



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACTULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Mejoramiento del diseño de infraestructura vial entre el  
desvío Charat y distrito de Charat, Otuzco, La Libertad  
2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Crisólogo Castro, Helver Alfredo (ORCID: 0000-0002-1629-5048)

Hernández Silva, Erik Junior (ORCID: 0000-0001-7012-658X)

**ASESOR:**

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

**TRUJILLO – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

A Dios; por ser mi guía en todo momento, a mis padres; por su gran esfuerzo que hacen para apoyarme y su ejemplo a seguir, a mis hermanos y familia en general; por apoyarme en todo momento y para mis amistades; por compartir sus conocimientos básicos y apoyo incondicional.

### **Crisólogo Castro, Helver Alfredo**

A Dios por ser mi guía en cada paso que doy, a mi madre, por ser mi ejemplo y fortaleza durante toda mi vida, a Segundo Castillo por fomentar en mí el gusto por la Ingeniería Civil, a mi pareja por estar a mi lado y ser mi compañera de este largo camino, a todos mis seres queridos por colocar un granito de arena y contribuir para que sea mejor persona cada día.

### **Hernández Silva, Erik Junior**

## **Agradecimiento**

A Dios; por ser mi guía y protector en cada paso que doy en el día a día, a mis padres; por apoyarme en todo momento con mucho amor y fortaleza, a mis hermanas y hermano menor; quienes son mi motor y motivo para seguir en pie de lucha para ser un gran profesional, a mi familia en general; apoyo incondicional hacia mi persona, a mis amistades; quienes con un granito de arena me apoyaron en este proyecto, a nuestros asesores; por brindarnos su apoyo para realizar con éxito este proyecto y a la Universidad Cesar Vallejo; mi alma mater, por ser parte de mi formación profesional.

### **Crisólogo Castro, Helver Alfredo**

Gracias a Dios por bendecirme con su infinita gracia, a mi madre por estar siempre a mi lado y ser mi punto de partida, a nuestro asesor por ser parte fundamental de este proyecto, a la universidad Cesar Vallejo por ser parte de mi formación académica.

### **Hernández Silva, Erik Junior**

## Índice de Contenidos

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	ii
Índice de Contenidos.....	iii
Índice de tablas .....	iv
Índice de gráficos y figuras.....	x
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	9
III. METODOLOGÍA .....	31
3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación .....	31
3.2. Variables y operacionalización .....	34
3.3. Población, muestra y muestreo .....	35
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.5. Procedimientos.....	38
3.6. Método de análisis de datos.....	141
3.7. Aspectos éticos .....	142
3.8. Desarrollo del proyecto de investigación .....	142
IV. RESULTADOS.....	203
V. DISCUSIÓN.....	131
VI. CONCLUSIONES .....	135
VII. RECOMENDACIONES.....	136
REFERENCIAS .....	203
ANEXOS .....	219

## Índice de tablas

Tabla 01. Dimensiones mínimas_____	20
Tabla 02. Dimensiones mínimas a obstáculos fijos_____	25
Tabla 03. Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte_____	27
Tabla 04. Peralte mínimo_____	27
Tabla 05. Periodos de diseño en función del tipo de carretera_____	28
Tabla 06. Valores de radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción _____	28
Tabla 07. Longitud mínima de transición_____	29
Tabla 08. Diseño de investigación_____	34
Tabla 09. Matriz de clasificación de variable_____	35
Tabla 10. Instrumentos y validaciones_____	38
Tabla 11. Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para diferentes periodos de retorno_____	71
Tabla 12. Coeficientes de duración_____	72
Tabla 13. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de lluvias_____	72
Tabla 14. Cálculo de la intensidad de lluvia en mm/hr en la ciudad de Tunja__	73
Tabla 15. Regresión potencial por el método de distribución de Gumbel para un periodo de retorno de 2 años_____	74
Tabla 16. Resumen de aplicación de regresión _____	75
Tabla 17. Productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y_____	76
Tabla 18. Aplicación del método de la regresión múltiple por mínimos cuadrados_____	78
Tabla 19. Relación I-D-F de una estación meteorológica_____	79
Tabla 20. Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje _____	80

Tabla 21. Coeficiente de escurrentía .....	83
Tabla 22. Velocidad máxima del agua .....	87
Tabla 23. Valores del coeficiente de Rugosidad de Manning (n) 1 .....	88
Tabla 24. Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica .....	89
Tabla 25. Inclinaciones máximas de talud (V:H) interior de la cuneta .....	90
Tabla 26. Valores del coeficiente de Rugosidad de Manning (n) 2 .....	95
Tabla 27. Pesos y alturas de coberturas mínimas y máximas. Espesores sin recubrimiento (mm).....	96
Tabla 28. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos.....	99
Tabla 29. Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 tn, en el carril de diseño para pavimentos flexibles, semi-rígidos y rígidos.....	101
Tabla 30. Dimensiones principales de los vehículos de diseño.....	103
Tabla 31. Datos básicos de los vehículos de tipo M.....	104
Tabla 32. Datos básicos de los vehículos de diseño.....	104
Tabla 33. Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	105
Tabla 34. Longitudes de tramos en tangente.....	105
Tabla 35. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.....	107
Tabla 36. Longitud mínima de curva de transición.....	108
Tabla 37. Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de tercera clase.....	110
Tabla 38. Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.....	111
Tabla 39. Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte.....	112

Tabla 40. Valores de sobreancho_____	114
Tabla 41. Pendientes máximas (%)_____	115
Tabla 42. Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase_____	117
Tabla 43. Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase_____	118
Tabla 44. Anchos mínimos de calzada en tangente_____	120
Tabla 45. Anchos de bermas_____	121
Tabla 46. Valores del bombeo de la calzada_____	122
Tabla 47. Valores del peralte máximo_____	122
Tabla 48. Proporción del peralte (p) a desarrollar en la tangente_____	123
Tabla 49. Tramos mínimos en tangente entre curvas del mismo sentido_____	123
Tabla 50. Valores referenciales para taludes en corte (Relación H:V)_____	125
Tabla 51. Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)_____	125
Tabla 52. Modulo resiliente obtenido por correlación con CBR_____	128
Tabla 53. Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (20 años), según rango de tráfico_____	129
Tabla 54. Valores recomendados de desviación estándar_____	129
Tabla 55. Índice de serviciabilidad inicial (Pi)_____	130
Tabla 56. Índice de serviciabilidad final (Pt)_____	131
Tabla 57. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento ai_____	132
Tabla 58. Coordenadas UTM de Puntos topográficos_____	144
Tabla 59. Calicatas en el tramo km 0+000.00 - km 2+500.00_____	146
Tabla 60. Registro de precipitaciones diarias_____	147
Tabla 61. Precipitaciones diarias por mes_____	148

Tabla 62. Precipitaciones mensuales por año_____	148
Tabla 63. Registro pluviométrico_____	149
Tabla 64. Registro de precipitaciones máximas por año _____	151
Tabla 65. Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias _____	152
Tabla 66. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias _____	153
Tabla 67. Intensidades de lluvia a partir de $p_d$ (precipitación máxima por diferente tiempo de duración de lluvias) _____	154
Tabla 68. Cálculo de “d” y “n” para un periodo de retorno de $t = 2$ años _____	155
Tabla 69. Cálculo de los productos, cuadrados y sumatorias de las variables $x,y$ para $T=2$ años _____	155
Tabla 70. Cálculo de “d” y “n” para un periodo de retorno de $t = 5$ años _____	156
Tabla 71. Cálculo de los productos, cuadrados y sumatorias de las variables $x,y$ para $T=5$ años _____	157
Tabla 72. Cálculo de “d” y “n” para un periodo de retorno de $t = 10$ años _____	158
Tabla 73. Cálculo de los productos, cuadrados y sumatorias de las variables $x,y$ para $T=10$ años _____	159
Tabla 74. Cálculo de “d” y “n” para un periodo de retorno de $t = 20$ años _____	160
Tabla 75. Cálculo de los productos, cuadrados y sumatorias de las variables $x,y$ para $T=20$ años _____	160
Tabla 76. Cálculo de “d” y “n” para un periodo de retorno de $t = 20$ años _____	161
Tabla 77. Cálculo de los productos, cuadrados y sumatorias de las variables $x,y$ para $T=25$ años _____	162
Tabla 78. Cálculo de “d” y “n” para un periodo de retorno de $t = 50$ años _____	163
Tabla 79. Cálculo de los productos, cuadrados y sumatorias de las variables $x,y$ para $T=50$ años _____	163

Tabla 80. Cálculo de “d” y “n” para un periodo de retorno de t = 75 años	164
Tabla 81. Cálculo de los productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=75 años	165
Tabla 82. Cálculo de “d” y “n” para un periodo de retorno de t = 100 años	166
Tabla 83. Cálculo de los productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=100 años	166
Tabla 84. Cálculo de “d” y “n” para un periodo de retorno de t = 500 años	167
Tabla 85. Cálculo de los productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=500 años	168
Tabla 86. Resumen de aplicación de regresión potencial	169
Tabla 87. Regresión potencial	170
Tabla 88. Intensidades – tiempo de duración	171
Tabla 89. Precipitación anual	173
Tabla 90. Datos de la carretera en estudio	174
Tabla 91. Resumen de datos de elevaciones, longitudes y pendientes de la vía de estudio	175
Tabla 92. Caudales de aporte para cunetas	177
Tabla 93. Diseño de cunetas	178
Tabla 94. Caudales de aporte para alcantarillas de alivio	180
Tabla 95. Características de tubería	182
Tabla 96. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE), para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos	183
Tabla 97. Evaluación de orografía	185
Tabla 98. Evaluación de la orografía mediante la Estadística	185
Tabla 99. Tabla de elementos de curva	187
Tabla 100. Tabla de elementos de espirales	187

Tabla 101. Cuadro de movimiento de tierras .....	191
Tabla 102. Categorías de subrasante .....	192
Tabla 103. Coeficientes para carpeta de rodadura del pavimento ai .....	193
Tabla 104. Coeficientes para base del pavimento flexible ai .....	193
Tabla 105. Coeficientes para subbase del pavimento flexible ai .....	193
Tabla 106. Puntos topográficos con coordenadas UTM .....	197
Tabla 107. Estudio mecánico de suelos .....	199
Tabla 108. Precipitaciones máximas .....	200
Tabla 109. Intensidad máxima .....	202
Tabla 110. Dimensiones de cunetas .....	203
Tabla 111. Dimensiones de alcantarillas de alivio .....	203
Tabla 112. Índice Medio Diario (IMDA) .....	204
Tabla 113. Cálculo de ejes equivalentes (ESAL) .....	204
Tabla 114. Parámetros básicos diseño .....	205
Tabla 115. Diseño 1 de espesores del pavimento flexible .....	206
Tabla 116. Diseño 2 de espesores del pavimento flexible .....	206

## Índice de gráficos y figuras

Figura 01. Casos de bombeo .....	19
Figura 02. Configuraciones recomendables 1 .....	21
Figura 03. Configuraciones recomendables 2 .....	21
Figura 04. Configuraciones recomendables 3 .....	22
Figura 05. Elemento de curva simple .....	22
Figura 06. Desarrollo de curva circular .....	23
Figura 07. Verificación grafica distancias de visibilidad en perfil en curvas convexas .....	24
Figura 08. Visibilidad en curva .....	24
Figura 09. Longitud de transición .....	26
Figura 10. Asfaltado de la calzada .....	26
Figura 11. Longitud mínima de la espiral de acuerdo al peralte .....	30
Figura 12. Planta de la transición del peralte .....	30
Figura 13. Perfil longitudinal de la transición del peralte.....	31
Figura 14. Diseño transversal.....	34
Figura 15. Identificación de la zona en estudio .....	41
Figura 16. Creación de polígono en Google Earth .....	42
Figura 17. Creación de archivo para importar en Global Mapper .....	42
Figura 18. Importación del archivo generado en Google Earth .....	43
Figura 19. Importación de datos en Global Mapper .....	43
Figura 20. Visualización de datos en Global Mapper .....	44
Figura 21. Opción de configuración de sistemas de coordenadas del Proyecto .....	44

Figura 22. Configuración de sistemas de coordenadas UTM del proyecto .....	45
Figura 23. Opción para inicio de conexión y descarga de mapas .....	46
Figura 24. Proceso para conexión y descarga de mapas .....	46
Figura 25. Conexión y descarga de mapas .....	47
Figura 26. Opción para iniciar a generar curvas de nivel .....	47
Figura 27. Configuración de intervalo de curvas de nivel .....	48
Figura 28. Generación de curvas de nivel .....	48
Figura 29. Desactivación de imagen satelital .....	49
Figura 30. Visualización de curvas de nivel .....	49
Figura 31. Opciones en proceso para exportación de curvas de nivel .....	50
Figura 32. Selección de capas a exportar .....	51
Figura 33. Selección de formato a exportar .....	51
Figura 34. Selección de opciones para proceso final de exportación .....	52
Figura 35. Exportación de curvas de nivel .....	52
Figura 36. Visualización de curvas de nivel en el software AutoCAD Civil 3D .....	53
Figura 37. Disco espaciador y papel de filtro dentro del molde .....	54
Figura 38. Peso de molde más suelo compactado .....	55
Figura 39. Menú para descarga de dato .....	58
Figura 40. Selección de estación meteorológica .....	58
Figura 41. Ingreso con cuenta de usuario .....	59
Figura 42. Descarga de datos meteorológicos .....	60
Figura 43. Guardado de archivo de texto .....	60

Figura 44. Importe de archivo de texto a software Excel 1_____	61
Figura 45. Importe de archivo de texto a software Excel 2_____	61
Figura 46. Elección de opción delimitados_____	62
Figura 47. Elección de opción “Espacio” 1_____	63
Figura 48. Elección de opción “Espacio” 2_____	63
Figura 49. Elección de opción “Espacio” 3_____	64
Figura 50. Resumen de datos meteorológicos_____	65
Figura 51. Distribución de probabilidad para el ajuste de información hidrológica_____	69
Figura 52. Función intensidad de lluvia en un periodo de retorno de 2 años___	75
Figura 53. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia de una estación meteorológica_____	79
Figura 54. Vista en planta del área de drenaje sobre las cunetas revestidas de concreto armado_____	84
Figura 55. Sección típica de cuneta triangular_____	90
Figura 56. Cuneta triangular_____	91
Figura 57. Sección transversal de colectores circulares_____	93
Figura 58. Expresiones para el cálculo de los elementos geométricos de la sección transversal de colectores circulares_____	94
Figura 59. Alcantarilla tubo o marco media ladera con poza de ingreso_____	96
Figura 60. Detalle de caja de desarenadora_____	97
Figura 61. Conteo manual utilizando hoja de conteo impresa en papel_____	98
Figura 62. Dimensiones para camión categoría 2 (C2)_____	102
Figura 63. Trayectoria de giro para camión categoría 2 (C2)_____	103
Figura 64. Simbología de la curva circular_____	106

Figura 65. Elementos de la curva de transición-curva circular_____	109
Figura 66. Alineamientos de entrada y de salida de la curva de vuelta_____	111
Figura 67. Sobreancho en las curvas_____	113
Figura 68. Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas_____	116
Figura 69. Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas_____	116
Figura 70. Elementos de la curva vertical simétrica_____	117
Figura 71. Elementos de la curva vertical asimétrica_____	117
Figura 72. Sección típica a media ladera vía de dos carriles en curva_____	119
Figura 73. Pendiente transversal de bermas_____	121
Figura 74. Transición del peralte_____	123
Figura 75. Sección transversal típica en tangente_____	124
Figura 76. Alabeo de taludes en transiciones de corte y relleno_____	126
Figura 77. Procedimiento para determinar el grosor de las capas utilizando un enfoque de análisis por capas_____	133
Figura 78. Señales de prohibición de maniobras y giros_____	135
Figura 79. Señales de restricción_____	136
Figura 80. Señales de obligación_____	137
Figura 81. Señales preventivas – curvatura horizontal_____	139
Figura 82. Tramo con prohibición de adelantamiento complementado con señalización vertical_____	140
Figura 83. Líneas combinadas o mixtas_____	141
Figura 84. Red nacional según sus ejes y por tipo de superficie de rodadura_____	142
Figura 85. Identificación de zona de estudio_____	143
Figura 86. Curvas de Nivel_____	145

Figura 87. Descarga de datos meteorológicos a nivel nacional	147
Figura 88. Cálculo de variables probabilísticas	152
Figura 89. Regresión t = 2 años	156
Figura 90. Regresión t = 5 años	158
Figura 91. Regresión t = 10 años	159
Figura 92. Regresión t = 20 años	161
Figura 93. Regresión t = 25 años	162
Figura 94. Regresión t = 50 años	164
Figura 95. Regresión t = 75 años	165
Figura 96. Regresión t = 100 años	167
Figura 97. Regresión t = 500 años	169
Figura 98. Curvas I-D-F	172
Figura 99. Evaluación en plano topográfico	184
Figura 100. Alineamiento horizontal (poligonal)	186
Figura 101. Assembly de sección transversal	188
Figura 102. Perfil longitudinal	189
Figura 103. Curva vertical	190
Figura 104. Sección transversal	190
Figura 105. Diagrama de peraltes	191
Figura 106. Ecuación básica para el diseño de pavimento flexible según el método AASHTO	192
Figura 107. Coeficientes de drenaje	194
Figura 108. Número estructural requerido 1	194
Figura 109. Número estructural resultado	194
Figura 110. Comprobación del resultado 1	194

Figura 111. Diseño 1 – Estructural del pavimento flexible	195
Figura 112. Número estructural requerido 2	195
Figura 113. Comprobación del resultado 2	195
Figura 114. Diseño 2 – Estructural del pavimento flexible	196
Figura 115. Curvas mayores y menores (m.s.n.m)	198

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en La Libertad, distrito de Charat, siendo el objetivo general realizar el mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Charat y distrito de Charat, Otuzco, La Libertad 2020, para la realización de la tesis se utilizó un diseño no experimental, descriptivo transversal, el muestreo fue no probabilístico por juicio, la recolección de datos se realizó mediante análisis documental, el instrumento utilizado es la ficha de recolección de datos y los cuadros de resumen, para analizar los datos se empleó la inferencia estadística, el problema de la carretera es que cuenta con hundimientos, huecos, pendientes muy altas, curvas muy cerradas, mala visibilidad de parada y entre otros factores, de tal manera que no cumple con los requerimientos mínimos del Manual de Diseño Geométrico – 2018, se logró determinar que la vía pertenece a una carretera de tercera clase pavimentada según su IMDA de 353 veh, también se diseñó el pavimento flexible, teniendo como carpeta de rodadura 10 cm, con una base de 20 cm y subbase de 20 cm. Además, se realizó el diseño geométrico al igual que las obras de arte tales como: Cunetas triangulares y alcantarillas de alivio, finalmente se plasmó la señalización del tramo.

Palabras clave: Mejoramiento de diseño, infraestructura vial, pavimento, Charat.

## **ABSTRACT**

The present research work was conducted in La Libertad, Charat district, being the general objective to improve the road infrastructure between the Charat Diversion and Charat district, Otuzco, La Libertad 2020, for the realization of the thesis was used a non-experimental design, cross-sectional descriptive, the sampling was non-probabilistic by trial, data collection was done through documentary analysis, the instrument used is the data collection sheet and summary tables, To analyze the data, statistical inference was used, the problem with the road is that it has sinks, holes, very high slopes, very sharp curves, poor visibility when stopped, and among other factors, so that it does not meet the minimum requirements of the Geometric Design Manual - 2018, it was determined that the road belongs to a third class paved road according to its IMDA of 353 vehicles, the flexible pavement was also designed, having as a rolling carpet 10 cm, with a base of 20 cm and subbase of 20 cm. In addition, the geometric design was carried out as well as the works of art such as: triangular gutters and relief culverts, finally the signaling of the section was shaped.

Keywords: Design improvement, road infrastructure, pavement, Charat.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL ENTRE EL DESVÍO CHARAT Y DISTRITO DE CHARAT, OTUZCO, LA LIBERTAD 2020", cuyos autores son CRISOLOGO CASTRO HELVER ALFREDO, HERNANDEZ SILVA ERIK JUNIOR, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 20 de Diciembre del 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 18085738 <b>ORCID</b> 0000-0002-3674-9617	Firmado digitalmente por: JVILLARQ el 20-12-2020 19:28:47

Código documento Trilce: TRI - 0089516