



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, DEL TRAMO  
CHUMUCH – EL IMPERIO – LA UNION – AGUA SANTA, DISTRITO DE  
CHUMUCH, PROVINCIA DE CELENDIN, REGION CAJAMARCA”.**

**TOMO I**

TESIS PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

BACH. JUAN EDUARDO REYNA CUEVA.

BACH. SAUL FELIPE SANCHEZ RODRIGUEZ.

**ASESOR:**

ING. TORRES TAFUR, JOSÉ BENJAMÍN.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

INFRAESTRUCTURA VIAL

**TRUJILLO - PERÚ**

**2016**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

TESISTAS : Bach. Juan Eduardo Reyna Cueva.  
Bach. Saúl Felipe Sánchez Rodríguez.

TEMA : **“Diseño de la carretera a nivel de Afirmado del tramo Chumuch – El Imperio – La Unión – Agua Santa, Distrito de Chumuch, Provincia de Celendín – Región Cajamarca”**

### MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR

---

Ing. Ricardo Manuel Delgado Arana  
Presidente

---

Ing. Danny Florián López  
Secretario

---

Ing. Benjamín Torres Tafur  
Vocal

## DEDICATORIA

*A mi MADRE, la Sra. Nilda Cueva de Reyna, que aun no estando ya, presente en este mundo, siempre sembró en mi corazón el deseo de crecer como profesional quedando en mi memoria sus consejos y alientos. A si como como el pilar inquebrantable de mi vida, para el logro de mis sueños y metas, mi Esposa Lic. Maritza Valverde Méndez y su apoyo incondicional...*

*Eduardo Reyna Cueva*

*A mis padres **Alfredo** y **Teresa** de manera muy especial por su amor y comprensión y su apoyo inmensurable para llegar a ser un profesional de bien. A mi querida tía **Tania**, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan admirarla. A mi esposa **Elsa** por su cariño, comprensión y su apoyo incondicional. Mis hijos **Alfredo Felipe** y **Victor Renato** por ser el motivo de superarme cada día más. Y a las personas que siempre están cerca de mí apoyándome.*

*Saúl Sánchez Rodríguez*

## AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito a nuestro Dios celestial, por la fuerza y perseverancia en nuestra mente y corazón de cada uno de nosotros, para luchar y conseguir nuestro objetivo principal el de ser un profesional de éxito.

Del mismo modo agradezco a nuestro asesor el Ing. José Benjamín Torres Tafur por su apoyo incondicional e impartir sus conocimientos y experiencias, para desarrollar una tesis de calidad en el diseño de carreteras y de esa manera concluir satisfactoriamente de la presente tesis para que esta sirva de guía para nuestras futuras generaciones.

Finalmente un extenso agradecimiento a nuestras familias y amigos que cifraron su confianza en nosotros para junto con ellos conseguir un objetivo real y presente... ser un INGENIERO CIVIL competente.



## DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Juan Eduardo Reyna Cueva identificado con DNI N° 42751370 y Saúl Felipe Sánchez Rodríguez identificado con DNI N° 40711126; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación datos e información que se presenta en la presente tesis que acompañamos 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 Cesar Vallejo.

Trujillo 10 de Enero del 2017

---

Juan Eduardo Reyna Cueva

---

Saúl Felipe Sánchez Rodríguez

**INDICE GENERAL**

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>INDICE</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiv
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>CAPITULO I: MARCO METODOLOGICA</b>	
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	03
1.2. FORMULACION DE PROBLEMA.....	04
1.3. OBJETIVOS .....	04
1.3.1. Objetivo general .....	04
1.3.2. Objetivo específico .....	04
1.4. ANTECEDENTES DE PROBLEMA.....	05
1.5. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA .....	06
1.6. MARCO TEORICO.....	06
1.7. MARCO CONCEPTUAL .....	08
1.8. TIPO DE ESTUDIO .....	13
1.9. DISEÑO DE INVESTIGACION .....	13
1.10.HIPOTESIS .....	14
1.11.IDENTIFICACION DE VARIABLES .....	14
1.12.POBLACION Y MUESTRA.....	17
1.13.TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS .....	17
1.14.PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS .....	17
1.15.METODOS DE ANALISIS DE DATOS .....	17
<b>CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES</b>	
2.1. CARACTERISTICAS LOCALES.....	19
2.1.1. Ubicación geográfica y política .....	19
2.1.2. Extensión y límites .....	22
2.1.3. Accesibilidad .....	23
2.1.4. Climatología .....	24

2.1.5. Topografía .....	25
2.2. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS .....	25
2.2.1. Demografía.....	25
2.2.2. Población .....	25
2.2.3. Aspectos de servicio .....	27
2.2.4. Infraestructura y servicio .....	33
2.3. ECONOMIA Y ESTRUCTURA PRODUCTIVA .....	34
2.3.1. Aspecto económico .....	34
2.3.2. Actividad agrícola .....	34
2.3.3. Actividad pecuaria .....	35
2.3.4. Actividad forestal .....	36
2.3.5. Artesanía .....	36
2.3.6. Comercio.....	37
2.3.7. Festividades locales .....	37

### **CAPITULO III: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO**

3.1. GENERALIDADES .....	39
3.2. TRABAJOS DE CAMPO.....	40
3.2.1. Reconocimiento de terreno.....	40
3.2.2. Instrumentos utilizados .....	40
3.3. RED DE APOYO PLANIMETRICO.....	41
3.3.1. Levantamiento topográfico por radiación .....	41
3.3.2. Ubicación del Punto Inicial, puntos de Control y Final .....	42
3.3.3. Método de Poligonal Abierta.....	43
3.3.4. Seccionamiento.....	44
3.4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA .....	44
3.4.1. Brigada de Trabajo .....	44
3.4.2. Selección de Estaciones.....	45
3.5. AJO DE GABINETE .....	45
3.5.1. Procesamiento de la Información de Campo .....	45
3.5.2. Escalas.....	46
3.5.3. Planos .....	47

**CAPITULO IV: ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS**

4.1. SUELOS.....	49
4.1.1. Generalidades .....	49
4.1.2. Nombre del proyecto .....	49
4.1.3. Descripción del proyecto .....	50
4.1.4. Alcance de E.M.S .....	50
4.1.5. Metodología.....	51
4.1.6. Tipos de ensayo de suelo.....	54
4.1.7. Descripción de calicata.....	55
4.1.8. Resultados .....	56
4.1.9. Perfiles Estratigráficos.....	59
4.2. CANTERAS.....	72
4.2.1. Generalidades .....	72
4.2.2. Identificación y descripción de Canteras.....	72
4.2.3. Evaluación de Material de Cantera.....	72

**CAPITULO V: ESTUDIO HIDROLÓGICO – OBRAS DE ARTE**

5.1. GENERALIDADES .....	75
5.2. INFORMACION GENERAL SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO .....	75
5.2.1. Clima .....	75
5.2.2. Temperatura.....	76
5.2.3. Humedad relativa .....	76
5.2.4. Evaporación .....	76
5.2.5. Escorrentía superficial .....	76
5.2.6. Precipitación.....	77
5.2.7. Hidrología.....	77
5.3. ANALISIS HIDROLOGICO DE CUENCA .....	77
5.3.1. Información pluviométrica.....	77
5.3.2. Información cartográfica .....	79
5.3.3. Precipitación de diseño.....	81
5.3.4. Intensidad de diseño .....	81
5.3.5. Estimación de caudal máximo de diseño.....	83
5.4. ANALISIS HIDRAULICO PARA OBRAS DE DRENAJE .....	84
5.4.1. Alcantarillas .....	85
5.4.2. Cunetas.....	86
5.4.3. Zanja de coronación .....	87

5.4.4. Alcantarillas de alivio .....	89
--------------------------------------	----

## **CAPITULO VI: DISEÑO GEOMETRICO**

6.1. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA .....	92
6.1.1. Clasificación de acuerdo a su demanda .....	92
6.1.2. Clasificación de acuerdo a sus condiciones Orográficas .....	92
6.2. PAREMETROS BASICOS PARA EL DISEÑO .....	93
6.2.1. Generalidades .....	93
6.2.2. Índice medio diario (inda) .....	93
6.3. VELOCIDAD DE DISEÑO .....	97
6.4. COMPONENTES DEL DISEÑO GEOMETRICO .....	98
6.4.1. Distancia de visibilidad .....	98
6.4.2. Distancia de visibilidad de parada .....	99
6.4.3. distancia de visibilidad de paso o adelantamiento .....	101
6.4.4. Visibilidad de cruce con otra vía .....	102
6.5. ALINEAMIENTO HORIZONTAL .....	104
6.5.1. Generalidades .....	104
6.5.2. Consideraciones para el diseño de carreteras .....	105
6.5.3. Tramos en tangente .....	106
6.5.4. Curvas horizontales .....	107
6.5.5. Radios mínimos .....	108
6.5.6. Relación del peralte, radio y velocidad específica .....	109
6.5.7. Peraltes .....	110
6.5.8. Curvas de vuelta .....	111
6.5.9. Transición de peralte o longitud de Transición .....	112
6.5.10. Sobre anchos .....	112
6.6. DISEÑO GEOMETRICO VERTICAL O PERFIL LONGITUDINAL .....	114
6.6.1. Generalidades .....	114
6.6.2. Contemplaciones para el diseño .....	114
6.6.3. Curvas verticales .....	115

6.6.4. Pendientes .....	126
<b>6.7. SECCIONES TRANSVERSALES.....</b>	<b>128</b>
6.7.1. Ancho de calzada en tangente .....	130
6.7.2. Bermas.....	132
6.7.3. Bombeo.....	134
6.7.4. Peralte.....	134
6.7.5. Desarrollo Del Peralte Entre Curvas Sucesivas.....	136
6.7.6. Derecho de vía .....	136
6.7.7. Taludes .....	137
6.7.8. Cunetas.....	138
<b>CAPITULO VII: DISEÑO DE PAVIMENTO</b>	
7.1. DISEÑO DE AFIRMADO .....	141
7.1.1. Generalidades .....	141
7.1.2. Capas y suelos de revestimiento granular .....	141
7.1.3. Trafico .....	141
7.1.4. Sub rasante .....	146
7.1.5. Diseño de capa de afirmado.....	147
<b>CAPITULO VIII: SEÑALIZACIÓN</b>	
8.1. GENERALIDADES.....	151
8.1.1. Señalización del tráfico.....	151
8.1.2. Angulo de colocación .....	152
8.1.3. Señales verticales .....	152
8.1.4. Consideraciones para el diseño y uso de los dispositivos De control de tránsito.....	162
8.1.5. Dispositivos de control de tránsito a través de zonas de trabajo....	162
<b>CAPITULO IX: IMPACTO AMBIENTAL</b>	
9.1. GENERALIDADES .....	166
9.2. OBJETIVOS .....	166
9.2.1. Objetivo general del proyecto .....	166
9.2.2. Objetivos específicos.....	166

9.3. MARCO LEGAL.....	167
9.4. METODOLOGIA.....	167
9.4.1. Lista de chequeo .....	167
9.4.2. Matriz causa - efecto .....	168
9.4.3. Determinación de la importancia del impacto .....	168
9.4.4. Determinación de la extensión del impacto.....	169
9.4.5. Determinación de la duración del impacto .....	169
9.5. LINEAS DE BASE (SITUACION ACTUAL).....	170
9.5.1. Ubicación geográfica .....	170
9.5.2. Ubicación política .....	170
9.5.3. Características actuales .....	170
9.5.4. Descripción de las actividades.....	171
9.5.5. Área de influencia.....	172
9.5.6. Medio abiótico .....	172
9.5.7. Medio biótico .....	173
9.5.8. Medio socioeconómico .....	173
9.6. DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	174
9.7. CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ...	174
9.8. IDENTIFICACION AMBIENTAL .....	175
9.8.1. Identificación y evaluación de impactos.....	175
9.9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	176
9.9.1. Plan de prevención, corrección y /o limitación .....	176
9.9.2. Especificaciones para el desbroce y ubicación de Campamentos temporales .....	177
9.10. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	178
9.10.1. Abandono de obra .....	178
9.10.2. Cierre de obra de la carretera.....	180
9.10.3. Trabajos de reconfirmación .....	181
9.11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	182
9.11.1. Conclusiones.....	182
9.11.2. Recomendaciones.....	182
9.11.3. Matriz de impacto ambiental.....	184

## **CAPITULO X: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

10.1. GENERALIDADES .....	186
10.1.1. Concepto.....	186

10.1.2. Objetivos .....	187
10.1.3. Ámbito de aplicación .....	187
10.1.4. Alcance de las especificaciones .....	187
10.1.5. Medidas de seguridad .....	187
10.1.6. Validez de especificaciones, planos y metrados .....	187
10.1.7. Consultas .....	188
10.1.8. Similitud de materiales o equipos .....	188
10.1.9. Materiales y mano de obra .....	188
10.1.10. Supervisión .....	189
10.1.11. Interferencias con los trabajos de otros .....	189
10.1.12. Responsabilidad por materiales .....	190
10.1.13. Especificaciones por su nombre comercial.....	190
10.2.ESPECIFICACIONES TECNICAS .....	191
 <b>CAPITULO XI: ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS</b>	
11.01. METRADOS PERTENECIENTES AL PROYECTO .....	256
11.02. METRADO INICIAL DE OBRA .....	279
11.03 METRADO ALCANTARILLA DE ALIVIO .....	282
11.04. METRADO ALCANTARILLA DE PASO .....	284
11.05. METRADO BADEN .....	287
11.06. METRADO SEÑALIZACION .....	288
11.07. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION .....	294
11.08. FLETE TERRESTRE DE INSUMOS.....	297
11.09. COSTOS DE AGREGADOS.....	298
11.10. CALCULO DE JORNALES – MANO DE OBRA .....	300
11.11. DATOS GENERALES .....	301
11.12. PRESUPUESTO GENERAL .....	302
11.13. COSTOS UNITARIOS.....	304
11.14. LISTA DE INSUMOS GENERAL .....	319
11.15. LISTA DE INSUMOS CON INCIDENCIA.....	321
11.16. FORMULA POLINOMICA.....	323
<b>CAPITULO XII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>325</b>
12.1. Conclusiones .....	325
12.2 Recomendaciones .....	327



<b>CAPITULO XIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	329
<b>ANEXOS</b> .....	330
<b>ANEXO 1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b> .....	331
• CÁLCULO DE POLIGONAL CHUMUCH – EL IMPERIO.....	332
• CÁLCULO POLIGONAL LA UNIÓN – AGUA SANTA.....	338
• CÁLCULO DE ELEMENTOS DE CURVAS CHUMUCH - EL IMPERIO .....	342
• CÁLCULO ELEMENTOS DE CURVAS AGUA SANTA - LA UNIÓN .....	347
• CÁLCULO COORDENADAS DE PC, PT y PI CHUMUCH – EL IMPERIO.....	350
• CÁLCULO COORDENADAS DE PC, PT y PI CHUMUCH – EL IMPERIO.....	360
• CÁLCULO PROGRESIVAS DE PC, PT y PI CHUMUCH – EL IMPERIO.....	366
• CÁLCULO PROGRESIVAS DE PC, PT y PI LA UNIÓN – AGUA SANTA.....	380
<b>ANEXO 2: DISEÑO GEOMÉTRICO</b> .....	388
• CÁLCULO CURVAS COMPUESTAS .....	389
CHUMUCH – EL IMPERIO	
• CÁLCULO CURVAS COMPUESTAS .....	448
LA UNIÓN – AGUA SANTA	
• CÁLCULO CURVAS VERTICALES.....	473
• CÁLCULO DEL IMDA.....	516
• CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES .....	518
• DISEÑO DE OBRAS DE ARTE .....	520
<b>ANEXO 3: ESTUDIO DE SUELOS</b> .....	541

## RESUMEN

La elaboración de la presente tesis tiene como título: **“DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO CHUMUCH – EL IMPERIO – LA UNION – AGUA SANTA, DISTRITO DE CHUMUCH, PROVINCIA DE CELENDIN, REGION CAJAMARCA”**”, diseño que permitirá la integración vial de estos pueblos con la red vial principal del Perú. Este estudio se realizara bajo la normativa vigente del manual de carreteras MTC-DG-2013, cumpliendo de esta manera con todos los objetivos específicos planteados para su ejecución.

En el levantamiento topográfico se realizaron trabajos de obtención de puntos topográficos que permitan plasmar la forma del terreno y poder diseñar la carretera de manera precisa, los datos fueron procesados con el programa de diseño de carreteras AutoCAD Land, obteniendo una longitud total de 14,194.67 metros.

Con respecto al diseño geométrico de la carretera, esta cumple con las especificaciones técnicas de acuerdo al “Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2013” la cual clasifica como carretera de TERCERA CLASE con orografía Tipo 4.

Se realizó el estudio de suelos en todo el eje vial y canteras, en total se hicieron 15 calicatas, obteniendo clasificación de suelos, límites líquidos, límites plásticos, Proctor, CBR, datos que permiten definir el mejoramiento de la subrasante como parte del diseño de pavimento el cual se apoya en los catálogos de capas de revestimiento granular para definir el espesor de la capa de afirmado a utilizar.

Como en todo proyecto de esta naturaleza, se debe tener muy en cuenta el drenaje pluvial definiendo las alcantarillas y aliviaderos, además el proyecto incluye la adecuada señalización vertical de las vías. Sin olvidar la importancia de que esta carretera procure disminuir el impacto ambiental negativo, con planes de monitoreo, dando sugerencias para mantener el ecosistema y hacer una integración paisajista con la carretera.

## ABSTRACT

The development of this thesis title is: "**DESIGN OF THE ROAD at the level of THE STRETCH CHUMUCH AFFIRMED - THE EMPIRE - THE UNION - HOLY WATER, CHUMUCH DISTRICT, PROVINCE OF CELENDÍN, CAJAMARCA REGION**", design which will enable the road integration of these peoples with the main road network of the Peru." This study will take place under the current regulations of the manual of roads MTC-DG-2013, thus fulfilling all the specific goals set for his execution.

In the topographic survey work of obtaining topographic points which reflect the shape of the land and be able to design the road accurately was carried out, the data were processed with the program of highway design AutoCAD Land, obtaining a total length of 14,194.67 meters.

With regard to the geometric design of the road, this complies with technical specifications according to the "Manual of road design geometric DG-2013" which ranks as THIRD-CLASS road terrain type 4.

The study of soils in all shaft driver and quarries, 15 pits, obtaining classification of soils, liquid limit, plastic limits, Proctor, CBR data that allow to define the improvement of the subgrade as part of the design of pavement which relies on catalogues of layers of coating granular to define the thickness of the layer of affirmed to use were made in total.

As in any project of this nature, it must be in mind the storm drain culverts and spillways, the project includes proper vertical signalling pathways. Without forgetting the importance of this road to try to reduce the negative environmental impact, with plans of monitoring, giving suggestions for keeping the ecosystem and landscape integration with the road.