940.11	8780373.69	285.41
3399	521939.02	8780375.06	285.28
3400	521943.42	8780370.11	285.29
3401	521762.77	8780194.73	286.61
3402	521940	8780372.95	285.42
3403	521942.13	8780370.73	285.44
3404	521938.38	8780374.71	285.27
3405	521941.08	8780371.81	285.47
3406	521937.18	8780368.03	285.54
3407	521943.25	8780369.69	285.31
3408	521935.62	8780369.54	285.42
3409	521938.54	8780367	285.48
3410	521938.99	8780366.06	285.35
3411	521934.41	8780370.88	285.27
3412	521932.39	8780365.7	285.54
3413	521933.72	8780364.46	285.61
3414	521934.91	8780363.53	285.56
3415	521930.75	8780367.22	285.34
3416	521935.69	8780362.6	285.37
3417	521929.77	8780360.66	285.63
3418	521928.37	8780362.14	285.54
3419	521930.81	8780359.57	285.64
3420	521931.66	8780358.68	285.49
3421	521927.3	8780363.14	285.35
3422	521925.36	8780358.79	285.68
3423	521927.01	8780357.46	285.7
3424	521924.06	8780360.07	285.39
3425	521927.84	8780356.45	285.68
3426	521928.65	8780355.69	285.54
3427	521922.63	8780353.47	285.79
3428	521923.48	8780352.27	285.77
3429	521921.16	8780354.87	285.72
3430	521924.44	8780351.26	285.61
3431	521920.1	8780355.7	285.46

N°	Este	Norte	Altitud
3432	521917.49	8780350.81	285.84
3433	521919	8780349.51	285.83
3434	521916.25	8780351.84	285.58
3435	521920.1	8780348.5	285.75
3436	521920.94	8780347.64	285.61
3437	521915.21	8780345.74	285.92
3438	521916.23	8780344.76	285.87
3439	521913.61	8780347.21	285.88
3440	521917.09	8780343.93	285.7
3441	521912.54	8780348.17	285.64
3442	521910.08	8780343.39	285.99
3443	521911.59	8780342.03	285.99
3444	521912.71	8780341.15	285.91
3445	521909.01	8780344.66	285.8
3446	521913.39	8780340.43	285.8
3447	521907.35	8780338	286.04
3448	521908.49	8780336.82	285.97
3449	521906.02	8780339.3	286.1
3450	521909.31	8780335.93	285.82
3451	521904.69	8780340.95	285.86
3452	521902.22	8780335.6	286.16
3453	521903.69	8780334.18	286.14
3454	521904.54	8780333.1	286.09
3455	521900.78	8780336.88	285.93
3456	521905.33	8780332.18	285.88
3457	521899.37	8780330.23	286.24
3458	521900.52	8780329.04	286.13
3459	521898	8780331.79	286.16
3460	521901.28	8780327.95	285.94
3461	521896.65	8780333.25	285.97
3462	521896.33	8780326.85	286.21
3463	521894.69	8780328.44	286.28
3464	521897.14	8780325.94	286.18
3465	521893.48	8780329.71	285.95
3466	521898.06	8780324.98	285.95
3467	521891.94	8780322.96	286.28
3468	521893.01	8780321.71	286.22
3469	521890.4	8780324.28	286.29
3470	521893.02	8780321.74	286.21
3471	521888.96	8780325.81	285.96
3472	521893.9	8780320.83	286.03
3473	521887.56	8780318.78	286.34
3474	521888.6	8780317.81	286.26
3475	521886.22	8780320.21	286.28
3476	521889.49	8780316.77	286.08
3477	521885.06	8780321.55	286.03
3478	521884.25	8780315.34	286.32

N°	Este	Norte	Altitud
3479	521882.74	8780316.5	286.32
3480	521885.16	8780314.48	286.32
3481	521881.5	8780318	286.03
3482	521885.89	8780313.62	286.15
3483	521879.55	8780311	286.36
3484	521880.71	8780309.86	286.26
3485	521878.15	8780312.33	286.26
3486	521881.53	8780308.92	286.17
3487	521876.74	8780313.74	286.04
3488	521873.95	8780307.94	286.26
3489	521875.37	8780306.75	286.37
3490	521872.6	8780309.38	286.04
3491	521876.44	8780305.58	286.28
3492	521870.74	8780302.12	286.37
3493	521877.16	8780305	286.23
3494	521869.4	8780303.48	286.32
3495	521871.87	8780300.9	286.32
3496	521868.08	8780305.05	286.08
3497	521872.74	8780300.12	286.15
3498	521866.43	8780297.61	286.52
3499	521867.43	8780296.52	286.44
3500	521865	8780298.78	286.45
3501	521868.15	8780295.78	286.25
3502	521863.35	8780300.72	286.13
3503	522036.73	8780462.46	284.29
3504	521868.47	8780295.33	286.18
3505	521865.51	8780298.4	286.43
3506	521867.75	8780295.68	286.29
3507	521863.94	8780300.31	286.24
3508	521867.13	8780296.51	286.43
3509	521866.29	8780297.44	286.49
3510	521863.31	8780292.92	286.48
3511	521862.67	8780293.67	286.53
3512	521864.33	8780292.21	286.34
3513	521861.67	8780294.72	286.53
3514	521864.97	8780291.79	286.28
3515	521860.4	8780296.21	286.34
3516	521861.26	8780288.01	286.35
3517	521856.32	8780292.85	286.28
3518	521860.57	8780288.43	286.33
3519	521857.93	8780290.77	286.55
3520	521859.76	8780289.21	286.52
3521	521858.88	8780290.03	286.52
3522	521855.35	8780284.87	286.57
3523	521854.51	8780285.8	286.57
3524	521856.19	8780284.1	286.37
3525	521853.64	8780286.7	286.59

N°	Este	Norte	Altitud
3526	521856.75	8780283.54	286.338
3527	521852.2	8780288.26	286.372
3528	521853.09	8780280.1	286.307
3529	521848.13	8780284.73	286.351
3530	521852.43	8780280.68	286.439
3531	521849.89	8780282.93	286.646
3532	521851.52	8780281.25	286.568
3533	521850.75	8780282.09	286.625
3534	521847.17	8780277	286.563
3535	521846.39	8780277.88	286.64
3536	521848.15	8780276.28	286.435
3537	521845.37	8780278.68	286.648
3538	521848.87	8780275.7	286.367
3539	521844.19	8780280.13	286.415
3540	521845.56	8780273.15	286.515
3541	521842.99	8780274.39	286.565
3542	521844.76	8780273.62	286.542
3543	521842.25	8780275.61	286.612
3544	521844.03	8780274.2	286.571
3545	521841.1	8780277.15	286.383
3546	521840.02	8780269.95	286.566
3547	521839.06	8780270.72	286.561
3548	521840.97	8780269.12	286.469
3549	521838.28	8780271.81	286.573
3550	521841.75	8780268.79	286.386
3551	521837.18	8780273.16	286.385
3552	521838.51	8780265.82	286.371
3553	521835.69	8780267.22	286.584
3554	521837.94	8780266.32	286.484
3555	521834.69	8780268.26	286.589
3556	521836.92	8780266.95	286.596
3557	521833.51	8780269.68	286.389
3558	521832.65	8780262.93	286.623
3559	521829.14	8780265.96	286.34
3560	521833.63	8780262.02	286.566
3561	521830.85	8780264.35	286.626
3562	521834.39	8780261.48	286.414
3563	521831.75	8780263.3	286.65
3564	521828.78	8780258.93	286.625
3565	521827.87	8780259.39	286.653
3566	521829.81	8780258	286.517
3567	521826.77	8780260.4	286.624
3568	521830.55	8780257.58	286.403
3569	521825.7	8780261.8	286.37
3570	521825.08	8780255.27	286.616
3571	521823.35	8780256.46	286.596
3572	521825.97	8780254.5	286.545

N°	Este	Norte	Altitud
3573	521824.1	8780255.54	286.66
3574	521826.61	8780254.04	286.41
3575	521821.7	8780258.09	286.4
3576	521821.08	8780251.46	286.59
3577	521819.45	8780252.51	286.58
3578	521822.3	8780250.47	286.51
3579	521820.22	8780251.55	286.63
3580	521823.08	8780250.01	286.39
3581	521817.97	8780254.1	286.38
3582	521817.29	8780247.62	286.58
3583	521816.8	8780248.09	286.62
3584	521818.42	8780246.82	286.51
3585	521815.91	8780249.26	286.63
3586	521819.14	8780246.25	286.38
3587	521814.43	8780251.03	286.38
3588	521813.65	8780244.11	286.6
3589	521812.57	8780244.09	286.66
3590	521814.85	8780243.18	286.5
3591	521811.85	8780245.33	286.64
3592	521815.62	8780242.75	286.35
3593	521810.47	8780247.06	286.41
3594	521809.9	8780240.26	286.62
3595	521808.94	8780240.63	286.67
3596	521811.03	8780239.22	286.47
3597	521808.12	8780241.75	286.68
3598	521811.7	8780238.86	286.38
3599	521806.46	8780243.68	286.38
3600	521805.97	8780236.29	286.67
3601	521803.94	8780237.53	286.68
3602	521807.12	8780235.38	286.5
3603	521804.99	8780236.59	286.71
3604	521807.74	8780234.9	286.4
3605	521802.57	8780239.5	286.44
3606	521801.89	8780232.42	286.68
3607	521799.87	8780233.4	286.7
3608	521802.97	8780231.52	286.54
3609	521800.72	8780232.54	286.7
3610	521803.68	8780230.94	286.48
3611	521797.77	8780236.18	286.39
3612	521797.82	8780228.47	286.69
3613	521796.82	8780228.91	286.69
3614	521798.73	8780227.56	286.55
3615	521795.86	8780230.15	286.74
3616	521799.49	8780227.01	286.42
3617	521793.99	8780232.08	286.43
3618	521793.58	8780224.53	286.67
3619	521791.82	8780225.72	286.71

N°	Este	Norte	Altitud
3620	521794.67	8780223.66	286.54
3621	521792.49	8780224.77	286.68
3622	521795.39	8780223.07	286.47
3623	521789.66	8780228.1	286.39
3624	521789.64	8780221.1	286.65
3625	521787.56	8780221.56	286.69
3626	521790.73	8780220.29	286.58
3627	521788.2	8780220.74	286.69
3628	521791.46	8780219.55	286.45
3629	521785.31	8780224.07	286.3
3630	521784.62	8780216.33	286.65
3631	521783.42	8780217.41	286.65
3632	521785.67	8780215.36	286.57
3633	521783.98	8780216.6	286.65
3634	521786.45	8780214.8	286.44
3635	521781.47	8780219.61	286.34
3636	521780.71	8780212.63	286.63
3637	521780.07	8780213.16	286.63
3638	521781.86	8780211.64	286.58
3639	521779.16	8780214.21	286.64
3640	521782.54	8780210.95	286.39
3641	521777.32	8780215.95	286.3
3642	521776.65	8780209.05	286.64
3643	521774.83	8780210.71	286.6
3644	521777.89	8780207.95	286.6
3645	521776.01	8780209.5	286.59
3646	521778.75	8780207.36	286.45
3647	521773.59	8780212.66	286.31
3648	521772.22	8780205.02	286.61
3649	521771.64	8780205.61	286.61
3650	521773.64	8780203.46	286.56
3651	521770.49	8780206.78	286.57
3652	521774.61	8780202.77	286.34
3653	521769.23	8780208.66	286.38
3654	521767.22	8780202.02	286.61
3655	521768.01	8780201.3	286.62
3656	521766.3	8780203.31	286.5
3657	521769.71	8780199.98	286.54
3658	521764.98	8780204.88	286.24
3659	521770.54	8780199.2	286.4
3660	521763.1	8780198.02	286.55
3661	521764.19	8780197.27	286.51
3662	521765.8	8780195.86	286.49
3663	521766.49	8780195.21	286.35
3664	521761.97	8780199.66	286.48
3665	521761.11	8780201.02	286.56
3666	521759.98	8780193.55	286.62

N°	Este	Norte	Altitud
3667	521759.16	8780194.32	286.61
3668	521761.37	8780191.82	286.54
3669	521762.54	8780190.93	286.33
3670	521758.13	8780195.27	286.5
3671	521757.01	8780196.48	286.39
3672	521755.88	8780189.3	286.66
3673	521755.01	8780190.01	286.64
3674	521757.77	8780187.6	286.51
3675	521753.99	8780190.9	286.54
3676	521758.42	8780187.04	286.4
3677	521752.88	8780192.21	286.35
3678	521751.98	8780185.33	286.67
3679	521750.85	8780185.66	286.65
3680	521749.94	8780186.6	286.64
3681	521753.53	8780183.94	286.57
3682	521748.79	8780187.74	286.44
3683	521753.99	8780183.34	286.45
3684	521745.37	8780181.97	286.67
3685	521747.2	8780180.54	286.69
3686	521746.13	8780181.07	286.67
3687	521748.62	8780179.19	286.54
3688	521743.88	8780183.49	286.41
3689	521749.24	8780178.34	286.51
3690	521741.13	8780176.49	286.66
3691	521741.79	8780175.71	286.68
3692	521740.29	8780177.49	286.67
3693	521743.16	8780174.07	286.5
3694	521738.8	8780179.04	286.43
3695	521743.97	8780173.33	286.61
3696	521735.87	8780172.2	286.66
3697	521736.48	8780171.33	286.7
3698	521735.13	8780173.21	286.65
3699	521737.68	8780169.7	286.5
3700	521733.81	8780174.76	286.43
3701	521738.48	8780168.94	286.6
3702	521730.35	8780168.03	286.62
3703	521730.98	8780167.04	286.66
3704	521729.4	8780169.19	286.61
3705	521732.28	8780164.9	286.41
3706	521728.39	8780171.02	286.4
3707	521732.93	8780164.04	286.61
3708	521705.38	8780154.28	286.54
3709	521762.78	8780194.73	286.6
3710	521723.85	8780166.2	286.52
3711	521724.55	8780164.81	286.59
3712	521723.19	8780167.56	286.4
3713	521725.53	8780163.65	286.64

N°	Este	Norte	Altitud
3714	521722.58	8780168.5	286.481
3715	521726.1	8780162.41	286.484
3716	521727.05	8780161.05	286.511
3717	521719.37	8780162.18	286.585
3718	521718.69	8780163.77	286.506
3719	521720.03	8780160.77	286.657
3720	521718.03	8780165.51	286.331
3721	521721.1	8780158.63	286.366
3722	521717.64	8780166.34	286.393
3723	521713.94	8780159.46	286.584
3724	521713.25	8780161.08	286.578
3725	521714.48	8780158.05	286.607
3726	521715.3	8780156.18	286.393
3727	521708.2	8780158.81	286.566
3728	521708.79	8780157.12	286.557
3729	521709.28	8780155.89	286.523
3730	521710.02	8780153.86	286.405
3731	521704.12	8780157.19	286.541
3732	521704.66	8780155.72	286.544
3733	521706.39	8780152.43	286.373
3734	521710.45	8780164.55	286.363
3735	521707.84	8780162.46	286.489
3736	521712.21	8780166.71	286.322
3737	521705.62	8780162.25	286.424
3738	521703.08	8780162.07	286.278
3739	521705.42	8780168.22	286.232
3740	521701.27	8780165.95	286.118
3741	521707.72	8780170.21	286.057
3742	521702.64	8780166.8	286.262
3743	521703.71	8780167.23	286.283
3744	521699.97	8780172.53	286.095
3745	521698.34	8780171.26	286.019
3746	521702.23	8780174.12	285.878
3747	521696.94	8780171	285.784
3748	521695.43	8780170.78	285.905
3749	521695.27	8780178.08	285.727
3750	521692.57	8780175.42	285.791
3751	521694.08	8780176.87	285.698
3752	521693.05	8780176.42	285.704
3753	521696.91	8780179.47	285.861
3754	521700.28	8780167.04	286.101
3755	521697.93	8780167.61	285.927
3756	521703.18	8780166.11	286.323
3757	521696.59	8780167.63	285.881
3758	521695.47	8780167.53	286.033
3759	521700.46	8780159.97	286.22
3760	521697.53	8780162.86	285.947

N°	Este	Norte	Altitud
3761	521698.74	8780160.87	286.03
3762	521696.02	8780163.46	285.99
3763	521694.89	8780163.74	285.99
3764	521696.55	8780154.49	286.34
3765	521694.72	8780157.51	286.09
3766	521695.58	8780156.2	286.19
3767	521693.43	8780158.4	286.06
3768	521692.49	8780159.09	286.01
3769	521701.6	8780154.06	286.54
3770	521702.06	8780152.59	286.47
3771	521702.96	8780150.4	286.68
3772	521692.01	8780153.47	286.36
3773	521694.92	8780151.68	286.4
3774	521695.63	8780149.61	286.31
3775	521696.27	8780147.96	286.67
3776	521687.18	8780151.86	286.36
3777	521688	8780149.59	286.22
3778	521686.82	8780153.12	286.34
3779	521688.92	8780147.28	286.29
3780	521686.54	8780154.41	286.19
3781	521689.8	8780145.24	286.68
3782	521683.2	8780149.61	286.36
3783	521681.72	8780147.11	286.3
3784	521682.31	8780150.58	286.35
3785	521682.36	8780145.14	286.31
3786	521681.67	8780151.86	286.14
3787	521683.25	8780143.17	286.41
3788	521676.96	8780146.89	286.37
3789	521675.29	8780144.91	286.4
3790	521676.2	8780148.32	286.28
3791	521675.93	8780143.04	286.35
3792	521675.62	8780149.59	286.05
3793	521676.81	8780140.59	286.61
3794	521669.84	8780144.66	286.28
3795	521668.8	8780143.09	286.33
3796	521669.42	8780146.18	286.19
3797	521669.66	8780141.03	286.3
3798	521668.92	8780147.31	286.12
3799	521670.44	8780139.58	286.18
3800	521664.45	8780143.31	286.3
3801	521664.13	8780144.76	286.2
3802	521663.58	8780140.58	286.12
3803	521663.66	8780145.58	286.38
3804	521664.81	8780138.61	286.27
3805	521665.55	8780137.37	286.19
3806	521660.06	8780139.97	286.39
3807	521658.9	8780137.22	286.43

N°	Este	Norte	Altitud
3808	521658.87	8780140.67	286.38
3809	521659.95	8780135.88	286.39
3810	521658.08	8780141.73	286.54
3811	521661.11	8780134.03	286.24
3812	521629.13	8780122.2	286.41
3813	521629.13	8780122.19	286.36
3814	521705.4	8780154.29	286.55
3815	521654.32	8780135.13	286.51
3816	521653.19	8780136.11	286.45
3817	521655.61	8780133.73	286.45
3818	521657.57	8780131.89	286.35
3819	521658.8	8780130.77	286.33
3820	521650.68	8780129.03	286.52
3821	521649.75	8780130.5	286.57
3822	521648.44	8780132.11	286.38
3823	521652.61	8780127.14	286.39
3824	521653.72	8780126.2	286.36
3825	521645.76	8780124.48	286.53
3826	521644.51	8780126.08	286.47
3827	521643.18	8780127.26	286.26
3828	521648.52	8780122.2	286.45
3829	521649.64	8780120.91	286.4
3830	521641.25	8780119.01	286.54
3831	521639.09	8780121.11	286.27
3832	521637.76	8780123.05	286.28
3833	521643.62	8780116.29	286.51
3834	521644.86	8780114.85	286.49
3835	521633.23	8780126.42	286.57
3836	521631.93	8780125	286.57
3837	521630.36	8780123.23	286.31
3838	521626.79	8780120.34	286.21
3839	521633.32	8780115.51	286.3
3840	521631.78	8780114.36	286.32
3841	521635.47	8780116.86	286.34
3842	521638.78	8780119.13	286.34
3843	521639.96	8780122.03	286.33
3844	521639.28	8780110.29	286.56
3845	521637.33	8780109.26	286.5
3846	521635.52	8780108.16	286.51
3847	521641.93	8780112.2	286.58
3848	521644.39	8780113.53	286.48
3849	521641.8	8780103.89	286.68
3850	521639.82	8780102.59	286.53
3851	521638	8780101.2	286.52
3852	521644.77	8780104.65	286.58
3853	521646.62	8780105.96	286.49
3854	521629.83	8780105.03	286.51

N°	Este	Norte	Altitud
3855	521630.69	8780103.32	286.58
3856	521631.58	8780101.38	286.77
3857	521628.84	8780107.18	286.56
3858	521627.07	8780108.61	286.78
3859	521710.46	8779986.69	287.41
3860	521647.82	8780095.12	286.8
3861	521649.85	8780095.84	286.61
3862	521646.28	8780094.4	286.83
3863	521644.25	8780093.56	286.89
3864	521642.1	8780092.36	286.71
3865	521647.35	8780086.61	286.98
3866	521645.36	8780085.68	286.77
3867	521649.25	8780087.57	286.97
3868	521651.38	8780088.51	286.81
3869	521653.11	8780089.11	286.75
3870	521652.27	8780080.49	287.09
3871	521654.58	8780081.56	287
3872	521656.43	8780082.33	286.81
3873	521650.64	8780079.54	287.07
3874	521649.13	8780078.6	286.85
3875	521654.14	8780072.84	287.08
3876	521652.41	8780071.71	287.01
3877	521656.03	8780073.7	287.14
3878	521658.19	8780074.61	287.11
3879	521660	8780075.44	286.9
3880	521659.53	8780066.61	287.18
3881	521661.57	8780067.23	287.26
3882	521663.79	8780068.68	287.05
3883	521657.67	8780065.88	287.08
3884	521656.04	8780065.05	287.05
3885	521663.63	8780060.33	287.2
3886	521661.65	8780059.35	287.12
3887	521660.17	8780058.48	287.21
3888	521666.07	8780061.78	287.14
3889	521667.49	8780062.84	287.05
3890	521668.06	8780054.36	287.27
3891	521666.12	8780053.05	287.19
3892	521664.61	8780052.12	287.05
3893	521669.94	8780055.47	287.27
3894	521671.57	8780056.65	287.18
3895	521672.16	8780047.84	287.25
3896	521670.15	8780046.89	287.12
3897	521668.71	8780045.91	287.2
3898	521674.54	8780049.07	287.26
3899	521676.2	8780050.02	287.14
3900	521629.12	8780122.2	286.36
3901	521670.57	8780046.33	287.1

N°	Este	Norte	Altitud
3902	521672.41	8780047.77	287.252
3903	521674.44	8780048.87	287.266
3904	521668.72	8780045.5	287.269
3905	521676.01	8780049.81	287.155
3906	521676.36	8780040.99	287.288
3907	521678.45	8780042.39	287.288
3908	521674.59	8780039.84	287.21
3909	521679.97	8780043.3	287.114
3910	521672.99	8780038.98	287.204
3911	521680.24	8780034.8	287.332
3912	521682.1	8780035.83	287.355
3913	521678.43	8780033.45	287.254
3914	521683.7	8780036.78	287.191
3915	521677.1	8780032.69	287.191
3916	521684.27	8780028.96	287.379
3917	521682.53	8780027.84	287.332
3918	521686.26	8780030.01	287.405
3919	521681.01	8780026.88	287.484
3920	521687.7	8780030.86	287.231
3921	521688.32	8780022.46	287.412
3922	521690.07	8780023.87	287.452
3923	521686.97	8780021.52	287.366
3924	521691.68	8780025.12	287.302
3925	521685.56	8780020.6	287.474
3926	521691.95	8780017.34	287.455
3927	521690.58	8780016.47	287.415
3928	521694.2	8780018.55	287.493
3929	521688.89	8780015.38	287.429
3930	521695.8	8780019.54	287.337
3931	521696.53	8780010.55	287.538
3932	521698.42	8780012.08	287.576
3933	521695.01	8780009.56	287.388
3934	521700.04	8780012.94	287.37
3935	521693.4	8780008.47	287.584
3936	521700.17	8780005.69	287.548
3937	521698.84	8780004.69	287.464
3938	521702.22	8780007.07	287.588
3939	521696.83	8780003.21	287.503
3940	521703.8	8780008.17	287.398
3941	521704.53	8779999.95	287.527
3942	521706.4	8780001.57	287.545
3943	521703.15	8779998.85	287.422
3944	521707.65	8780002.41	287.407
3945	521701.34	8779997.51	287.391
3946	521708.4	8779995.56	287.52
3947	521707.16	8779994.56	287.485
3948	521710.01	8779996.66	287.528

N°	Este	Norte	Altitud
3949	521705.25	8779993.12	287.39
3950	521711.18	8779997.42	287.4
3951	521712.63	8779990.73	287.5
3952	521713.9	8779991.85	287.47
3953	521711.04	8779989.55	287.48
3954	521715.16	8779993.02	287.32
3955	521709.06	8779988.28	287.42
3956	521715.26	8779985.1	287.51
3957	521716.41	8779986.27	287.44
3958	521712.82	8779983.27	287.4
3959	521717.7	8779987.5	287.4
3960	521718.95	8779988.66	287.24
3961	521721.1	8779981.36	287.38
3962	521722.4	8779982.53	287.35
3963	521719.28	8779980	287.37
3964	521723.67	8779983.56	287.18
3965	521717.64	8779978.89	287.41
3966	521725.31	8779977.12	287.26
3967	521724.2	8779975.73	287.4
3968	521726.62	8779978.26	287.31
3969	521722.09	8779974.37	287.18
3970	521727.82	8779979.26	287.1
3971	521730.4	8779972.21	287.09
3972	521731.55	8779973.45	287.18
3973	521728.78	8779970.75	287.32
3974	521732.76	8779974.62	287.04
3975	521727.15	8779969.65	287.35
3976	521734.66	8779968.65	286.95
3977	521733.21	8779966.74	287.05
3978	521735.76	8779969.93	287.04
3979	521731.43	8779965.43	286.84
3980	521736.93	8779970.91	286.93
3981	521739.71	8779963.77	286.78
3982	521740.83	8779964.97	286.92
3983	521738.24	8779962.15	286.84
3984	521741.97	8779966.1	286.74
3985	521736.81	8779960.84	286.66
3986	521743.87	8779960.01	286.62
3987	521742.8	8779958.55	286.7
3988	521745.02	8779961.24	286.82
3989	521741.17	8779957.19	286.41
3990	521746.03	8779962.21	286.67
3991	521748.9	8779954.87	286.36
3992	521750.51	8779956.41	286.57
3993	521751.46	8779957.46	286.46
3994	521747.37	8779953.65	286.34
3995	521745.98	8779952.55	286.12

N°	Este	Norte	Altitud
3996	521753.47	8779951.15	286.2
3997	521751.87	8779949.5	286.16
3998	521754.82	8779952.49	286.33
3999	521750.04	8779947.97	286.03
4000	521756.02	8779953.61	286.27
4001	521758.2	8779945.62	286.06
4002	521759.95	8779947.09	286.07
4003	521756.36	8779944.15	285.92
4004	521761.69	8779948.63	286.02
4005	521754.8	8779942.74	285.89
4006	521762.69	8779941.4	285.71
4007	521760.82	8779939.51	285.58
4008	521764.3	8779942.82	285.81
4009	521759.23	8779938.33	285.57
4010	521765.96	8779944.35	285.83
4011	521767.31	8779935.91	285.53
4012	521769.1	8779937.55	285.6
4013	521765.5	8779934.4	285.31
4014	521770.65	8779939.03	285.64
4015	521764.17	8779933.27	285.46
4016	521771.01	8779931.99	285.31
4017	521769.51	8779930.1	285.09
4018	521772.48	8779933.51	285.29
4019	521768.14	8779929.25	285.15
4020	521774.01	8779935.24	285.4
4021	521775.77	8779926.97	285.07
4022	521777.34	8779928.48	284.99
4023	521773.71	8779925.54	284.87
4024	521779.04	8779930.11	285.18
4025	521772.46	8779924.5	285.12
4026	521779.77	8779922.71	284.82
4027	521778.04	8779920.68	284.61
4028	521781.34	8779924.04	284.67
4029	521776.41	8779919.29	284.98
4030	521782.8	8779925.27	284.88
4031	521784.15	8779917.13	284.53
4032	521785.47	8779918.23	284.29
4033	521782.21	8779915.74	284.39
4034	521787.12	8779919.7	284.5
4035	521780.5	8779914.5	284.77
4036	521803.62	8779886.3	284.09
4037	521710.46	8779986.69	287.43
4038	521787.67	8779912.68	284.29
4039	521786.2	8779911.41	284.2
4040	521784.76	8779910.16	284.51
4041	521789.6	8779914.49	284.05
4042	521791.36	8779915.97	284.36

N°	Este	Norte	Altitud
4043	521792.64	8779907.65	284.04
4044	521794.1	8779909.4	283.73
4045	521791.26	8779906.18	283.79
4046	521795.47	8779911.02	284.07
4047	521789.64	8779904.68	284.04
4048	521796.54	8779904.01	283.84
4049	521795.08	8779902.42	283.67
4050	521797.95	8779905.33	283.75
4051	521793.5	8779900.7	284.01
4052	521799.24	8779906.83	283.68
4053	521801.28	8779899.31	283.54
4054	521802.25	8779901.41	283.51
4055	521799.56	8779897.62	283.5
4056	521803.66	8779902.76	283.44
4057	521797.71	8779896.22	284
4058	521804.94	8779896.2	283.36
4059	521803.54	8779894.24	283.3
4060	521805.93	8779897.51	283.26
4061	521801.51	8779892.23	283.02
4062	521807.48	8779899.19	283.33
4063	521810.05	8779891.99	283.05
4064	521811.19	8779893.36	283.11
4065	521807.88	8779889.78	283.17
4066	521812.94	8779894.93	283.06
4067	521806.68	8779888.69	283.24
4068	521814.15	8779887.33	282.65
4069	521812.18	8779885.2	282.84
4070	521815.73	8779888.7	282.82
4071	521810.67	8779884.03	282.98
4072	521817.27	8779889.76	282.97
4073	521818.65	8779881.89	282.3
4074	521820.46	8779883.49	282.57
4075	521817.02	8779880.26	282.3
4076	521821.77	8779884.56	282.73
4077	521815.4	8779878.66	282.39
4078	521822.69	8779877.05	281.98
4079	521821.49	8779875.82	282.26
4080	521824.01	8779878.21	282.13
4081	521820.38	8779874.8	282.29
4082	521825.55	8779879.42	282.48
4083	521827.52	8779872.78	281.91
4084	521828.74	8779873.72	281.96
4085	521826.15	8779871.51	281.91
4086	521830.3	8779874.92	282.05
4087	521825.17	8779870.82	282.31
4088	521831.4	8779868.3	281.73
4089	521830.01	8779867.05	281.85

N°	Este	Norte	Altitud
4090	521832.78	8779869.29	281.739
4091	521828.14	8779866.73	281.881
4092	521834.21	8779870.27	281.755
4093	521835.38	8779862.84	281.668
4094	521836.76	8779863.7	281.603
4095	521833.94	8779861.95	281.674
4096	521837.97	8779864.41	281.695
4097	521832.69	8779861.41	281.624
4098	521837.65	8779857.8	281.574
4099	521835.79	8779856.8	281.51
4100	521839.12	8779858.76	281.504
4101	521834.45	8779856.11	281.49
4102	521840.78	8779859.71	281.518
4103	521807	8779867.64	283.325
4104	521807.36	8779872.31	283.009
4105	521806.57	8779870.15	282.966
4106	521807.21	8779874.03	283.007
4107	521806.7	8779875.98	283.211
4108	521812.88	8779873.81	282.625
4109	521811.97	8779875.13	282.723
4110	521814.09	8779872.65	282.651
4111	521811.23	8779877	283.01
4112	521815.36	8779871.57	282.601
4113	521815.64	8779877.35	282.311
4114	521817.4	8779876.1	282.487
4115	521814.09	8779878.11	282.516
4116	521818.78	8779875.12	282.425
4117	521812.56	8779878.99	282.933
4118	521820.06	8779874.07	282.419
4119	521812.33	8779870.85	282.613
4120	521811.92	8779867.54	282.536
4121	521813.77	8779871.97	282.721
4122	521811.62	8779865.95	282.997
4123	521815.29	8779873.03	282.68
4124	521819.75	8779866.84	282.016
4125	521820.66	8779868.38	282.075
4126	521818.61	8779865.2	281.938
4127	521817.93	8779863.54	282.281
4128	521821.88	8779869.38	282.149
4129	521822.01	8779869.76	282.253
4130	521826.16	8779863.56	281.68
4131	521826.81	8779865.12	281.708
4132	521825.36	8779862.22	281.706
4133	521827.81	8779866.72	281.764
4134	521824.72	8779861.17	282.048
4135	521831.53	8779861.18	281.591
4136	521830.52	8779859.01	281.62

N°	Este	Norte	Altitud
4137	521832.2	8779862.63	281.65
4138	521829.95	8779858.47	281.67
4139	521832.94	8779864.17	281.68
4140	521833.5	8779864.99	281.68
4141	521837.11	8779857.79	281.54
4142	521838.67	8779858.65	281.52
4143	521840.26	8779859.77	281.53
4144	521835.45	8779856.68	281.49
4145	521833.9	8779855.77	281.49
4146	521843.43	8779825.42	281.7
4147	521840.38	8779853.28	281.47
4148	521839.09	8779852.28	281.5
4149	521841.59	8779853.98	281.46
4150	521838.23	8779851.86	281.45
4151	521843.27	8779855	281.44
4152	521844.33	8779847.38	281.39
4153	521845.72	8779848.9	281.32
4154	521843.09	8779846.16	281.36
4155	521847.43	8779850.09	281.33
4156	521841.64	8779845.52	281.36
4157	521848.63	8779843.49	281.2
4158	521846.96	8779841.74	281.2
4159	521849.8	8779844.51	281.23
4160	521845.91	8779841.12	281.2
4161	521851.2	8779845.69	281.22
4162	521838.6	8779851.13	281.51
4163	521840.36	8779851.36	281.48
4164	521836.64	8779851.05	281.48
4165	521842.33	8779851.8	281.49
4166	521835.4	8779850.75	281.57
4167	521839.92	8779845.65	281.34
4168	521836.72	8779845.73	281.54
4169	521841.99	8779845.74	281.35
4170	521844.12	8779846.02	281.37
4171	521836.45	8779846.38	281.59
4172	521803.62	8779886.29	284.11
4173	521838	8779840.37	281.48
4174	521841.21	8779839.35	281.39
4175	521836.21	8779840.5	281.57
4176	521843.84	8779838.81	281.31
4177	521833.53	8779840.8	281.55
4178	521844.19	8779833.7	281.39
4179	521837.12	8779835.81	281.48
4180	521840.89	8779834.59	281.41
4181	521834.75	8779836.28	281.58
4182	521832.33	8779836.52	281.69
4183	521840.61	8779829.6	281.48

N°	Este	Norte	Altitud
4184	521836.6	8779831.32	281.54
4185	521842.85	8779829.11	281.57
4186	521833.84	8779831.83	281.64
4187	521831.16	8779832.04	281.87
4188	521841.98	8779824.18	281.72
4189	521839.58	8779824.51	281.67
4190	521836.03	8779826.16	281.62
4191	521833.7	8779826.28	281.79
4192	521830.67	8779826.61	281.72
4193	521838.79	8779819.52	281.95
4194	521835.4	8779820.26	281.87
4195	521840.8	8779818.58	281.98
4196	521833.1	8779820.44	281.87
4197	521838.97	8779813.95	282.23
4198	521830.3	8779820.74	281.83
4199	521836.69	8779814.89	282.13
4200	521834.25	8779815.51	282.05
4201	521835	8779810.27	282.29
4202	521831.95	8779816.03	282.06
4203	521837.2	8779808.79	282.35
4204	521829.57	8779816.38	282.08
4205	521834.7	8779804.9	282.46
4206	521833.23	8779810.97	282.19
4207	521833.03	8779806.19	282.39
4208	521831.21	8779811.78	282.19
4209	521828.92	8779812.71	282.15
4210	521829.5	8779802.36	282.49
4211	521830.9	8779807.01	282.3
4212	521830.69	8779800.33	282.46
4213	521829.25	8779808.07	282.27
4214	521827.41	8779809.26	282.24
4215	521829.03	8779803.22	282.45
4216	521825.79	8779798.27	282.62
4217	521827.78	8779805.07	282.41
4218	521826.63	8779796.58	282.71
4219	521825.88	8779806.63	282.39
4220	521824.52	8779799.84	282.64
4221	521823.62	8779801.76	282.56
4222	521822.48	8779803.97	282.51
4223	521821.72	8779797.6	282.75
4224	521843.43	8779825.41	281.69
4225	521825.09	8779798.4	282.65
4226	521824.61	8779800.3	282.61
4227	521825.77	8779796.33	282.71
4228	521824.07	8779802.23	282.52
4229	521823.63	8779804.43	282.44
4230	521820.89	8779794.42	282.86

N°	Este	Norte	Altitud
4231	521820.03	8779799.13	282.71
4232	521820.01	8779796.54	282.67
4233	521819.43	8779800.92	282.67
4234	521818.88	8779803.07	282.57
4235	521815.04	8779796.82	282.84
4236	521814.96	8779798.43	282.8
4237	521814.3	8779793.88	283.04
4238	521814.83	8779800.65	282.71
4239	521814.65	8779802.59	282.69
4240	521810.07	8779794.2	282.96
4241	521810.34	8779798.63	282.84
4242	521810.09	8779797.31	282.92
4243	521810.59	8779800.99	282.79
4244	521810.61	8779802.92	282.65
4245	521805.12	8779798.04	282.96
4246	521805	8779799.66	282.94
4247	521805.21	8779795.58	283.2
4248	521805.28	8779801.48	282.94
4249	521805.3	8779803.66	282.85
4250	521800.94	8779800.17	283.02
4251	521800.28	8779796.41	283.11
4252	521801.12	8779802	283.01
4253	521800.63	8779798.72	283.03
4254	521801.17	8779804	283.05
4255	521796.38	8779799.28	283.07
4256	521796.49	8779800.68	283.04
4257	521795.75	8779796.22	283.32
4258	521796.68	8779802.32	283.09
4259	521791.19	8779795.91	283.28
4260	521796.7	8779804.45	283.19
4261	521791.49	8779798.89	283.2
4262	521791.28	8779800.8	283.15
4263	521791.28	8779802.46	283.16
4264	521786.92	8779798.74	283.29
4265	521791.4	8779804.58	283.21
4266	521787.21	8779795.82	283.49
4267	521787.01	8779800.42	283.23
4268	521787.02	8779802.39	283.2
4269	521781.08	8779795.23	283.62
4270	521786.78	8779805.17	283.3
4271	521780.69	8779798.08	283.37
4272	521780.36	8779800.25	283.41
4273	521780.27	8779802.19	283.36
4274	521780.3	8779804.47	283.53
4275	521762.73	8779800.94	283.75
4276	521821.72	8779797.6	282.75
4277	521780.19	8779799.92	283.38

N°	Este	Norte	Altitud
4278	521780.66	8779797.75	283.387
4279	521779.87	8779802.13	283.377
4280	521781.54	8779795.37	283.617
4281	521779.56	8779805.54	283.528
4282	521777.78	8779794.07	283.53
4283	521776.42	8779798.56	283.517
4284	521776.87	8779796.71	283.435
4285	521775.83	8779801.45	283.58
4286	521775.27	8779805.4	283.612
4287	521772.33	8779795.3	283.863
4288	521772.01	8779798.37	283.821
4289	521771.34	8779800.99	283.811
4290	521768.21	8779793.85	283.705
4291	521767.21	8779796.5	283.706
4292	521765.64	8779799.07	283.644
4293	521765.38	8779793.09	283.67
4294	521764.6	8779795.33	283.7
4295	521766.63	8779790.75	283.804
4296	521763.29	8779797.47	283.568
4297	521762.71	8779789.25	283.747
4298	521761.19	8779793.02	283.61
4299	521761.74	8779791.58	283.632
4300	521760.64	8779794.91	283.525
4301	521759.28	8779798.69	283.624
4302	521768.58	8779804.74	283.777
4303	521765.84	8779800.73	283.693
4304	521770.67	8779806.28	283.694
4305	521764.17	8779803.27	283.718
4306	521773.52	8779807.06	283.549
4307	521767.1	8779805.17	283.755
4308	521773.95	8779788.72	283.891
4309	521770.95	8779787.88	283.751
4310	521777.79	8779790.05	283.5
4311	521768.55	8779786.52	283.861
4312	521780.69	8779790.9	283.815
4313	521770.45	8779782.3	283.866
4314	521775.48	8779784.5	283.892
4315	521773.21	8779783.64	283.838
4316	521778.97	8779785.83	283.667
4317	521775.13	8779779.47	283.893
4318	521781.84	8779786.94	283.756
4319	521772.01	8779778.16	283.917
4320	521777.47	8779780.42	283.922
4321	521780.34	8779781.31	283.712
4322	521774.01	8779773.21	283.948
4323	521782.89	8779782.24	283.794
4324	521777.64	8779775.15	283.979

N°	Este	Norte	Altitud
4325	521779.71	8779776.16	283.94
4326	521779.85	8779770.92	284.04
4327	521782.78	8779777.41	283.75
4328	521784.63	8779778.12	283.77
4329	521775.62	8779769.35	283.99
4330	521780.94	8779772.45	283.98
4331	521780.57	8779768.46	284.05
4332	521783.78	8779773.74	283.83
4333	521785.93	8779774.51	283.81
4334	521778.39	8779766.94	283.99
4335	521782.05	8779769.02	284.04
4336	521780.87	8779768.44	284.05
4337	521784.44	8779770.37	283.93
4338	521782.97	8779763.97	284.07
4339	521787.1	8779771.39	283.85
4340	521780.41	8779763.04	284.09
4341	521784.17	8779765.26	284.07
4342	521786.17	8779766.6	283.96
4343	521787.92	8779767.68	283.96
4344	521802.28	8779732.58	285
4345	521821.74	8779797.6	282.76
4346	521802.29	8779732.59	284.99
4347	521762.71	8779800.97	283.77
4348	521785.84	8779761.9	284.15
4349	521782.1	8779759.49	284.18
4350	521787.27	8779762.8	284.07
4351	521784.72	8779761.26	284.12
4352	521789.47	8779764	284.08
4353	521787.38	8779757.2	284.19
4354	521788.7	8779757.82	284.19
4355	521784.82	8779755.19	284.43
4356	521790.42	8779758.62	284.13
4357	521787.25	8779751.15	284.56
4358	521792.61	8779759.82	284.26
4359	521789.82	8779753.21	284.31
4360	521790.96	8779753.75	284.34
4361	521792.9	8779754.54	284.17
4362	521793.07	8779749.11	284.46
4363	521795.46	8779755.59	284.81
4364	521789.65	8779746.6	284.5
4365	521791.41	8779747.23	284.52
4366	521795.66	8779749.51	284.43
4367	521792.58	8779742.18	284.59
4368	521798.11	8779750.48	284.57
4369	521795.02	8779743.63	284.68
4370	521796.33	8779744.72	284.69
4371	521797.66	8779739.62	284.8

N°	Este	Norte	Altitud
4372	521798.44	8779745.67	284.59
4373	521795.91	8779738.14	284.67
4374	521800.67	8779746.68	284.61
4375	521798.77	8779740.77	284.83
4376	521800.52	8779742.1	284.74
4377	521802.59	8779743.65	284.67
4378	521798.96	8779734.23	284.82
4379	521801.19	8779737.96	284.91
4380	521801.13	8779735.77	284.93
4381	521802.84	8779739.51	284.74
4382	521804.57	8779741.35	284.72
4383	521803.96	8779732.65	285
4384	521805.65	8779733.64	285.01
4385	521807.45	8779734.99	284.83
4386	521802.46	8779730.61	284.89
4387	521807.61	8779730.05	285.11
4388	521805.79	8779727.03	284.99
4389	521807.36	8779728.11	285.08
4390	521809.67	8779731.75	284.99
4391	521810.68	8779724.73	285.14
4392	521811.93	8779725.84	285.24
4393	521808.8	8779722.88	285.04
4394	521813.49	8779726.93	285.16
4395	521815.69	8779728.81	285.03
4396	521814.63	8779733.26	285.07
4397	521814.68	8779735.48	284.99
4398	521814.61	8779731.02	285.03
4399	521814.51	8779737.35	284.81
4400	521814.5	8779739.65	284.94
4401	521819.62	8779734.74	285.12
4402	521819.18	8779740.24	284.95
4403	521819.55	8779732.57	285.05
4404	521819.32	8779738	284.89
4405	521819.78	8779730.34	285.12
4406	521819.5	8779735.76	285.05
4407	521824.66	8779734.69	285.15
4408	521824.67	8779736.14	285.11
4409	521824.52	8779732.78	285.09
4410	521824.33	8779738.22	284.95
4411	521824.63	8779730.58	285.15
4412	521824.08	8779740.6	284.9
4413	521829.47	8779735.58	285.16
4414	521828.69	8779741.39	284.91
4415	521829.5	8779733.43	285.15
4416	521829.1	8779739.02	284.97
4417	521829.64	8779730.91	285.19
4418	521829.52	8779737.17	285.05

N°	Este	Norte	Altitud
4419	521834.88	8779735.76	285.23
4420	521834.7	8779738.06	285.03
4421	521834.79	8779733.58	285.15
4422	521834.42	8779740.26	284.92
4423	521834.98	8779731.12	285.16
4424	521833.91	8779742.73	284.87
4425	521839.7	8779736.47	285.23
4426	521838.55	8779743.71	284.82
4427	521839.85	8779733.86	285.09
4428	521839.16	8779741.23	284.94
4429	521840	8779731.53	285.11
4430	521839.53	8779738.44	285.07
4431	521845.01	8779736.84	285.22
4432	521844.79	8779739.09	285.08
4433	521845.11	8779735.1	285.2
4434	521844.42	8779741.64	284.96
4435	521845.38	8779732.43	285.15
4436	521843.54	8779744.74	284.84
4437	521849.98	8779738.07	285.18
4438	521848.62	8779746.31	284.75
4439	521850.19	8779735.94	285.24
4440	521849.35	8779743.32	284.98
4441	521850.15	8779733.09	285.3
4442	521850.02	8779739.74	285.06
4443	521855.89	8779739.15	285.2
4444	521855.63	8779740.89	285.06
4445	521856.42	8779737.29	285.28
4446	521854.43	8779743.85	284.85
4447	521856.95	8779734.17	285.27
4448	521853.02	8779747.48	284.75
4449	521860.6	8779740.87	285.2
4450	521857.19	8779748.7	284.68
4451	521861.35	8779738.7	285.26
4452	521858.62	8779745.29	284.86
4453	521862.86	8779736.05	285.15
4454	521859.92	8779742.2	285.12
4455	521865.28	8779742.77	285.09
4456	521864.06	8779744.04	284.99
4457	521866.82	8779740.6	285.07
4458	521862.14	8779746.2	285
4459	521859.24	8779749.45	284.59
4460	521868.89	8779738.29	284.99
4461	521869.06	8779746.57	284.93
4462	521868.16	8779747.58	284.85
4463	521870.71	8779744.35	284.91
4464	521867.12	8779748.54	284.84
4465	521850.61	8779733.12	285.27

N°	Este	Norte	Altitud
4466	521852.43	8779731.77	285.389
4467	521847.33	8779730.91	285.306
4468	521854.87	8779730.52	285.317
4469	521850.85	8779726.64	285.336
4470	521857.81	8779724.78	285.41
4471	521861.31	8779723.89	285.533
4472	521857.86	8779724.76	285.434
4473	521855.41	8779726.24	285.315
4474	521855.41	8779723.46	285.365
4475	521858.65	8779732.5	285.229
4476	521862.4	8779733.29	285.202
4477	521857.68	8779732.88	285.233
4478	521862.33	8779734.9	285.084

7.17 Anexo “N” Cómputo métrico

7.18 Anexo “Ñ” Análisis de precio unitario

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : ARQ INS ADF B4C **AREA:** ARQ **Nº** 1

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : INST. DE FAENAS OBRAS MAYORES S/LETRERO DE OBRA

CANTIDAD: 2.00

UNIDAD : GLB

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
DEPOSITO DE MATERIALES (ALQUILER)	PZA	6.0000	400.00	2,400.00
OFICINA (ALQUILER)	PZA	2.0000	300.00	600.00
CALAMINA GALVANIZADA ONDULADA N° 30	M2	450.0000	36.24	16,308.00
CLAVOS DE 2" A 4"	KG	5.2267	13.99	73.12
CLAVOS DE CALAMINA	KG	8.0882	15.00	121.32
CALLAPO DE 3"	M	875.0000	5.00	4,375.00
BISAGRA 4"	PZA	4.0000	20.00	80.00
			TOTAL MATERIALES	**23,957.44**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	32.0000	15.00	480.00
ALBAÑIL	HR	28.0000	21.50	602.00
PEON	HR	32.0000	14.00	448.00
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	1,086.30
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	390.88
			TOTAL MANO DE OBRA	**3,007.18**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	150.36
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**150.36**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	2,711.50
			TOTAL GASTOS GENERALES	**2,711.50**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	2,386.12
			TOTAL UTILIDAD	**2,386.12**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	995.37
			TOTAL I.T.	**995.37**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**33,207.97**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : ARQ LET 3D6 2DC BE **AREA:** ARQ **Nº** 2

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : LETRERO DE OBRA 4,00 x 2.50 M

CANTIDAD: 3.00

UNIDAD : PZA

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
BANNER C/BASTIDOR DE 4,00 X 2,50 M	PZA	1.0000	1500.00	1,500.00
			TOTAL MATERIALES	**1,500.00**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.7000	15.00	10.50
PEON	HR	0.7000	14.00	9.80
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	14.41
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	5.19
			TOTAL MANO DE OBRA	**39.90**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	2.00
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**2.00**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	154.19
			TOTAL GASTOS GENERALES	**154.19**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	135.69
			TOTAL UTILIDAD	**135.69**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	56.60
			TOTAL I.T.	**56.60**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**1,888.38**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : ARQ LET 3D6 2DC AB3 **AREA:** ARQ **Nº** 3

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : LETRERO DE OBRA 1,20 X 3,00 M

CANTIDAD: 2.00

UNIDAD : PZA

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
BANNER C/BASTIDOR DE 1,20 X 3,00 M	PZA	1.0000	432.00	432.00
			TOTAL MATERIALES	**432.00**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.5000	15.00	7.50
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	5.33
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	1.92
			TOTAL MANO DE OBRA	**14.75**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.74
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**0.74**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	44.75
			TOTAL GASTOS GENERALES	**44.75**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	39.38
			TOTAL UTILIDAD	**39.38**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	16.43
			TOTAL I.T.	**16.43**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**548.05**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA REP 4D9 80C **AREA:** VIA **Nº** 4

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : REPLANTEO Y TRAZADO DE VÍAS

CANTIDAD: 3,163.61

UNIDAD : M

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ESTACA DE MADERA	PZA	0.3000	5.00	1.50
ESTUCO	KG	0.0200	0.68	0.01
PINTURA AL OLEO	GL	0.0070	164.74	1.15
			TOTAL MATERIALES	**2.66**
2.- MANO DE OBRA				
ALARIFE	HR	0.0500	15.00	0.75
TOPOGRAFO	HR	0.0400	25.00	1.00
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	1.24
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	0.45
			TOTAL MANO DE OBRA	**3.44**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
EQUIPO TOPOGRAFICO	HR	0.0200	25.00	0.50
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.17
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**0.67**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	0.68
			TOTAL GASTOS GENERALES	**0.68**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	0.60
			TOTAL UTILIDAD	**0.60**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	0.25
			TOTAL I.T.	**0.25**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**8.30**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA COR 720 230 **AREA:** VIA **Nº** 5

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : CORTE CON TOPADORA

CANTIDAD: 54,725.95

UNIDAD : M3

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
			TOTAL MATERIALES	**0.00**
2.- MANO DE OBRA				
OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	0.0300	27.00	0.81
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	0.58
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	0.21
			TOTAL MANO DE OBRA	**1.60**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
TOPADORA	HR	0.0300	490.00	14.70
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.08
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**14.78**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	1.64
			TOTAL GASTOS GENERALES	**1.64**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	1.44
			TOTAL UTILIDAD	**1.44**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	0.60
			TOTAL I.T.	**0.60**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**20.06**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA REL D74 884 **AREA:** VIA **Nº** 6

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : RELLENO Y COMPACTADO C/MATERIAL COMÚN

CANTIDAD: 8,203.79

UNIDAD : M3

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
			TOTAL MATERIALES	**0.00**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.1000	15.00	1.50
OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	0.0500	27.00	1.35
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	2.02
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	0.73
			TOTAL MANO DE OBRA	**5.60**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
COMPACTADOR DE RODILLO LISO AUTOPROPULS	HR	0.0200	315.50	6.31
TOPADORA	HR	0.0500	490.00	24.50
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.28
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**31.09**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	3.67
			TOTAL GASTOS GENERALES	**3.67**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	3.23
			TOTAL UTILIDAD	**3.23**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	1.35
			TOTAL I.T.	**1.35**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**44.94**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA RET 08C 165 **AREA:** VIA **Nº** 7

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : RETIRO DE MATERIAL EXCEDENTE C/CARGUÍO

CANTIDAD: 57,462.25

UNIDAD : M3

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
			TOTAL MATERIALES	**0.00**
2.- MANO DE OBRA				
CHOFER	HR	0.0900	16.25	1.46
OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	0.0200	27.00	0.54
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	1.42
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	0.51
			TOTAL MANO DE OBRA	**3.93**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
VOLQUETA 12 M3	HR	0.0900	160.00	14.40
CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	HR	0.0200	380.00	7.60
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.20
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**22.20**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	2.61
			TOTAL GASTOS GENERALES	**2.61**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	2.30
			TOTAL UTILIDAD	**2.30**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	0.96
			TOTAL I.T.	**0.96**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**32.00**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA MEJ 25E 161 **AREA:** VIA **Nº** 8

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : MEJORAMIENTO SUB RASANTE

CANTIDAD: 17,070.23

UNIDAD : M3

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
			TOTAL MATERIALES	**0.00**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.1400	15.00	2.10
CHOFER	HR	0.0140	16.25	0.23
OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	0.0630	27.00	1.70
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	2.86
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	1.03
			TOTAL MANO DE OBRA	**7.92**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
CAMION CISTERNA 10000 LT	HR	0.0140	145.00	2.03
COMPACTADOR DE RODILLO LISO AUTOPROPULS	HR	0.0340	315.50	10.73
MOTONIVELADORA	HR	0.0290	350.00	10.15
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.40
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**23.31**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	3.12
			TOTAL GASTOS GENERALES	**3.12**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	2.75
			TOTAL UTILIDAD	**2.75**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	1.15
			TOTAL I.T.	**1.15**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**38.25**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA PER D82 F8B **AREA:** VIA **Nº** 9

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE

CANTIDAD: 56,900.75

UNIDAD : M2

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
			TOTAL MATERIALES	**0.00**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.4300	15.00	6.45
CHOFER	HR	0.0020	16.25	0.03
OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	0.0070	27.00	0.19
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	4.74
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	1.70
			TOTAL MANO DE OBRA	**13.11**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
CAMION CISTERNA 10000 LT	HR	0.0020	145.00	0.29
COMPACTADOR DE RODILLO LISO AUTOPROPULS	HR	0.0040	315.50	1.26
MOTONIVELADORA	HR	0.0030	350.00	1.05
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.66
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**3.26**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	1.64
			TOTAL GASTOS GENERALES	**1.64**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	1.44
			TOTAL UTILIDAD	**1.44**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	0.60
			TOTAL I.T.	**0.60**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**20.05**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA CON 7C5 49C **AREA:** VIA **Nº** 10

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : CONFORMACION DE CAPA BASE C/PROV.

CANTIDAD: 14,225.19

UNIDAD : M3

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
MATERIAL PARA CONF. CAPA BASE	M3	1.1000	115.00	126.50
			TOTAL MATERIALES	**126.50**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.1000	15.00	1.50
CHOFER	HR	0.0195	16.25	0.32
OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	0.0390	27.00	1.05
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	2.04
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	0.73
			TOTAL MANO DE OBRA	**5.64**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
CAMION CISTERNA 10000 LT	HR	0.0180	145.00	2.61
VOLQUETA 12 M3	HR	0.0150	160.00	2.40
COMPACTADOR DE RODILLO LISO AUTOPROPULS	HR	0.0300	315.50	9.47
MOTONIVELADORA	HR	0.0300	350.00	10.50
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.28
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**25.26**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	15.74
			TOTAL GASTOS GENERALES	**15.74**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	13.85
			TOTAL UTILIDAD	**13.85**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	5.78
			TOTAL I.T.	**5.78**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**192.77**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA LOS F7F 175 929 **AREA:** VIA **Nº** 11

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : LOSA DE HORMIGON (S/CORTE DE JUNTAS) FCK= 4.5 MPA

CANTIDAD: 11,937.80

UNIDAD : M3

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ADITIVO P/CURADO HORMIGON	KG	0.1000	28.60	2.86
ARENA COMUN	M3	0.6750	120.06	81.04
			TOTAL MATERIALES	**675.38**
2.- MANO DE OBRA				
ALBAÑIL	HR	2.5000	21.50	53.75
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	3.7500	15.00	56.25
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.0650	23.00	1.50
OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	0.1000	27.00	2.70
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	81.08
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	29.17
			TOTAL MANO DE OBRA	**224.45**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
CAMION MEZCLADOR	HR	0.0500	170.00	8.50
PLANTA DOSIFICADORA DE HORMIGON	HR	0.0500	413.51	20.68
REGLAS VIBRADORAS	HR	0.0650	200.00	13.00
VIBRADOR DE HORMIGON	HR	0.5000	13.00	6.50
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	11.22
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**59.90**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	95.97
			TOTAL GASTOS GENERALES	**95.97**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	84.46
			TOTAL UTILIDAD	**84.46**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	35.23
			TOTAL I.T.	**35.23**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**1,175.39**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA COR 8B8 F2B **AREA:** VIA **Nº** 12

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : CORTE, ENSANCHE Y SELLADO DE JUNTAS (C/CINTA DE RESPALDO).

CANTIDAD: 36,639.29

UNIDAD : M

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
CINTA DE RESPALDO PARA JUNTAS	M	1.0400	4.40	4.58
SELLADOR DE JUNTA	LT	0.2000	110.00	22.00
			TOTAL MATERIALES	**26.58**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.1000	15.00	1.50
ESPECIALISTA EN VIAS	HR	0.0700	29.00	2.03
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.0500	23.00	1.15
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	3.32
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	1.20
			TOTAL MANO DE OBRA	**9.20**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
COMPRESOR	HR	0.0100	90.01	0.90
CORTADORA DE CONCRETO	HR	0.0400	18.01	0.72
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.46
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**2.08**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	3.79
			TOTAL GASTOS GENERALES	**3.79**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	3.33
			TOTAL UTILIDAD	**3.33**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	1.39
			TOTAL I.T.	**1.39**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**46.37**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA ARM 93B 515 9D0 **AREA:** VIA **Nº** 13

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : ARMADURA DE AMARRE EN PAV. RÍGIDO (C/CANASTILLO) D=12 MM

CANTIDAD: 11,511.00

UNIDAD : PZA

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ELECTRODO 6011	KG	0.0300	35.00	1.05
FIERRO CORRUGADO	KG	1.0600	10.80	11.45
			TOTAL MATERIALES	**12.50**
2.- MANO DE OBRA				
ALBAÑIL	HR	0.0500	21.50	1.08
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.0500	15.00	0.75
SOLDADOR	HR	0.0500	25.66	1.28
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	2.21
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	0.79
			TOTAL MANO DE OBRA	**6.11**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
EQUIPO SOLDADOR DE ARCO	HR	0.0600	8.51	0.51
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.31
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**0.82**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	1.94
			TOTAL GASTOS GENERALES	**1.94**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	1.71
			TOTAL UTILIDAD	**1.71**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	0.71
			TOTAL I.T.	**0.71**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**23.79**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA PAS 0A0 C6B 0B5 **AREA:** VIA **Nº** 14

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : PASAJUNTAS DE FIERRO LISO C/CANASTILLO D=1"

CANTIDAD: 39,065.00

UNIDAD : PZA

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ELECTRODO 6011	KG	0.0500	35.00	1.75
FIERRO CORRUGADO	KG	0.7000	10.80	7.56
			TOTAL MATERIALES	**30.51**
2.- MANO DE OBRA				
ALBAÑIL	HR	0.2000	21.50	4.30
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.2800	15.00	4.20
SOLDADOR	HR	0.0800	25.66	2.05
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	7.49
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	2.70
			TOTAL MANO DE OBRA	**20.74**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
EQUIPO SOLDADOR DE ARCO	HR	0.0800	8.51	0.68
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	1.04
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**1.72**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	5.30
			TOTAL GASTOS GENERALES	**5.30**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	4.66
			TOTAL UTILIDAD	**4.66**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	1.94
			TOTAL I.T.	**1.94**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**64.87**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : EST ACE AA6 6C5 **AREA:** EST **Nº** 15

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : ACERO DE REFUERZO

CANTIDAD: 155,539.12

UNIDAD : KG

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0.0600	12.00	0.72
FIERRO CORRUGADO	KG	1.0500	10.80	11.34
			TOTAL MATERIALES	**12.06**
2.- MANO DE OBRA				
ARMADOR	HR	0.1100	21.00	2.31
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.1100	15.00	1.65
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	2.81
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	1.01
			TOTAL MANO DE OBRA	**7.78**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.39
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**0.39**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	2.02
			TOTAL GASTOS GENERALES	**2.02**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	1.78
			TOTAL UTILIDAD	**1.78**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	0.74
			TOTAL I.T.	**0.74**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**24.77**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA CUN 3EF EA7 6D9 **AREA:** VIA **Nº** 16

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : CUNETA DE HORMIGON SIMPLE E=5 CM, ANCHO=30 CM

CANTIDAD: 10,432.29

UNIDAD : M

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ALQUITRAN	KG	0.0600	9.61	0.58
ARENA FINA	M3	0.0010	130.01	0.13
ARENA COMUN	M3	0.0080	120.06	0.96
CEMENTO PORTLAND	KG	5.8600	1.04	6.09
GRAVA COMUN	M3	0.0120	120.75	1.45
PIEDRA MANZANA	M3	0.0450	120.00	5.40
			TOTAL MATERIALES	**14.61**
2.- MANO DE OBRA				
ALBAÑIL	HR	0.5100	21.50	10.97
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.0570	23.00	1.31
PEON	HR	1.0200	14.00	14.28
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	18.86
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	6.79
			TOTAL MANO DE OBRA	**52.21**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
MEZCLADOR DE HORMIGON 280 LT	HR	0.0570	20.88	1.19
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	2.61
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**3.80**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	7.06
			TOTAL GASTOS GENERALES	**7.06**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	6.21
			TOTAL UTILIDAD	**6.21**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	2.59
			TOTAL I.T.	**2.59**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**86.48**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA COR 39E 898 CDD **AREA:** VIA **Nº** 17

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : CORDON DE ACERA PREFABRICADO 13X40X100 CM PROV. Y COLOC.

CANTIDAD: 10,377.90

UNIDAD : M

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
CORDON DE ACERA PREFABRICADO 13X40X100 C	PZA	1.0000	69.50	69.50
MATERIAL PARA CONF. CAPA BASE	M3	0.0075	115.00	0.86
			TOTAL MATERIALES	**70.36**
2.- MANO DE OBRA				
ALBAÑIL	HR	0.2500	21.50	5.38
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.2500	15.00	3.75
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	6.48
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	2.33
			TOTAL MANO DE OBRA	**17.94**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.90
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**0.90**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	8.92
			TOTAL GASTOS GENERALES	**8.92**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	7.85
			TOTAL UTILIDAD	**7.85**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	3.27
			TOTAL I.T.	**3.27**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**109.24**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA COR 303 853 4C7 **AREA:** VIA **Nº** 18

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : CORDON DE SUJECION 20X30 CM

CANTIDAD: 848.15

UNIDAD : M

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0.1000	12.00	1.20
ARENA FINA	M3	0.0010	130.01	0.13
ARENA COMUN	M3	0.0300	120.06	3.60
CEMENTO PORTLAND	KG	21.4100	1.04	22.27
CLAVOS	KG	0.0500	12.50	0.63
GRAVA COMUN	M3	0.0480	120.75	5.80
MADERA DE CONSTRUCCION ENCOFRADOS	P2	1.8000	7.50	13.50
PIEDRA MANZANA	M3	0.0300	120.00	3.60
POLIESTIRENO E=1CM	M2	0.0600	6.60	0.40
			TOTAL MATERIALES	**51.13**
2.- MANO DE OBRA				
ALBAÑIL	HR	0.9000	21.50	19.35
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	1.3000	15.00	19.50
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	27.58
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	9.92
			TOTAL MANO DE OBRA	**76.35**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
MEZCLADOR DE HORMIGON 280 LT	HR	0.0400	20.88	0.84
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	3.82
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**4.66**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	13.21
			TOTAL GASTOS GENERALES	**13.21**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	11.63
			TOTAL UTILIDAD	**11.63**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	4.85
			TOTAL I.T.	**4.85**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**161.83**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA SEÑ F4B 886 **AREA:** VIA **Nº** 19

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : SEÑALIZACION HORIZONTAL REFLECTIVA GENERAL

CANTIDAD: 2,115.03

UNIDAD : M2

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ESFERAS DE VIDRIO PARA PINTURA	KG	0.4000	21.28	8.51
PINTURA DE DEMARCACION VIAL	LT	0.6000	89.82	53.89
			TOTAL MATERIALES	**62.40**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.1000	15.00	1.50
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.1000	23.00	2.30
PEON	HR	0.1000	14.00	1.40
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	3.69
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	1.33
			TOTAL MANO DE OBRA	**10.22**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
DEMARCADOR VIAL	HR	0.1000	60.00	6.00
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.51
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**6.51**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	7.91
			TOTAL GASTOS GENERALES	**7.91**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	6.96
			TOTAL UTILIDAD	**6.96**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	2.90
			TOTAL I.T.	**2.90**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**96.90**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA SEÑ DFC 578 **AREA:** VIA **Nº** 20

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : SEÑALIZACION HORIZONTAL (OJOS DE GATO)

CANTIDAD: 673.00

UNIDAD : PZA

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
OJO DE GATO	PZA	1.0000	15.50	15.50
EMULSION BITUMINOSA	LT	0.0500	28.00	1.40
			TOTAL MATERIALES	**16.90**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.0500	15.00	0.75
ESPECIALISTA EN VIAS	HR	0.0300	29.00	0.87
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.0200	23.00	0.46
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	1.48
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	0.53
			TOTAL MANO DE OBRA	**4.09**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
MARTILLO NEUMATICO	HR	0.0200	56.25	1.13
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.20
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**1.33**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	2.23
			TOTAL GASTOS GENERALES	**2.23**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	1.96
			TOTAL UTILIDAD	**1.96**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	0.82
			TOTAL I.T.	**0.82**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**27.33**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA RIE 1AC FB2 39D **AREA:** VIA **Nº** 21

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : RIEGO DE LIGA RC-250

CANTIDAD: 285.60

UNIDAD : M2

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ASFALTO DILUIDO DE CURADO RAPIDO RC-250	LT	0.4000	50.00	20.00
			TOTAL MATERIALES	**20.00**
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.0020	15.00	0.03
CHOFER	HR	0.0020	16.25	0.03
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	0.04
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	0.01
			TOTAL MANO DE OBRA	**0.11**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
CAMION IMPRIMADOR	HR	0.0100	95.00	0.95
ESCOBA MECANICA AUTOPROPULSION	HR	0.0200	56.56	1.13
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	0.01
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**2.09**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	2.22
			TOTAL GASTOS GENERALES	**2.22**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	1.95
			TOTAL UTILIDAD	**1.95**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	0.81
			TOTAL I.T.	**0.81**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**27.18**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA ROM FCA BC3 4C5 **AREA:** VIA **Nº** 22

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : ROMPE MUELLE B=2 M H=10 CM

CANTIDAD: 36.30

UNIDAD : M

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ARENA PARA ASFALTO	M3	0.0600	130.00	7.80
ARENA FINA	M3	0.0400	130.01	5.20
CEMENTO ASFALTICO	KG	16.0000	19.50	312.00
DIESEL	LT	3.6200	3.72	13.47
ESFERAS DE VIDRIO PARA PINTURA	KG	0.6000	21.28	12.77
GRAVA SELECCIONADA	M3	0.0400	125.00	5.00
PINTURA AL ACEITE REFLECTIVA	LT	1.2000	56.00	67.20
			TOTAL MATERIALES	**423.44**
2.- MANO DE OBRA				
ALBAÑIL	HR	0.2000	21.50	4.30
AYUDANTE ALBAÑIL	HR	0.5000	15.00	7.50
CHOFER	HR	0.0010	16.25	0.02
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.2500	23.00	5.75
OPERADOR EQUIPO PESADO	HR	0.0040	27.00	0.11
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	12.55
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	4.52
			TOTAL MANO DE OBRA	**34.75**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
VOLQUETA 12 M3	HR	0.0010	160.00	0.16
COMPACTADOR MANUAL VIBRAT. ROD. LISO	HR	0.0500	34.90	1.75
DEMARCADOR VIAL	HR	0.2000	60.00	12.00
PLANTA DE ASFALTO DE 40 TON	HR	0.0040	1218.00	4.87
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	1.74
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**20.52**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	47.87
			TOTAL GASTOS GENERALES	**47.87**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	42.13
			TOTAL UTILIDAD	**42.13**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	17.57
			TOTAL I.T.	**17.57**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**586.28**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA SEÑ 1BD D7A **AREA:** VIA **Nº** 23

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : SEÑALIZACION VERTICAL (PREVENTIVA)

CANTIDAD: 41.00

UNIDAD : PZA

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ARENA COMUN	M3	0.0030	120.06	0.36
CEMENTO PORTLAND	KG	4.0000	1.04	4.16
PERNO 8"X3/8"	PZA	2.0000	1.50	3.00
PINTURA AL ACEITE REFLECTIVA	LT	0.1500	56.00	8.40
PINTURA ANTICORROSIVA	LT	0.2200	56.45	12.42
PLANCHA METALICA 1/8" E=3 MM	M2	1.2000	285.95	343.14
POSTE PREFABRICADO DE Hº H=3,50 M	PZA	1.0000	220.00	220.00
			TOTAL MATERIALES	**591.48**
2.- MANO DE OBRA				
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	2.0000	23.00	46.00
PEON	HR	4.0000	14.00	56.00
PINTOR	HR	2.0000	23.00	46.00
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	105.08
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	37.81
			TOTAL MANO DE OBRA	**290.89**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
CIZALLA	HR	2.0000	6.74	13.48
COMPRESOR	HR	2.0000	90.01	180.02
PISTOLA ROCIADORA	HR	2.0000	3.22	6.44
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	14.54
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**214.48**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	109.69
			TOTAL GASTOS GENERALES	**109.69**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	96.52
			TOTAL UTILIDAD	**96.52**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	40.26
			TOTAL I.T.	**40.26**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**1,343.32**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA SEÑ 944 9F6 **AREA:** VIA **Nº** 24

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : SEÑALIZACION VERTICAL (RESTRICTIVA)

CANTIDAD: 10.00

UNIDAD : PZA

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
ARENA COMUN	M3	0.0030	120.06	0.36
CEMENTO PORTLAND	KG	4.0000	1.04	4.16
PERNO 8"X3/8"	PZA	2.0000	1.50	3.00
PINTURA AL ACEITE REFLECTIVA	LT	0.1500	56.00	8.40
PINTURA ANTICORROSIVA	LT	0.2200	56.45	12.42
PLANCHA METALICA 1/8" E=3 MM	M2	1.2000	285.95	343.14
POSTE PREFABRICADO DE Hº H=3,50 M	PZA	1.0000	220.00	220.00
			TOTAL MATERIALES	**591.48**
2.- MANO DE OBRA				
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	2.0000	23.00	46.00
PEON	HR	4.0000	14.00	56.00
PINTOR	HR	2.0000	23.00	46.00
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	105.08
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	37.81
			TOTAL MANO DE OBRA	**290.89**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
CIZALLA	HR	2.0000	6.74	13.48
COMPRESOR	HR	2.0000	90.01	180.02
PISTOLA ROCIADORA	HR	2.0000	3.22	6.44
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	14.54
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**214.48**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	109.69
			TOTAL GASTOS GENERALES	**109.69**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	96.52
			TOTAL UTILIDAD	**96.52**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	40.26
			TOTAL I.T.	**40.26**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**1,343.32**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - OBRAS MAYORES

CODIGO : VIA LIM CA4 CBC **AREA:** VIA **Nº** 25

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

ACTIVIDAD : LIMPIEZA GENERAL OBRAS MAYORES

CANTIDAD: 1.00

UNIDAD : GLB

MONEDA : BOLIVIANOS **PERIODO DE ACTUALIZACIÓN:** 2025 1SEM

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES				
			TOTAL MATERIALES	**0.00**
2.- MANO DE OBRA				
CHOFER	HR	16.0000	16.25	260.00
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	16.0000	23.00	368.00
PEON	HR	48.0000	14.00	672.00
CARGAS SOCIALES (%DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			**71.00%**	923.00
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			**14.94%**	332.12
			TOTAL MANO DE OBRA	**2,555.12**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA				
VOLQUETA 10 M3	HR	16.0000	130.00	2,080.00
ESCOBA MECANICA AUTOPROPULSION	HR	16.0000	56.56	904.96
HERRAMIENTAS MENORES			**5.00%**	127.76
			TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	**3,112.72**
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES			**10.00%**	566.78
			TOTAL GASTOS GENERALES	**566.78**
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD			**8.00%**	498.77
			TOTAL UTILIDAD	**498.77**
6.- I.T.				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES			**3.09%**	208.06
			TOTAL I.T.	**208.06**
			TOTAL PRECIO UNITARIO	**6,941.45**

7.19 Anexo “O” Presupuesto

7.19.1 Presupuesto General

PRESUPUESTO POR ÍTEMS Y GENERAL DE LA OBRA (En Bolivianos)

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL

LOCALIZACION: DISTRITAL
DISTRITO: DISTRITAL

BASE DE DATOS: **2025 1SEM**

Nº ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNITARIO LITERAL	PRECIO TOTAL (NUMERAL)
	OBRAS PRELIMINARES					
1	INST. DE FAENAS OBRAS MAYORES S/LETRERO DE OBRA	GLB	2.00	33,207.97	Treinta y Tres Mil Doscientos Siete 97/100	66,415.94
2	LETRERO DE OBRA 4.00 x 2.50 M	PZA	3.00	1,888.38	Mil Ochocientos Ochenta y Ocho 38/100	5,665.14
	AREA VIAL					
3	LETRERO DE OBRA 1.20 X 3.00 M	PZA	2.00	548.05	Quinientos Cuarenta y Ocho 05/100	1,096.10
4	REPLANTEO Y TRAZADO DE VÍAS	M	3,163.61	8.30	Ocho 30/100	26,257.96
5	CORTE CON TOPADORA	M3	49,814.88	20.06	Veinte 06/100	999,288.49
6	RELLENO Y COMPACTADO C/MATERIAL COMÚN	M3	9,150.34	44.94	Cuarenta y Cuatro 94/100	411,216.28
7	RETIRO DE MATERIAL EXCEDENTE C/CARGUÍO	M3	52,743.99	32.00	Treinta y Dos 00/100	1,687,807.68
8	MEJORAMIENTO SUB RASANTE	M3	17,070.23	38.25	Treinta y Ocho 25/100	652,936.30
9	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE	M2	56,900.75	20.05	Veinte 05/100	1,140,880.04
10	CONFORMACION DE CAPA BASE C/PROV.	M3	11,380.15	192.77	Ciento Noventa y Dos 77/100	2,193,751.52
11	LOSA DE HORMIGON (S/CORTE DE JUNTAS) FCK= 4.5 MPA	M3	8,687.83	1,175.39	Mil Ciento Setenta y Cinco 39/100	10,211,688.50
12	CORTE, ENSANCHE Y SELLADO DE JUNTAS (C/CINTA DE RESPALDO).	M	38,639.29	40.37	Cuarenta y Seis 37/100	1,698,963.88
13	ARMADURA DE AMARRE EN PAV. RÍGIDO (C/CANASTILLO) D=12 MM	PZA	8,330.00	23.79	Veintitres 79/100	198,170.70
14	PASAJUNTAS DE FIERRO LISO C/CANASTILLO D=1"	PZA	39,065.00	84.87	Sesenta y Cuatro 87/100	2,534,146.55
15	ACERO DE REFUERZO	KG	155,539.12	24.77	Veinticuatro 77/100	3,852,704.00
16	CUNETA DE HORMIGON SIMPLE E=5 CM, ANCHO=30 CM	M	10,432.29	86.48	Ochenta y Seis 48/100	902,184.44
17	CORDON DE ACERA PREFABRICADO 13X40X100 CM PROV. Y COLOC.	M	10,377.90	109.24	Ciento Nueve 24/100	1,133,681.80
18	CORDON DE SUJECION 20X30 CM	M	848.15	161.83	Ciento Sesenta y Un 83/100	137,256.11
	SEÑALIZACION					
19	SEÑALIZACION HORIZONTAL REFLECTIVA GENERAL	M2	2,115.03	96.90	Noventa y Seis 90/100	204,946.41
20	SEÑALIZACION HORIZONTAL (OJOS DE GATO)	PZA	673.00	27.33	Veintisiete 33/100	18,393.09
21	RIEGO DE LIGA RC-250	M2	285.60	27.18	Veintisiete 18/100	7,762.61
22	ROMPE MUELLE B=2 M H=10 CM	M	36.30	596.28	Quinientos Ochenta y Seis 28/100	21,281.96
23	SEÑALIZACION VERTICAL (PREVENTIVA)	PZA	41.00	1,343.32	Mil Trescientos Cuarenta y Tres 32/100	55,076.12
24	SEÑALIZACION VERTICAL (RESTRICTIVA)	PZA	10.00	1,343.32	Mil Trescientos Cuarenta y Tres 32/100	13,433.20
	OBRAS COMPLEMENTARIAS					
25	LIMPIEZA GENERAL OBRAS MAYORES	GLB	1.00	6,941.45	Seis Mil Novecientos Cuarenta y Un 45/100	6,941.45

OBRAS PRELIMINARES Bs.	72,081.08
COMPONENTE VIAL Bs.	27,781,908.35
SEÑALIZACIÓN Bs.	320,893.39
OBRAS COMPLEMENTARIAS Bs.	6,941.45
PRECIO TOTAL DE OBRA Bs.	28,181,824.27
PRECIO SUPERVISIÓN DE OBRA Bs.	1,409,091.21
PRECIO TOTAL (Numeral) EN Bs.	29,590,915.48
PRECIO TOTAL (Literal) EN Bs.	Veintinueve Millones Quinientos Noventa Mil Novecientos Quince 48/100

7.19.2 Planilla de Equipo y maquinaria

COSTO TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA MAS % DE HERRAMIENTAS MENORES EN Bs	3,878,447.97

Nº ITEM	DESCRIPCION	VOLUMEN DE COMPUTO MÉTRICO	RENDIMIENTO DE E&M	TOTAL DE HORAS	TOTAL DIAS DE 8 HORAS
4	EQUIPO TOPOGRAFICO	3,163.61	0.0200	63.27	7.9
5	TOPADORA	49,814.88	0.0300	1,494.45	186.8
6	TOPADORA	9,150.34	0.0500	457.52	57.2
6	COMPACTADOR DE RODILLO LISO AUTOPROPULSADO	9,150.34	0.0200	183.01	22.9
7	VOLQUETA 12 M3	52,743.99	0.0900	4,746.96	593.4
7	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	52,743.99	0.0200	1,054.88	131.9
8	MOTONIVELADORA	17,070.23	0.0290	495.04	61.9
8	COMPACTADOR DE RODILLO LISO AUTOPROPULSADO	17,070.23	0.0340	580.39	72.5
8	CAMION CISTERNA 10000 LT	17,070.23	0.0140	238.98	29.9
9	MOTONIVELADORA	56,900.75	0.0030	170.70	21.3
9	COMPACTADOR DE RODILLO LISO AUTOPROPULSADO	56,900.75	0.0040	227.60	28.5
9	CAMION CISTERNA 10000 LT	56,900.75	0.0020	113.80	14.2
10	VOLQUETA 12 M3	11,380.15	0.0150	170.70	21.3
10	MOTONIVELADORA	11,380.15	0.0300	341.40	42.7
10	COMPACTADOR DE RODILLO LISO AUTOPROPULSADO	11,380.15	0.0300	341.40	42.7
10	CAMION CISTERNA 10000 LT	11,380.15	0.0180	204.84	25.6
11	VIBRADOR DE HORMIGON	8,687.83	0.5000	4,343.92	543.0
11	REGLAS VIBRADORAS	8,687.83	0.0650	564.71	70.6
11	PLANTA DOSIFICADORA DE HORMIGON	8,687.83	0.0500	434.39	54.3
11	CAMION MEZCLADOR	8,687.83	0.0500	434.39	54.3
12	CORTADORA DE CONCRETO	36,639.29	0.0400	1,465.57	183.2
12	COMPRESOR	36,639.29	0.0100	366.39	45.8
13	EQUIPO SOLDADOR DE ARCO	8,330.00	0.0600	499.80	62.5
14	EQUIPO SOLDADOR DE ARCO	39,065.00	0.0800	3,125.20	390.7
16	MEZCLADOR DE HORMIGON 280 LT	10,432.29	0.0570	594.64	74.3
18	MEZCLADOR DE HORMIGON 280 LT	848.15	0.0400	33.93	4.2
19	DEMARCADOR VIAL	2,115.03	0.1000	211.50	26.4
20	MARTILLO NEUMATICO	673.00	0.0200	13.46	1.7
21	ESCOBA MECANICA AUTOPROPULSION	285.60	0.0200	5.71	0.7
21	CAMION IMPRIMADOR	285.60	0.0100	2.86	0.4
22	COMPACTADOR MANUAL VIBRAT. ROD. LISO	36.30	0.0500	1.82	0.2
22	VOLQUETA 12 M3	36.30	0.0010	0.04	0.0
22	DEMARCADOR VIAL	36.30	0.2000	7.26	0.9
22	PLANTA DE ASFALTO DE 40 TON	36.30	0.0040	0.15	0.0
23	PISTOLA ROCIADORA	41.00	2.0000	82.00	10.3
23	COMPRESOR	41.00	2.0000	82.00	10.3
23	CIZALLA	41.00	2.0000	82.00	10.3
24	PISTOLA ROCIADORA	10.00	2.0000	20.00	2.5
24	COMPRESOR	10.00	2.0000	20.00	2.5
24	CIZALLA	10.00	2.0000	20.00	2.5
25	VOLQUETA 10 M3	1.00	16.0000	16.00	2.0
25	ESCOBA MECANICA AUTOPROPULSION	1.00	16.0000	16.00	2.0

7.19.3 Planilla de mano de obra

					COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA DIRECTA EN Bs.	3,305,857.23
Nº ITEM	DESCRIPCION	TIPO	VOLUMEN DE COMPUTO MÉTRICO	RENDIMIENTO MANO DE OBRA	TOTAL DE HORAS	TOTAL DIAS DE 8 HORAS
1	ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 1	2	28.0000	56.00	7.00
1	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	2	32.0000	64.00	8.00
1	PEON	SEMICALIFICADA 2	2	32.0000	64.00	8.00
2	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	3.00	0.7000	2.10	0.26
2	PEON	SEMICALIFICADA 2	3.00	0.7000	2.10	0.26
3	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	2.00	0.5000	1.00	0.13
4	ALARIFE	SEMICALIFICADA 2	3,163.61	0.0500	158.18	19.77
4	TOPOGRAFO	CALIFICADA	3,163.61	0.0400	126.54	15.82
5	OPERADOR EQUIPO PESADO	CALIFICADA	49,814.88	0.0300	1,494.45	186.81
6	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	9,150.34	0.1000	915.03	114.38
6	OPERADOR EQUIPO PESADO	CALIFICADA	9,150.34	0.0500	457.52	57.19
7	CHOFER	SEMICALIFICADA 1	52,743.99	0.0900	4,746.96	593.37
7	OPERADOR EQUIPO PESADO	CALIFICADA	52743.99	0.0200	1,054.88	131.86
8	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	17,070.23	0.1400	2,389.83	298.73
8	CHOFER	SEMICALIFICADA 1	17,070.23	0.0140	238.98	29.87
8	OPERADOR EQUIPO PESADO	CALIFICADA	17070.23	0.0630	1,075.42	134.43
9	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	56,900.75	0.4300	24,467.32	3,058.42
9	CHOFER	SEMICALIFICADA 1	56,900.75	0.0020	113.80	14.23
9	OPERADOR EQUIPO PESADO	CALIFICADA	56900.75	0.0070	398.31	49.79
10	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	11,380.15	0.1000	1,138.02	142.25
10	CHOFER	SEMICALIFICADA 1	11,380.15	0.0195	221.91	27.74
10	OPERADOR EQUIPO PESADO	CALIFICADA	11380.15	0.0390	443.83	55.48
11	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	CALIFICADA	8,687.83	0.0650	564.71	70.59
11	ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 1	8,687.83	2.5000	21,719.58	2,714.95
11	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	8,687.83	3.7500	32,579.36	4,072.42
11	OPERADOR EQUIPO PESADO	CALIFICADA	8687.83	0.1000	868.78	108.60
12	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	CALIFICADA	36639.29	0.0500	1,831.96	229.00
12	ESPECIALISTA EN VIAS	CALIFICADA	36639.29	0.0700	2,564.75	320.59
12	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	36639.29	0.1000	3,663.93	457.99
13	SOLDADOR	CALIFICADA	8330	0.0500	416.50	52.06
13	ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 1	8,330.00	0.0500	416.50	52.06
13	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	8330	0.0500	416.50	52.06
14	SOLDADOR	CALIFICADA	39065	0.0800	3,125.20	390.65
14	ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 1	39,065.00	0.2000	7,813.00	976.63
14	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	39,065.00	0.2800	10,938.20	1,367.28
15	ARMADOR	SEMICALIFICADA 1	155,539.12	0.1100	17,109.30	2,138.66
15	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	155539.12	0.1100	17,109.30	2,138.66
16	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	CALIFICADA	10432.29	0.0570	594.64	74.33
16	ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 1	10,432.29	0.5100	5,320.47	665.06
16	PEON	SEMICALIFICADA 2	10432.29	1.0200	10,640.94	1,330.12
17	ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 1	10,377.90	0.2500	2,594.48	324.31

17	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	10377.9	0.2500	2,594.48	324.31
18	ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 1	848.15	0.9000	763.34	95.42
18	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	848.15	1.3000	1,102.60	137.82
19	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	CALIFICADA	2,115.03	0.1000	211.50	26.44
19	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	2,115.03	0.1000	211.50	26.44
19	PEON	SEMICALIFICADA 2	2,115.03	0.1000	211.50	26.44
20	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	CALIFICADA	673.00	0.0200	13.46	1.68
20	ESPECIALISTA EN VIAS	CALIFICADA	673	0.0300	20.19	2.52
20	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	673.00	0.0500	33.65	4.21
21	CHOFER	SEMICALIFICADA 1	285.60	0.0020	0.57	0.07
21	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	285.60	0.0020	0.57	0.07
22	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	CALIFICADA	36.3	0.2500	9.08	1.13
22	ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 1	36.30	0.2000	7.26	0.91
22	CHOFER	SEMICALIFICADA 1	36.3	0.0010	0.04	0.00
22	OPERADOR EQUIPO PESADO	CALIFICADA	36.3	0.0040	0.15	0.02
22	AYUDANTE ALBAÑIL	SEMICALIFICADA 2	36.30	0.5000	18.15	2.27
23	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	CALIFICADA	41.00	2.0000	82.00	10.25
23	PEON	SEMICALIFICADA 2	41.00	4.0000	164.00	20.50
23	PINTOR	CALIFICADA	41	2.0000	82.00	10.25
24	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	CALIFICADA	10.00	2.0000	20.00	2.50
24	PINTOR	CALIFICADA	10	2.0000	20.00	2.50
24	PEON	SEMICALIFICADA 2	10	4.0000	40.00	5.00
25	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	CALIFICADA	1.00	16.0000	16.00	2.00
25	CHOFER	SEMICALIFICADA 1	1.00	16.0000	16.00	2.00
25	PEON	SEMICALIFICADA 2	1	48.0000	48.00	6.00

7.19.4 Planilla de Materiales

COSTO TOTAL DE MATERIAL EN Bs	12,635,112.61

Nº ITEM	DESCRIPCION	PROCEDENCIA	UNIDAD	VOLUMEN DE COMPUTO MÉTRICO	RENDIMIENTO DE MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL	PRECIO UNITARIO DE MATERIAL	TOTAL BS
1	BISAGRA 4"	IMP	PZA	2.00	4.0000	8.00	20.00	160.00
1	CALAMINA GALVANIZADA ONDULADA Nº 30	NAL	M2	2.00	450.0000	900.00	36.24	32,616.00
1	CALLAPO DE 3"	NAL	M	2.00	875.0000	1,750.00	5.00	8,750.00
1	CLAVOS DE 2" A 4"	NAL	KG	2.00	5.2267	10.45	13.99	146.24
1	CLAVOS DE CALAMINA	NAL	KG	2.00	8.0882	16.18	15.00	242.64
1	DEPOSITO DE MATERIALES (ALQUILER)	NAL	PZA	2.00	6.0000	12.00	400.00	4,800.00
1	OFICINA (ALQUILER)	NAL	PZA	2.00	2.0000	4.00	300.00	1,200.00
2	BANNER C/BASTIDOR DE 4.00 X 2.50 M	NAL	PZA	3.00	1.0000	3.00	1,500.00	4,500.00
3	BANNER C/BASTIDOR DE 1.20 X 3.00 M	NAL	PZA	2.00	1.0000	2.00	432.00	864.00
4	ESTACA DE MADERA	NAL	PZA	3,163.61	0.3000	949.08	5.00	4,745.42
4	ESTUCO	NAL	KG	3,163.61	0.0200	63.27	0.68	31.64
4	PINTURA AL OLEO	NAL	GL	3,163.61	0.0070	22.15	164.74	3,638.15
10	MATERIAL PARA CONF. CAPA BASE	NAL	M3	11,380.15	1.1000	12,518.17	115.00	1,439,588.98
11	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	IMP	KG	8,687.83	0.4000	3,475.13	27.90	96,956.18
11	ADITIVO P/CURADO HORMIGON	IMP	KG	8,687.83	0.1000	868.78	28.60	24,847.19
11	ARENA COMUN	NAL	M3	8,687.83	0.6750	5,864.29	120.06	704,061.74
11	CEMENTO PORTLAND	NAL	KG	8,687.83	380.0000	3,301,375.40	1.04	3,433,430.42
11	FIBRAS DE REFUERZO (POLIPROPILENO)	IMP	KG	8,687.83	0.8000	6,950.26	59.53	413,714.46
11	GRAVA SELECCIONADA	NAL	M3	8,687.83	1.1000	9,556.61	125.00	1,194,576.63
12	CINTA DE RESPALDO PARA JUNTAS	IMP	M	36,639.29	1.0400	38,104.86	4.40	167,807.95
12	SELLADOR DE JUNTA	IMP	LT	36,639.29	0.2000	7,327.86	110.00	806,064.38
13	ELECTRODO 6011	IMP	KG	8,330.00	0.0300	249.90	35.00	8,746.50
13	FIERRO CORRUGADO	NAL	KG	8,330.00	1.0600	8,829.80	10.80	95,378.50
14	ELECTRODO 6011	IMP	KG	39,065.00	0.0500	1,953.25	35.00	68,363.75
14	FIERRO CORRUGADO	NAL	KG	39,065.00	0.7000	27,345.50	10.80	295,331.40
14	FIERRO LISO D=1"	IMP	M	39,065.00	0.4500	17,579.25	43.22	759,814.25
14	PINTURA EPOXICA	NAL	GL	39,065.00	0.0050	195.33	350.00	68,363.75
15	ALAMBRE DE AMARRE	IMP	KG	155,539.12	0.0600	9,332.35	12.00	111,988.17
15	FIERRO CORRUGADO	NAL	KG	155,539.12	1.0500	163,316.08	10.80	1,763,813.62
16	ALQUITRAN	IMP	KG	10,432.29	0.0600	625.94	9.61	6,030.73
16	ARENA COMUN	NAL	M3	10,432.29	0.0080	83.46	120.06	10,015.00
16	ARENA FINA	NAL	M3	10,432.29	0.0010	10.43	130.01	1,356.20
16	CEMENTO PORTLAND	NAL	KG	10,432.29	5.8600	61,133.22	1.04	63,582.65
16	GRAVA COMUN	NAL	M3	10,432.29	0.0120	125.19	120.75	15,126.82
16	PIEDRA MANZANA	NAL	M3	10,432.29	0.0450	469.45	120.00	56,334.37
17	CORDON DE ACERA PREFABRICADO 13X40X100 CM	NAL	PZA	10,377.90	1.0000	10,377.90	69.50	721,264.05
17	MATERIAL PARA CONF. CAPA BASE	NAL	M3	10,377.90	0.0075	77.83	115.00	8,924.99
18	ALAMBRE DE AMARRE	IMP	KG	848.15	0.1000	84.82	12.00	1,017.78
18	ARENA COMUN	NAL	M3	848.15	0.0300	25.44	120.06	3,053.34
18	ARENA FINA	NAL	M3	848.15	0.0010	0.85	130.01	110.26
18	CEMENTO PORTLAND	NAL	KG	848.15	21.4100	18,158.89	1.04	18,888.30
18	CLAVOS	NAL	KG	848.15	0.0500	42.41	12.50	534.33
18	GRAVA COMUN	NAL	M3	848.15	0.0480	40.71	120.75	4,919.27
18	MADERA DE CONSTRUCCION ENCOFRADOS	NAL	P2	848.15	1.8000	1,526.67	7.50	11,450.03
18	PIEDRA MANZANA	NAL	M3	848.15	0.0300	25.44	120.00	3,053.34
18	POLIESTIRENO E=1CM	NAL	M2	848.15	0.0600	50.89	6.60	339.26
19	ESFERAS DE VIDRIO PARA PINTURA	IMP	KG	2,115.03	0.4000	846.01	21.28	17,998.91
19	PINTURA DE DEMARCACION VIAL	IMP	LT	2,115.03	0.6000	1,269.02	89.82	113,978.97
20	EMULSION BITUMINOSA	IMP	LT	673.00	0.0500	33.65	28.00	942.20
20	OJO DE GATO	IMP	PZA	673.00	1.0000	673.00	15.50	10,431.50
21	ASFALTO DILUIDO DE CURADO RAPIDO RC-250	IMP	LT	285.60	0.4000	114.24	50.00	5,712.00

22	ARENA FINA	NAL	M3	36.30	0.0400	1.45	130.01	188.76
22	ARENA PARA ASFALTO	IMP	M3	36.30	0.0600	2.18	130.00	283.14
22	CEMENTO ASFALTICO	IMP	KG	36.30	16.0000	580.80	19.50	11,325.60
22	DIESEL	IMP	LT	36.30	3.6200	131.41	3.72	488.96
22	ESFERAS DE VIDRIO PARA PINTURA	IMP	KG	36.30	0.6000	21.78	21.28	463.55
22	GRAVA SELECCIONADA	NAL	M3	36.30	0.0400	1.45	125.00	181.50
22	PINTURA AL ACEITE REFLECTIVA	NAL	LT	36.30	1.2000	43.56	56.00	2,439.36
23	ARENA COMUN	NAL	M3	41.00	0.0030	0.12	120.06	14.76
23	CEMENTO PORTLAND	NAL	KG	41.00	4.0000	164.00	1.04	170.56
23	PERNO 8"X3/8"	IMP	PZA	41.00	2.0000	82.00	1.50	123.00
23	PINTURA AL ACEITE REFLECTIVA	NAL	LT	41.00	0.1500	6.15	56.00	344.40
23	PINTURA ANTICORROSIVA	NAL	LT	41.00	0.2200	9.02	56.45	509.22
23	PLANCHA METALICA 1/8" E=3 MM	IMP	M2	41.00	1.2000	49.20	285.95	14,068.74
23	POSTE PREFABRICADO DE H8 H=3,50 M	NAL	PZA	41.00	1.0000	41.00	220.00	9,020.00
24	ARENA COMUN	NAL	M3	10.00	0.0030	0.03	120.06	3.60
24	CEMENTO PORTLAND	NAL	KG	10.00	4.0000	40.00	1.04	41.60
24	PERNO 8"X3/8"	IMP	PZA	10.00	2.0000	20.00	1.50	30.00
24	PINTURA AL ACEITE REFLECTIVA	NAL	LT	10.00	0.1500	1.50	56.00	84.00
24	PINTURA ANTICORROSIVA	NAL	LT	10.00	0.2200	2.20	56.45	124.20
24	PLANCHA METALICA 1/8" E=3 MM	IMP	M2	10.00	1.2000	12.00	285.95	3,431.40
24	POSTE PREFABRICADO DE H8 H=3,50 M	NAL	PZA	10.00	1.0000	10.00	220.00	2,200.00

7.19.5 Resumen global de costo

RESUMEN GLOBAL DE COSTOS OBRAS - MAYORES		
PROYECTO.-	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS VIALES, TRAMO MOTOTAXI - BARRIO CASTAÑAL	
DESCRIPCION		TOTAL en Bs.-
1.- MATERIALES		
IMPORTADOS		2,644,809.31
NACIONALES		9,990,303.30
	TOTAL DE MATERIALES	**12,635,112.61**
2.- MANO DE OBRA		
CALIFICADA		404,574.22
SEMI CALIFICADA 1		1,277,839.59
SEMI CALIFICADA 2		1,623,443.42
PARCIAL MANO DE OBRA		3,305,857.23
BENEFICIOS SOCIALES	*71.00%*	2,347,158.63
% DE VALOR DE CORRECCION POR FACTOR DE REDONDEO	*-0.0004%*	-103.65
INPUESTO AL VALOR AGREGADO	*14.94%*	844,560.57
	TOTAL MANO DE OBRA	**6,497,472.78**
3.- EQUIPO Y MAQUINARIA		
EQUIPOS Y MAQUINARIA		3,553,574.33
HERRAMIENTAS MENORES	*5.00%*	324,873.64
		3,878,447.97
4.- GASTOS GENERALES		
	10.00%	2,301,103.34
		2,301,103.34
5.- UTILIDAD		
	8.00%	2,024,970.94
		2,024,970.94
6.- I.T.		
	3.09%	844,716.63
		844,716.63
	TOTAL RGC	**28,181,824.27**

7.20 Cronograma

7.21 Planos