



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera  
Abancay-Cusco, sobre la sub rasantes heterogéneas, Apurímac, 2020**

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

**AUTORA:**

Olivera Palomino Tula Hildegardiz (ORCID: 0000-0003-1239-242X)

**ASESOR:**

Dr. Ing. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

Lima Norte – Perú

2020

## **DEDICATORIA**

*La tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi amado esposo Sergio A. Peña Jiménez, por su sacrificio y esfuerzo, por estar conmigo en los momentos difíciles brindándome comprensión cariño y amor.*

*A mis dos amados hijos Joaquín y Salvador que son parte de mi inspiración, la razón de mi vida y la fuerza que me dan para salir adelante y luchar contra todos los obstáculos que se presentan cada día de mi vida.*

*A mis amados padre, madre y hermanos, quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer y siga perseverante para cumplir todas mis metas propuestas.*

*A mis compañeros y amigos quienes compartimos conocimientos, alegrías y tristezas en todos estos años de formación y lograron que este sueño se haga realidad.*

*¡Gracias a todos!*

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero agradecer sinceramente en estas pequeñas líneas a mis padres por darme su apoyo incondicional tanto moralmente y económicamente, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y no bajar la guardia hasta ver realizar los sueños de su hija.*

*Quiero agradecer a la universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de graduarme y quiero hacer un agradecimiento especial al Dr. Abel Alberto Muñoz Paucarmayta, quien fue mi asesor en la elaboración de tesis y que gracias a su esfuerzo y apoyo finalmente pudiera graduarme.*

*¡Gracias a todos!*

## Índice general

Índice general.....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	7
I.INTRODUCCIÓN .....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III.MÉTODO.....	27
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	27
3.1.1 Método .....	27
3.1.2 Tipo de Investigación .....	28
3.1.3 Nivel.....	28
3.1.4 Diseño de Investigación .....	28
3.2 Variable y Operacionalización .....	29
3.2.1 Variable 1 .....	29
3.2.2 Variable 2.....	29
3.3 Población, muestra y muestreo. ....	63
3.3.1 Población .....	63
3.3.2 Muestra .....	63
3.3.3 Muestreo .....	63
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	64
3.4.1 Técnica.....	64
3.4.2 Instrumentos.....	64
3.4.3 Validez.....	64
3.4.4 Confiabilidad.....	65
3.5 Procedimientos.....	66
3.7 Aspectos éticos .....	100
IV. RESULTADOS.....	101
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES. ....	66

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Categorías de Sub rasante .....	20
<b>Tabla 2.</b> Magnitud de validez y Rangos .....	65
<b>Tabla 3.</b> Confiabilidad para el instrumento y rango .....	65
<b>Tabla 4.</b> Contenido de humedad – Tramo Soqllaccasa .....	70
<b>Tabla 5.</b> Contenido de humedad – Tramo Willcuypata .....	71
<b>Tabla 6.</b> Contenido de humedad – Tramo San Antonio .....	72
<b>Tabla 7.</b> Clasificación AASHTO .....	74
<b>Tabla 8.</b> Clasificación SUCS .....	74
<b>Tabla 9.</b> Análisis granulométrico – Tramo Soqllaccasa .....	75
<b>Tabla 10.</b> Análisis granulométrico – Tramo Willcuypata .....	76
<b>Tabla 11.</b> Análisis granulométrico – Tramo San Antonio .....	77
<b>Tabla 12.</b> Limite liquido – Tramo Soqllaccasa.....	79
<b>Tabla 13.</b> Limite liquido – Tramo Willcuypata.....	80
<b>Tabla 14.</b> Limite liquido – Tramo San Antonio .....	81
<b>Tabla 15.</b> Limite plástico – Tramo Soqllaccasa.....	83
<b>Tabla 16.</b> Limite plástico – Tramo Willcuypata.....	84
<b>Tabla 17.</b> Limite plástico – Tramo San Antonio.....	85
<b>Tabla 18.</b> Ensayo de compactación – Proctor modificado – Tramo Soqllaccasa.....	90
<b>Tabla 19.</b> Ensayo de compactación – Proctor modificado – Tramo Willcuypata.....	91
<b>Tabla 20.</b> Ensayo de compactación – Proctor modificado – Tramo San Antonio.....	92
<b>Tabla 21.:</b> Ensayo de CBR – Tramo Soqllaccasa .....	97
<b>Tabla 22.</b> Ensayo de CBR – Tramo Willcuypata .....	98
<b>Tabla 23.</b> Ensayo de CBR – Tramo San Antonio.....	99
<b>Tabla 24.</b> Variación del comportamiento estructural del pavimento flexible sobre la sub rasante heterogénea carretera Abancay Cusco .....	63
<b>Tabla 25.</b> Deformación de pavimento flexible sobre subrasante heterogénea carretera Abancay Cusco según modelo de Hogg .....	64
<b>Tabla 26.</b> Deflexión de pavimentos flexibles sobre subrasante de la carretera Abancay Cusco .....	65

## Índice figuras

<b>Figura 1.</b> Estado actual tramo Soqllaccasa Km843+000 .....	11
<b>Figura 2.</b> Estado actual, tramo San Antonio Km778+000.....	11
<b>Figura 3.</b> Pavimento Flexible .....	19
<b>Figura 4.</b> Distribución de la carga en pavimentos flexibles .....	21
<b>Figura 5.</b> Esquema de un cuenco de deflexión.....	23
<b>Figura 6.</b> Geometría del modelo de Hogg .....	24
<b>Figura 7.</b> Viga Benkelman. ....	25
<b>Figura 8.</b> Camión Cargado .....	67
<b>Figura 9.</b> Instalación de la Viga Benkelman.....	68
<b>Figura 10.</b> Medición de la deflexión de la Viga Benkelman .....	68
<b>Figura 11.</b> Estado de consistencia de un suelo .....	78
<b>Figura 12.</b> Curva Humedad - densidad.....	86
<b>Figura 13.</b> Influencia del tipo de suelo .....	87
<b>Figura 14.</b> Determinación del índice CBR .....	93

## RESUMEN

El **objetivo** es el este estudio de pavimento flexible de la carretera Abancay-Cusco sobre la subrasante heterogénea mediante el análisis deflectométrico. La **metodología** es aplicativa, la muestra estuvo compuesta por 03 tramos: Willcuypata km 786, Soqllaccasa km 0+843, San Antonio km 778, se evaluó la deflexión a través de la viga Benkelman y el análisis estructural de la subrasante flexible. **Resultados** demuestran que Soqllaccasa km 843+ 000 conformado por partículas granulares, según SUCS como CL además de poseer un valor de CBR igual a 7.88%. Willcuypata km 786+000 posee partículas granulares, según SUCS como SM además de tener un valor de CBR igual a 34.82%. San Antonio km 778+000, posee partículas finas y partículas granulares según SUCS como CL. **Conclusión:** los tramos San Antonio y Willcuypata tienen un buen comportamiento estructural, mientras que el tramo Socllaccasa presenta actualmente un comportamiento estructural de mala calidad.

**Palabras Clave:** *Comportamiento estructural de pavimento, sub rasante heterogénea, deflectometrico, Benkelman y CBR.*

## ABSTRACT

The objective evaluation of flexible pavement of the Abancay-Cusco highway on the heterogeneous subgrade through deflectometric analysis. The methodology is applicative, the sample was composed of 03 sections: Willcuypata km 786, Soqllaccasa km 0 + 843, San Antonio km 778, the deflection through the Benkelman beam and the structural analysis of the flexible subgrade were evaluated. Results show that Soqllaccasa km 843+ 000 made up of granular particles, according to SUCS as CL, in addition to having a CBR value equal to 7.88%. Willcuypata km 786 + 000 has granular particles, according to SUCS as SM in addition to having a CBR value equal to 34.82%. San Antonio km 778 + 000, has fine particles and granular particles according to SUCS as CL. Conclusion: the San Antonio and Willcuypata sections have a good structural behavior, while the Socllaccasa section currently presents a poor quality structural behavior.

**Keywords:** Pavement structural behavior, heterogeneous subgrade, defletometric, Belkenman and CBR.



Yo, **Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada **"Comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera Abancay – Cusco, sobre la sub rasante heterogéneas, Apurímac 2020"**, de la estudiante **OLIVERA PALOMINO, Tula Hildegardiz**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **26 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Los Olivos, 25 de enero 2021



Abel Alberto Muñiz Paucarmayta

DNI: 23851049

Revisó	Vicerrectorado de Investigación/ <b>DEVAC</b> /Responsable del SGC	Aprobó	<b>Rectorado</b>
--------	--	--------	------------------

**NOTA:** *Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentren fuera del Campus Virtual Trilce serán considerados como COPIA NO CONTROLADA.*