



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación de diseño vial de carreteras mediante normas técnicas vigentes, Carretera Quelcaya - Culicucho, Puno 2022”**

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

**AUTOR:**

Br. Flores Lopez, Samuel (<https://orcid.org/0000-0001-7147-0251>)

**ASESOR:**

Mg. Muñoz Paucarmayta, Marco Herber (<https://orcid.org/0000-0002-6818-6097>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A Dios por darme fortaleza y perseverancia, a mis padres que han sido mi soporte en todo momento, a mi esposa Lidian e hija Samantha a las que amo con mi vida, y a mi familia en general.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, por brindarme sabiduría y voluntad para el cumplimiento de mis metas.

Agradezco además a mi asesor Magister Marco Herber Muñiz Paucarmayta por la paciencia, consejos y pautas para realizar el desarrollo de esta investigación.

## Índice de Contenidos

<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice de Tablas</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>xi</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>xiv</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xvi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>29</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	29
3.2. Variables y operacionalización .....	30
3.3. Población, muestra y muestreo .....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimientos .....	34
3.5.1. Conteo vehicular .....	35
3.5.2. Estudios topográficos .....	36
3.5.3. Estudios de exploración de suelos .....	39
3.5.4. Procesamiento con software .....	42
3.6. Método de análisis de datos.....	44
3.6.1. Determinación de los parámetros de diseño vial de carreteras mediante normas técnicas vigentes .....	44
3.6.2. Comparación de los parámetros para el diseño vial de carreteras mediante normas técnicas vigentes .....	72
3.6.3. Evaluación de la variación del diseño vial de carreteras mediante normas técnicas vigentes .....	87

3.7. Aspectos éticos .....	92
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>93</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>113</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>116</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>118</b>
<b>VIII. REFERENCIAS .....</b>	<b>119</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>124</b>
ANEXO 1. Matriz de Operacionalización de Variables	
ANEXO 2. Matriz de Consistencia	
ANEXO 3. Instrumento de Recolección de datos	
ANEXO 4. Validez	
ANEXO 5. Mapa de Ubicación	
ANEXO 6. Conteo vehicular	
ANEXO 7. Ensayos de laboratorio	
ANEXO 8. Planos	
ANEXO 9. Captura de Pantalla de Turnitin	

## Índice de Tablas

Tabla 1. Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	19
Tabla 2. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras .....	21
Tabla 3. Valores de peralte para carreteras de Tercera Clase.....	24
Tabla 4. Pendientes máximas .....	25
Tabla 5. Anchos mínimos de calzada en tangente.....	27
Tabla 6. Rangos de validez .....	32
Tabla 7. Validez de los instrumentos por Juicio de Expertos .....	33
Tabla 8. Rangos de confiabilidad .....	34
Tabla 9. Prueba de confiabilidad de los instrumentos .....	34
Tabla 10. Coordenadas de poligonal de apoyo .....	36
Tabla 11. Ejemplo de coordenadas de levantamiento topográfico .....	38
Tabla 12. Vehículos según IMDA .....	45
Tabla 13. Clasificación por orografía según Normativa Peruana .....	46
Tabla 14. Tipo de relieve según Normativa Española .....	46
Tabla 15. Clasificación por terreno según Normativa Americana.....	46
Tabla 16. Vehículo de diseño .....	46
Tabla 17. Velocidad de diseño .....	47
Tabla 18. Distancia de visibilidad de parada según normativas vigentes.....	49
Tabla 19. Distancia de visibilidad de paso normativa española .....	50

Tabla 20. Distancia de visibilidad de paso normativa americana .....	50
Tabla 21. Distancia de adelantamiento según Normativas .....	51
Tabla 22. Longitud mínima y máxima en tangente según Normativa Peruana ....	52
Tabla 23. Longitud mínima y máxima en tangente según Normativa Española ...	52
Tabla 24. Longitud en tangente según Normativa Americana.....	52
Tabla 25. Radios mínimos según normativas.....	54
Tabla 26. Transición de peralte según normativas.....	56
Tabla 27. Vehículo de diseño para sobreancho .....	57
Tabla 28. Pendientes según normativas técnicas vigentes.....	58
Tabla 29. Valor de “K” en curvas verticales según normativa técnicas vigentes ..	59
Tabla 30. Ancho de calzada según normativas técnicas vigentes .....	60
Tabla 31. Ancho de bermas según normativas .....	60
Tabla 32. Peralte y bombeo según normativas .....	61
Tabla 33. Espesor de afirmado mediante C.B.R y Ejes equivalentes según normativa peruana .....	64
Tabla 34. Gradación del Material de Afirmado .....	66
Tabla 35. Categoría de trafico .....	66
Tabla 36. Tipo de explanada.....	66
Tabla 37. Coeficiente de calidad según tipo de material .....	67
Tabla 38. Secciones de firme .....	68
Tabla 39. Periodo de diseño.....	68

Tabla 40. Duración sugerida de las estaciones del año .....	69
Tabla 41. Módulo resiliente del suelo de fundación, en función de la calidad relativa del material (psi).....	70
Tabla 42. Valores del módulo resiliente efectivo del suelo de fundación sugeridos en función de la región climática y de la calidad relativa del suelo de fundación (psi) .....	70
Tabla 43. Materiales de subbases, bases y superficie de agregados .....	71
Tabla 44. Comparación de Distancia de visibilidad de parada .....	72
Tabla 45. Comparación de Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento ....	73
Tabla 46. Comparación de Tramos en tangente .....	73
Tabla 47. Elementos de curva de la carretera Quelcaya - Culicucho.....	75
Tabla 48. Comparación de Radios mínimos según normativas técnicas vigentes	77
Tabla 49. Comparación de transición de peralte según normativas técnicas vigentes .....	79
Tabla 50. Comparación sobreanchos según normativas técnicas vigentes .....	80
Tabla 51. Comparación de pendientes según normativas técnicas vigentes .....	82
Tabla 52. Comparación de curvas verticales según normativas técnicas vigentes .....	84
Tabla 53. Comparación de anchos de calzada según normativas técnicas vigentes .....	85
Tabla 54. Comparación de bombeo según normativas técnicas vigentes.....	85
Tabla 55. Comparación de peralte según normativas técnicas vigentes.....	86



Tabla 56. Evaluación de Distancia de Visibilidad de Parada según normativas técnicas vigentes.....	88
Tabla 57. Evaluación de Distancia de Visibilidad de Paso según normativas técnicas vigentes.....	88
Tabla 58. Evaluación de tramos en tangente en la carretera Quelcaya - Culicucho .....	88
Tabla 59. Evaluación de Radios mínimos según normativas técnicas vigentes...	89
Tabla 60. Evaluación de transición de peralte según normativas técnicas vigentes .....	89
Tabla 61. Evaluación de sobreeanchos según normativas técnicas vigentes .....	90
Tabla 62. Evaluación de pendientes según normativas técnicas vigentes.....	90
Tabla 63. Evaluación de ancho de calzada según normativas técnicas vigentes	90
Tabla 64. Evaluación de bombeos según normativas técnicas vigentes.....	91
Tabla 65. Evaluación de peraltes según normativas técnicas vigentes.....	91
Tabla 66. Pendientes longitudinales en superficie natural .....	95
Tabla 67. Pendientes transversales en superficie natural .....	95
Tabla 68. Cálculo de ESAL .....	100
Tabla 69. Terreno de fundación .....	101
Tabla 70. Material de cantera para Diseño de afirmado.....	101
Tabla 71. Resumen de espesores de pavimentos .....	104
Tabla 72. Verificación de parámetros para estructura de pavimento .....	104

Tabla 73. Prueba de normalidad de distancia de parada .....	105
Tabla 74. Estadístico de contraste de distancia de parada .....	106
Tabla 75. Comparaciones por parejas de distancia de parada .....	106
Tabla 76. Prueba de normalidad de distancia de adelantamiento.....	106
Tabla 77. Estadístico de contraste de distancia de adelantamiento.....	107
Tabla 78. Comparaciones por parejas de distancia de adelantamiento .....	107
Tabla 79. Prueba de normalidad de longitud de tangente.....	107
Tabla 80. Estadístico de contraste de longitud de tangente .....	107
Tabla 81. Comparaciones por parejas de longitud de tangente .....	108
Tabla 82. Prueba de normalidad de radios mínimos .....	108
Tabla 83. Estadístico de contraste de radios mínimos .....	108
Tabla 84. Comparaciones por parejas de radios mínimos .....	108
Tabla 85. Prueba de normalidad de transición de peralte .....	109
Tabla 86. Estadístico de contraste de transición de peralte .....	109
Tabla 87. Comparaciones por parejas de transición de peralte .....	109
Tabla 88. Prueba de normalidad de sobreeanchos.....	110
Tabla 89. Estadístico de contraste de sobreeanchos.....	110
Tabla 90. Comparaciones por parejas de sobreeanchos .....	110

## Índice de Figuras

Figura 1. Problemática del diseño vial.....	3
Figura 2. Prototipo de Vehículo ligero .....	18
Figura 3. Vehículo pesado .....	19
Figura 4. Curva Circular .....	21
Figura 5. Sobreanchos en las curvas .....	23
Figura 6. Sección típica de una vía a media ladera.....	26
Figura 7. Procedimiento .....	35
Figura 8. Conteo vehicular en la carretera Quelcaya - Culicucho .....	35
Figura 9. Toma de datos con Estación Total de la carretera Quelcaya - Culicucho .....	36
Figura 10. Poligonal abierta de la carretera Quelcaya - Culicucho.....	37
Figura 11. Levantamiento topográfico de la carretera Quelcaya - Culicucho .....	38
Figura 12. Excavación de calicatas en la carretera Quelcaya - Culicucho .....	39
Figura 13. Ensayo de Contenido de humedad para la carretera Quelcaya - Culicucho.....	40
Figura 14. Ensayo de Granulometría para la carretera Quelcaya - Culicucho .....	40
Figura 15. Ensayo de Límites de consistencia para la carretera Quelcaya - Culicucho.....	41
Figura 16. Ensayo de C.B.R. para la carretera Quelcaya - Culicucho.....	41

Figura 17. Ensayo de Densidad Máxima (Proctor Modificado) para la carretera Quelcaya - Culicucho .....	42
Figura 18. Plano de planta y perfil.....	43
Figura 19. Plano de secciones transversales.....	43
Figura 20. Distancia de visibilidad de parada.....	48
Figura 21. Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	49
Figura 22. Distancia de visibilidad de paso normativa peruana.....	50
Figura 23. Longitud de tangente entre dos curvas .....	51
Figura 24. Elementos de curva horizontal .....	52
Figura 25. Radios mínimos.....	53
Figura 26. Transición de peralte.....	54
Figura 27. Peralte en zona rural .....	55
Figura 28. Sobreancho.....	56
Figura 29. Pendientes en la trocha carrozable .....	58
Figura 30. Curva vertical .....	59
Figura 31. Calzada .....	59
Figura 32. Calzada .....	60
Figura 33. Peralte.....	61
Figura 34. Bombeo.....	61
Figura 35. Estructura del pavimento.....	62
Figura 36. Espesor de capa de revestimiento granular .....	64

Figura 37. Catálogo de capas de afirmado de revestimiento granular .....	65
Figura 38. Determinación del espesor de firmes .....	67
Figura 39. Regiones climáticas del Perú .....	69
Figura 40. Diseño para carreteras de superficie de agregado considerando pérdida de serviciabilidad.....	70
Figura 41. Diseño para carreteras de superficie de agregado considerando ahuellamiento.....	71
Figura 42. Mapa político de ubicación de la investigación .....	93
Figura 43. Mapa de ubicación del proyecto.....	93
Figura 44. Verificación de Distancia de visibilidad de parada y de adelantamiento .....	96
Figura 45. Verificación de Diseño Geométrico en planta .....	97
Figura 46. Verificación de Diseño Geométrico en perfil .....	98
Figura 47. Verificación de Diseño Geométrico en sección transversal.....	98
Figura 48. Evaluación de parámetros de diseño vial.....	99
Figura 49. Clasificación vehicular IMD .....	100

## Resumen

La presente investigación denominada Evaluación de Diseño Vial de Carreteras mediante Normas Técnicas Vigentes, Carretera Quelcaya - Culicucho, Puno 2022, realizado en la localidad de Quelcaya, Distrito de Corani, provincia de Carabaya y Departamento de Puno, se ejecutó con el objetivo de evaluar la variación del diseño vial de carreteras mediante normas técnicas vigentes, carretera Quelcaya Culicucho, Puno 2022, asimismo dar cumplimiento a los objetivos específicos que son: Determinar los parámetros de diseño vial de carreteras mediante normas técnicas vigentes, carretera Quelcaya Culicucho, Puno 2022 y Comparar los parámetros para el diseño vial de carreteras mediante normas técnicas vigentes, carretera Quelcaya Culicucho, Puno 2022. Asimismo, el tipo de investigación es aplicada, con un enfoque cuantitativo porque se recolectó datos de campo y se generaron tablas, el diseño es no experimental, con un nivel de investigación descriptivo porque se pretende medir las variables mediante la recolección de datos, comparación y evaluación de los mismos. La población está representada por los caminos vecinales dentro de la jurisdicción de Corani, se tomó como muestra el camino vecinal desde la localidad de Quelcaya hasta la frontera con la región Cusco nevado Culi, el muestreo es desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 10+000 de la carretera Quelcaya – Culicucho, la técnica que se usó fue la observación directa porque se recopiló datos de campo como son el aforo vehicular y levantamiento topográfico, los instrumentos usados son la ficha de conteo vehicular, certificado de calibración y los manuales de diseño vial vigentes. Como resultado del objetivo general tenemos que la distancia de visibilidad de parada cumple en su totalidad con las normativas técnicas vigentes, el 62.50%

cumple y 37.50% no cumple con la normativa peruana, el 40.63% cumple y 59.37% no cumple con la normativa española y el 50% cumple con la normativa americana respecto a la distancias de visibilidad de paso, se encontró que el 64.76% cumple con el diseño en planta con la normativa peruana, un 32.44% cumple con la normativa española y 66.54% cumple con la normativa americana, respecto del diseño en perfil se encontró que el 95.38% cumple con la normativa peruana y española y en su totalidad cumple con la normativa americana, seguidamente el diseño en sección transversal se cumple el 50% respecto de la norma peruana y española y solo 29.81% lo que indica un diseño geométrico regular; asimismo el espesor de pavimento a nivel de afirmado es de 20 cm según normativa peruana, 20 cm según normativa española y 20 cm según normativa americana; todo esta evaluación según normativas vigentes los cuales son el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, la Norma 3.1-IC de la Instrucción de carreteras Trazado 2020 y A Policy on geometric Design of Highways and Streets 2018, los cuales se asemejan en el cálculo de los parámetros para el diseño vial.

Palabras clave: Diseño vial, parámetros de diseño, normativas vigentes

## **Abstract**

The present investigation called Evaluation of Road Design of Highways through Current Technical Standards, Carretera Quelcaya - Culicucho, Puno 2022, carried out in the town of Quelcaya, District of Corani, province of Carabaya and Department of Puno, was carried out with the objective of evaluating the variation of the road design of standard highways through current techniques, Quelcaya Culicucho highway, Puno 2022, following the fulfillment of the specific objectives that are: Determine the road design parameters of standard highways through current techniques, Quelcaya Culicucho highway, Puno 2022 and Compare the parameters for the road design of highways through current technical standards, Quelcaya Culicucho highway, Puno 2022. Likewise, the type of research is applied, with a quantitative approach because field data was collected and tables were generated, the design is not experimental, with a descriptive level of research because it is intended to measure the variables through data collection, comparison and evaluation of the same. The population is represented by the local roads within the jurisdiction of Corani, the local road from the town of Quelcaya to the border with the Cusco Nevado Culi region was taken as a sample, the survey is from kilometer 0 + 000 to kilometer 10 +000 of the Quelcaya - Culicucho highway, the technique used was direct observation because field data was collected, such as vehicle capacity and topographic survey, the instruments used are the vehicle count sheet, calibration certificate and the Current road design manuals.

As a result of the general objective we have that the stopping visibility distance fully complies with current technical regulations, 62.50% complies and 37.50% does not comply with Peruvian regulations, 40.63% complies and 59.37% does not comply



with Spanish regulations and 50% comply with the American regulations regarding the visibility distances of passage, it was found that 64.76% comply with the plan design with the Peruvian regulations, 32.44% comply with the Spanish regulations and 66.54% comply with the American regulations Regarding the design in profile, it was found that 95.38% complies with the Peruvian and Spanish regulations and in its entirety complies with the American regulations, then the cross-section design complies with 50% with respect to the Peruvian and Spanish regulations and only 29.81 % indicating a regular geometric design; Likewise, the pavement thickness at the level of the pavement is 20 cm according to Peruvian regulations, 20 cm according to Spanish regulations and 20 cm according to American regulations; All this evaluation according to current regulations which are the Highway Manual: Geometric Design DG - 2018, Standard 3.1-IC of the Road Instruction Tracing 2020 and A Policy on geometric Design of Highways and Streets 2018, which are similar in the calculation of parameters for road design.

Keywords: Road design, design parameters, current regulations