



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera de los caseríos  
Caulimalca – Coina, distrito de Usquil - provincia de Otuzco – región La  
Libertad”

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**SÁNCHEZ CARRANZA, JANE DEL ROCÍO**

**ASESOR:**

**LUIS ANÍBAL CERNA RONDÓN**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

**PAGINA DE JURADO**

TESIS: “Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera de los caseríos  
Caulimalca – Coina, distrito de Usquil - provincia de Otuzco – región La Libertad”

AUTOR: Sánchez Carranza, Jane Del Rocio

---

Lepoldo Marcos Gutiérrez Vargas  
Presidente

---

Hilbe Santos Rojas Salazar  
Secretario

---

Luis Aníbal Cerna Rondón  
Vocal



## **DEDICATORIA**

Dedicado primero a Dios quien junto a mis padres me dieron la vida, por su gran amor, bendición y guía, dándome la oportunidad de escoger esta carrera y haber disfrutado de mis enseñanzas diarias.

A mis padres quienes son un motor y motivo, una gran inspiración para seguir adelante trabajando, estudiando y esforzándome para obtener mis metas realizadas.

A mi querida familia quienes son una fuente de energía y comprensión en muchos momentos, ofreciéndome energía positiva y buenos ánimos, incentivándome a que todo lo puedo lograr.

Jane del Rocío Sánchez Carranza

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la vida y su amor divino.

A mis padres y mi querida familia, por darme su apoyo, comprensión y bendición incondicional, brindándome la fortaleza para alcanzar mis metas.

A mis docentes, por ser la guía de aprendizaje en estos años de estudio que de forma desinteresada y paciente nos apoyaron en la realización de nuestra carrera.

A la Universidad Cesar Vallejo, la que nos albergó durante este tiempo de estudio y permitió que logremos una más de nuestras metas

A mis compañeros de estudio, por compartir muchos momentos juntos resolviendo dudas y aprendiendo.

A mi asesor Luis Aníbal Cerna Rondón, por sus consejos, orientación, amistad y apoyo durante nuestros estudios y elaboración de esta tesis.

Asimismo, agradezco infinitamente a las personas que contribuyeron de manera tácita para la realización de esta tesis.

Jane del Rocío Sánchez Carranza

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Jane del Rocio Sánchez Carranza identificado con DNI N° 47482286; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación, datos e información que se presenta en la presente tesis que acompaño es veraz y autentica.

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

Trujillo, febrero del 2018

-----  
JANE DEL ROCIO SANCHEZ CARRANZA

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera de los caseríos Caulimalca – Coina, distrito de Usquil - provincia de Otuzco – región La Libertad”, con la finalidad de determinar las características que debe presentar el diseño geométrico de la carretera perteneciente a la zona de estudio en concordancia con el manual de carreteras diseño geométrico 2014, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el título de profesional de Ingeniero Civil.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

El Autor

## ÍNDICE

PAGINA DE JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
I Introducción .....	16
1.1 Realidad problemática.....	16
1.1.1 Aspectos Generales .....	17
1.1.1.1 Ubicación Política .....	17
1.1.1.1.1 Ubicación regional .....	17
1.1.1.1.2 Ubicación provincial .....	17
1.1.1.1.3 Ubicación distrital .....	18
1.1.1.2 Ubicación Geográfica.....	18
1.1.1.3 Límites .....	19
1.1.1.4 Clima .....	19
1.1.2 Aspectos Demográficos, Sociales y económicos .....	20
1.1.2.1 Población .....	20
1.1.2.2 Vías de acceso.....	20
1.1.2.3 Servicios Públicos existentes .....	20
1.1.2.3.1 Servicio de Salud:.....	20
1.1.2.3.2 Servicio Educativo:.....	20
1.1.2.4 Servicio de Agua Potable y Alcantarillado .....	20
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	24
1.3.1 Marco teórico .....	24
1.3.2 Marco conceptual.....	25
1.4 Formulación del problema .....	31
1.5 Justificación del estudio .....	31
1.6 Hipótesis .....	32
1.7 Objetivos.....	32
1.7.1 Objetivo general .....	32
1.7.2 Objetivos específicos .....	33
II Metodología .....	34
2.1 Diseño de investigación .....	34

2.2 Variables y operacionalización de variables .....	34
2.2.1 Variable.....	34
2.2.2 Operacionalización de variables .....	35
2.3 Población y muestra .....	37
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	37
2.4.1 Técnicas .....	37
2.4.2 Instrumentos .....	37
A. Equipo topográfico .....	37
B. Equipos de laboratorio de mecánica de suelos .....	37
C. Equipo de oficina .....	38
2.4.3 Validez y confiabilidad .....	38
2.5 Métodos de análisis de datos .....	38
2.6 Aspectos éticos .....	38
III Resultados .....	39
3.1 Estudio topográfico .....	39
3.1.1 Generalidades.....	39
3.1.2 Ubicación .....	39
3.1.3 Metodología de trabajo.....	39
3.1.4 Procedimiento .....	40
3.1.4.1 Levantamiento topográfico .....	40
3.1.4.1.1 Objetivos y alcances del levantamiento topográfico.....	40
3.1.4.1.2 Trabajo de campo .....	40
3.1.4.1.2.1 Brigadas y equipo topográfico.....	41
3.1.4.1.2.2 Establecimiento de la poligonal abierta .....	41
3.1.4.1.2.3 Radiación de la carretera.....	42
3.1.5 Trabajo de gabinete.....	42
3.1.5.1 Equipo empleado.....	42
3.1.5.2 Nivelación geométrica de la poligonal abierta .....	43
3.1.5.3 Tratamiento de los datos recopilados .....	43
3.1.5.4 Determinación de la orografía.....	44
3.1.6 Presentación del plano topográfico .....	46
3.2 Estudio de mecánica de suelos y cantera.....	46
3.2.1 Estudio de mecánica de suelos.....	46
3.2.1.1 Metodología .....	46
3.2.1.1.1 Determinación del número de calicatas y ubicación.....	47
3.2.1.1.2 Ensayos de laboratorio .....	48
A. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM-D-422).....	48

B. Contenido de humedad natural (ASTM-D-2216).....	48
C. Límite líquido (ASTM-D-423) .....	48
D. Límite plástico (ASTM-D-424).....	48
E. Índice de plasticidad .....	48
F. Clasificación de suelos .....	49
G. Próctor modificado .....	49
H. California bearing ratio (MTC EM 132).....	49
3.2.1.2 Resultados de los ensayos .....	49
3.2.2 Estudio de cantera .....	50
3.2.2.1 Identificación de la cantera .....	50
3.2.2.2 Evaluación de las características de la cantera.....	50
3.2.3 Fuentes de agua .....	50
3.3 Estudio hidrológico y obras de arte .....	51
3.3.1 Estudio de hidrología.....	51
A. Información pluviométrica .....	51
B. Análisis de confiabilidad de datos .....	57
C. Hidrología estadística .....	57
C.1 Funciones de distribución de probabilidad .....	57
C.2 Prueba de bondad de ajuste.....	58
D. Periodo de retorno y vida útil de las estructuras de drenaje .....	59
E. Intensidad de lluvia.....	59
F. Curvas I-D-F.....	60
G. Caudales máximos de diseño hidrológico .....	62
3.3.2 Drenaje superficial.....	63
A. Finalidad del drenaje superficial .....	63
B. Criterios de funcionamiento.....	63
C. Periodo de retorno .....	63
D. Riesgo de obstrucción .....	64
E. Daños causado por la escorrentía .....	64
3.3.3 Diseño de obras de arte de drenaje .....	64
B.1 Cálculo hidráulico de cuneta .....	66
C. Diseño de alcantarillas de alivio o aliviaderos .....	71
C.1 Tipo y sección .....	71
C.2 Caudales de aporte.....	71
C.3 Cálculo hidráulico de los aliviaderos.....	72
D. Diseño de alcantarillas de paso .....	74
D.1 Área de las microcuencas.....	74

D.2 Distribución y ubicación de alcantarillas .....	76
D.3 Cálculo hidráulico de alcantarillas de paso .....	76
3.4 Diseño geométrico de la carretera .....	78
3.4.1 Estudio de tránsito .....	78
A. Cálculo del índice medio diario anual (IMDA) .....	78
B. Cálculo del factor de correlación estacional.....	80
C. Crecimiento del tránsito vehicular .....	81
3.4.2 Parámetros de diseño geométrico .....	84
A. Velocidad de diseño .....	84
B. Distancia de visibilidad .....	85
B.1 Distancia de visibilidad de parada .....	85
B.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	85
C. Vehículo de diseño .....	86
3.4.3 Diseño geométrico en planta .....	87
A. Consideraciones de diseño.....	87
B. Tramos en tangente .....	87
C. Curvas circulares.....	88
C.1 Elementos de curvas horizontales.....	89
C.2 Radio mínimo .....	89
D. Curva de transición .....	90
D.1 Determinación del parámetro de la clotoide (Amín) .....	91
D.2 Determinación de la longitud de transición .....	92
E. Curvas de vuelta .....	93
F. Transición de peralte .....	93
G. Sobreechancho .....	94
G.1 Desarrollo del sobreechancho .....	94
G.2 Valores del sobreechancho.....	95
H. Tablas de resumen del diseño geométrico en planta: .....	96
3.4.4 Diseño geométrico en perfil .....	98
A. Consideraciones de diseño.....	98
B. Pendiente .....	99
B.1 Pendiente mínima .....	99
B.2 Pendiente máxima.....	99
C. Curvas verticales.....	99
C.1 Tipos de curvas verticales.....	100
C.2 Elementos de una curva vertical simétrica.....	100
C.3 Longitud de las curvas convexas.....	101



C.4 Longitud de las curvas cóncavas.....	102
D. Tablas resumen del diseño geométrico en perfil .....	103
3.4.5 Diseño de la carpeta de rodadura .....	108
3.4.5.1 Generalidades.....	108
3.4.5.2 Cálculo de ejes equivalentes .....	108
A. Factor direccional y factor carril ( $F_d$ y $F_c$ ).....	108
B. Factor de crecimiento acumulado ( $F_{ca}$ ) .....	109
C. Número de repeticiones de ejes equivalentes .....	110
3.4.5.3 Cálculo del espesor de la capa de afirmado .....	113
A. Parámetros de diseño .....	113
B. Sección de capa de afirmado.....	113
3.4.6 Diseño geométrico de la sección transversal .....	114
A. Generalidades .....	114
B. Calzada o superficie de rodadura .....	114
C. Bermas.....	115
C.1 Ancho de las bermas .....	115
C.2 Inclinación de las bermas .....	115
D. Bombeo .....	115
E. Peralte .....	115
F. Taludes.....	116
G. Cunetas .....	116
3.4.7. Señalización .....	117
3.4.7.1. Generalidades.....	117
3.4.7.2. Señalización del Tráfico .....	117
3.4.7.3. Señales Verticales.....	117
A-Diseño .....	118
B-Mensaje.....	118
C-Forma .....	118
D- Ubicación .....	118
E-Altura .....	119
F- Visibilidad .....	119
3.4.7.4. Tipos de Señales Verticales.....	120
A- Señales Reguladoras .....	120
B- Señales Preventivas.....	120
C- Señales Informativas .....	120
D- Hitos Kilométricos .....	120
3.4.7.5. Señalización en el proyecto .....	120

3.4.7.5.1. Señalización a usar .....	120
3.4.7.5.2. Señales Verticales .....	121
3. 4.7.6. Ubicación .....	123
3.5 Estudio de Impacto Ambiental .....	125
3.5.1 Generalidades.....	125
3.5.2 Objetivo .....	125
3.5.3 Metodología del estudio de Impacto Ambiental .....	125
3.5.3.1 Identificación de los impactos .....	125
3.5.3.2 Evaluación de impactos ambientales .....	126
3.5.3.3 Plan de manejo ambiental.....	126
A-Programa de educación ambiental .....	126
B-Programa de seguimiento y monitoreo .....	126
C- Programa de contingencia .....	126
3.5.4 Diagnóstico ambiental actual .....	127
3.5.4.1 Ambiente físico.....	127
A-Geología .....	127
B-Clima.....	127
C-Suelo.....	127
D-Vulnerabilidad.....	127
E-Contaminación .....	127
F-Hidrología .....	128
3.5.4.2 Ambiente biótico .....	128
3.5.5 Diagnostico del área de estudio y su ámbito de influencia .....	128
3.5.5.1 Ubicación .....	128
3.5.5.2 Área del proyecto .....	128
3.5.5.3 Área de influencia directa.....	128
3.5.6 Identificación y evaluación de impacto ambientales .....	129
3.5.6.1 Metodología .....	130
3.5.6.2 Identificación de impactos ambientales.....	130
3.5.6.3 Evaluación de impactos ambientales .....	131
3.5.6.4 Interpretación de la matriz-efecto de Leopold.....	131
A-Aire .....	131
B-Agua .....	131
C-Suelo.....	131
D-Panorámico .....	131
E-Flora y Fauna .....	131
F-Socio-Económico .....	132

3.5.6.5 Evaluación de la no realización del proyecto .....	134
3.5.7 Plan de Manejo Ambiental .....	134
3.5.7.1 Introducción .....	134
3.5.7.2 Estrategia .....	134
3.5.7.3 Programa de Prevención y Mitigación.....	135
3.5.7.3.1 Etapa de construcción .....	135
3.6. Análisis de costos y presupuestos .....	137
3.6.1. Resumen de metrados.....	137
3.6.2. Movilización y desmovilización de equipos.....	139
3.6.4. Sustento de metrado de alcantarillas.....	153
3.6.5. Sustento de metrados de transporte de material .....	154
3.6.7. Análisis de precios unitarios .....	159
3.6.8. Desagregado de gastos generales .....	171
3.6.9. Lista de insumos .....	173
3.6.10. Fórmula polinómica .....	174
IV Discusión .....	175
4.1 Estudio topográfico .....	175
4.2 Estudio de mecánica de suelos.....	176
4.2.1 CBR del terreno de fundación .....	176
4.2.3 Determinación de taludes de corte y relleno .....	176
4.2.3.1 Talud de corte.....	176
4.2.3.2 Talud de relleno .....	177
4.2.4 Estudio de cantera.....	177
4.3 Diseño geométrico de la carretera .....	177
4.3.1 Clasificación de la carretera según el IMDA .....	177
4.4 Estudio hidrológico.....	178
4.5 Estudio de impacto ambiental.....	178
4.6 Análisis de costos y presupuesto .....	179
V Conclusiones .....	180
VI Recomendaciones .....	182
VIII Referencias.....	183

## RESUMEN

Actualmente la trocha carrozable que une los caseríos de Caulimalca y Coina no cumple con los parámetros mínimos que garanticen el tránsito seguro y cómodo por la vía.

Por esta razón se pretendió determinar las características técnicas que debe presentar la vía Caulimalca – Coina que cumpla la normativa peruana vigente y mejore su transitabilidad.

Se procedió a realizar los estudios de campo como son el estudio topográfico y estudio de mecánica de suelos; luego del procesamiento de los datos obtenidos del campo la información se utilizó para realizar el diseño geométrico, el estudio hidrológico y el estudio de impacto ambiental, para finalmente determinar el presupuesto total del proyecto.

La zona de estudio de la carretera tiene una topografía accidentada Tipo III; un suelo gravoso con un CBR de 45.65% clasificando como una subrasante excelente; se diseñó una carretera tercera clase a nivel de afirmado con espesor de 15 cm conforme a los manuales de carretera vigentes; el estudio hidrológico dio como resultado que es una zona lluviosa y necesita la construcción de 8 alcantarillas de paso y 17 aliviaderos para garantizar la correcta evacuación de las aguas superficiales, para la construcción de las alcantarillas se utilizaron tubería metálicas corrugadas (TMC); se logró prevenir los posibles impactos ambientales negativos y controlarlos mediante un plan de manejo; el costo final del proyecto fue de S/ 5 382 623.76.

### **Palabras claves:**

Caserio de Caulimalca

Caserio de coina

Integración de los caseríos

Subrasante excelente

## **ABSTRACT**

Currently, the carriageway that connects the villages of Caulimalca and Coina does not meet the minimum parameters that guarantee safe and comfortable traffic on the road.

For this reason, it was intended to determine the technical characteristics that the Caulimalca - Coina route must meet in order to comply with current Peruvian legislation and improve its transitivity.

The field studies were carried out, such as the topographic study and the study of soil mechanics; After processing the data obtained from the field, the information was used to perform the geometric design, the hydrological study and the environmental impact study, to finally determine the total budget of the project.

The study area of the road has a rugged topography Type III; a gravelly soil with a CBR of 45.65% classifying as an excellent subgrade; A third class road was designed at the level of the firm with a thickness of 15 cm according to the current road manuals; the hydrological study showed that it is a rainy zone and needs the construction of 8 sewers and 17 spillways to guarantee the correct evacuation of surface water, for the construction of the sewers corrugated metal pipes (TMC) were used; it was possible to prevent possible negative environmental impacts and control them through a management plan; The final cost of the project was S/ 5 382 623.76.

### **Keywords:**

Villages of Caulimalca

Villages of coina

Integration of the villages

Excellent subgrade