

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUB  
DRENAJE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV.  
UNIVERSITARIA, PILLCO MARCA - 2022”

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**  
OBRAS VIALES

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

**TESISTAS:**

ESPINOZA HUAMAN KAREN RUTH

ESPINOZA HUAMAN DAVID MARVIN ABEL

**ASESOR:**

MG. ING. MACHUCA GUARDIA RISSEL

**HUÁNUCO-PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A Dios por cuidarnos durante este tiempo difícil, por darnos salud y permitirnos cumplir una de nuestras metas como profesionales.

A nuestros padres por su apoyo incondicional, por ser guías, mentores y darnos el mejor ejemplo de vida.

A nuestra madre en el cielo por su gran entrega, porque todo lo que tenemos y somos, es y será por el gran amor y esfuerzo de nuestro angelito.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizan; por permitirnos haber realizado nuestra vida profesional en sus aulas durante nuestros años de estudio y por habernos brindado los conocimientos necesarios para lograr nuestros objetivos.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, quienes nos han guiado y asesorado durante nuestra formación con sus conocimientos y experiencias.

Al Mg. Ing. Jim Arturo Rivera Vidal, por asesorarnos, a través de sus conocimientos y experiencias impartidas, con dedicación tiempo y entrega, del principio al final de la presente tesis.

A nuestra familia, en especial a nuestro padre José Santamaría Espinoza Céliz, por habernos apoyado en este largo camino y siempre confiar en nosotros.

A Dios; por ser nuestro guiador, dador de vida, salud y conocimientos; cuyo apoyo ha sido fundamental durante esta etapa de nuestra vida como profesionales.

## RESUMEN

La tesis tuvo como finalidad analizar el uso del geodren vial para el mejoramiento del sub drenaje en el diseño del pavimento flexible. Para ello se presentó la problemática resultante del deterioro de la carpeta asfáltica en la avenida Universitaria, entre el Jirón Los ciruelos y Jirón los Mangos, en el distrito de Pillco Marca, Provincia de Huánuco, Departamento de Huánuco. Se hizo la evaluación de fallas a través de la metodología Pavement Condition Index (PCI), resultando como índice de condición del pavimento el valor de 3, que indica un pavimento fallado, las causas del tipo de fallas identificadas en el tramo de investigación, han podido confirmar que el pavimento no cumple con sus años de serviciabilidad, a causa de no haber incorporado un sistema de sub drenaje. Por lo tanto, se diseñó el sub drenaje con geodren vial para el pavimento en el tramo de estudio, a través del software Geosoft, el cual obtuvo como resultado evacuar un caudal de 2.92 L/s, una altura de 0.50m y un ancho de 0.30m para la ubicación del geodren vial, y un diámetro de 100.0 mm o 4” para la tubería de evacuación; Los resultados del diseño cumplieron con los criterios requeridos que confirmaron que el Geodren Vial es conveniente dentro del diseño del sistema de sub drenaje en el tramo de estudio, evitando la presencia de graves daños y fallas en el pavimento, garantizando mejorar la serviciabilidad y evitar la disminución de la vida útil del pavimento. Asimismo, se determinó la relación beneficio – durabilidad - costo; evaluando el diseño del pavimento flexible de la zona de estudio, con el geodren vial como sistema de sub drenaje y el diseño del pavimento flexible sin ningún sistema de evacuación de aguas, en el cual se calculó el número estructural SN de 3.73 y el número de ejes equivalentes de 899,377, para el pavimento con la inclusión del geodren vial; No obstante, se calculó un número estructural de 2.05 y un número de ejes equivalentes con el valor de 577,857, para el diseño del pavimento flexible sin ningún sistema de sub drenaje. Concluyendo que cuando se diseña una estructura de pavimento sin contemplar ningún sistema de captación y evacuación de agua, su durabilidad se reduce en más de un 60%. Luego, se determinó la comparación de costos de las dos alternativas, resultando que el costo por metro lineal del pavimento flexible con la inclusión del geodren vial para la zona de estudio, resulta S/ 122.11; este resultado fue comparado con el costo por metro lineal del diseño de pavimento flexible sin el geodren vial, cuyo costo resultó S/ 193.33. Lo que equivale a una diferencia en costos del 37 %, siendo más económico la inclusión del geodren vial como sistema de sub drenaje en el diseño del

pavimento flexible de la avenida universitaria en el tramo de estudio y garantizando un buen comportamiento de la estructura del pavimento de la zona que abarca la investigación.

**PALABRAS CLAVE:** Geodren vial, Comportamiento estructural, Serviciabilidad  
Pavimento flexible

## **ABSTRACT**

The purpose of this investigation was to determine the influence of the road geodren in the drainage system for the design of flexible pavement. For this, the problem that exists due to the deterioration of the existing asphalt layer on Avenida Universitaria, between Jirón Los Ciruelos and Jirón los Mangos, in the district of Pillco Marca, Province of Huánuco, Department of Huánuco, was presented. The evaluation of the failures was carried out through the Pavement Condition Index (PCI) methodology, resulting in a pavement condition index of 3, which indicates a failed pavement, the causes of the type of failures identified in the study section, They have been able to confirm that the pavement does not meet its years of serviceability, due to not having incorporated a subdrainage system. Therefore, the design of the sub-drainage with geodren road for the pavement in the study section was carried out, through the Geosoft software, which resulted in evacuating a flow of 2.92 L/s, a height of 0.50m and a width of 0.30m for the location of the road geodrain, and a diameter of 100.0 mm or 4" for the evacuation pipe; The results of the design met the required criteria that confirmed that the Geodren Vial is suitable for the sub-drainage system in the study section, avoiding the presence of serious damage and failures in the pavement, guaranteeing an improvement in serviceability and avoiding the reduction of the useful life of the pavement. Likewise, the benefit - durability - cost relationship was determined; evaluating the design of the flexible pavement of the study area, with the road geodren as a sub-drainage system and the design of the flexible pavement without any water evacuation system, in which the structural number SN of 3.73 and the number of equivalent axles of 899,377, for the pavement with the inclusion of the road geodrain; However, a structural number of 2.05 and an equivalent number of axes with the value of 577,857 were calculated for the design of the

flexible pavement without any subdrainage system. Concluding that when a pavement structure is designed without contemplating any water collection and evacuation system, its durability is reduced by more than 60%. Likewise, the cost comparison of the two alternatives was carried out, resulting in the cost per linear meter of the flexible pavement with the inclusion of the road geodrain for the study area, resulting in S/ 122.11; This result was compared with the cost per linear meter of the flexible pavement design without the road geodrain, whose cost was S/ 193.33. Which is equivalent to a difference in costs of 37%, being more economical the inclusion of the road geodren as a sub-drainage system in the design of the flexible pavement of the university avenue in the section of study and guaranteeing a good behavior of the pavement structure. from the study area.

**KEY WORDS:** Geodren road, Structural behavior, Serviceability Flexible pavement.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de tesis presentado, lleva por título; “USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUB DRENAJE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. UNIVERSITARIA, PILLCO MARCA - 2022”; La investigación fue realizado para dar propuesta de solución a la problemática existente en varios tramos de la avenida universitaria; se detectó que el tramo en cuestión, sufre un gran deterioro del pavimento flexible, encontrando así la carpeta asfáltica debilitada; causando una deficiencia colosal en la transitabilidad vehicular de esta zona; Durante el desarrollo de nuestra investigación, se expuso el problema comprendido en el sector mencionado, en el cual se planteó un correcto diseño de sub drenaje, el cual evitaría que se presenten graves daños y fallas en la carpeta asfáltica del pavimento. La elección del trecho en mención se debió, a que la avenida Universitaria, actualmente registra una alta demanda vehicular, y que no viene cumpliendo con los años de durabilidad, sino por lo contrario viene presentando problemas en el pavimento existente. Con el desarrollo de esta investigación brindamos propuesta de solución al gran problema expuesto que, a su vez, como es de conocimiento público, ocasiona grandes falencias en el comportamiento estructural del pavimento flexible de la avenida universitaria entre el jirón Los ciruelos y jirón los mangos, la investigación indica que estos acontecimientos son por la falta de incorporación de un correcto sistema de sub drenaje; el sistema que presenta la mayoría de diseños de pavimento que fueron realizados muestran las mismas deficiencias, esto hace que se produzca el gran deterioro evidente; generando así, la pérdida de serviciabilidad y disminución de la vida útil del pavimento.

Haber desarrollado la tesis fue fundamental, ya que es necesario que los profesionales relacionados con el tema, comprendan que durante el diseño del pavimento flexible, se debe tomar importancia al estudio del sistema de sub drenaje, y el uso del Geodren vial en particular; y nosotros como investigadores, entregamos la información desarrollada que evitaría que se siga generando la problemática del deterioro de pavimento flexible en la concurrida avenida Universitaria, del distrito de Pillco Marca, y en otras obras viales similares.



# INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN .....	4
ABSTRACT .....	6
INTRODUCCIÓN.....	8
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	19
1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación .....	19
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos .....	21
1.3 Formulación del objetivo general y específicos.....	22
1.4 Justificación .....	23
1.5 Limitaciones.....	24
1.6 Formulación de hipótesis general y específica .....	25
1.7 Variables .....	26
1.8 Definición teórica y operacionalización de variable.....	27
II. MARCO TEÓRICO .....	28
2.1 Antecedentes de la investigación.....	28
2.2 Bases teóricas.....	32
2.2.1 PAVIMENTO FLEXIBLE.....	32
2.2.1.1 DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE .....	32
2.2.1.2 NORMA TÉCNICA CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS.....	34
2.2.1.3 COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE .....	36
2.2.1.4 SISTEMA DE SUB DRENAJE EN PAVIMENTO FLEXIBLE .....	37
2.2.1.5 SISTEMA DE SUB DRENAJE .....	39
2.2.2 GEODRENES .....	40
2.2.2.1 GEOCOMPUESTO COMO REFUERZO EN CARRETERAS .....	40
2.2.2.2 TIPOS DE GEOSINTÉTICOS .....	41
2.2.2.3 FACTORES DE REDUCCIÓN PARA GEOTEXILES EN APLICACIONES DE SUB DRENAJE.....	43
2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos.....	45
2.4 Bases epistemológicas, bases filosóficas y/o bases antropológicas.....	47
III. METODOLOGÍA.....	48

3.1	Ámbito .....	48
3.2	Población .....	48
3.3	Selección de la muestra.....	49
3.4	Nivel y tipo de estudio .....	49
3.5	Diseño de investigación .....	50
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos .....	54
3.7	Validación y confiabilidad del instrumento.....	55
3.8	Procedimiento .....	55
3.9	Tabulación y análisis de datos estadísticos.....	58
3.10	Consideraciones éticas .....	58
CAPITULO IV. RESULTADO .....		59
4.1	Determinación de las fallas existentes en el pavimento flexible sin sistema de sub drenaje.....	59
4.1.1	Descripción evaluativa del estado del pavimento flexible .....	59
4.1.1.1	Información preliminar.....	59
4.1.1.2	Ubicación.....	59
4.1.1.3	Carga de tránsito.....	61
	<i>* Las tablas con los cálculos completos se encuentran en el apartado de los anexos, en el formato 1.6 calculo de transito normal imda.....</i>	70
4.1.2	Descripción evaluativa de las fallas existentes en el pavimento flexible .....	70
4.1.2.1	Criterios de inspección .....	70
4.1.2.2	Aplicación del método PCI para la identificación de fallas .....	70
4.1.2.3	Determinación del índice de estado del pavimento .....	73
4.1.3	Mapeo de las fallas existentes en el pavimento flexible.....	77
4.1.4	Diseño del pavimento flexible con la metodología Aashto 93.....	77
4.2	Diseño del pavimento flexible con la inclusión de un sistema de sub drenaje con geodren vial.....	81
4.2.1	Definición del geotextil y tubería a usar en el sistema de sub drenaje para el diseño del pavimento flexible.....	85
4.2.1.1	Determinación del diámetro de tubería .....	86
4.2.1.1	Evaluación del tipo de Geotextil a usar en el Geodren.....	86
4.3	Análisis comparativo del aporte del geodren vial al sistema de sub drenaje en el diseño del pavimento flexible .....	90
4.3.1	Determinación de la relación beneficio – durabilidad entre la estructura del	

pavimento con/sin un sistema de sub drenaje con geodren vial .....	90
<b>Se presentan los resultados al OE4: Analizar la relación beneficio - costo de la estructura del pavimento con un sistema de sub drenaje con geodren vial para obtener un diseño de pavimento flexible factible económicamente .....</b>	<b>96</b>
4.3.2 Determinación de la relación beneficio – costo entre la estructura del pavimento con/sin un sistema de sub drenaje con geodren vial.....	96
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN .....	98
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS .....	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	107
Bibliografía.....	107
ANEXOS .....	110
CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	110
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	111
VALIDACIÓN DEL (DE LOS) INSTRUMENTO(S) POR JUECES.....	112
NOTA BIOGRÁFICA .....	113
AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA .....	114
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	115
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	117
FORMATO 1.1 FACTORES DE CORRECCIÓN DE VEHÍCULOS LIGEROS POR UNIDAD DE PEAJE - PROMEDIO.....	118
FORMATO 1.2 FACTORES DE CORRECCIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS POR UNIDAD DE PEAJE - PROMEDIO.....	121
FORMATO 1.3 TASAS DE CRECIMIENTO DE VEHÍCULOS.....	124
FORMATO 1.4 TASA ANUAL DEPARTAMENTAL DEL PBI.....	125
FORMATO 1.5 ESTUDIO DE TRÁFICO .....	126
FORMATO 1.6 CALCULO DE TRANSITO NORMAL IMDA (TE).....	140
FORMATO 1.7 CALCULO DE TRANSITO VEHICULAR FUTURO .....	143
FORMATO 1.8 CALCULO DE PARAMETROS PARA ESAL .....	145
FORMATO 1.9 CALCULO DE FACTOR TRAFICO EN PAVIMENTO FLEXIBLE.....	147
2.1 FOTOGRAFÍAS DE LAS PRINCIPALES FALLAS DE LAS UNIDADES DE MUESTRA DEL TRAMO .....	151
2.2 ÁBACOS DE CURVAS PARA VALORES DEDUCIDOS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA CÁLCULO DE PCI, ASTM D6433-18.....	179
2.3 MAPEO DE FALLAS EXISTENTES EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	182

3.1 ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	183
3.2 DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS - ESTACIÓN HUÁNUCO .....	184
3.3 DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE – MÉTODO AASHTO 93 .....	186
4.1 DISEÑO DEL SUB DRENAJE CON GEODREN VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	196
4.2 FICHA TÉCNICA DEL GEODREN VIAL.....	199
4.3 CASOS FAVORABLES DE PAVIMENTACIÓN CON GEODREN VIAL COMO SUB DRENAJE .....	200

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía (Fuente: AASTHO 1993)	33
Tabla 2 Requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimento.....	35
Tabla 3 Capacidad de sub drenaje (Fuente: AASTHO 1993) .....	38
Tabla 4 Coeficientes de sub drenaje (mi) recomendados (Fuente: tabla 2.4 AASTHO 1993) .....	38
Tabla 5 Diseño de la investigación.....	53
Tabla 6 Localización del área de estudio.....	60
Tabla 7 Coordenadas del tramo en investigación.....	61
Tabla 8 Volumen vehicular diario .....	66
Tabla 9 Variación diaria .....	66
Tabla 10 Clasificación vehicular promedio.....	66
Tabla 11 Clasificación vehicular promedio.....	66
Tabla 12 Cálculo de tránsito actual .....	63
Tabla 13 Cálculo de tránsito futuro .....	65
Tabla 14 Hoja de registro de las fallas del pavimento flexible.....	75
Tabla 15 Cálculo del número estructural.....	77
Tabla 16 Estructura del pavimento que cumple con el SN requerido .....	78
Tabla 17 Diseño del pavimento flexible - Aashto 93 .....	80
Tabla 18 Reporte del diseño del sub drenaje con geodren vial .....	82
Tabla 19 Valores del coeficiente de sub drenaje .....	91
Tabla 20 Costo por metro lineal del diseño del sub drenaje con geodren vial para la zona de estudio.....	96
Tabla 21 Costo por metro lineal del diseño de pavimento flexible con el geodren vial para la zona de estudio .....	97
Tabla 22 Costo por metro lineal del diseño de pavimento flexible sin el geodren vial para la zona de estudio .....	97
Tabla 23 Curvas de valores deducidos - Exudación.....	179
Tabla 24 Curvas de valores deducidos - Baches .....	179
Tabla 25 Curvas de valores deducidos - Abultamiento y hundimiento.....	180

Tabla 26 Curvas de valores deducidos - Hinchamiento .....	180
Tabla 27 Curvas de valores deducidos - Grieta de borde.....	181
Tabla 28 Curvas para calcular el valor deducido corregido .....	181
Tabla 29 Datos de la Estación pluviométrica de la zona de estudio.....	183
Tabla 30 Datos de precipitación máxima de 24 horas – Estación de Huánuco.....	184
Tabla 31 Cálculo de varianza y desviación – Estación de Huánuco .....	185

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tramo de la zona de estudio.....	60
Figura 2 Tráfico referencial de la zona de estudio .....	62
Figura 3 Zona de estudio .....	71
Figura 4 Sección del tramo de estudio.....	72
Figura 5 Diseño del pavimento flexible sin sistema de sub drenaje - método Aashto 93 ....	78
Figura 6 Sistema de sub drenaje con geodren vial en el tramo de estudio .....	85
Figura 7 Esquema del geodren vial para el sistema de sub drenaje de la zona de estudio ...	86
Figura 8 Cálculo del SN, en condiciones óptimas de sub drenaje.....	92
Figura 9 Cálculo del Número de ejes equivalente, en condiciones óptimas de sub drenaje	93
Figura 10 Cálculo del SN, sin sistema de sub drenaje.....	94
Figura 11 Cálculo del Número de ejes equivalente, sin sistema de sub drenaje .....	95
Figura 12 <b>Exudación de severidad bajo</b> , ubicada en la unidad U1, sección 1.....	151
Figura 13 <b>Exudación de severidad bajo</b> , ubicada en la unidad U2, sección 1.....	151
Figura 14 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U3, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 43 cm. ....	152
Figura 15 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U4, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 43 cm. ....	152
Figura 16 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U5, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 32 cm. ....	153
Figura 17 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U6, sección 1. Tiene una profundidad de 13 cm y un diámetro de 58 cm. ....	153
Figura 18 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U7, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 58 cm. ....	154
Figura 19 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U8, sección 1. Tiene una profundidad de 6 cm y un diámetro de 29 cm. ....	154
Figura 20 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U9, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 62 cm. ....	155
Figura 21 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U10, sección 1. Tiene una profundidad de 10 cm y un diámetro de 53 cm. ....	155

Figura 22 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U11, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 41 cm. ....	156
Figura 23 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U12, sección 1. Tiene una profundidad de 10 cm y un diámetro de 28 cm. ....	156
Figura 24 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U13, sección 1. Tiene una profundidad de 10 cm y un diámetro de 58 cm. ....	157
Figura 25 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U14, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 18 cm. ....	157
Figura 26 <b>Bache de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U15, sección 1. Tiene una profundidad de 28 cm y un diámetro de 1.73 m. ....	158
Figura 27 <b>Bache de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U16, sección 1. Tiene una profundidad de 29 cm y un diámetro de 1.68 m. ....	159
Figura 28 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U17, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 26 cm. ....	160
Figura 29 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U18, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 28 cm. ....	160
Figura 30 <b>Bache de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U19, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 87 cm. ....	161
Figura 31 <b>Bache de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U20, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 77 cm. ....	161
Figura 32 <b>Bache de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U21, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 37 cm. ....	162
Figura 33 <b>Bache de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U22, sección 1. Tiene una profundidad de 10 cm y un diámetro de 87 cm. ....	162
Figura 34 <b>Bache de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U23, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 58 cm. ....	163
Figura 35 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U24, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 64 cm. ....	163
Figura 36 <b>Bache de grado de severidad media</b> , registrado en la unidad de muestra U25, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 63 cm. ....	164



Figura 37 <b>Bache de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U26, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 96 cm. ....	164
Figura 38 <b>Abultamiento de grado de severidad mediano</b> , registrado en la unidad de muestra U27, sección 1. Tiene una longitud de 87 ml .....	165
Figura 39 <b>Abultamiento de grado de severidad mediano</b> , registrado en la unidad de muestra U28, sección 1. Tiene una longitud de 92 ml .....	166
Figura 40 <b>Abultamiento de grado de severidad mediano</b> , registrado en la unidad de muestra U29, sección 1. Tiene una longitud de 87 ml .....	167
Figura 41 <b>Hinchamiento de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U30, sección 1. Se observa cómo el pavimento tiene una protuberancia que intenta “trepar” a la berma.....	168
Figura 42 <b>Hinchamiento de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U31, sección 1. Se observa cómo el pavimento tiene una protuberancia que intenta “trepar” a la berma.....	168
Figura 43 <b>Hinchamiento de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U32, sección 1. Se observa cómo el pavimento tiene una protuberancia que intenta “trepar” a la berma.....	169
Figura 44 <b>Hundimiento de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U33, sección 1. Tiene una profundidad de 17 cm y un diámetro de 1.39 m. ....	170
Figura 45 <b>Hundimiento de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U34, sección 1. Tiene una profundidad de 16 cm y un diámetro de 1.77 m. ....	170
Figura 46 <b>Hundimiento de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U35, sección 1. Tiene una profundidad de 14 cm y un diámetro de 2.41 m. ....	171
Figura 47 <b>Hundimiento de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U36, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 2.17 m. ....	171
Figura 48 <b>Hundimiento de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U37, sección 1. Tiene una profundidad de 13 cm y un diámetro de 2.08 m. ....	172
Figura 49 <b>Hundimiento de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U38, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 1.27 m. ....	172
Figura 50 <b>Agrietamiento de borde de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U39, sección 1. Tiene una profundidad de 16 cm y un diámetro de 2.21 m.....	173

Figura 51 <b>Agrietamiento de borde de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U40, sección 1. Tiene una profundidad de 13 cm y un diámetro de 1.07 m.....	173
Figura 52 <b>Agrietamiento de borde de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U41, sección 1. Tiene una longitud de 87 ml .....	174
Figura 53 <b>Agrietamiento de borde de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U42, sección 1. Tiene una longitud de 96 ml .....	174
Figura 54 <b>Agrietamiento de borde de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U43, sección 1. Tiene una longitud de 92 ml .....	175
Figura 55 <b>Agrietamiento de borde de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U44, sección 1. Tiene una longitud de 1.38 ml .....	175
Figura 56 <b>Agrietamiento de borde de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U45, sección 1. Tiene una longitud de 2.64 ml .....	176
Figura 57 <b>Agrietamiento de borde de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U46, sección 1. Tiene una longitud de 4.69 ml .....	176
Figura 58 <b>Hinchamiento de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U47, sección 1. Tiene una longitud de 3.06 ml. ....	177
Figura 59 <b>Bache de grado de severidad alto</b> , registrado en la unidad de muestra U48, sección 1. Tiene una longitud de 1.17 ml y un ancho de 1.28 ml .....	178

# **I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación**

La problemática que existe a lo largo de la avenida universitaria por el deterioro de la carpeta asfáltica, es grave y se evidencian las consecuencias severas que ha generado y afectado gravemente el transporte público y privado. Al realizar un recorrido de inspección por la avenida universitaria; se evidenció que varios de los tramos se encuentran con el pavimento flexible severamente dañado, se observó la carpeta asfáltica debilitada perjudicando la transitabilidad vehicular, además de evidenciar, haber perdido las características de servicio para el que fue diseñado.

Asimismo, se observaron fallas estructurales que evidencian haber reducido la capacidad de carga, que a largo o corto plazo determinarían fallas funcionales; como las deformaciones permanentes, los agrietamientos, las desintegraciones, la exudación, los bacheos; que afectan el índice de servicio actual, volviendo al pavimento deficiente al no poder soportar un elevado volumen de tránsito, afectando la durabilidad del pavimento flexible.

Se detectó como tramo crítico el pavimento flexible existente en el Jr. Los ciruelos y Jr. Los Mangos de la Avenida Universitaria, ya que dentro de las fallas que presenta; se encuentran las grietas en forma de piel de cocodrilo en un 30%, que son la presencia de deflexiones excesivas a causa de la poca estabilidad de las capas inferiores cuando se saturan, se encuentran también las grietas de borde en un 40% que son la presencia de grietas longitudinales cerca del borde del pavimento a causa de un sub drenaje inadecuado. Se encontró además que el 20% restante del pavimento presenta deterioros de la superficie como desprendimientos a causa de la pérdida de la base.

El grave problema expuesto, es alarmante debido a que a lo largo del pavimento flexible se observan fallas severas, y esto es, a causa de no haber incorporado un correcto sistema de sub drenaje que evitaría el deterioro que presenta actualmente el pavimento; Por tanto, justifica con gran razón estudiarlo, encontrando una propuesta de solución a la problemática descrita en esta investigación. Para fines de la tesis, la elección del tramo en mención es a causa de que, la avenida Universitaria actualmente registra una alta demanda vehicular, y que no viene cumpliendo con los años de durabilidad, sino por lo contrario viene presentando problemas en el pavimento existente.

Esta problemática es causada también por los conflictos que ocurren durante el diseño del pavimento flexible, debido a que muchos profesionales subestiman el estudio del sistema de sub drenaje y el uso del Geodren vial en particular; generando la necesidad de resolver la problemática severa del deterioro de pavimento flexible en la concurrida avenida Universitaria, del distrito de Pillco Marca. Y de no atenderla continuaría como consecuencia la pérdida de serviabilidad y disminución de la vida útil del pavimento.

## 1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

### **Problema General**

- ¿Cómo la no consideración de un sistema de sub drenaje influye en el deterioro del pavimento flexible de la avenida universitaria, Pillco Marca?

### **Problemas específicos**

- ¿Cómo el tipo de fallas que presentan las vías del pavimento flexible de la avenida universitaria se relaciona con la ausencia de sub drenaje en el diseño del pavimento flexible?
- ¿Cuál sería el tipo de Geotextil y tubería óptimo para el mejoramiento del sistema de sub drenaje en el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria?
- ¿Cómo la no inclusión del geodren vial en el sistema de sub drenaje afecta la durabilidad del pavimento flexible de la avenida universitaria?
- ¿Cómo la no inclusión del geodren vial afecta la relación beneficio – costo en la viabilidad por factibilidad económica del pavimento flexible de la avenida universitaria?

### 1.3 Formulación del objetivo general y específicos

#### **Objetivo General**

- Analizar el uso del geodren vial en el sistema de sub drenaje para mejorar el comportamiento estructural en el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria, Pillco Marca.

#### **Objetivos específicos**

- Describir el tipo de fallas que tiene las vías del pavimento flexible de la avenida universitaria para determinar las causas de la deficiencia del pavimento flexible.
- Definir el tipo de geotextil y tubería a emplear en el sistema de sub drenaje para mejorar el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria.
- Analizar la durabilidad de la estructura del pavimento flexible con un sistema de sub drenaje con geodren vial para mejorar el comportamiento estructural del pavimento flexible.
- Analizar la relación beneficio - costo de la estructura del pavimento con un sistema de sub drenaje con geodren vial para obtener un diseño de pavimento flexible factible económicamente.

## 1.4 Justificación

Gran cantidad de las infraestructuras viales en nuestro país, son carreteras con pavimento flexible, y en muchas de ellas, nos encontramos con el enorme problema de hallar deteriorados y en mal estado a los pavimentos. Desde este punto de vista se expone, que nuestra investigación tiene:

**Justificación técnica:** Los escenarios mostrados son una problemática severa para los usuarios y han provocado la necesidad de evaluar la metodología del diseño del pavimento flexible, examinando las deficiencias del criterio tomado por muchos de los profesionales y el procedimiento desarrollado, analizando las alternativas de solución al gran problema del deterioro del pavimento flexible; incorporando en el diseño un sistema de sub drenaje con geodren vial para así obtener un buen comportamiento estructural del pavimento flexible; Asimismo, se expone que, al no atender dicha problemática, esta conllevaría al deterioro del pavimento, que a su vez generaría como consecuencia la pérdida de la serviabilidad y la disminución de su vida útil.

**Justificación socioeconómica:** Servirá como contribución a uno de los aspectos esenciales de toda ingeniería, que es el de beneficiar a la población, en este caso para evitar la problemática de tener el pavimento en mal estado; Ya que al continuar con lo negativo de estas obras civiles, estas tendrán un impacto negativo en el nivel socioeconómico de la ciudad y como consecuencia también al país, generando un impacto negativo a la economía de los transportistas en el sector público y privado, a causa del mantenimiento a realizar a los vehículos por el daño que sufren a razón de las deformaciones presentes en el pavimento; Además del malestar a toda la población involucrada en el sector mencionado.

## 1.5 Limitaciones

- Una de las restricciones dentro de la tesis, es que las entidades locales o regionales que se encargan de realizar y revisar las obras de infraestructura vial, tienen información incompleta sobre el análisis del diseño del pavimento; esto perjudica al desarrollo de la tesis, ya que es la principal cobertura de información con fines de validación de resultados.
- El tiempo en el que se desarrolla la tesis es otro factor desfavorable, ya que no se puede evaluar los parámetros resultantes durante toda la vida útil del pavimento flexible, ya que implicarían años de estudio para analizar la durabilidad del pavimento flexible con el uso del geodren vial en el sistema de sub drenaje.
- La investigación se limita a ser aplicado solo al pavimento flexible de la avenida universitaria en el distrito de Pillco Marca, debido a que otros sectores, presentan diferentes condiciones climatológicas, tipo de suelo y condiciones de tráfico.



## 1.6 Formulación de hipótesis general y específica

### **General**

- El uso del Geodren vial en el sistema de sub drenaje mejorará el comportamiento estructural en el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria, Pillco Marca.

### **Específicas**

- La identificación de fallas y determinación de su origen, permitirá caracterizar el estado deficiente del pavimento flexible de la avenida universitaria
- La utilización del geotextil y tubería adecuado permitirá mejorar el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria con un sistema de sub drenaje óptimo.
- El uso del geodren vial en el sistema de sub drenaje, mejorará la durabilidad en el comportamiento estructural del pavimento flexible.
- El análisis del costo respecto al beneficio del pavimento flexible con el uso del geodren vial permitirá determinar la viabilidad en el uso del geocompuesto.

## 1.7 Variables

### **Independiente**

- ✓ Sistema de sub drenaje con Geodren Vial.

### **Dependiente**

- ✓ Pavimento flexible estructuralmente adecuado.

## 1.8 Definición teórica y operacionalización de variable

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	INSTRUMENTO
<i>Variable de Independiente</i>	Sistema constituido por Geotextiles No Tejidos y una red drenante, que capta y conduce el agua en su plano para luego ser evacuado a través de un sistema de desocupación.	Índice de filtración	%	Cuantitativa	Nominal	Geosoft
Sistema de sub drenaje con Geodren Vial	su plano para luego ser evacuado a través de un sistema de desocupación.	Condición de sub drenaje	Horas	Cuantitativa	Continua	Geosoft
<i>Variable Dependiente</i>	Pavimento flexible que mantiene de forma constante la resistencia de la subrasante y la base en la estructura, evitando el saturamiento hidráulico.	Vida útil del pavimento flexible	Años	Cuantitativa	Continua	Geosoft
Pavimento flexible estructuralmente adecuado	la estructura, evitando el saturamiento hidráulico.	Costo de ejecución del pavimento flexible	%	Cuantitativa	Continua	S10

## **II. MARCO TEÓRICO**

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### **Antecedentes Internacionales**

Con respecto al problema identificado, que de forma alarmante es preocupación para muchos profesionales involucrados en la rama y autoridades cuyas obligaciones están comprometidas con resolverla, y aunque hay una limitada diversidad de estudios realizados, presentamos los más actualizados que serán expuestos de manera concisa en los párrafos a continuación.

Según Brantho Correa Landeta (2020), en su estudio "Evaluación ecotécnica de los sistemas de drenaje geotécnico vial y circular para el saneamiento en la construcción de carreteras francesas", propone revelar la función del sistema de drenaje. Conocido como "Geodren Vial y Geodren Circular" y Traditional Drain o también conocido como French Drain debido a sus propiedades físico mecánicas. En la tesis final se propone construir un sistema de alcantarillado con el sistema mencionado; con el método propuesto se intenta reducir el uso de canteras, ahora el trasfondo ambiental es fundamental; para la obtención de este material granular se concluyó que el subcontrol longitudinal de la vía con ayuda de drenaje francés reduciría los costos de los materiales granulares utilizados anteriormente.

Carlos Dávila Arregui (2020) en su obra "La aplicación de los sistemas de optimización de procesos constructivos en la ingeniería de drenaje vial" plantea que el drenaje es un factor determinante y muy importante para la estabilidad y protección de los elementos fuera del camino. Una de las consideraciones más importantes en el trazado y diseño de carreteras es la capacidad de proporcionar un drenaje subterráneo adecuado. El drenaje

adecuado y económico es necesario para proteger la inversión en la infraestructura vial misma y para preservar la vida de quienes la utilizan. El agua merece un estudio muy serio y profundo, su comportamiento puede tener consecuencias fatales para ti si no la controlas, pues el camino convierte al campo en una depresión oculta o natural bajo el agua. El drenaje subterráneo de la carretera generalmente se puede definir como un proceso que se trata y transporta en aguas superficiales y subterráneas dentro de la carretera y áreas adyacentes.

### **Antecedentes Nacionales**

Según Luis Alvarez Ticona y Leonardo Guerra Sánchez (2021) en su estudio “Diseño de sistemas de drenaje utilizando Godrene para el control de caudales de infiltración de caminos aledaños, Arequipa 2021”. El objetivo principal de su trabajo de investigación fue controlar el flujo de infiltración en el borde de la carretera mediante el diseño de un sistema de drenaje con Geodren, ver emp. Viernes-1s (St. Jacinto) - Emp. Ar-541, Nicolás de Piérola y José María están ubicados en el distrito de Quimper, departamento de Camaná, región de Arequipa. Brinda soluciones a las carreteras locales al buscar escombros dañados por el viento, multas acumuladas y desgaste del tráfico que hacen que estas carreteras sean difíciles de transitar. Se utilizó una metodología de diseño para lograr los objetivos generales utilizando el manual y el software de geosintéticos PAVCO. El método utilizado en el estudio fue empírico con datos topográficos, mediciones del suelo y criterios hidráulicos recolectados para determinar el diseño del sistema de drenaje geotécnico. Esto da como resultado una sección transversal con una profundidad  $H = 0,50$  m y un ancho  $A = 0,20$  m, donde se usa un geotextil no tejido perforado con agujas como medio filtrante y una geomalla (01) como canal de drenaje. , y el caudal de transporte de una tubería perforada de 01,65 mm de diámetro es de 0,0003

m<sup>3</sup>/s; después de un sistema de geodrenaje instalado, donde el agua fluye directamente al canal, el canal se llena con material granular tipo filtro, es decir, Grava de 3/4 de pulgada para prolongar la vida útil del sistema.

Según Hestacio Callan Baca (2018) en su estudio “Buenosaires (Emp PI-1020) Km 0.000 a Km 1000, Catacaos - Piura - Piura, 2018”, propuso el desarrollo de Geodren como el sistema de drenaje de Buenos Aires (EMP PI - 1020) se encuentra cerca de la carretera del km 0000 al km 1000 en el distrito de Katakos. En respuesta a los problemas existentes, realizamos investigación básica, estudios de investigación y diseño experimental en los campos de topografía, mecánica de suelos e hidrología. Considerando como población las vías del barrio de Buenos Aires (EMP PI - 1020), se utiliza como muestra de estudio el tramo vial desde el km 0000 hasta el km 1000, que corresponde al km 01. Consecución de los objetivos comunes fijados en el trabajo. El estudio utilizó la metodología de diseño especificada en el Manual de diseño de geosintéticos PAVCO y la herramienta de software PAVCO 3.0 para obtener las dimensiones de la sección transversal del Geodrain y el tipo y diámetro de la tubería utilizada en el medio de evacuación. Utilizó lo anterior junto con herramientas de recopilación de datos, como hojas de laboratorio de suelos, fórmulas, tablas, nomogramas, etc. Determine el tipo de geotextil, la cantidad de geomalla y el tipo de tubería. Durante el análisis de datos se obtuvo una sección del sistema de mejoramiento de suelos con un tamaño de 1,20 m \* 0,60 m.

### **Antecedentes Locales**

Según Paulo Valentín Valverde y Mauro Valladares Ventura (2021) en su artículo “Análisis comparativo del refuerzo estructural entre geomallas triaxiales y geoceldas para optimizar el diseño de pavimento flexible en el segundo tramo del ramal hu-108, zona

Churubamba-Huánuco”. Estudio comparativo del uso de geomallas triaxiales y geoceldas como refuerzo estructural de pavimentos flexibles en suelos de baja capacidad portante utilizando sus propiedades mecánicas. La incorporación de geosintéticos, como geomallas triaxiales o geoceldas, como refuerzo estructural entre las capas estructurales del pavimento tiene grandes ventajas en cuanto al aumento de las propiedades estructurales, ya que el análisis muestra un aumento del módulo de elasticidad del pavimento. de Los materiales granulares, que inciden directamente en el aumento de la capacidad portante del suelo y minimizan los esfuerzos transferidos al suelo, lo que ayuda a prolongar la vida útil del pavimento, teniendo en cuenta todas estas propiedades de los geosintéticos, se pretende estudiar en general para determinar la triaxial Refuerzo estructural adecuado entre esquemas de refuerzo de geomallas y geoceldas, para optimizar el diseño de pavimento flexible para el proyecto bajo análisis. Después de usar la geomalla, el espesor total del paquete estructural se optimiza en un 58,9 % en comparación con el diseño tradicional, en un 22 % en comparación con el diseño de geomalla de tres ejes y en un 5,6 % económicamente en comparación con el diseño tradicional. Diseño tradicional.

Según Iván Lino Villegas (2018), en su estudio “Análisis del uso de geosintéticos en pavimento flexible como refuerzo estructural de la vía adyacente entre las ciudades de Monzón y Huagai. Distrito de Monzón - Huamalies - huánuco 2018”, métodos del MTC. , AASHTO 93 y KENPAVE fueron evaluados para mejorar el diseño de pavimentos reforzados y no reforzados para mejorar el rendimiento de las carreteras, y también usar geomallas para reducir el grosor, el costo y el mantenimiento de las carreteras del distrito. Finalmente, determinar el mejor diseño alternativo a lograr requiere comprender las características de las geomallas actualmente en el mercado, clasificarlas y demostrar sus

aplicaciones típicas. También se describen los mecanismos de refuerzo asociados con el uso de geomallas en estructuras de pavimento y los beneficios que estos mecanismos pueden generar.

## 2.2 Bases teóricas

Dado que el enfoque central en esta investigación es el aporte del geocompuesto al sistema de subdrenaje del diseño del pavimento flexible; se muestran a continuación parte de las bases teóricas revisadas durante la elaboración del presente proyecto.

### 2.2.1 PAVIMENTO FLEXIBLE

Los pavimentos se clasifican en flexibles y rígidos; esto es debido al comportamiento diferenciado que presentan al aplicarles cargas. Dentro de la teoría a mostrar, serán los campos y características de los pavimentos flexibles por ser objeto de estudio en la presente investigación.

#### 2.2.1.1 DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Según, (MONSALVE, 2012), el método AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural, el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes, con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (AASHTO 93) el cual requiere unos datos de entrada como son el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa a analizar.



### ✓ TRÁNSITO

Según el autor (ARISTIZABAL MORALES & HOYOS ARENAS, 2014), la determinación del espesor con este método se basa en la determinación de la carga equivalente acumulada durante el diseño. El tráfico debe verificarse en detalle, incluida la composición de los vehículos, el tráfico promedio anual, el factor de camiones, el tráfico acumulado por número de ejes.

### ✓ SERVICIABILIDAD

De acuerdo con (PROYECTOS Y NOTAS TEÓRICAS Y PRÁCTICAS DE LA INGENIERÍA, 2011), la usabilidad es una condición necesaria para que la superficie de la carretera brinde a los usuarios una conducción segura y cómoda en un momento dado.

*Tabla 2.1 Índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía*

<b>Índice de Serviciabilidad (<math>p</math>)</b>	<b>Calificación</b>
0 - 1.	Muy mala
1 - 2.	Mala
2 - 3.	Regular
3 - 4.	Buena
4 - 5.	Muy buena

*Fuente: AASTHO 1993*

### ✓ ÍNDICE DE SERVICIO INICIAL

Según el libro (ARISTIZABAL MORALES & HOYOS ARENAS, 2014); El índice de servicio inicial es el valor en servicio de los pavimentos nuevos o reparados, típicamente con valores de 4,2 para pavimentos flexibles y 4,5 para pavimentos duros.

## ✓ ÍNDICE DE SERVICIO TERMINAL

Según la descripción (Engineering Designs and Practical Theoretical Notes, 2011), el índice de servicio terminal es el valor del índice de servicio mínimo que es aceptable para un pavimento específico. Los valores típicos son 1,5 para caminos muy secundarios y 2,5 a 3,0 para caminos principales.

## ✓ COEFICIENTES ESTRUCTURALES (ai)

Según (ARISTIZABAL MORALES & HOYOS ARENAS, 2014) materiales y/o mezclas para sustratos sin tratar y sin tratar:

- ✚ AASHTO T-274 Método de prueba para determinar el valor del módulo dinámico de elasticidad.

Para asfalto y suelo estabilizado:

- ✚ Los métodos de prueba ASTM D4123 o ASTM C469 pueden determinar el valor del módulo de elasticidad.

Sin embargo, muchas cartas AASTHO 1993 están disponibles.

El valor medio del factor de estructura es:

- ✚ Mezcla asfáltica densa en caliente: 0.44 pulgadas
- ✚ Base granular: 0.14 pulgadas
- ✚ Sub-base granular: 0.11 pulgadas

### 2.2.1.2 NORMA TÉCNICA CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS

## ✓ MÉTODO DE DISEÑO

Según (ICG - Instituto de Construcción y Gestión); se puede utilizar cualquier método de diseño estructural basado en la teoría y la experiencia a largo plazo, como los métodos AASHTO-93 y PCA comúnmente utilizados en Perú, si se utiliza la última versión válida en su país de origen. Cualquier otro método de diseño deberá incluirse como anexo a la memoria descriptiva.

✓ DISEÑO ESTRUCTURAL

Según (ICG - Instituto de Construcción y Gestión); en cualquier caso, en el diseño de la estructura se tienen en cuenta diversos factores.

✓ ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

Tabla 2.2 Requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimento

Elemento		Tipo de Pavimento		
		Flexible	Rígido	Adoquines
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR ≥ 40 %	CBR ≥ 30 %	
Base		CBR ≥ 80 %	N.A.*	CBR ≥ 80%
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**
Material		Concreto asfáltico ***	MR ≥ 34 Kg/cm <sup>2</sup> (3,4 MPa)	f <sub>c</sub> ≥ 380 Kg/cm <sup>2</sup> (38 MPa)

Fuente: (ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia)

### 2.2.1.3 COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Según (Vergara, 2010); La mejor forma de identificar las fallas del pavimento y determinar porqué se han producido, es mediante la conducción de un estudio de reconocimiento deseablemente una vez al año, preferiblemente al comienzo de la primavera. En él se debe identificar el tipo, severidad y magnitud de cada falla. También se debe tratar de determinar si el diseño del pavimento, la carga soportada, el agua, la temperatura, los materiales del pavimento o la construcción fueron la causa de la falla. Además de la inspección visual, también se pueden utilizar pruebas destructivas y no destructivas para determinar el estado de la estructura y el estado del material debajo del revestimiento.

#### ✓ TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

Tipos de daños encontrados en construcciones de pavimentos flexibles:

✚ Fisuras y Grietas.

✚ Deterioro superficial.

✚ Otros deterioros.

#### ✓ BACHES EN CARPETAS ASFÁLTICAS Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Según (Miranda, 2010), la cavidad que se forma cuando se separa la mezcla asfáltica suele tener forma circular. Para ser considerado un hueco en la calzada, al menos una de sus dimensiones debe ser de al menos 150 mm.

## ✓ SURGENCIA DE FINOS Y AGUA

Según (MIRANDA, 2010); Este afloramiento corresponde a la salida de agua infiltrada, junto con materiales finos de la capa de base por las grietas, cuando circulan sobre ellas las cargas de tránsito. La presencia de manchas o de material acumulado en la superficie cercana al borde de las grietas indica la existencia del fenómeno. Se encuentra principalmente en pavimentos semirrígidos (con base estabilizada).

Posibles Causas:

- ✚ Ausencia o inadecuado sistema de sub drenaje, exceso de finos en la estructura, filtración de aguas.

### 2.2.1.4 SISTEMA DE SUB DRENAJE EN PAVIMENTO FLEXIBLE

#### ✓ SUB DRENAJE

Según (Miguel, 2011); El valor de este coeficiente depende de dos parámetros: la capacidad del sub drenaje, que se determina de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento, y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, en el transcurso del año. Los porcentajes dados dependen de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje del suelo.

Tabla 2.3 Capacidad de sub drenaje (Fuente: AASTHO 1993)

Calidad del Drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drena

Fuente: AASTHO 1993

Tabla 2.4 Coeficientes de sub drenaje (mi) recomendados

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que la nueva estructura de pavimentos está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
Buena	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
Deficiente	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

Fuente: AASTHO 1993

✓ **NÚMERO ESTRUCTURAL**

De acuerdo a (Miguel, 2011); El diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento,

que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural, el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes, con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (AASHTO 93) el cual requiere unos datos de entrada como son el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa a analizar; esta ecuación se relaciona a continuación:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

*donde:*

*a=Coeficiente estructural*

*D=Espesor en pulgadas*

*m=Coeficiente de drenaje*

#### 2.2.1.5 SISTEMA DE SUB DRENAJE

Según el libro (GEOSOFT, 2016); El agua es uno de los desafíos de más relevancia en la ingeniería geotécnica, su excesiva presencia causa deslizamientos, deformación en las carreteras y túneles, fallas prematuras de cimentaciones o estructuras de contención, deterioro de sótanos de edificaciones, daños en campos deportivos, etc. Los geocompuestos de sub drenaje juegan un papel muy importante ya que se encargan de captar y evacuar rápidamente el agua presente en las estructuras, gracias a su alta permeabilidad y gran tasa de flujo.

El uso de sistemas de drenaje secundario para la captación y evacuación de agua aporta importantes ventajas para cualquier proyecto civil:

- ✚ Descartar el exceso de humedad en el interior de materiales granulares, que muchas veces provoca reblandecimiento y deformación prematura en estructuras de pavimento, terraplenes, muros de contención, cimientos y canchas deportivas.
- ✚ Elimina la presión hidrostática en estructuras de contención como muros, terraplenes y terraplenes.
- ✚ Los desarrollos recientes como los geocompuestos de sub drenaje han demostrado ser mucho más eficientes que las tecnologías tradicionales como el sub drenaje francés, ya que son nuevos sistemas orientados a la disminución de la explotación de agregados pétreos, menor tiempo de colmatación y una instalación más rápida

## 2.2.2 GEODRENES

### 2.2.2.1 GEOCOMPUESTO COMO REFUERZO EN CARRETERAS

Según (GEOSOFT, 2016); En la construcción de carreteras se presentan frecuentemente problemas como las grandes distancias para la consecución de materiales granulares incrementando los costos del proyecto, o el aumento en los esfuerzos generados por el alto tráfico a las que son sometidas las carreteras y que pueden traer problemas de fallas estructurales. Es aquí donde los geotextiles tejidos, las geomallas biaxiales combinadas con las geoceldas son la mejor manera de reducir el espesor de los gránulos y mejorar las propiedades mecánicas del material.



El uso de Geosintéticos para el refuerzo de carreteras:

- ✚ Controla los esfuerzos transmitidos por las cargas y los distribuye en un área mayor.
- ✚ Reduce las deformaciones sobre la capa de rodadura otorgando mayor vida útil a las estructuras de pavimento y ahorros en rehabilitaciones.
- ✚ Reduzca su impacto en el medio ambiente al reducir la extracción de piedras no renovables.

#### 2.2.2.2 TIPOS DE GEOSINTÉTICOS

##### ✓ Geotextiles

Según (GEOSOFT, 2016); Dentro del grupo de los Geosintéticos, tenemos los Geotextiles que son un material textil plano, permeable, polimérico (sintético o natural) que puede ser No Tejido o Tejido y que se utiliza en contacto con el suelo (tierra, piedras, etc.) u otros materiales, en ingeniería civil para aplicaciones geotécnicas e hidráulicas.

##### *CLASIFICACIÓN SEGÚN LA COMPOSICIÓN*

Según (GEOSOFT, 2016); Las fibras que más se emplean para la elaboración de Geotextiles, son las sintéticas, es por ello que siempre tendemos a asociar este tipo de material con fibras o filamentos sintéticos. Sin embargo, al existir gran diversidad de aplicaciones, también se fabrican con fibras naturales y artificiales como se describen a continuación:

- ✚ Fibras naturales: Según (GEOSOFT, 2016); Pueden ser de origen animal (lana, seda, pelos...) o vegetal (algodón, yute, coco, lino...) que se utilizan

para la fabricación de Geotextiles biodegradables utilizados en la revegetación de taludes, por ejemplo, en márgenes de ríos etc.

- ✚ Fibras artificiales: Según (GEOSOFT, 2016); Son aquellas fibras derivadas de la celulosa como el rayón, la viscosa y el acetato.
- ✚ Fibras sintéticas: Según (GEOSOFT, 2016); Cuando al Geotextil se le exige durabilidad, se fabrica con fibras o filamentos obtenidos de polímeros sintéticos. Los materiales geotextiles fabricados a partir de estos polímeros son especialmente duraderos y resistentes al ataque de microorganismos y bacterias. Los más utilizados son el polipropileno, el poliéster, el polietileno, la poliamida y el ácido poliacrílico.

#### *TIPO DE PROCESO PRODUCTIVO*

Según (GEOSOFT, 2016); Una vez se han fabricado los filamentos, estos se convierten en telas no tejidas o tejidas dependiendo del proceso posterior, por lo cual es el producto final llamado Geotextil, entre los cuales se encuentran 2 grandes grupos que se enumeran a continuación.

- ✚ Geotextil Tejido: Estos están hechos por hilos entrecruzados en un telar. Pueden ser tejidos abiertos o tejidos.  
  
Las telas caladas están hechas de cinta de urdimbre (en dirección longitudinal) y trama (en dirección diagonal). La potencia es biaxial (con dos métodos de producción) y puede ser muy alta (dependiendo del tipo de cintas que se utilice). Además, su forma es plana.

Un tejido es un diseño tridimensional hecho de hilos cruzados en un telar. Su potencia puede ser multiaxial o biaxial, según se realice en tricotosas y tricotosas circulares o Kayton y Raschel.

Asimismo, existen varios tipos de Geotextiles Tejidos según la forma y composición de los filamentos que al ser entrelazados forman el Geotextil, en las siguientes fotografías se observa una vista microscópica de cada uno de estos Geotextiles.

#### *VENTAJAS*

- Alta resistencia a la tensión.
- Alta resistencia a la degradación química y biológica.
- Alta capacidad hidráulica, evitando la excesiva presión hidrostática.

✚ Geotextil No Tejido: Se crean envolviendo filtros o filamentos de forma laminar, de manera que la estructura se combina de diferentes formas (dependiendo del sistema utilizado) para conectar las fibras o hilos. Los Geotextiles No Tejidos se clasifican a su vez en:

- Geotextiles No Tejidos punzonados por agujas
- Geotextiles No Tejidos termosoldados:
- Geotextiles No Tejidos ligados químicamente

#### 2.2.2.3 FACTORES DE REDUCCIÓN PARA GEOTEXTILES EN

##### APLICACIONES DE SUB DRENAJE

De acuerdo con lo descrito el libro (GEOSOFT, 2016); Los Geotextiles son tal vez uno de los Geosintéticos más versátiles debido a sus numerosas aplicaciones y

funciones. El más común es el filtrado. Sin embargo, con suficiente ancho, puede actuar como una fuente de agua. En la filtración, el agua fluye perpendicular al plano del geotextil, mientras que, en el drenaje secundario, el agua fluye paralela o dentro del plano del geotextil. Las siguientes son consideraciones para el diseño funcional de geotextiles en aplicaciones de filtración y drenaje secundario.

- a. Este agente reductor reemplaza el bloqueo de los poros frente al geotextil con partículas de suelo, lo que reduce el flujo a través del geotextil.
- b. Para reducir los espacios debido al rastreo: para geotextiles, son sometidos a cargas de compresión, se debe incluir para la selección del Geotextil un factor de reducción que tenga en cuenta la variación en el tiempo del paso del flujo a través del Geotextil. Este es un fenómeno que se desarrolla a largo plazo, y los ensayos para cuantificarlo los realiza el fabricante según el ensayo de permitividad del GRI “Geosynthetics Research Institute” GT1 el cual sirve para determinar el factor de reducción realizando ensayos a 1000 horas teniendo en cuenta el gradiente y el esfuerzo a compresión al que es sometido el Geotextil.
- c. Intrusión en los vacíos: Esta característica reemplaza la capacidad de las partículas del suelo para penetrar y quedar atrapadas dentro del geotextil, reduciendo el flujo a través de él.
- d. Colmatación química: Se considera este evento cuando el agua a limpiar o descargar contiene químicos que pueden penetrar en el geotextil, impidiéndolo o inhibiéndolo. Aguas subterráneas altamente alcalinas pueden colmatar el Geotextil con Calcio o Magnesio. Líquidos con cantidades

mayores a los 5000 mg/l de sólidos suspendidos totales requieren factores de reducción mayores.

- e. Colmatación biológica: Junto con el cierre químico, también se considera la naturaleza del agua contaminada.

Al utilizar aguas subterráneas, el factor de reducción microbiana puede ser importante en proyectos que deseen capturar y transportar líquidos altamente contaminados, como la recolección de lixiviados y sistemas de agua, desechos sanitarios o en el manejo de organismos sólidos.

## 2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos

En esta parte de la investigación precisaremos las definiciones esenciales que se interrelacionan asimismo con las variables involucradas del problema planteado, con el fin de esclarecer las ambigüedades que se puedan generar.

- Sub Rasante

Está determinado por el ancho de los escalones empedrados, que se utiliza para medir el espesor del corte o encuadernación; la pendiente de la cruz es similar a la del borde, del mismo modo su función es mantener el espesor de los caminos laterales dependiendo de la sección y la tangente, curva o cambio.

- Sub base

Se coloca una capa de agregado encima de la subrasante sobre la que se colocan los cimientos.

- Geodrén

Geodren es el sistema más preciso para recolectar y transportar líquidos en su plano al sistema de drenaje. Este geocompuesto es ampliamente utilizado para sistemas de alcantarillado de muros de contención, sistemas de drenaje de agua, sistemas de muros deportivos, recolección de lixiviados de basura y grandes sistemas de drenaje.

- Geodrén Vial

De acuerdo con lo descrito el libro (GEOSOFT, 2016); El Geodrén Vial es un geocompuesto que combina las excelentes propiedades hidráulicas de tres elementos que conforman al sistema: Geotextil No Tejido punzonado por agujas, geored y tubería perforada de subdrenaje; esto, para obtener un sistema prefabricado de subdrenaje que, instalado en zanjas o trincheras, permite captar y evacuar con alta eficiencia los fluidos.

- Geomembranas

Las Geomembranas se definen como un recubrimiento o barrera de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado y aplicado a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos. Las geomembranas están hechas de capas delgadas de polímeros como HDPE y PVC, que permiten unir las láminas mediante calor o compuestos químicos sin cambiar las propiedades del material.

- Refuerzo

De acuerdo con lo descrito el libro (GEOSOFT, 2016); Al igual que con Geotextiles, las Geomallas soportan la fuerza de tensión del suelo, disminuyendo la fuerza de corte y aumentando la resistencia al corte del suelo, con el incremento

del esfuerzo normal que actúa en las potenciales superficies de corte. Adicionalmente, las Geomallas generan un importante efecto al trabajar en conjunto con materiales granulares, toda vez que se establece un efecto de trabazón o confinamiento abierto entre la Geomalla y el granular.

Esta interacción, genera que el granular transfiera parte de los esfuerzos a la estructura de la Geomalla, disminuyendo de este modo las deformaciones de la capa granular ante la aplicación del mismo esfuerzo en superficie, y por ende mejora la respuesta mecánica del conjunto de materiales.

## 2.4 Bases epistemológicas, bases filosóficas y/o bases antropológicas

La epistemología llamada también filosofía en materia de investigación científica refleja la realidad objetiva en donde se desarrolla una determinada investigación. Toda investigación como en el presente caso permite reflejar la realidad del problema, es decir, tiene que llegar no al simple fenómeno, sino a la esencia, porque allí se determina el problema. Para dicha concepción tiene que enfrentarse diversos planteamientos como en el presente caso.

En este apartado vamos a contextualizar nuestra investigación, es decir realizaremos una descripción entera de nuestro sujeto de estudio, que en este caso es el pavimento flexible existente en la avenida universitaria entre el jirón Los ciruelos y jirón los Mangos, en el distrito de Pillco Marca en la provincia de Huánuco, departamento de Huánuco. Se describe una problemática de años por el deterioro del pavimento, afectando a los transeúntes que concurren a diario por dicha avenida.

Se da el caso de que esta problemática se presenta a causa del mal diseño del pavimento flexible realizado en la avenida presentada; por tanto, con la investigación se pretende demostrar las causales reales para así proponer a la población una solución práctica y factible con un diseño mejorado.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Ámbito**

De acuerdo a nuestra investigación, se hará uso del geocompuesto geodren vial que combina dos Geosintéticos, Geotextil No Tejido punzonado por agujas y geored, para el mejoramiento del sistema de sub drenaje del pavimento flexible de la avenida universitaria entre el jr. Los ciruelos y Jr. Los Mangos. Muchos profesionales, dentro del diseño del pavimento flexible que realizan, no efectúan una correcta valuación del coeficiente de sub drenaje por tanto se evalúa con los datos reales, y es así que suceden las fallas y deterioros presentes en nuestro objeto de estudio.

Según los objetivos planteado, se buscará determinar la influencia del geodren vial en el sistema de sub drenaje para el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria entre el jirón Los ciruelos y jirón los mangos.

#### **3.2 Población**

Según (Tamayo y Tamayo, 1997), "La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación".

Se define así; como población de la investigación, a los 2844 ml de pavimento flexible de la avenida universitaria del distrito de Pillco Marca. (PE 3N KM 229+156 / KM



232+000).

### 3.3 Selección de la muestra

“... es una parte o subconjunto de una población normalmente seleccionada de tal modo que ponga de manifiesto las propiedades de la población. Su característica más importante es la representatividad, es decir, que sea una parte típica de la población en la o las características que son relevantes para la investigación”. (Jiménez Fernández, 1983)

La selección de muestra para la presente investigación es de **tipo no probabilístico por conveniencia**; seleccionada debido a que el tramo de pavimento flexible en estudio, presenta la mayor cantidad de fallas.

Y como deseamos representar el sector más desfavorable por conveniencia, escogemos como muestra, el pavimento flexible de la avenida universitaria entre el jirón Los ciruelos y jirón los mangos en el distrito de Pillco Marca.

### 3.4 Nivel y tipo de estudio

#### **Nivel de investigación**

La tesis tiene como nivel de investigación, el estudio correlacional, ya que existe una estrecha relación entre las variables presentes para la hipótesis planteada, y que tienen como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en la muestra.

#### **Tipo de investigación**

El estudio se apega a la naturaleza metodológica de una investigación aplicada, ya que

esta “busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática” que es la principal finalidad del estudio; además, busca la aplicación del conocimiento adquirido del diseño de pavimento flexible, con el fin de evaluar su funcionamiento con el uso del geocompuesto.

Percibiéndolo de acuerdo al enfoque , se podría definir como una investigación tipo cuantitativa ,pues las variables serán medibles y acorde a la experimentación la investigación es tipo descriptivo, porque se manipula deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos (Hernández Sampieri, 2014); que es lo que se aplicará en la realización de la presente investigación.

### 3.5 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es el plan de estrategias que se llevará a cabo para lograr los objetivos de la tesis. El diseño sirve para recolectar la información que se necesita para probar la hipótesis planteada.

Todo el plan se verá a continuación, en el orden en el cual se desempeñarán, para obtener el resultado final. Este a su vez se dividirá en tres etapas debidamente diferenciadas.



#### **A. DETERMINACIÓN DEL DETERIORO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE**

- Caracterización y evaluación descriptiva del pavimento flexible existente de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos.
- Determinación de la falla encontrada en el pavimento flexible existente de la avenida

universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos.

- Aplicación de la metodología Aashto para el diseño del pavimento flexible existente de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos.

## **B. DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA INCLUSIÓN DEL GEODREN VIAL**

- Determinación de las condiciones de la subrasante
  - a. Evaluación de cargas
  - b. Relación de módulos material granular y subrasante
  - c. Esfuerzos sobre el suelo de subrasante
- Cálculo del CBR promedio y de diseño.
- Determinación del tráfico de diseño.
- Evaluación del espesor necesario para estabilizar la subrasante y que permita la construcción de las capas de pavimento en las condiciones:
  -  Sin refuerzo
  -  Con geocompuesto
- Estimación de los caudales:
  - a. Caudal por infiltración  $Q_{inf}$
  - b. Caudal por nivel freático  $Q_{nf}$
  - c. Otros caudales (zanjas o cunetas)  $Q_{otros}$  .
- Cálculo del número estructural con el Método AASHTO para el pavimento flexible de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos; en las dos condiciones: Sin refuerzo, y con el uso del geocompuesto.
  - a. Cálculo del coeficiente de la capa  $a_i$  (esfuerzo relativo del material en

construcción).

b. Coeficiente de sub drenaje  $m_i$

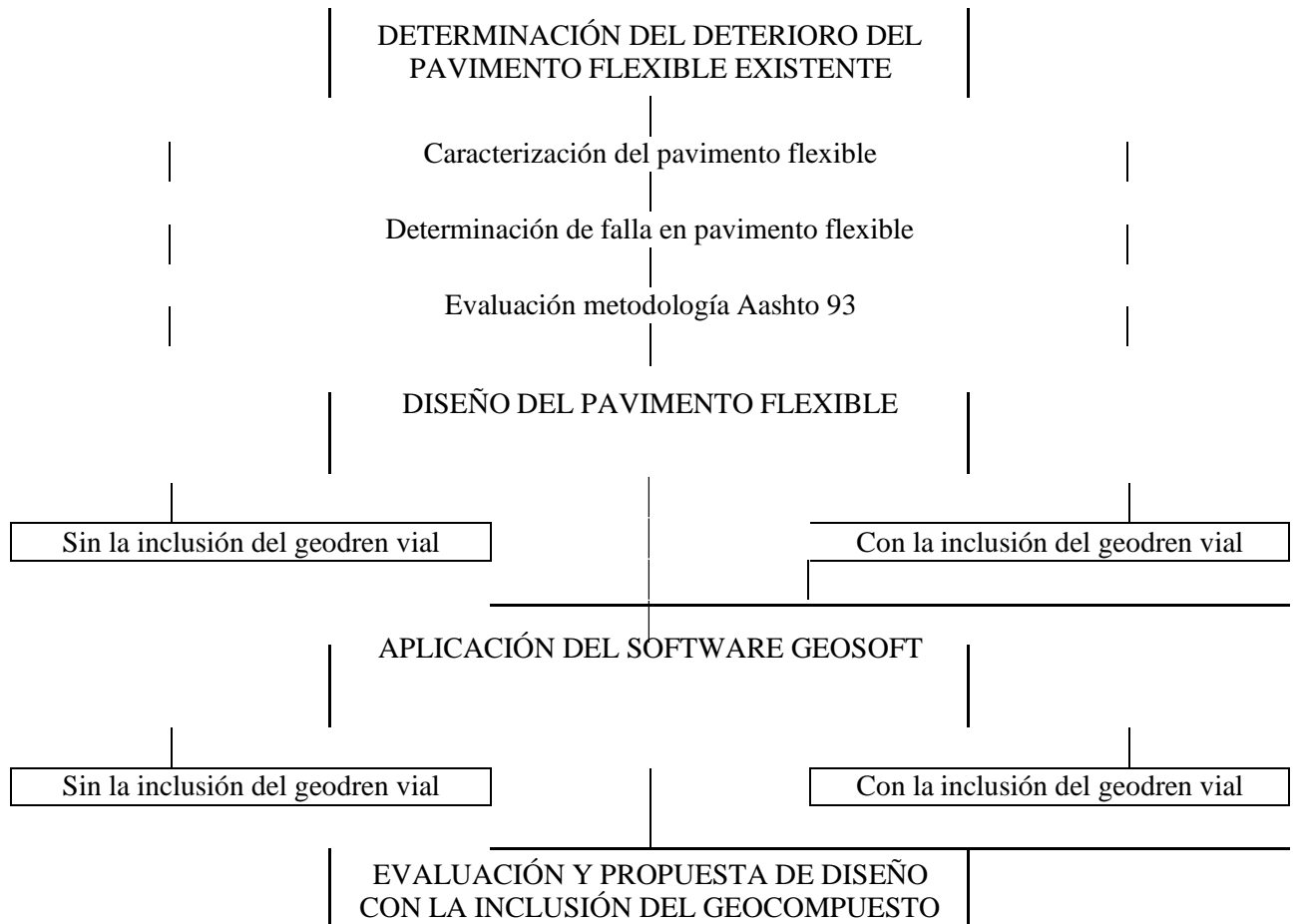
- Evaluación del tipo de malla considerada para el refuerzo del pavimento flexible

### **C. ANÁLISIS DEL RESULTADO DE LA MEJORA DEL SISTEMA DE SUB DRENAJE CON EL GEODREN VIAL**

- Procesamiento del diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos; con el Software Geosoft, en las condiciones:
  - a. Sin refuerzo en el sistema de sub drenaje.
  - b. Con geocompuesto en el sistema de sub drenaje.
- Evaluación de ambos resultados y propuesta del correcto diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria con el uso del geocompuesto en el sistema de sub drenaje.

Para una mayor comprensión de los protocolos de modelamiento se mostrará el siguiente diagrama.

Tabla 3.1 Diseño de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

### 3.6 Métodos, técnicas e instrumentos

(Sabino), define a las fuentes y técnicas para recolección de la información como los hechos o documentos a los que acude el investigador y que le permiten tener información.

Se expondrá entonces las técnicas y herramientas basadas en normas reconocidas y validadas que me permitirá ser utilizadas para obtener un sistema de información de datos

Para la caracterización y evaluación descriptiva del pavimento flexible existente de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos; se realizará una recopilación de la información existente del diseño del pavimento flexible en las entidades gubernamentales responsables de su estudio y ejecución; recolectando información climatológica (apoyándonos en los datos del SENAMHI), información acerca de las características y condiciones del suelo, estudio de tráfico, y todos los parámetros considerados para la valuación del diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria entre el jr. Los ciruelos y jr. Los Mangos, del distrito de Pillco Marca.

En cuanto a la determinación de la falla encontrada en el pavimento flexible existente de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos; se procede a la inspección visual del lugar mencionado, además de la recolección de información del área usuaria, apoyándose de material visual, como son las fotografías, videos, entre otros.

Para la evaluación de la metodología Aashto 93 para el diseño del pavimento flexible existente de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos; se realizará con los datos e información recolectada en los apartados anteriores; se realizará el cálculo y diseño con la aplicación del método Aashto 93 y la normativa Norma técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.

En cuanto al diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos, sin la inclusión del geocompuesto al sistema de sub drenaje, se realizará con la información, datos y parámetros recolectados del objeto de estudio; y revisando la bibliografía, manual y talleres del software Geosoft; para el diseño del pavimento flexible con el software Geosoft.

Para el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos, con la inclusión del geocompuesto al sistema de sub drenaje, se realizará con la información, datos y parámetros recolectados del objeto de estudio; y revisando la bibliografía, manual y talleres del software Geosoft; esto, para la realización del diseño del pavimento flexible con el software Geosoft.

### 3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

Para el caso de nuestra investigación, tenemos 3 instrumentos con los cuales hemos determinado los resultados de nuestra investigación; los softwares Geosoft, S10 y Excel. De los cuales, decimos que son instrumentos confiables y válidos, debido a la calidad de resultados que muestran, ya que son programas integrados que combinan en un sólo paquete hojas de cálculo, que proporcionan con veracidad resultados válidos y confiables.

### 3.8 Procedimiento

“Es la manipulación de hechos y números para obtener cierta información mediante técnicas que al investigador posteriormente le podrán permitir tomar decisiones” (Ortiz, 2010) . Los procedimientos adoptados serán los mencionados a continuación.

Para comenzar con la investigación se procede a caracterizar y evaluar el pavimento flexible existente en la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos del distrito de Pillco Marca; apoyándonos las metodologías e instrumentos mencionados en el apartado anterior; trasladándonos al lugar e inspeccionando visualmente las fallas existentes en el tramo del pavimento mencionado. Se usará dicha información para identificar la causante del deterioro del pavimento.

Luego se realizará la determinación de la falla encontrada en el pavimento flexible existente de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos; para mostrar la problemática de nuestra investigación; y plasmar la hipótesis mencionada en el proyecto “El uso del Geodren vial mejora el sistema de sub drenaje, influyendo en el comportamiento estructural del diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria entre el jirón Los ciruelos y jirón los mangos, Pillco Marca - Huánuco - 2022 ”.

Se realizará la evaluación mediante la metodología Aashto para el diseño del pavimento flexible existente de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos; con los datos de suelo, hidrológicos, de tránsito y otros; recolectados, procesados y verificados para la correcta valuación del diseño. Este procedimiento se realizará teniendo en cuenta la normativa Norma Técnica CE.010 PAVIMENTOS URBANOS; realizando:

- Se determinará las condiciones de la subrasante
  - ✚ Evaluación de cargas
  - ✚ Relación de módulos material granular y subrasante
  - ✚ Esfuerzos sobre el suelo de subrasante
- Se calculará el CBR promedio y de diseño.
- Se estimará el tráfico de diseño.



- Con los datos, se estimará el espesor necesario para estabilizar la subrasante y que permita la construcción de las capas de pavimento en las condiciones:

✚ Sin refuerzo

✚ Con geocompuesto

- Se calculará y evaluarán los siguientes caudales:

✚ Caudal por infiltración  $Q_{inf}$

✚ Caudal por nivel freático  $Q_{nf}$

✚ Otros caudales (zanjas o cunetas)  $Q_{otros}$  .

- Se calculará el número estructural con el Método AASHTO para el pavimento flexible de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos; en las dos condiciones: Sin refuerzo, y con el uso del geocompuesto.

✚ Cálculo del coeficiente de la capa  $a_i$  (esfuerzo relativo del material en construcción).

✚ Coeficiente de sub drenaje  $m_i$

- Evaluación del tipo de malla considerada para el refuerzo del pavimento flexible

Para la parte final se hará el cálculo y procesamiento del diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria entre jirón Los ciruelos y jirón los Mangos; con el Software Geosoft, en las condiciones: Sin refuerzo en el sistema de sub drenaje; y con la inclusión del geocompuesto en el sistema de sub drenaje; para así evaluar ambos resultados y proponer el correcto diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria con el uso del geocompuesto en el sistema de sub drenaje; evitando un daño en la infraestructura del pavimento y/o deterioro durante su vida útil.

### 3.9 Tabulación y análisis de datos estadísticos

En la presente investigación, se realizó un análisis estadístico mediante la recopilación e interpretación de datos, a través de la elaboración de hojas excel, las cuales han permitido conseguir un eficiente resultado, para así brindar propuestas de solución a la problemática; además de sustentar los resultados a través de la elaboración de modelos estadísticos para cumplir con el procedimiento propuesto en la tesis.

### 3.10 Consideraciones éticas

La investigación tiene como fin, incorporar el geocompuesto geodren vial al sistema de sub drenaje dentro del diseño del pavimento flexible, para evaluar su comportamiento y así obtener una mayor eficiencia, con el propósito de evitar el deterioro del pavimento durante su vida útil; valiéndose de investigaciones, tomando como referencia artículos y normatividades existentes, que han sido referenciados con el formato APA en el presente estudio, considerando las ideas de otros autores sin deslucir las ideas de sus publicaciones; ya que respetar los derechos de autor son un valor ético muy notable para nuestra investigación.

## CAPITULO IV. RESULTADO

Se presentan los resultados al OE1: Describir el tipo de fallas que tiene las vías del pavimento flexible de la avenida universitaria para determinar las causas de la deficiencia del pavimento flexible.

### 4.1 Determinación de las fallas existentes en el pavimento flexible sin sistema de sub drenaje

En el presente apartado, se definió el estado situacional del pavimento flexible de la avenida universitaria, específicamente del tramo comprendido entre el Jr. Los ciruelos y Jr. Los Mangos; además de la evaluación a través del Marco regulatorio o legal, que regula el pavimento flexible, para la evaluación completa y objetiva del pavimento flexible para la identificación de fallas; que se describe a continuación.

#### 4.1.1 Descripción evaluativa del estado del pavimento flexible

##### 4.1.1.1 Información preliminar

En primer lugar, se da una explicación general de la zona de estudio, en este caso del pavimento flexible comprendido entre los jr. Los ciruelos y Jr. Los Mangos de la Avenida Universitaria, donde se llevó a cabo la inspección visual, con el fin de conocer el lugar de trabajo y tener en cuenta las características de tránsito de la avenida a analizar. Para así tener claro, el panorama general que se tuvo en cuenta para la investigación.

##### 4.1.1.2 Ubicación

La zona a estudiar se ubica en la vía nacional PE 3N, Identificado por la municipalidad distrital de Pillco Marca, como Avenida Universitaria.

En el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco; y comprende 143.10 metros lineales de pista.

El área de estudio y área de influencia concuerdan en el presente estudio, motivo por el cual se delimita la zona afectada la cual está representada en la Tabla 4.1

Localización del área de estudio:

*Tabla 4.1 Localización del área de estudio*

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Pillcomarca
Zona	:	Urbano y Rural
Región Natural	:	Costa ( ) Sierra ( X ) Selva ( )

*Fuente: Elaboración propia.*

El punto de inicio es la intersección de la Av. Universitaria con el Jr. Los Ciruelos; A partir de ahí, se recorren 143 metros lineales, para cada sentido, de la Av. Universitaria, resultando definido la zona final de la zona de trabajo, que se encuentra en la intersección de la Av. Universitaria con el Jr. Los Mangos. Ver Figura 4.1 Tramo de la zona de estudio.

*Figura 4.1 Tramo de la zona de estudio*



Fuente: Google Earth

A continuación, se detallan las coordenadas del tramo de la zona de estudio, las cuales se especifican en la Tabla 4.2 Coordenadas del tramo en investigación.

Tabla 4.2 Coordenadas del tramo en investigación

	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ALTURA</b>
<b>INICIO</b>	-9.952913°	-76.249517°	1923 m
<b>FINAL</b>	-9.954035°	-76.248999°	1925 m

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.3 Carga de tránsito

A continuación, se definieron las cargas de tránsito indicando las tensiones producidas por solicitudes externas debido al flujo o circulación constante de los vehículos en la avenida universitaria. Se representa a través del estudio de tráfico realizado desde las 00:00 horas hasta las 24:00 horas, por 7 días de la semana; el estudio de tráfico mencionado con los parámetros correspondientes, se encuentra en el FORMATO 1.5 ESTUDIO DE TRÁFICO.

En la Figura 4.2 Tráfico de la avenida universitaria, se muestra algunos de los vehículos que transitan a diario en la zona de estudio.

*Figura 4.2 Tráfico de la avenida universitaria*



*Fuente: Elaboración propia.*

Por lo tanto, es importante conocer los tipos de vehículos que transitarán por la carretera en particular. En nuestro caso, por la Avenida Universitaria circulan los siguientes tipos de vehículos: motos lineales, mototaxis, turismos, furgonetas, autobuses y camiones (dúmpers). Este último es el factor más influyente que afecta el deterioro de la superficie de la carretera.























El flujo de tráfico alrededor de la red vial es constante, lo que significa que no hay una diferencia significativa en el tráfico entre las dos secciones existentes de la avenida universitaria; Por tanto, se puede decir que, a lo largo del pavimento de la avenida universitaria, al tráfico es el mismo. Como se muestra en la Tabla 4.3 Cálculo de tránsito normal IMDA.

Tabla 4.3 Cálculo de tránsito normal IMDA

**CALCULO DE TRÁNSITO DESVIADO POR ESTACIÓN (Tat)  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Ovalo Cayhuayna - Pte Huancachupac			ESTACION	E1 00+000 (Tramo 01)		
SENTIDO	Ovalo Cayhuayna - Pte Huancachupac	E ←	Pte Huancachupac - Ovalo Cayhuayna	S →	CODIGO DE LA ESTACION	E1	
UBICACIÓN	Pillco Marca - Huánuco - Huánuco			DÍA Y FECHA			

E-1 Km 00+000 - Jr. Los Ciruelos

DIAS	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																								
LUNES	0	0	355	19	21	5	27	19	25	12	20	22	26	27	26	23	14	14	13	1	1	66		
MARTES	0	0	355	21	22	4	25	17	21	12	18	21	25	27	25	25	14	14	13	1	0	65		
MIERCOLES	0	0	345	17	14	4	23	13	22	10	15	17	20	25	23	21	11	10	9	1	0	59		
JUEVES	0	0	351	17	13	4	26	16	20	10	11	17	24	27	24	22	12	13	12	1	0	61		
VIERNES	0	0	350	17	17	4	25	17	20	10	10	19	21	26	23	22	12	12	10	1	0	61		
SABADO	0	0	349	20	18	5	27	5	16	8	10	20	22	26	22	21	12	11	10	1	0	59		
DOMINGO	0	0	329	20	20	5	25	16	22	11	8	18	21	25	23	21	11	12	9	1	0	58		
<b>TOTAL SEMANA</b>	0	0	2434	131	125	31	178	103	146	73	92	134	159	183	166	155	86	86	76	7	1	430		
%	0.00%	0.00%	56.49%	3.04%	2.90%	0.72%	4.13%	2.39%	3.39%	1.69%	2.14%	3.11%	3.69%	4.25%	3.85%	3.60%	2.00%	2.00%	1.76%	0.16%	0.02%	101%		
IMD	0	0	348	19	18	4	25	15	21	10	13	19	23	26	24	22	12	12	11	1	0	61		
FC	0.98								0.96															
IMDa=IMD*FC	0	0	342	18	18	4	25	14	20	10	13	18	22	25	23	21	12	12	10	1	0	60		
	0.00%	0.00%	56.27%	3.03%	2.89%	0.72%	4.11%	2.32%	3.28%	1.64%	2.07%	3.01%	3.57%	4.11%	3.73%	3.48%	1.93%	1.93%	1.71%	0.16%	0.02%	100%		
% DE TRANSPORTE	69.33%								4.92%				25.74%								100%			
TRAFICO GENERADO (25% TA)	0	0	86	5	4	1	6	4	5	2	3	5	5	6	6	5	3	3	3	0	0	15		
TRAFICO DESARROLLADO (5%TA)	0	0	17	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	3		
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>445</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>79</b>		

FACTORES DE CORRECCION POR ESTACIONALIDAD

FC=	0.98 VEHICULOS LIGEROS
FC=	0.96 VEHICULOS PESADOS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4 Cálculo de Tránsito actual






















**CALCULO DE IMDA = TOTAL TRANSITO ACTUAL (TA = TE + Tat)  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA		Ovalo de Cayhuayna - Pte Huancachupac										ESTACION		E1 00+000 (Tramo 01)									
SENTIDO		Ovalo de Cayhuayna - Pte Huancachupac E ←					Pte Huancachupac - Ovalo de Cayhuayn S →					CODIGO DE LA ESTACION		E1									
UBICACIÓN		Pillco Marca - Huánuco - Huánuco										DIA Y FECHA											
Avenida Universitaria - Jr. Los Ciruelos																							
Resumen de los diferentes tráficos																							
DIAS	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																							
IMDA existente TE	0	0	170	56	32	2	7	5	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	297	
	0.00%	0.00%	57.28%	18.97%	10.67%	0.62%	2.42%	1.66%	0.00%	0.00%	8.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	
% DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	91.61%								0.00%		8.39%												100%
IMDA desviado Tat	0	0	342	18	18	4	25	14	20	10	13	18	22	25	23	21	12	12	10	1	0	608	
	0.00%	0.00%	56.27%	3.03%	2.89%	0.72%	4.11%	2.32%	3.28%	1.64%	2.07%	3.01%	3.57%	4.11%	3.73%	3.48%	1.93%	1.93%	1.71%	0.16%	0.02%	100%	
% DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	69.33%								4.92%		25.74%												100%
IMDA TRANSITO ACTUAL (TA)	0	0	512	75	49	6	32	19	20	10	37	18	22	25	23	21	12	12	10	1	0	905	
	0.00%	0.00%	56.60%	8.25%	5.44%	0.68%	3.56%	2.10%	2.21%	1.10%	4.14%	2.03%	2.40%	2.77%	2.51%	2.34%	1.30%	1.30%	1.15%	0.11%	0.02%	100%	
% DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	76.63%								3.31%		20.06%												100%
TRAFICO GENERADO (25% TA)	0	0	128	19	12	2	8	5	5	2	9	5	5	6	6	5	3	3	3	0	0	226	
	0.00%	0.00%	56.60%	8.25%	5.44%	0.68%	3.56%	2.10%	2.21%	1.10%	4.14%	2.03%	2.40%	2.77%	2.51%	2.34%	1.30%	1.30%	1.15%	0.11%	0.02%	100%	
% DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	76.63%								3.31%		20.06%												100%
TRAFICO DESARROLLADO (5%TA)	0	0	26	4	2	0	2	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	45	
	0.00%	0.00%	56.60%	8.25%	5.44%	0.68%	3.56%	2.10%	2.21%	1.10%	4.14%	2.03%	2.40%	2.77%	2.51%	2.34%	1.30%	1.30%	1.15%	0.11%	0.02%	100%	
% DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	76.63%								3.31%		20.06%												100%
TRAFICO FUTURO	0	0	666	97	64	8	42	25	26	13	49	24	28	33	30	28	15	15	14	1	0	1176	
	0.00%	0.00%	56.60%	8.25%	5.44%	0.68%	3.56%	2.10%	2.21%	1.10%	4.14%	2.03%	2.40%	2.77%	2.51%	2.34%	1.30%	1.30%	1.15%	0.11%	0.02%	100%	
% DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	76.63%								3.31%		20.06%												100%
FACTOS DE PROYECCION	3.97																						

Fuente: Elaboración propia



Tabla 4.5 Cálculo de tránsito futuro

Tránsito Futuro $TF = TA \times (1+i)^n$																									
DIAS	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL			
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
DIAGRA. VEH.																									
IMDA TRANSITO ACTUAL (TA)	0	0	512	75	49	6	32	19	20	10	37	18	22	25	23	21	12	12	10	1	0	905			
Tránsito Futuro: $TF(1) = TA + IT$	0	0	517	75	50	6	32	19	20	10	38	18	22	25	23	21	12	12	10	1	0	913			
Tránsito Futuro: $TF(2) = TA + IT$	0	0	521	76	50	6	33	19	20	10	38	19	22	25	23	22	12	12	11	1	0	921			
Tránsito Futuro: $TF(3) = TA + IT$	0	0	526	77	51	6	33	20	21	10	39	19	22	26	23	22	12	12	11	1	0	930			
Tránsito Futuro: $TF(4) = TA + IT$	0	0	531	77	51	6	33	20	21	10	39	19	23	26	24	22	12	12	11	1	0	938			
Tránsito Futuro: $TF(5) = TA + IT$	0	0	536	78	51	6	34	20	21	10	39	19	23	26	24	22	12	12	11	1	0	947			
Tránsito Futuro: $TF(6) = TA + IT$	0	0	541	79	52	7	34	20	21	11	40	19	23	26	24	22	12	12	11	1	0	955			
Tránsito Futuro: $TF(7) = TA + IT$	0	0	546	80	52	7	34	20	21	11	40	20	23	27	24	23	13	13	11	1	0	964			
Tránsito Futuro: $TF(8) = TA + IT$	0	0	551	80	53	7	35	20	21	11	40	20	23	27	24	23	13	13	11	1	0	973			
Tránsito Futuro: $TF(9) = TA + IT$	0	0	556	81	53	7	35	21	22	11	41	20	24	27	25	23	13	13	11	1	0	982			
Tránsito Futuro: $TF(10) = TA + IT$	0	0	561	82	54	7	35	21	22	11	41	20	24	27	25	23	13	13	11	1	0	991			
IMD diseño	991																								
<b>TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL i%</b>																									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 15%;">TC=</td> <td>0.91% VEHEICULOS LIGEROS</td> </tr> <tr> <td>TC=</td> <td>3.85% VEHICULOS PESADOS</td> </tr> </table>																						TC=	0.91% VEHEICULOS LIGEROS	TC=	3.85% VEHICULOS PESADOS
TC=	0.91% VEHEICULOS LIGEROS																								
TC=	3.85% VEHICULOS PESADOS																								

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Respecto a la demanda de tránsito o inventario vial representada en la Tabla 4.3 Cálculo de tránsito normal IMDA; Como consecuencia de los estudios presentados en el Formato 1.5 estudio de tráfico. Resulta **un promedio de 2115 vehículos diarios** (vehículos de 5, 12, 29 pasajeros). Así como **vehículos de carga pesada como volquetes de 3 ejes, camiones de 2 y 3 ejes y tráiler de 6 ejes.**
- ✓ Según la Tabla 4.4 Cálculo de Tránsito actual, se muestran los resultados del estudio de tráfico, que indica un **factor de proyección de 3.97.**
- ✓ Según la Tabla 4.5 Cálculo de tránsito futuro, resulta una tasa anual de crecimiento de **0.91 %** para vehículos ligeros y **3.85 %** para vehículos pesados; estos resultados nos permitieron calcular el ESAL de diseño (Factor de equivalencia de carga).
- ✓ Para ello, se comenzó con el cálculo del volumen vehicular diario, como se muestra en la Tabla 4.6 Volumen vehicular diario en el cual se calculó el factor diario, a través de la Ecuación 4.1 Fórmula para determinar el Factor.

*Ecuación 4.1 Fórmula para determinar el Factor*

$$Factor = \frac{Volumen\ promedio}{Volumen\ por\ dia}$$

*Tabla 4.6 Volumen vehicular diario*

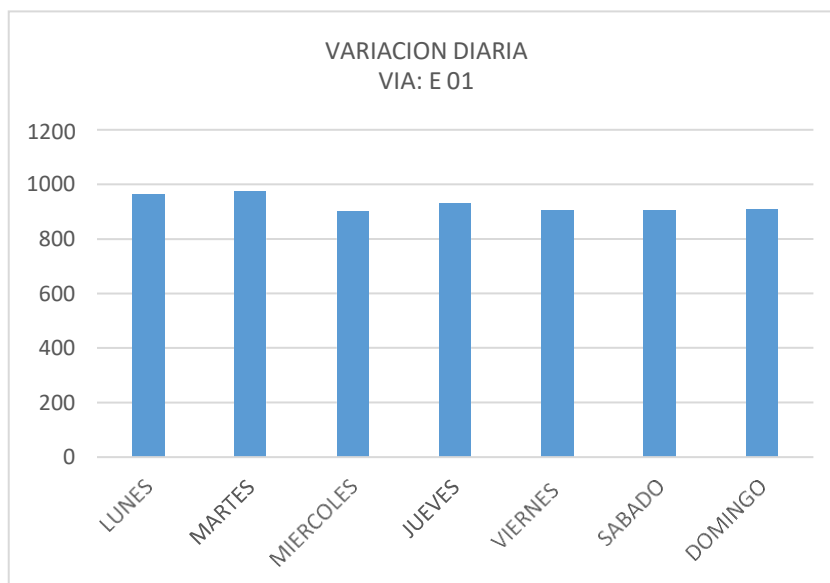
<b>DIA</b>	<b>VOLUMEN POR DIA</b>	<b>FACTOR</b>
<b>LUNES</b>	962	0.9624295
<b>MARTES</b>	974	0.950572
<b>MIERCOLES</b>	899	1.0298745
<b>JUEVES</b>	930	0.9955453
<b>VIERNES</b>	904	1.0241783
<b>SABADO</b>	904	1.0241783

<b>DOMINGO</b>	908	1.0196665
<b>PROMEDIO</b>	<b>926</b>	<b>1.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

- ✓ A continuación, se muestra en el Gráfico 4.1 Variación diaria, una representación de la variación del volumen vehicular, durante los días de la semana en la cual se realizó el estudio de tráfico.

*Gráfico 4.1 Variación diaria*



*Fuente: Elaboración propia*

- ✓ Así mismo, se muestra en la Tabla 4.7 Clasificación vehicular, una representación de la clasificación del tipo de vehículos que transitaron durante los días de la semana en la cual se realizó el estudio de tráfico. Esta clasificación se realizó mediante la Directiva N° 002-2006-MTC/15 Clasificación vehicular y Estandarización de Características registrables vehiculares.

*Tabla 4.7 Clasificación vehicular*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>%</b>
<b>LIGEROS</b>	64.53%
<b>MICROS</b>	12.10%
<b>BUSES</b>	3.31%

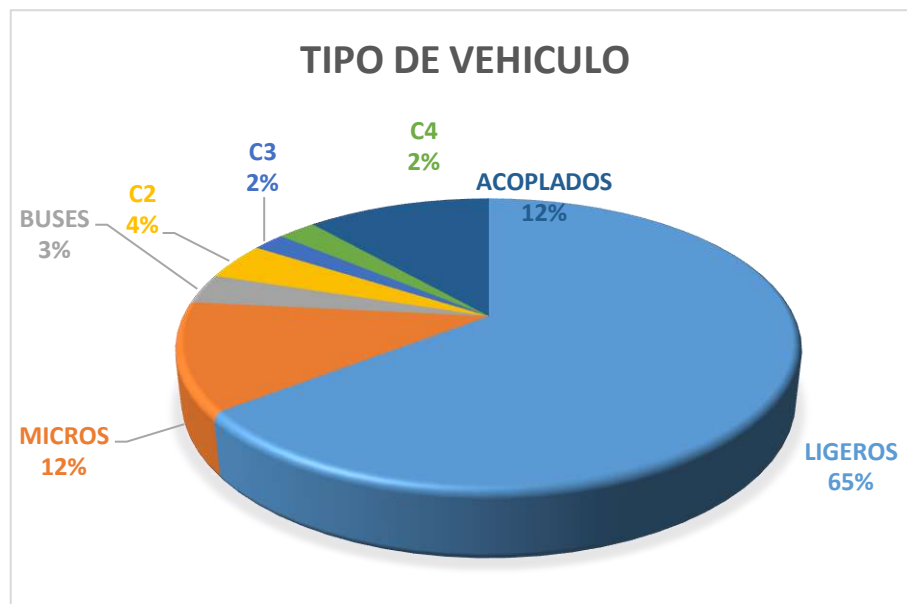
<b>C2</b>	4.14%
<b>C3</b>	2.03%
<b>C4</b>	2.40%
<b>ACOPLADOS</b>	11.49%

*Fuente: Elaboración propia*

- ✚ Siendo C2: Vehículos de más de 8 asientos, onstruidos para el transporte de pasajeros sentados y de pie en el pasadizo.
- ✚ Siendo C3: Vehículos de más de 8 asientos, onstruidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados
- ✚ Acoplados: Es un vehículo sin motor al que arrastra otro vehículo, y sirve para el transporte de mercancías. (también conocido como tráiler).

Las mismas que se representan a través del Gráfico 4.2 Clasificación vehicular promedio.

*Gráfico 4.2 Clasificación vehicular promedio*



*Fuente: Elaboración propia*

- ✓ Así mismo, para el cálculo del tráfico medio diario anual (TMDA), se realizó el cálculo de la desviación estándar muestral  $\sigma$ . A través de la Ecuación 4.2 Fórmula cálculo del TMDA y de la Ecuación 3 Fórmula cálculo del S.

*Ecuación 4.2 Fórmula cálculo del TMDA*

$$\text{TMDA} = \text{TMDS} \pm K\sigma$$

$$\text{TMDA} = \text{TMDS} \pm K \frac{S}{\sqrt{n}} \left( \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

*Ecuación 4.3 Fórmula cálculo del S*

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - X_{prom})^2}{n - 1}}$$

**DONDE:**

TMDA	Tráfico medio diario anual
TMDS	Tráfico medio diario semanal
K	Número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado = 1.64, para un nivel de confiabilidad del 90%. = 1.96, para un nivel de confiabilidad del 95%.
$\sigma$	Estimación de la desviación estándar poblacional
S	Estimación de la desviación estándar muestral
N	Número de días al año
n	Número de días en una semana

**CALCULO DE LA DESVIACION ESTÁNDAR MUESTRAL (S)**

S:	2253.12
----	---------

**ESTIMACIÓN DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR MUESTRAL**

$\sigma$ :	913.49
------------	--------

- ✓ Reemplazando datos, los valores del TMDA son los que se muestran en la Tabla 4.8 Cálculo del tráfico medio diario anual (TMDA).

Tabla 4.8 CALCULO DEL TRAFICO MEDIO DIARIO ANUAL (TMDA)

TRAMO	TMDS	K	$\sigma$	INTERVALO DEL TMDA		TMDA ELEGIDO (veh/día)
				VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	
0	905	1.64	913.49	-593	2,403	<b>2,403</b>

*\* Las tablas con los cálculos completos se encuentran en el apartado de los anexos, en el formato 1.6 calculo de transito normal imda.*

#### 4.1.2 Descripción evaluativa de las fallas existentes en el pavimento flexible

A continuación, detallamos los criterios que se han tomado en cuenta durante la inspección en campo al momento de identificar las fallas del pavimento flexible en la zona de la investigación.

##### 4.1.2.1 Criterios de inspección

- ✓ Se consideraron los criterios definidos en la teoría, para la aplicación de la metodología en la tesis.

##### 4.1.2.2 Aplicación del método PCI para la identificación de fallas

Se detalla la metodología aplicada para nuestra investigación en la avenida universitaria entre el Jr. Los ciruelos y Jr. Los mangos, siguiendo los lineamientos definidos por el ASTM D6433-03, Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento.

- a) Se ha definido como muestra de nuestra investigación, los 324 metros lineales de pavimento flexible que forman parte de la avenida Universitaria, como se muestra en la Figura 4.3 Zona de estudio

Figura 4.3 Zona de estudio



Fuente: Google Earth

- b) Para continuar con el procedimiento, es preciso dividir el tramo en secciones basándose en criterios como diseño del pavimento, historia de construcción, tráfico y condición del mismo. Sin embargo, como se vio en el punto 4.1.1.3 *Carga de tránsito*, no se presentan variaciones de tránsito importantes entre un sentido de vía y el otro; por lo que; el tráfico no puede ser considerado una medida de división de tramos. El proceso de planificación también se ha reducido ya que el estudio actual solo cubre vías urbanas sin complicaciones. El otro tipo de composición no era objeto de esta carta, por lo que no se investigó.
- c) Para la división de tramos, se tomó en cuenta el estado en que se encuentra el pavimento. Se hizo un recorrido por cada tramo de la avenida universitaria, observando la condición de la vía e identificando los cambios de estado de la pista. Así mismo, se identificaron fallas bien marcadas en toda la sección.

- d) El tramo de estudio mantuvo una misma sección en toda su longitud. En la Figura 4.4 Sección del tramo de estudio, se muestra claramente la sección de pavimento encontrado en el tramo de estudio.

*Figura 4.4 Sección del tramo de estudio*



*Fuente: Elaboración propia.*

- e) Posteriormente, se seleccionó los puntos muestrales a ser verificadas. Para la tesis, se estudiaron todas las unidades de muestra existentes dentro de la red de pavimento de la avenida universitaria en el tramo de estudio (Jr. Los ciruelos – Jr. Los mangos), para obtener una mejor estimación del estado en que se encuentran.
- f) A continuación, se detalla el procedimiento de inspección que se realizó:
- ✓ Se inspeccionó visualmente cada punto muestral seleccionada.
  - ✓ Se registró el tramo y número de sección, así como el número de unidad de muestra.
  - ✓ Se registró el tamaño de unidad de muestra medido manualmente.



- ✓ Se realizó la ubicación de las fallas, registrando los niveles de severidad y llenando la información obtenida en las hojas de registro.
- ✓ Se repitió este procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionada.

#### 4.1.2.3 Determinación del índice de estado del pavimento

A continuación, se explican los datos de campo obtenidos durante la inspección visual de fallas en la Av. Universitaria en el tramo comprendido entre el Jr. Los ciruelos y Jr. Los mangos; así como el cálculo del índice de condición de pavimento de cada unidad de muestra analizada. Las fotografías de las principales fallas de la unidad de muestra del tramo de la tesis presentada, se encuentran detalladas en los Anexos en el apartado 2.1 Fotografías de las principales fallas de las unidades de muestra del tramo.

La unidad de muestra tiene 2430 m<sup>2</sup> perteneciente al tramo de estudio de la avenida universitaria; presenta cambios de sección moderados en el área de estudio.

Según los resultados mostrados en la Tabla 4.9 Hoja de registro de las fallas del pavimento flexible. Las fallas encontradas con nivel de severidad leve fueron: exudación, corrugación, depresión, fisura de borde, ahuellamiento, desplazamiento, hinchamiento y peladura. Además, se registraron: exudación, baches, abultamiento, hinchamiento, hundimiento, Agrietamiento de borde de alta severidad.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento en el tramo de estudio de la investigación, son los baches, dado que aparte de ser una falla estructural (que afectan considerablemente al paquete estructural), se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla está el agrietamiento de borde que es una falla funcional (influye


en la carpeta asfáltica y al paquete estructural) y que se extiende en toda el área. Asimismo, se encontraron hundimientos de severidad media y alta, impactos que dañan el pavimento.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la corrugación y exudación de mediana severidad, porque sus áreas son pequeñas, en comparación al área total inspeccionada.

La exudación, fisuras de borde, desplazamiento, hinchamiento y el hundimiento de alta severidad, no alteran el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Es por ello que el valor deducido es cero.

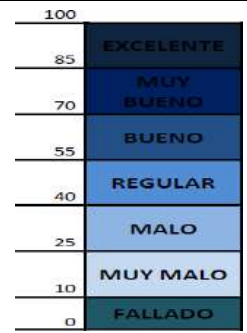
Como se aprecia en la Tabla 4.9 Hoja de registro de las fallas del pavimento flexible; se obtuvieron 7 valores deducidos: 0.82, 24.92, 37.73, 32.80, 45.90, 96.30, 45.62. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido 96.30, dando como resultado un **ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO DE 3** que corresponde a un **PAVIMENTO FALLADO**.

Tabla 4.9 Hoja de registro de las fallas del pavimento flexible

HOJA DE REGISTRO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
"ANÁLISIS DEL USO DEL GEODREN VIAL PARA OBTENER UN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EFICIENTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. UNIVERSITARIA, PILLCO MARCA - 2022"										
METODO PCI					ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: AV. UNIVERSITARIA			Vía : IZQUIERDA		P. Inicial: Jr. Los Ciruelos		Sección: 01		Muestra: 01	
TESISTAS: ESPINOZA HUAMAN			Fecha: 15/11/2022		P. Final: Jr. Los Mangos		Ancho Calzada: 7.50 m		Área: 2430.00 m <sup>2</sup>	
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Fisura parabólica o por deslizamiento		
2. Exudación		7. Grieta de borde			12. Agregado pulido			17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches			18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
2	L	28.3	36.9					65.2	2.68	0.82
13	M	1	1	1	1	1	1	16	0.66	24.92
13	M	1	1	1	1	1	1	6	0.25	
13	M	1	1	1	1			4	0.16	
13	H	1	1	1	1	1	1	9	0.37	37.73
13	H	1	1	1				3	0.12	
4	M	29.2	46.7	74.2				150.1	6.18	32.80
17	H	38.2	36.7	41.3				122.4	5.04	45.90
4	H	98.3	87.9	112.3	123.6	137.4	113.9	673.4	27.71	96.30
7	H	137.8	149.6	156.4	86.5	112.3	127.6	1303.8	53.65	45.62
7	H	268.3	265.3					533.6	21.96	
17	H	6.2						6.2	0.26	

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03

CALCULO DEL PCI en Pavimento Flexible										m = 1.34		Factor Ajuste	0.34
N°	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV		
1	96.30	15.61							111.91	2	78.00		
2	96.30	2.00							98.30	1	97		
Nota: El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.											Max CDV	97.00	
											PCI	3.00	
											Rating	Fallado	



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3 Mapeo de las fallas existentes en el pavimento flexible

El resultado del mapeo de fallas general de la avenida universitaria, así como de la zona de estudio de la investigación (Intersección con el Jr. Los ciruelos y Jr. Los mangos); se muestra a partir de los resultados presentados en el apartado anterior, identificando las fallas encontradas en la zona de estudio; en el *anexo 2.3 Mapeo de fallas existentes en el pavimento flexible*.

#### 4.1.4 Diseño del pavimento flexible con la metodología Aashto 93

A continuación, se presenta el diseño del pavimento flexible del tramo de estudio, a través de la metodología Aashto 93, considerando los parámetros del coeficiente de sub drenaje como *bueno* y sin la inclusión de un sistema de sub drenaje en el diseño.

En la tabla Tabla 4.10 Cálculo del número estructural, se detalla el cálculo del ESAL de diseño (W18), a través del cual se realiza el cálculo del SN (número estructural).

Tabla 4.10 Cálculo del número estructural

Per. Dis. (n)	Serv. Ini. (Po)	Serv. Fin. (Pf)	Mod. Res. (MR)	Confiabilidad (R)	Desviacion (ZR)	Error Stan. (So)	D	L	ESAL de Diseño (W18)
10	4.2	2	12413 PSI	80%	-0.841	0.40	0.50	1.00	2.47E+06

#### CALCULO DEL NUEMERO ESTRUCTURAL

A	B	SN	
6.39	6.39	2.93	OK

Fuente: Elaboración propia

Con los valores determinados para cada uno de los parámetros de diseño requeridos, se encuentra un Número Estructural **SN= 2.93** según lo cual se propone una estructura del pavimento del siguiente tipo, el cual cubre y satisface el SN requerido.

Según la Tabla 4.11 Estructura del pavimento que cumple con el SN requerido; encontramos los valores para el D1, de 5cm, el D2 de 15cm, y el D3 de 20cm.

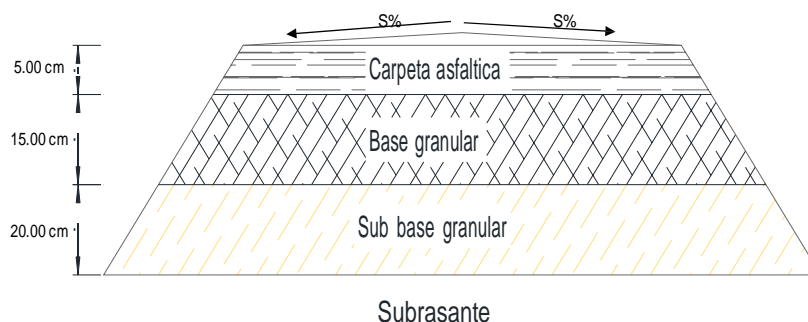
Tabla 4.11 Estructura del pavimento que cumple con el SN requerido

a1/cm	D1 (cm)	a1*D1	a2/cm	D2	m2	a2*D2*m2	a3/cm	D3 (cm)	m3	a3*D3*m3	SN
0.170	5	0.85	0.056	15	1.15	0.966	0.050	20	1.15	1.150	2.966
0.170	6.5	1.105	0.056	15	1.15	0.966	0.050	20	1.15	1.150	3.221
0.170	7.5	1.275	0.056	20	1.15	1.288	0.050	15	1.15	0.863	3.426
0.170	10	1.7	0.056	25	1.15	1.610	0.050	10	1.15	0.575	3.885

Fuente: Aashto 93

Los resultados obtenidos a través de la metodología Aashto 93 para el diseño convencional del pavimento flexible del tramo de estudio, se representa en la Figura 4.5 Diseño del pavimento flexible sin sistema de sub drenaje - método Aashto 93.

Figura 4.5 Diseño del pavimento flexible sin sistema de sub drenaje - método Aashto 93




Fuente: Elaboración propia

- ✓ En la Tabla 4.12 Diseño del pavimento flexible - Aashto 93, Se muestra el cálculo convencional del SN para el tramo de investigación, con los parámetros detallados.
- ✓ Se hace énfasis en el parámetro para el tipo de suelo, ya que la muestra de estudio abarca la realización de 1 calicata por cada 250 ml (Según el Manual de

Carreteras – Sección suelos y pavimentos). Por tanto, se ha considerado según el estudio de suelo 1 dato para el módulo de resiliencia. Es decir, la evaluación del diseño del pavimento flexible, será la misma para los 143.10 ml que abarca la zona de muestra de la investigación.

Tabla 4.12 Diseño del pavimento flexible - Aashto 93

<b>DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993</b>		
“ANÁLISIS DEL USO DEL GEODREN VIAL PARA OBTENER UN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EFICIENTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. UNIVERSITARIA, PILLCO MARCA - 2022”		
		
<b>TRAMO :</b>	Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos	
<b>UBICACIÓN :</b>	Pillco Marca - Huanuco - Huanuco	
<b>DATOS DE ENTRADA :</b>		
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>		
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	2.47E+06	
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%	
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.841	
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.40	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	12.41	
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2	
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0	
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	10	
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>		
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA		
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0.17	
Base granular (a2)	0.06	
Subbase (a3)	0.05	
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA		
Base granular (m2)	1.15	
Subbase (m3)	1.15	
<b>DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :</b>		
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )	2.93	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )	2.13	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )	0.61	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )	0.19	
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA</b>		
	TEORICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	4.9	5.0
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	14.8	15.0
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	20.1	20.0
ESPESOR TOTAL (cm)		40.0



**Se presentan los resultados al OE2:** Definir el tipo de geotextil y tubería a emplear en el sistema de sub drenaje para mejorar el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria.

#### 4.2 Diseño del pavimento flexible con la inclusión de un sistema de sub drenaje con geodren vial

Para el diseño del pavimento flexible del tramo de estudio de esta investigación realizada en la Av. Universitaria, cuya muestra inicia en el Jr. Los ciruelos y termina en el Jr. Los mangos; se muestra el resultado del diseño realizado con el software Geosoft, incorporando un sistema de sub drenaje con geodren vial.

En la Tabla 4.13 Reporte del diseño del sub drenaje con geodren vial; se detallan los parámetros ingresados para el diseño del sistema de sub drenaje en la zona de estudio; realizado a través del software Geosoft. Se hace énfasis que el resultado del diseño presentado abarca 250 ml del pavimento, debido a la consideración de un mismo estudio de clima, estudio de tráfico, y estudio de suelos; según el Manual de Carreteras – Sección suelos y pavimentos R.D N°10 – 2014 – MTC/14; Debido a que el tramo de la zona de estudio corresponde, a una carretera de primera clase.

Tabla 4.13 Reporte del diseño del sub drenaje con geodren vial

Nombre del proyecto	“ANÁLISIS DEL USO DEL GEODREN VIAL PARA OBTENER UN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EFICIENTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. UNIVERSITARIA, PILLCO MARCA - 2022”
Nombre de la empresa	TESIS - UNHEVAL
Localización	PILLCO MARCA - HUANUCO

Precipitación máxima horaria de frecuencia anual	$I_R$	51.95 mm/h
Ancho de la semibanca de la vía	$B$	3.75 m
Longitud del tramo de drenaje	$L$	324.0 m
Factor de infiltración	$F_i$	0.5
Factor de retención de la base	$F_r$	0.33
Suelo de sitio		Otros
Tipo de suelo de subrasante		Arenas, arenas gravosas, arenas limosas y arenas arcillosas (menos del 50%, pasa tamiz #200)
Permeabilidad del suelo en contacto con el subdrén	$K$	0.0 m/s
Cota inferior del subdrén	$N_d$	0.0 m
Cota superior del nivel freático	$N_f$	0.0 m

Altura	0.5 m
Diámetro de la tubería	100.0 mm
Pendiente de la tubería	1.0 %
Material drenante	Arena Limpia
Ángulo de fricción	27.0 grad
Peso específico	1.9 Ton/m <sup>3</sup>
Permeabilidad del suelo en contacto con el subdrén K	0.01 cm/s
Criterio de retención	Usar criterio recomendado
TAA <	0.3 mm
Factor de reducción por colmatación Geotextil	2.0
Factor de reducción por creep o fluencia Geotextil	2.0
Factor de reducción por intrusión Geotextil	1.2
Factor de reducción por colmatación química Geotextil	1.2
Factor de reducción por colmatación biológica Geotextil	1.2
Factor de reducción por creep o fluencia Geodrén	1.2
Factor de reducción por intrusión Geodrén	1.3
Factor de reducción por colmatación química Geodrén	1.1
Factor de reducción por colmatación biológica Geodrén	1.0

TAA <	0.3 mm
Observación	CUMPLE

Observación	CUMPLE
-------------	--------

Diámetro de la tubería	100.0 mm
Caudal que es capaz de transportar la tubería	4.35 L/s
Observación	CUMPLE

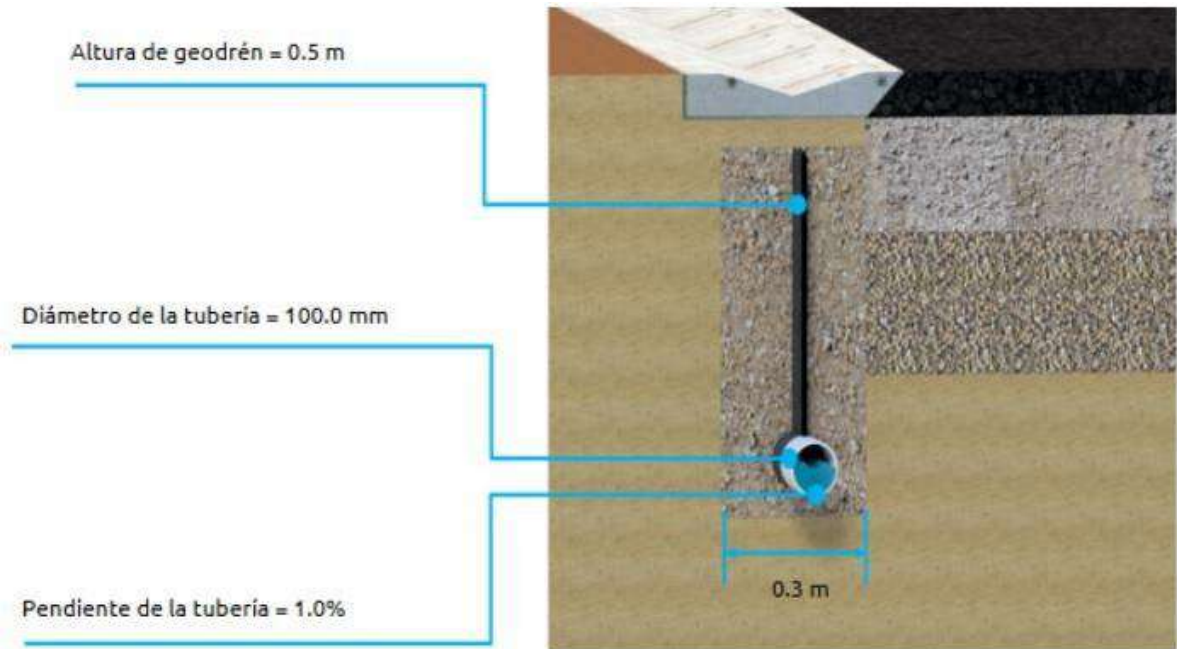
Permitividad admisible [1/s]	0.34722222
Permitividad requerida [1/s]	0.00003608
Factor de seguridad global > 3.0	CUMPLE

Tasa de flujo admisible	0.00029432
Tasa de flujo requerida	0.00000902
Factor de seguridad global	32.63
Observación	CUMPLE

*Fuente: Cálculo exportado del Software Geosoft.*

En la Figura 4.6 Sistema de sub drenaje con geodren vial en el tramo de estudio; se muestra el resultado para el diseño del sistema de sub drenaje, obteniendo una altura del geodrén de 0.50 m; un diámetro de tubería de 100 mm, con un ancho de zanja de 0.30m.

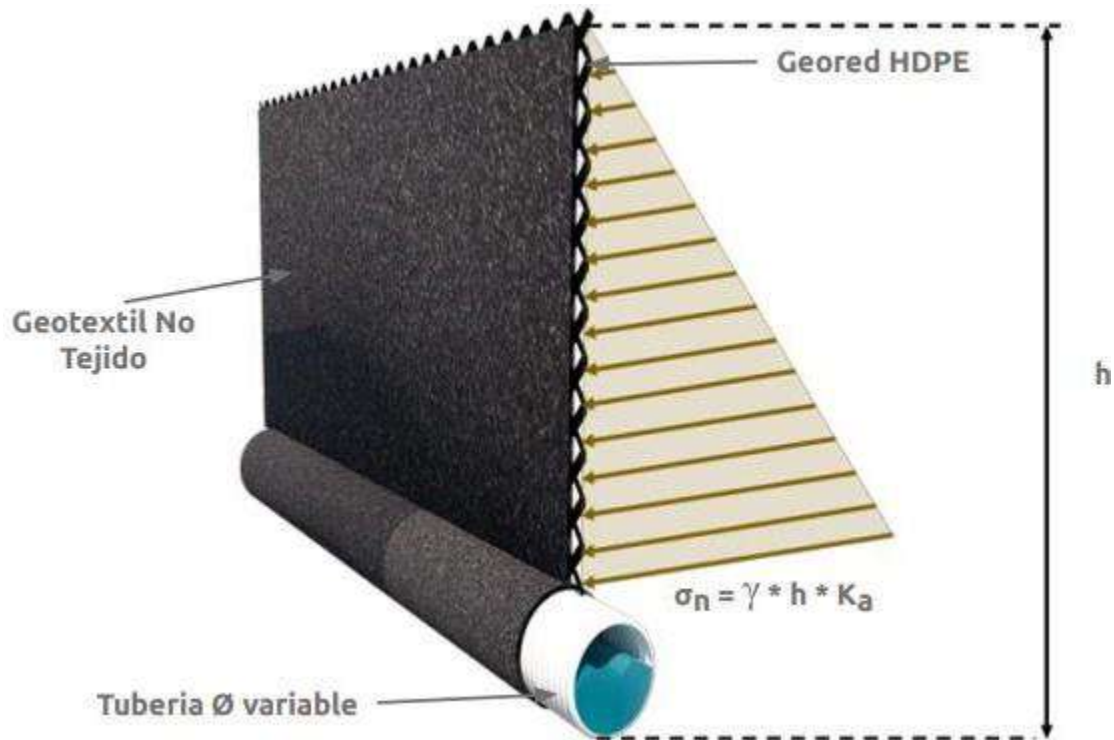
*Figura 4.6 Sistema de sub drenaje con geodren vial en el tramo de estudio*



*Fuente: Cálculo exportado del Software Geosoft.*

4.2.1 Definición del geotextil y tubería a usar en el sistema de sub drenaje para el diseño del pavimento flexible

Figura 4.7 Esquema del geodren vial para el sistema de sub drenaje de la zona de estudio



Fuente: *Diseño de infraestructuras con geosintéticos, 2020.*

#### 4.2.1.1 Determinación del diámetro de tubería

Se consideró la capacidad máxima de flujo de la tubería, en este caso para 1% de pendiente. Se determina de la ficha técnica del geodren vial, un caudal total de 4.3 l/s para una tubería de 4" de diámetro. Teniendo en cuenta el caudal determinado para la tubería, se diseña para que cada 150m se realicen descargas de agua a la atmósfera usando una tubería de 4" de diámetro.

Entonces: Por lo tanto, el sistema cumple, ya que el caudal de diseño es menor al caudal que puede transportar la **tubería de 4"**.

#### 4.2.1.1 Evaluación del tipo de Geotextil a usar en el Geodren

Para la evaluación del geotextil a usar en el diseño del sub drenaje para el diseño del pavimento flexible en el tramo de estudio de esta investigación; se revisó si el geotextil

no tejido, cumple con todos los criterios de diseño. A continuación, se muestra el resultado que define al geotextil no tejido, como apto para ser el medio filtrante del geodren vial.

✓ Criterio de retención (TAA)

Para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el valor del Tamaño de Abertura Aparente debe ser de:

*Ecuación 4.4 Criterio de retención*

$$TAA < 0.30 \text{ mm}$$

$$0.18 \text{ mm} < 0.30 \text{ mm (Ver Anexo 4.2)}$$

✓ Criterio de permeabilidad

Se debe cumplir:

*Ecuación 5.5 Criterio de permeabilidad*

$$K_g = 0.0046 \text{ m/s (Ver Anexo 4.2)}$$

$$K_s = 8.5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$K_g = 10 * k_s$$

✓ Criterio de colmatación

La porosidad de los Geotextiles No Tejidos punzonados por agujas son superiores al 80%.

### Calculo hidráulico para la elección del Geodren:

- ✓ Evaluación según la permitividad del sistema

Se efectua el cálculo de la permitividad requerida por el Geotextil como medio filtrante

*Ecuación 6.6 Cálculo de permitividad*

$$Q = k * i * A$$

$$Q = k * \Delta h / t * A$$

$$k / t = Q / (\Delta h * H * L)$$

$$\psi_{req} = Q / (\Delta h * H * L)$$

$$\psi_{req} = 3.11 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} / (0.70 \text{ m} * 0.70 \text{ m} * 150.0 \text{ m})$$

$$\psi_{req} = 4.23 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

Luego de haber cuantificado la permitividad requerida por el sistema, se toma la permitividad suministrada por el fabricante como la permitividad última para la realización del diseño.

*Ecuación 7.7 Cálculo de permitividad última*

$$\psi_{ult} = 2.9 \text{ s}^{-1}$$

Teniendo en cuenta la permitividad última del Geodren, se calcula la permitividad admisible, teniendo en cuenta los factores de reducción para sistemas de sub drenaje.

*Ecuación 8.8 Cálculo de permitividad admisible*

$$\psi_{adm} = \psi_{ult} / (\text{FRSCB} * \text{FRCR} * \text{FRIN} * \text{FRCC} * \text{FRBC})$$

$$\psi_{adm} = 2.9 \text{ s}^{-1} / (2.0 * 1.1 * 1.1 * 1.2 * 2.0)$$

$$\psi_{adm} = 0.50 \text{ s}^{-1}$$



Finalmente se compara la permitividad admisible con la requerida para determinar el factor de seguridad global:

*Ecuación 9.9 Cálculo de permitividad requerida*

$$FSg = \psi \text{ adm} / \psi \text{ req}$$

$$FSg = 0.50 \text{ s}^{-1} / 4.23 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

$$FSg \gg 1.0$$

Por lo que el **Geotextil No Tejido es apto como medio “filtrante”** en el sistema.

El valor de la tasa de flujo requerida se determina dividiendo el caudal total de diseño sobre la longitud del Geodren entre descarga y descarga.

*Ecuación 10.12 Cálculo de la Tasa de flujo requerida*

$$qw \text{ req} = QT / L$$

$$qw \text{ req} = 3.11 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} / 150.0 \text{ m}$$

$$qw \text{ req} = 2.075 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$$

Finalmente se compara la tasa de flujo admisible con la requerida para determinar el factor de seguridad global:

*Ecuación 11.12 Cálculo del factor de seguridad global*

$$FSg = qw \text{ adm} / qw \text{ req}$$

$$FSg = 2.47 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m} / 2.075 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$$

$$FSg = 11.9 \gg 1.0$$

Por lo tanto, **EL GEODREN VIAL ES ADECUADO** para el sistema de sub drenaje para el diseño del pavimento flexible en el tramo de la avenida universitaria perteneciente a la muestra de tesis en consideración.

**Se presentan los resultados al OE3:** Analizar la durabilidad de la estructura del pavimento flexible con un sistema de sub drenaje con geodren vial para mejorar el comportamiento estructural del pavimento flexible.

### 4.3 Análisis comparativo del aporte del geodren vial al sistema de sub drenaje en el diseño del pavimento flexible

#### 4.3.1 Determinación de la relación beneficio – durabilidad entre la estructura del pavimento con/sin un sistema de sub drenaje con geodren vial

Se evaluó la reducción del índice de serviciabilidad tomando en consideración las cargas equivalentes entre la estructura del pavimento flexible del tramo en estudio de esta investigación con el geodren vial como sistema de sub drenaje, y la estructura del pavimento flexible excluyendo algún sistema de captación de aguas.

Adicionalmente, se determinó la disminución del número de ejes equivalentes, lo cual se traduce en la durabilidad de la vía.

- ✓ Cálculo estructural del pavimento flexible en condiciones de sub drenaje óptimas.

Basándose en la metodología AASHTO para el cálculo de pavimentos flexibles, se calcula el número estructural de la siguiente forma.

Ecuación 12.13 Cálculo del SN

$$SN = a_1D_1m_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Donde:

$a_i$  = Coeficiente de la capa (1/pulg).

$D_i$  = Espesor de la capa (pulg).

$m_i$  = Coeficiente de sub drenaje de la capa.

Los valores utilizados en los coeficientes de capa  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  se tomaron de la Tabla 4.14 Valores del coeficiente de sub drenaje, donde se especifica el rango de valores recomendados por AASHTO.

Tabla 4.14 Valores del coeficiente de sub drenaje

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Figura 4.8 Cálculo del SN, en condiciones óptimas de sub drenaje

Geosoft - TESIS HIPOTESIS BENEFICIO DURABILIDAD.pv04

Geosoft® | Refuerzo en vías con Geomallas Biaxiales Coextruidas

Parámetros de refuerzo | Diseño de pavimento flexible | Resultados | Reporte

CBR Terreno natural (%) 5.0 Geomalla de refuerzo P-BX 3030

Número de capas granulares 2

Capa	D <sub>i</sub>	Unidades D <sub>i</sub>	a <sub>i</sub>	m <sub>i</sub>
Concreto Asfáltico	12.7	cm	0.42	-----
Base granular	15.0	cm	0.13	1.00
Sub base granular	20.0	cm	0.11	1.00

Número estructural calculado 3.73

Revisar diseño (AASHTO 93)

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

Para consultas y soporte técnico: [ingenieria@geosinteticos@wavin.com](mailto:ingenieria@geosinteticos@wavin.com) Aplicación desarrollada por el Depto. de Ingeniería GEOSINTÉTICOS PAVCO WAVIN - Todos los derechos reservados

Fuente: Resultados obtenidos con el software Geosoft.

Según la Figura 4.8 Cálculo del SN, en condiciones óptimas de sub drenaje. A través del software Geosoft; se obtiene para nuestra estructura un valor de **3.73**.

- ✓ Cálculo del número de ejes equivalente del pavimento flexible en condiciones de sub drenaje óptimas.

Se presentan los parámetros para el cálculo:

Confiabilidad: 95% (Para autopistas y carreteras principales)

Desviación global: 0.45 (Pavimentos flexibles y construcciones nuevas)

Módulo Resiliente: CBR Subrasante x 1,500 = 5 x 1,500 = 7,500 psi

Índice de serviciabilidad inicial: 4.0 (Bueno)

Índice de serviciabilidad final: 2.5 (Para autopistas y carreteras principales)

Figura 4.9 Cálculo del Número de ejes equivalente, en condiciones óptimas de sub drenaje

Geosoft - TESIS HIPOTESIS BENEFICIO DURABILIDAD.pvo4

**Geosoft® | Refuerzo en vías con Geomallas Biaxiales Coextruidas**

Parámetros de refuerzo | **Diseño de pavimento flexible** | Resultados | Reporte

Confiabilidad R [%]: 95%  
 Zr: 1.645  
 Desviación estándar So: 0.45  
 Índice de servicio inicial Po: 4.0  
 Índice de servicio final Pf: 2.5  
 Módulo de la subrasante MR (PSI): 7500.0

Tipo de Cálculo  
 Calcular número estructural  
 Calcular número de ejes

$$\log_{10}(N_{18}^{ES}) = Z_R \times S_o + 9.35 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{109.4}{(SN+1)^{3.75}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número de ejes

Número estructural SN: 3.73  
 Número de ejes equivalentes calculado: 899377

Activar Windows  
 Ve a Configuración para activar Windows.

Para consultas y soporte técnico: ingenieria@geosinteticos@wavin.com | Aplicación desarrollada por el Depto. de Ingeniería GEOSINTÉTICOS PAVCO WAVIN - Todos los derechos reservados

Fuente: Resultados obtenidos con el software Geosoft.

Según la Figura 4.9 Cálculo del Número de ejes equivalente, en condiciones óptimas de sub drenaje; El número de ejes equivalentes calculado, es de **899377**.

- ✓ Cálculo estructural del pavimento flexible sin sistema de sub drenaje.

Se basa en el método AASHTO para el cálculo de carreteras inestables; El nuevo índice de valor se calcula considerando la reducción de los coeficientes de subdrenaje provocados por la presencia de agua en el sistema de agua debido a la falta de gestión del agua.

Según la Figura 4.10 Cálculo del SN, sin sistema de sub drenaje; Realizando el cálculo de SN, para nuestra estructura se obtiene un valor de **2.05**.

Figura 4.10 Cálculo del SN, sin sistema de sub drenaje

Geosoft - TESIS RESULTADO BENEFICIO DURABILIDAD.pve4

**Geosoft® | Refuerzo en vías con Geomallas Biaxiales Coextruidas**

Parámetros de refuerzo | Diseño de pavimento flexible | Resultados | Reporte

CBR Terreno natural (%)  Geomalla de refuerzo

Número de capas granulares:

Capa	D <sub>i</sub>	Unidades D <sub>i</sub>	a <sub>i</sub>	m <sub>i</sub>
Concreto Asfáltico	5.0	cm	0.42	-----
Base granular	15.0	cm	0.13	.75
Sub base granular	20.0	cm	0.11	.75

Número estructural calculado:

Revisar diseño (AASHTO 93)

Para consultas y soporte técnico: ingenier@geosinteticos@wavin.com | Aplicación desarrollada por el Depto. de Ingeniería GEOSINTÉTICOS PAVCO WAVIN - Todos los derechos reservados

Fuente: Resultados obtenidos con el software Geosoft.

- ✓ Cálculo del número de ejes equivalente del pavimento flexible sin sistema de sub drenaje:

El número de ejes equivalentes calculado, es de 577,857.

Se calculó la reducción del índice de serviciabilidad en el periodo de vida útil de la vía, relacionando la variación de ejes equivalentes en las dos situaciones antes evaluadas:

Nº ejes equivalentes con sub drenaje: 899,377

Nº ejes equivalentes sin sub drenaje: 577,857

Podemos concluir que cuando se diseña una estructura de pavimento sin contemplar ningún sistema de captación y evacuación de agua, su durabilidad se reduce en un 60%.

Figura 4.11 Cálculo del Número de ejes equivalente, sin sistema de sub drenaje

**Geosoft® | Refuerzo en vías con Geomallas Biaxiales Coextruidas**

Parámetros de refuerzo | Diseño de pavimento flexible | Resultados | Reporte

Confiableidad R [%]	95%
Z <sub>r</sub>	1.645
Desviación estándar S <sub>o</sub>	0.45
Índice de servicio inicial P <sub>o</sub>	4.0
Índice de servicio final PF	2.5
Módulo de la subrasante MR (PSI)	7500.0

**Tipo de Cálculo**

- Calcular número estructural
- Calcular número de ejes

$$\log_{10} \left( \frac{W_{18}}{W_{18'}} \right) = Z_R \times S_o + 2.35 \times \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{3.70}}} + 2.32 \times \log_{10} \left( \frac{MR}{MR'} \right) - 8.07$$

Número estructural SN	2.65
Número de ejes equivalentes calculado	27857

Para consultas y soporte técnico: [ingenierageosinteticos@wavin.com](mailto:ingenierageosinteticos@wavin.com) | Aplicación desarrollada por el Depto. de Ingeniería GEOSINTÉTICOS PAYCO WAVIN - Todos los derechos reservados

Fuente: Resultados obtenidos con el software Geosoft.

**Se presentan los resultados al OE4:** Analizar la relación beneficio - costo de la estructura del pavimento con un sistema de sub drenaje con geodren vial para obtener un diseño de pavimento flexible factible económicamente.

#### 4.3.2 Determinación de la relación beneficio – costo entre la estructura del pavimento con/sin un sistema de sub drenaje con geodren vial

Con los resultados anteriores del apartado 4.2 *Diseño del pavimento flexible con la inclusión de un sistema de sub drenaje con geodren vial*, para el pavimento flexible de la avenida universitaria en el tramo de estudio de la investigación; Con un caudal de 2.92 l/s y una pendiente del 1%, según los resultados presentado, se necesita emplear una tubería perforada de sub drenaje de 100mm ( $\varphi$  4") para el sistema de Geodren vial.

Realizando la comparación de costos de las dos alternativas para un metro lineal de sistema de sub drenaje con geodren vial para el tramo de estudio, se obtiene lo siguiente:

*Tabla 4.15 Costo por metro lineal del diseño del sub drenaje con geodren vial para la zona de estudio*

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Geodrén Vial 100mmx1,0m	ml	1	S/ 35.89	S/ 35.89
Material permeable	m3	0.05	S/ 85.20	S/ 4.00
Excavación y eliminación	m3	0.18	S/ 8.90	S/ 1.60
Mano de obra	Hr/Ml	1	S/ 20.49	S/ 20.49
Total				S/ 61.98

*Fuente: Elaboración propia.*

\* El costo del material de relleno del sistema de sub drenaje depende de la zona del proyecto, en el análisis se incluye un precio tentativo.



Tabla 4.16 Costo por metro lineal del diseño de pavimento flexible con el geodren vial para la zona de estudio

Capas de la estructura de la vía	Unidad	Espesor (m)	Costo	Total
Carpeta asfáltica	m2	0.05	S/ 266.40	S/ 13.32
Base granular	m3	0.15	S/ 159.10	S/ 23.87
Subbase granular	m3	0.2	S/ 114.70	S/ 22.94
Sub drenaje - Geodrén Vial	ml	1	S/ 61.98	S/ 61.98
Total				S/ 122.11

Fuente: Elaboración propia.

\* Los costos presentados, son válidos para la zona de estudio de esta investigación, además de ser vigentes hasta octubre del 2023.

Tabla 4.17 Costo por metro lineal del diseño de pavimento flexible sin el geodren vial para la zona de estudio

Capas de la estructura de la vía	Unidad	Espesor (m)	Costo	Total
Carpeta asfáltica	m2	0.15	S/ 266.40	S/ 66.60
Base granular	m3	0.25	S/ 159.10	S/ 63.64
Subbase granular	m3	0.35	S/ 114.70	S/ 63.09
Total				S/ 193.33

Fuente: Elaboración propia.

Para una longitud de 324 ml, y construyendo el sub drenaje a los dos lados de la sección transversal de la vía, tenemos:

Costo Geodrén  $\phi$  4”:

$$S/ 122.11/m.l \times 324 \text{ m} \times 2 = S/ 79,127.28$$

Costo sin Geodren:

$$S/ 193.33/m.l \times 324 \text{ m} \times 2 = S/ 125,277.84$$

Lo que equivale a una diferencia en costos del 37 %, entre el uso del Geodrén y el diseño del pavimento flexible tradicional, sin el sistema de sub drenaje.

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo principal, determinar el uso del geodren vial en el sistema de sub drenaje para mejorar el comportamiento estructural en el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria, Pillco Marca.

**Como objetivo específico 1**, se consideró describir el tipo de fallas o patologías que tiene la vía del pavimento flexible de la avenida universitaria, para determinar las causas de las deficiencias que presenta; para esto se realizó la identificación de fallas o patologías que presentan las vías del pavimento flexible del tramo de estudio, a través de la metodología PCI (Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento), en el cual se identificó que dentro de los 324 metros lineales de pavimento que conforma el tramo de estudio, presenta fallas influyentes como los baches, que afecta considerablemente el paquete estructural, con un valor deducido de 24.92 de severidad media y un valor deducido de 37.73 de severidad alta, así como el agrietamiento de borde, que es una falla funcional, con un valor deducido de 45.62 de severidad alta; la exudación con un valor deducido de 0.82 de severidad leve; los hundimientos con un valor deducido de 32.80 de severidad media y de 96.30 de severidad alta (siendo este el valor deducido mayor); Hinchamiento de severidad alta, con un valor deducido de 45.90. Estos valores dieron como resultado un índice de condición de pavimento de 3, que corresponde a un pavimento fallado. Mediante el reconocimiento del tipo de fallas y tománd en consideración la teoría espuesta en el marco teórico, podemos afirmar que el pavimento en cuestión, falla porque no se ha incluido un sistema de sub drenaje adecuado; debido a que las fallas identificadas, son causados por deficiencias o ausencias de un sistema que capte, filtre y evacue el agua del paquete estructural.

Para realizar el contraste de los resultados obtenidos con la teoría definida en el capítulo III. Se realizó el diseño del pavimento flexible con la metodología Aashto 93, teniendo en cuenta el procedimiento tradicional, en la cual se considera el sub drenaje como bueno, cuyo valor es 1, sin realizar el correcto procedimiento, en el cual muchos de los suelos califican para un sub drenaje malo o regular. Con el estudio de tráfico, se obtuvo un TMDA de 2,403 (veh/día), y con los parámetros de diseño correspondientes al tramo de estudio; se obtuvo un ESAL de diseño (W18) de  $2.47E+06$ , obteniendo como número estructural SN 2.93; Resultando como espesor de la carpeta asfáltica 0.05m, espesor de la base granular 0.15m, espesor sub base granular 0.20m. Estos resultados se ajustan incorrectamente a la teoría, debido a la inexistencia de un drenaje adecuado en la zona, resultando una información inadecuada para el diseño del pavimento flexible que impida la ocurrencia de fallas en el pavimento.

**Como objetivo específico 2**, se consideró definir el tipo de geotextil y tubería a emplear en el sistema de sub drenaje para mejorar el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria.

En los resultados obtenidos es la presente investigación, para garantizar un correcto sub drenaje en el diseño del pavimento flexible del tramo de estudio, se realizó el diseño del sub drenaje con geodren vial, con la ayuda del software Geosoft; el cual obtuvo un caudal de 2.92 L/s, una altura de 0.50m y un ancho de 0.30m para la ubicación del geodren vial, y un diámetro de 100.0 mm o 4" para la tubería de evacuación, cuya capacidad de transporte de caudal es de 4.35 L/s, cumpliendo con lo requerido. Los resultados del diseño cumplieron con los criterios de retención (TAA), Permeabilidad, Colmatación, y durabilidad, confirmando que el Geodren Vial es adecuado para el sistema de sub drenaje en el tramo de estudio.

**Como objetivo específico 3;** Se consideró analizar la durabilidad de la estructura del pavimento con un sistema de sub drenaje con geodren vial para mejorar el comportamiento estructural del pavimento flexible.

Con el fin de determinar el aporte del geodren vial como sistema de sub drenaje en el diseño del pavimento flexible del tramo de estudio de la Av. Universitaria; se determinó la durabilidad; para esto se evaluó la reducción del índice de serviciabilidad en función de las cargas equivalentes de la estructura del pavimento flexible con geodren vial como sistema de sub drenaje del tramo de estudio y la estructura del pavimento flexible sin ningún tipo de sistema de captación de aguas. Se obtuvo como resultado el cálculo del número estructural SN en condiciones óptimas de sub drenaje, es decir, con la inclusión del geodren vial como sistema de sub drenaje, el cual resultó el valor de 3.73; y el número de ejes equivalentes que resultó el valor de 899, 377; Asimismo se obtuvo el número estructural SN sin la inclusión de algún sistema de evacuación de aguas, el cual resultó el valor de 2.05; y el número de ejes equivalentes resultó el valor de 577,857. Deduciendo que cuando se diseña una estructura de pavimento sin contemplar ningún sistema de captación y evacuación de agua, su durabilidad se reduce en un 60%.

**Como objetivo específico 4;** Se consideró analizar la relación beneficio - costo de la estructura del pavimento con un sistema de sub drenaje con geodren vial para obtener un diseño de pavimento flexible factible económicamente.

Como resultado de la presente investigación, se determinó la relación beneficio – costo entre la estructura del pavimento incluyendo el sistema de sub drenaje con geodren vial, y un diseño de pavimento flexible tradicional; para esto, se realizó la comparación de costos de

las dos alternativas, resultando que para un metro lineal de sistema de sub drenaje con geodren vial para el tramo de estudio, se obtuvo un costo de S/ 61.98, con esto se calculó el costo por metro lineal del pavimento flexible con la inclusión del geodren vial para la zona de estudio, resultando un costo de S/ 122.11; este resultado fue comparado con el costo por metro lineal del diseño de pavimento flexible sin el geodren vial, cuyo costo resultó S/ 193.33. Lo que equivale a una diferencia en costos del 37 %, entre el uso del Geodren como sistema de sub drenaje y el diseño del pavimento flexible tradicional sin el sistema de sub drenaje.

En respuesta al problema general; el geodren vial como sistema de sub drenaje, favorece al diseño del pavimento flexible en el tramo de estudio, debido a que las fallas presentes son causadas por la falta de inclusión de un sistema de evacuación de aguas; además el Geotextil definido como no tejido y la tubería de 100mm, fueron definidos a través de los criterios de retención, Permeabilidad, Colmatación, y durabilidad; En cuanto los parámetros de durabilidad y el costo, la inclusión del geodren vial como sistema de sub drenaje, resultó muy beneficioso ya que reduce costos durante la ejecución, además, aumenta y garantiza la durabilidad del pavimento. Los resultados obtenidos, respaldan las hipótesis planteadas.

## CONCLUSIONES

La tesis lleva por título; “Análisis del uso del Geodren vial para obtener un comportamiento estructural eficiente del pavimento flexible de la av. universitaria, Pillco Marca - 2022”

1. El objetivo principal de la investigación fue; analizar el uso del geodren vial en el sistema de sub drenaje para mejorar el comportamiento estructural en el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria, Pillco Marca, mediante la identificación de fallas o patologías presentes en las vías del pavimento flexible, a través del diseño del sistema de sub drenaje, definiendo el geotextil y características de la tubería, para así determinar el beneficio respecto a la durabilidad y costo de la estructura del pavimento flexible con la inclusión del sistema de evacuación de aguas, en comparación a la estructura del pavimento sin sistema de sub drenaje.
2. Tras el análisis del primer objetivo específico, que consistió en describir el tipo de fallas que tiene las vías del pavimento flexible de la avenida universitaria para determinar las causas de la deficiencia del pavimento flexible; Se obtuvo el resultado a través de la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), se clasificó el estado en el que se encuentra el pavimento flexible en la zona de estudio, así como también el tipo de falla que presenta; identificando así las fallas con mayor nivel de severidad, siendo los baches y el agrietamiento de borde; asimismo fallas de severidad alta y media, como la exudación, los hundimientos, los hinchamientos; cuyos valores deducidos fueron de 0.82, 24.92, 37.73, 32.80, 45.90, 96.30, 45.62, resultando como índice de condición del pavimento el valor de 3, que indica un pavimento *fallado*. La identificación de estas fallas permitió reconocer que el

pavimento no cumple con sus años de serviciabilidad a causa de no haber incorporado un sistema de sub drenaje.

3. Para el contraste de los resultados de los siguientes objetivos específicos; Se realizó el diseño del pavimento flexible con la metodología Aashto 93, considerando que el tramo de estudio tiene un sub drenaje adecuado y bueno, situación contraria a la realidad que se presenta frecuentemente (suelos con sub drenaje malo o regular); Se obtuvo un TMDA (Tránsito Medio Diario Anual) de 2,403 (veh/día), un ESAL de diseño (W18) de  $2.47E+06$ , y un número estructural SN 2.93; Obteniéndose como espesor de la carpeta asfáltica 0.05m, espesor de la base granular 0.15m, espesor sub base granular 0.20m.
4. Según el análisis del segundo objetivo específico, que consistió en definir el tipo de geotextil y tubería a emplear en el sistema de sub drenaje para mejorar el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria. No obstante, para garantizar el correcto sub drenaje en el diseño del pavimento flexible en el tramo de estudio, se realizó el diseño del sub drenaje con geodren vial, a través del software Geosoft; el cual obtuvo un caudal de 2.92 L/s, una altura de 0.50m y un ancho de 0.30m para la ubicación del geodren vial, y un diámetro de 100.0 mm o 4” para la tubería de evacuación. Estos resultados del diseño del sistema de sub drenaje con geodren vial, cumplen con los criterios y parámetros que indican que es adecuado para el sistema de evacuación de aguas en el tramo de estudio.
5. Tras el análisis del tercer objetivo específico que consideró en analizar la durabilidad de la estructura del pavimento flexible con un sistema de sub drenaje con geodren vial para mejorar el comportamiento estructural del pavimento flexible. Se concluye que el geodren vial como sistema de sub drenaje en el diseño del pavimento flexible

en el tramo de investigación, resultó beneficioso, debido al análisis de durabilidad realizado, donde se calculó la reducción del índice de serviciabilidad en función de las cargas equivalentes, evaluando el diseño del pavimento con sistema de sub drenaje con geodren vial y al pavimento sin ningún tipo de sistema de captación de aguas; Esto se determinó a través del cálculo del número estructural SN, cuyo resultado fue de 3.73, con un número de ejes equivalente que resultó el valor de 899, 377, para el pavimento con geodren vial como sistema de sub drenaje; Y el cálculo del número estructural SN, cuyo resultado fue de 2.05, con un número de ejes equivalente que resultó el valor de 577, 857, para el pavimento sin sistema de captación de aguas. Concluyendo que cuando se diseña una estructura de pavimento sin contemplar ningún sistema de captación y evacuación de agua, su durabilidad se reduce en un 60%.

6. Luego de los resultados adquiridos mediante el cuarto objetivo de nuestra investigación, que consistió en analizar la relación beneficio - costo de la estructura del pavimento con un sistema de sub drenaje con geodren vial para obtener un diseño de pavimento flexible factible económicamente. Se concluye que el geodren vial como sistema de sub drenaje en el diseño del pavimento flexible en el tramo de investigación, resultó beneficioso, debido al análisis de costo realizado, donde se realizó la comparación de costos de las dos alternativas, resultando que para un metro lineal de sistema de sub drenaje con geodren vial para el tramo de estudio, se obtuvo un costo de S/ 61.98, con esto se calculó el costo por metro lineal del pavimento flexible con la inclusión del geodren vial para la zona de estudio, resultando un costo de S/ 122.11; este resultado fue comparado con el costo por metro lineal del diseño de pavimento flexible sin el geodren vial, cuyo costo resultó S/ 193.33. Lo que equivale a una diferencia



en costos del 37 %, entre el uso del geodren como sistema de sub drenaje y el diseño del pavimento flexible tradicional sin el sistema de sub drenaje.

7. Finalmente; concluimos que el uso del geodren vial como sistema de sub drenaje en el diseño del pavimento flexible en el tramo de estudio, garantiza la durabilidad de la estructura del pavimento hasta un 40%, así como evita perder el factor de seguridad hasta un 30%, disminuyendo la probabilidad de accidentes durante la vida útil hasta un 30%; Asimismo asegura la funcionalidad, evitando que se originen las fallas expuestas, que producen el deterioro prematuro del pavimento.

## **RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS**

- ✓ Se recomienda realizar la evaluación del pavimento flexible en periodos de 6 a 10 meses, preferentemente en los meses donde se evite la ocurrencia de lluvias, con el fin de conocer el estado de conservación de la vía; identificando la aparición de nuevos daños y evaluando las fallas ya existentes y presentadas como sustento en la presente tesis.
- ✓ Se recomienda realizar un correcto y completo estudio de mecánica de suelos, a lo largo de toda la vía, para así detectar las zonas donde será necesario la instalación del geodren vial, para así considerar un coeficiente de drenaje igual 1, concordante con la realidad.
- ✓ Se recomienda ampliar la línea de investigación, correspondiente al deterioro del pavimento de otro tipo de carreteras, a fin de verificar si se obtiene el mismo resultado.
- ✓ Revisar los casos de éxito, del uso del geodren vial como Sistema de sub drenaje en el pavimento flexible, evaluando su proceso constructivo, la viabilidad del material para la zona del proyecto, entre otros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliografía

- AASHTO 93. (1993). *AASHTO GUIDE for Design of Pavement Structures*, Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- A.L.P.H. (s.f.). *RASANTE Y SUBRASANTE*. Obtenido de <https://aleph.org.mx/cual-es-la-rasante-y-subrasante>
- Aguilar Aquituari, A. A., & Salinas Montrone, P. A. (2019). *EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA CONOCOCHA – YANACANCHA ANTE EL INCREMENTO DE LOS EJES EQUIVALENTES NO PROYECTADOS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA ASSHTO 93*. Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS.
- Álvarez Ticona, L. J., & Guerra Sánchez, S. L. (2021). “*Diseño de un sistema de sub drenajes con geodren para controlar el flujo de infiltración en un camino vecinal, Arequipa 2021*”. Lima: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.
- Álvarez Ticona, L. L., & Guerra Sánchez, S. L. (s.f.). “*Diseño de un sistema de sub drenajes con geodren para controlar el flujo de infiltración en un camino vecinal, Arequipa 2021*”. TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL.
- ARISTIZABAL MORALES, L. M., & HOYOS ARENAS, J. F. (2014). *DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS MÉTODOS AASTHO Y RACIONAL*. PEREIRA.
- CALLAN BACA, H. E., & RONDOY RIMAYCUNA, W. J. (2018). “*DISEÑO DEL GEODREN COMO SISTEMA DE SUB DRENAJE EN EL*. Piura.
- Cedeño, J. (2014). «*Propuesta de Metodología complementaria a los diseños de pavimentos según ASSHTO 93,*». Guayaquil.
- Cochran, W. G. (1980). *TÉCNICAS DE MUESTREO*. México: Compañía Editorial Continental. México, D.F. c198.
- CORREA LANDETA, B. R. (2020). *EVALUACIÓN TÉCNICA FINANCIERA DEL USO DE GEODREN VIAL Y CIRCULAR VS DREN FRANCÉS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VÍA. (CASO DE ESTUDIO VÍA NANEGAL – PALMITOPAMBA)*. QUITO: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR .
- DÁVILA ARREGUI, C. G., & TORRES PÉREZ, I. D. (s.f.). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA OBRAS DE SUB DRENAJE VIAL*.

- GEOSOFT. (s.f.). *DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA CON GEOSINTÉTICOS* (10 ed.).
- Hernández Sampieri, R. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. MÉXICO: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia. (s.f.). NORMA TÉCNICA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS. Obtenido de [www.construccion.org/icg@icgmail.org](http://www.construccion.org/icg@icgmail.org)
- Jiménez Fernández, C. (1983). Procesos de investigación científica. *Revista Española de Pedagogía*.
- Library. (s.f.). *Bases epistemológicas o bases filosóficas o antropológicas Bases epistemológicas*. Obtenido de <https://1library.co/article/bases-epistemol%C3%B3gicas-bases-filos%C3%B3ficas-antropol%C3%B3gicas-bases-epistemol%C3%B3gicas.qo53nwmv>
- LINO VILLEGAS, I. V. (2018). “ANÁLISIS DEL USO DE GEOSINTÉTICOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES, COMO REFUERZO ESTRUCTURAL EN LA CARRETERA VECINAL ENTRE LA LOCALIDAD DE MONZON Y HUAGAY. DISTRITO DE MONZON – HUAMALIES – HUÁNUCO 2018”. Huánuco.
- Miguel, M. (2011). *PROYECTOS Y APUNTES TEORICO PRACTICOS DE LA INGENIERIA*. Obtenido de <http://www.ingenierocivilinfo.com/>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, M. (2013). *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, M. (2013). *Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras*. Lima.
- MIRANDA REBOLLEDO, R. J. (2010). DETERIOROS EN PAVIMENTOS. *Tesis para optar al título de:*
- MONSALVE, L. (2012). *DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO*. Trabajo de grado de (Ingeniero civil). Universidad del Quindío. Ingeniería. Quindío.
- Muñoz, H. (2004). El presupuesto en un protocolo de investigación. *Revista Salud Pública y Nutrición. Número especial*. Obtenido de <http://www.respyn.uanl.mx/especiales/ee-8-2004/05.pdf>
- Ortiz, F. (2010). *Metodología de la investigación: el proceso y sus técnicas*. México.
- PROYECTOS Y APUNTES TEORICO PRACTICOS DE LA INGENIERIA*. (2011). Obtenido de <http://www.ingenierocivilinfo.com/>
- RAE. (2019). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/huaico>
- Rodríguez, E. (2009). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento flexible de la av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Piura.
- Sabino, C. (s.f.). *El proceso de la Investigación*.

Tamayo y Tamayo, M. (1997). *El Proceso de la Investigación científica*. México: Editorial Limusa S.A. México.1997.

Universidad de San Carlos de Guatemala,. (s.f.). *Sub drenaje y proteccion de estructuras por medio de Geocompuestos. Trabajo de graduacion (Obtencion del titulo de ingeniero Civil)*. Obtenido de <https://bit.ly/3wxMpnr>

VALENTÍN VALVERDE, E. P., & VALLADARES VENTURA, M. H. (2021). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE REFUERZO ESTRUCTURAL ENTRE LA GEOMALLA TRIAXIAL Y LA GEOCELDA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, DEL TRAMO II DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL HU-108, DISTRITO DE CHURUBAMBA-HUÁNUCO. HUÁNUCO.*

Vergara Vicuña, A. (2010). *DETERIOROS EN PAVIMENTOS. ACADEMIA Accelerating the world's research.*

# ANEXOS

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado(a).

Con el debido respeto nos presentamos y exponemos:

Nosotros; Espinoza Huaman, Karen Ruth y Espinoza Huaman, David Marvin Abel; estudiantes del curso de titulación en el Programa de Fortalecimiento en Investigación, PROFI, venimos realizando una investigación que lleva por título “USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUB DRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022”, con el objetivo de determinar la influencia del geodren vial en el sistema de sub drenaje para el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria entre el jirón Los ciruelos y jirón los mangos.

Declaramos que nos encontramos en nuestra plena capacidad de forma libre y voluntaria, habiendo sido informados de la investigación. Por lo expuesto, consentimos y autorizamos la revisión de la elaboración de nuestro proyecto de tesis para las observaciones pertinentes, las cuales servirán de ayuda en nuestra investigación.

Es cuanto le informamos para su conocimiento y fines pertinentes, reiterándole nuestros cordiales saludos.

Atentamente,



.....  
Bach. Espinoza Huaman, Karen Ruth  
(Tesisista)



.....  
MG. Jim Arturo Rivera Vidal  
(Asesor)



.....  
Bach. Espinoza Huaman, David Marvin Abel  
(Tesisista)

## **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La fuente e instrumentos de recolección de datos analizados e interpretados para la siguiente investigación son:

- ✓ Talleres: Diseño de sistemas de sub drenaje en Geosoft V4
- ✓ Manuales: Diseño de infraestructuras con Geosintéticos
- ✓ Normativas: Norma Técnica CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS
- ✓ Método AASHTO-93

## VALIDACIÓN DEL (DE LOS) INSTRUMENTO(S) POR JUECES

Instrumento	Validez de contenido		Validez de constructo		Validez de criterio	
	El ítem corresponde a alguna dimensión de la variable		El ítem contribuye a medir el indicador planteado		El ítem permite clasificar a los sujetos en las categorías establecidas	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Geosoft	X		X		X	
S10	X		X		X	



.....  
 MG. Rissel machuca guardia  
 (Asesor)



## **NOTA BIOGRÁFICA**

Soy Karen Ruth Espinoza Huaman, nacida el 27 de marzo de 1998 en la ciudad de Huanuco, egresada y bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; Actualmente me encuentro presentando la tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Soy David Marvin Abel Espinoza Huaman, nacido el 24 de Agosto de 1988 en la ciudad de Huanuco, egresado y bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; Actualmente me encuentro presentando la tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

# AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA

✓ IDENTIFICACIÓN PERSONAL

**Apellidos y Nombres:** Espinoza Huaman David Marvin Abel

**DNI:** 45325761      **Correo Electrónico:** [leosack\\_15@hotmail.com](mailto:leosack_15@hotmail.com)

**Teléfono:** 945392529

**Apellidos y Nombres:** Espinoza Huaman Karen Ruth

**DNI:** 76332587      **Correo Electrónico:** [karenruth0398@gmail.com](mailto:karenruth0398@gmail.com)

**Teléfono:** 991822757

✓ IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

**Escuela Profesional:** Ingeniería Civil

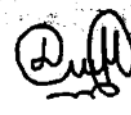
**Título Profesional o Grado obtenido:** Ingeniero Civil

**Autor 1:** Espinoza Huaman David Marvin Abel

**Autor 2:** Espinoza Huaman Karen Ruth

**Título de la Tesis:** “USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUB DRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022”

Fecha de Firma de Autorización: 03/02/2023



.....  
Bach. Espinoza Huaman, Karen Ruth

DNI: 76332587

.....  
Bach. Espinoza Huaman, David Marvin Abel

DNI: 45325761

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### “USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUB DRENAJE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. UNIVERSITARIA, PILLCO MARCA - 2022”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cómo la no consideración de un sistema de sub drenaje influye en el deterioro del pavimento flexible de la avenida universitaria, Pillco Marca?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Analizar el uso del geodren vial en el sistema de sub drenaje para mejorar el comportamiento estructural en el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria, Pillco Marca.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>El uso del Geodren vial en el sistema de sub drenaje mejorará el comportamiento estructural en el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria, Pillco Marca.</p>	<p><b>(VI) Sistema de sub drenaje con Geodren Vial</b></p> <p><i>DIMENSIÓN</i></p> <p>✓ Índice de filtración</p> <p>✓ Condición de sub drenaje</p>	<p><b>Enfoque;</b></p> <p>Cuantitativo</p>
<p><b>Problema específico N° 1</b></p> <p>¿Cómo el tipo de fallas que presentan las vías del pavimento flexible de la avenida universitaria se relaciona con la ausencia de sub drenaje en el diseño del pavimento flexible?</p>	<p><b>Objetivo específico N° 1</b></p> <p>Describir el tipo de fallas que tiene las vías del pavimento flexible de la avenida universitaria para determinar las causas de la deficiencia del pavimento flexible.</p>	<p><b>Hipótesis específica N° 1</b></p> <p>La identificación de fallas y determinación de su origen, permitirá caracterizar el estado deficiente del pavimento flexible de la avenida universitaria</p>	<p><b>(VD) - Pavimento flexible y estructuralmente adecuado</b></p> <p><i>DIMENSIÓN</i></p> <p>✓ Vida útil del pavimento flexible</p>	<p><b>Tipo;</b></p> <p>Aplicada</p>
<p><b>Problema específico N°2</b></p> <p>¿Cuál sería el tipo de Geotextil y tubería óptimo para el mejoramiento del sistema de sub drenaje en el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria?</p>	<p><b>Objetivo específico N° 2</b></p> <p>Definir el tipo de geotextil y tubería a emplear en el sistema de sub drenaje para mejorar el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria.</p>	<p><b>Hipótesis específica N° 2</b></p> <p>La utilización del geotextil y tubería adecuado permitirá mejorar el diseño del pavimento flexible de la avenida universitaria con un sistema de sub drenaje óptimo.</p>	<p>✓ Costo de ejecución del pavimento flexible</p>	<p><b>Nivel;</b></p> <p>Correlacional</p>
<p><b>Problema específico N° 3</b></p> <p>¿Cómo la no inclusión del geodren</p>	<p><b>Objetivo específico N.º 3</b></p> <p>Analizar la durabilidad de la estructura del pavimento flexible con un sistema de sub drenaje con geodren vial para mejorar el</p>	<p><b>Hipótesis específica N° 3</b></p> <p>El uso del geodren vial en el sistema de sub drenaje, mejorará la durabilidad en el</p>		<p><b>Diseño;</b></p> <p>Cuasi Experimental</p>
				<p><b>Muestreo;</b></p> <p>No probabilístico por conveniencia</p>

---

vial en el sistema de sub drenaje  
afecta la durabilidad del pavimento  
flexible de la avenida universitaria?

**Problema específico N° 4**

¿Cómo la no inclusión del geodren  
vial afecta la relación beneficio –  
costo en la viabilidad por factibilidad  
económica del pavimento flexible de  
la avenida universitaria?

comportamiento estructural del pavimento  
flexible.

**Objetivo específico N.º 4**

Analizar la relación beneficio - costo de la  
estructura del pavimento con un sistema  
de sub drenaje con geodren vial para  
obtener un diseño de pavimento flexible  
factible económicamente.

comportamiento estructural del pavimento  
flexible.

**Hipótesis específica N° 4**

El análisis del costo respecto al beneficio del  
pavimento flexible con el uso del geodren vial  
permitirá determinar la viabilidad en el uso  
del geocompuesto.

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	INSTRUMENTO
<i>Variable de Independiente</i>	Sistema conformado por Geotextiles No Tejidos y una red drenante, que capta y conduce los fluidos	Índice de filtración	%	Cuantitativa	Nominal	Geosoft
Sistema de sub drenaje con Geldren Vial	en su plano hacia un sistema de evacuación	Condición de sub drenaje	Horas	Cuantitativa	Continua	Geosoft
<i>Variable Dependiente</i>	Pavimento flexible que mantiene de forma constante la resistencia de la subrasante y la base en la estructura, evitando el saturamiento hidráulico.	Vida útil del pavimento flexible	Años	Cuantitativa	Continua	Geosoft
Pavimento flexible funcional y estructuralmente adecuado		Costo de ejecución del pavimento flexible	%	Cuantitativa	Continua	S10

## FORMATO 1.1 FACTORES DE CORRECCIÓN DE VEHÍCULOS LIGEROS POR UNIDAD DE PEAJE - PROMEDIO

N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0156	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	0.9944	
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	0.8696	
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0177	
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0085	
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.1095	
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0144	
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	0.9934	
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0245	
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0346	
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	0.9918	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0271	
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0231	
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	0.9921	
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.1227	
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0139	
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	0.9973	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	0.9706	
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0281	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0083	
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0095	
22	DESVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	0.9999	

23	DESVIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0131
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0103
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	0.9990
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0048
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	0.9475
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0319
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0052
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0216
31	ILO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	0.9987
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	0.9677
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0243
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0163
35	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1300	0.9928	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0102
36	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	1.0983	1.0530	1.0341	1.0196	1.0333	1.0271	1.0027	0.7889	0.9928
37	MATARANI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.6168	1.5740	1.5939	1.4242	1.3091	0.7821	1.2529
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0573	0.9502	0.9064	1.0854	0.8523	0.7838	0.5208	0.9380
39	MOCCE	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.6605	0.9787
40	MONTALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.0354	1.1059	1.0488	1.0071	1.0540	1.0687	1.0353	0.8310	1.0044
41	MORROPE	0.9513	0.9141	1.0811	1.1244	1.1424	1.1751	0.8926	0.9687	1.0920	0.9715	1.0545	0.6746	1.0035
42	MOYOBAMBA	1.0850	1.0698	1.0813	1.0651	1.0168	0.9738	0.9435	0.9373	0.9761	0.9702	0.9891	0.8038	0.9927
43	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0734	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0678	1.0237	1.0089
44	PACANGUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0141	1.0390	0.6863	1.0007
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	0.9429	1.0130	0.9989	1.0593	0.9694	1.0092
46	PAITA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0469	1.0315	0.7241	1.0007
47	PAMPA CUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	0.7893	1.0577	1.0224	1.0477	0.8316	1.0043
48	PAMPA GALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	0.7799	1.0466	1.0741	1.1328	0.8288	1.0041
49	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0838	1.0298	1.1090	1.0882	0.8872	0.9048	0.8396	0.9118	0.9069	0.8363	0.9627
50	PATAHUASI	1.0587	0.9424	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	0.7985	1.0365	0.9748	1.0193	0.8250	1.0021
51	PEDRO RUIZ	0.9743	1.0357	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9746	1.0028	0.7673	0.9960
52	PICHIRHUA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0572	1.0324	1.0052	0.9096	0.8779	0.9784	0.9987	1.0072	0.7769	0.9938
53	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0080

54	PLANCHON	1.0522	1.0822	1.0719	1.0640	1.0586	1.0147	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	0.9920
55	POMAHUACA	0.9923	0.9975	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0018
56	PONGO	1.0334	1.0848	1.0606	1.0886	1.0567	1.0028	0.9826	0.9141	0.9728	0.9669	0.9699	0.8065	0.9950
57	POZO REDONDO	0.9235	0.8502	1.0219	1.0682	1.1022	1.0689	1.0385	1.0403	1.1089	1.0396	1.0052	0.8472	1.0095
58	PUNTA PERDIDA	0.9849	0.8010	1.1299	1.2158	1.4581	1.4051	0.8099	0.5874	1.1694	1.0552	1.2693	1.0738	1.0800
59	QUIULLA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0572	0.8120	0.8670	0.9850	0.9894	1.1196	0.8197	1.0213
60	RUMICHACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0348	1.0713	1.1703	0.9911	1.0299
61	SAN ANTON								1.1261	1.0559	0.9635	1.0337	0.8809	1.0120
62	SAN GABAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0984	0.9730	0.9088	0.9405	0.9236	0.9675	0.8185	0.9961
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0535	1.1195	1.1258	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9572	0.9531	1.0553	0.7550	0.9947
64	SANTA LUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.7603	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0056
65	SAYLLA	1.0247	0.9848	1.1232	1.0935	1.0634	1.0650	0.9819	0.9125	0.9189	0.9852	0.9876	0.9300	1.0059
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1.0952	1.0572	1.0806	1.0634	1.0649	1.0634	0.9685	0.8150	1.0387	1.0592	1.0482	0.9383	1.0244
67	SICUYANI	1.0307	0.8251	1.0268	1.0855	1.1303	1.1529	0.9101	0.7631	1.0878	1.0585	1.1855	1.0308	1.0239
68	SOCOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8936	1.0904	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0043	1.0295	0.9394	1.0130
69	TAMBOGRANDE	0.9319	0.9595	1.0447	1.1058	1.0969	1.0611	1.0462	1.0492	1.0252	0.8999	0.9612	0.8933	1.0063
70	TOMASIRI	0.9857	0.9170	1.0642	1.0853	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	0.9003	1.0377	1.0434	0.7758	1.0034
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.0103	1.0405	1.0399	0.8655	0.8521	0.9794	0.9803	1.1159	0.9908	1.0096
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.9599	0.9337	0.9674	1.0156	1.0481	0.7614	0.9953
73	UTCUBAMBA	1.2615	1.0304	1.0861	1.0957	1.0591	1.0235	0.9403	0.8986	0.9387	0.9666	0.9829	0.7404	1.0020
74	VARIANTE DE PASAMAYO	0.9446	0.9314	1.0413	0.9953	1.0835	1.1120	0.9454	0.9962	1.0777	0.9899	1.0378	0.7725	0.9940
75	VARIANTE DE UCHUMAYO	0.7271	0.6706	1.0249	1.1471	1.1965	1.1952	1.1283	1.0842	1.1307	1.1457	1.1340	0.8249	1.0341
76	VESIQUE	0.8541	0.8934	1.0456	1.0853	1.1403	1.1558	1.0155	1.0827	1.1187	1.0027	1.0222	0.6992	1.0096
77	VIRU	1.0216	0.9810	1.0936	1.0639	1.1199	1.1221	0.9508	1.0231	1.0946	0.9628	0.9888	0.6731	1.0079
78	YAUCA	0.8963	0.8050	1.0503	1.0220	1.1199	1.1231	0.9580	0.9940	1.0611	1.0581	1.1286	0.9101	1.0105

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.



## FORMATO 1.2 FACTORES DE CORRECCIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS POR UNIDAD DE PEAJE - PROMEDIO

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0082
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	0.9895
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	0.8718
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0020
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0019
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0011
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0031
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	0.9932
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0116
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0120
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	0.9917
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0065
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0052
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	0.9910
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	0.9910
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0195
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	0.9967
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	0.9631
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0122
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	0.9913
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0158
22	DESVIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	0.9925
23	DESVIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0013

24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	0.9994
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9592	0.8049	0.9894
26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9852	0.9989	0.9807	0.9610	0.7830	0.9881
27	HUACRAPUQUIO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	0.9471
28	HUARMEY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0098
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0536	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853	0.9979
30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9580	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0265
31	ILO	1.0669	1.0457	1.0755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	0.9973
32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9626	0.9677	0.9563	0.9390	0.4681	0.9601
33	LOMA LARGA BAJA	0.9984	1.0881	1.2082	1.2064	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0193
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9823	0.9305	0.9768	0.9344	0.9505	1.0360	1.0113
35	MACUSANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	0.9430	0.9199	0.9216	0.9320	0.8424	1.0125
36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0323	1.0444	1.0595	1.0602	0.9693	0.9652	0.8165	0.9999
37	MATARANI	0.9769	0.8851	1.0520	1.0660	1.0756	1.0200	1.0076	1.0345	0.9879	0.9887	0.9761	0.8394	0.9925
38	MENOCUCHO	1.0902	1.0710	1.1233	1.0356	0.9978	0.9628	0.9467	0.9518	1.0001	0.8032	0.7510	0.6242	0.9465
39	MOCCE	0.9589	0.9880	1.0560	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9950	0.9641	0.9495	0.6739	0.9824
40	MONTALVO	0.9749	0.9489	1.0168	1.0360	1.0138	1.0964	1.0793	1.0412	1.0186	0.9900	0.9696	0.8286	1.0012
41	MORROPE	0.9853	0.9582	1.0108	1.0690	1.0412	1.0481	1.0383	1.0113	1.0140	0.9789	0.9444	0.7873	0.9906
42	MOYOBAMBA	1.0394	1.0126	1.0017	1.0501	1.0243	0.9980	0.9971	0.9593	0.9650	0.9824	0.9764	0.8706	0.9898
43	NAZCA	1.0512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0337	1.0279	0.9978	0.9794	0.9595	0.9575	0.9266	1.0810	1.0072
44	PACANGUILLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0495	1.0596	1.0523	0.9901	0.9939	0.9811	0.9523	0.8040	0.9902
45	PACRA	1.0868	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9696	0.9510	0.9694	0.9504	0.9933	1.0005	1.0037
46	PAITA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.1043	1.0823	1.1406	1.0573	0.9480	0.9039	0.8388	0.7955	1.0184
47	PAMPA CUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0914	0.9853	0.9499	0.9494	0.8790	0.8946	0.8184	1.0028
48	PAMPA GALERA	1.0903	1.0946	1.0837	1.0554	1.0345	1.0078	0.9802	0.9332	0.9554	0.9417	0.9377	0.8104	0.9937
49	PAMPAMARCA	1.0692	1.0541	1.0691	1.0606	1.0664	1.0201	0.9938	0.9473	0.7723	0.7828	0.7751	0.8073	0.9515
50	PATAHUASI	1.0842	1.0620	1.0935	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	0.9309	0.9448	0.8982	0.9068	0.7907	0.9945
51	PEDRO RUIZ	1.0395	1.0270	1.0141	1.0435	1.0091	0.9897	1.0051	0.9512	0.9635	0.9802	0.9788	0.8808	0.9902
52	PICHIRHUA	1.0749	1.0717	1.0921	1.0739	1.0482	1.0267	0.9978	0.9372	0.9326	0.9460	0.9215	0.7813	0.9920

53	PIURA SULLANA	1.0777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9893	0.9711	0.9363	0.7840	1.0037
54	PLANCHON	1.3438	1.2774	1.1203	1.2187	1.0792	1.0400	0.9561	0.8949	0.8533	0.8878	0.9470	0.7937	1.0343
55	POMAHUACA	1.0921	1.0391	1.0626	1.0829	1.0577	1.0278	0.9851	0.9081	0.9596	0.9608	0.9436	0.8043	0.9936
56	PONGO	1.1352	1.0876	1.0772	1.0246	0.9968	0.9762	0.9396	0.9093	0.9267	0.9780	0.9737	0.9432	0.9973
57	POZO REDONDO	1.0265	0.9947	1.0212	1.0323	1.0463	1.0444	0.9966	0.9978	1.0416	1.0080	0.9479	0.8953	1.0044
58	PUNTA PERDIDA	1.1241	1.1208	1.0721	1.0308	1.3098	1.1524	0.9881	0.9410	0.9228	0.8658	0.9105	0.9502	1.0324
59	QUIULLA	1.1612	1.0951	1.0804	0.9231	0.9335	0.9738	0.9523	0.9509	0.9766	0.9979	1.1258	0.9767	1.0123
60	RUMICHACA	1.0818	1.0268	1.0299	1.0168	1.0400	0.9999	0.9651	0.9211	0.9717	0.9617	1.0142	1.0086	1.0031
61	SAN ANTON								1.0513	1.0045	0.9507	1.0325	0.9682	1.0014
62	SAN GABAN	1.0987	1.0538	1.1783	1.1125	1.1375	1.0887	1.2293	0.8892	0.8511	0.8426	0.9370	0.8556	1.0229
63	SAN LORENZO	1.4046	1.3695	1.3441	1.2260	1.1596	1.0369	0.9617	0.9140	0.8716	0.8117	0.8314	0.7406	1.0560
64	SANTA LUCIA	1.0470	1.0248	1.0863	1.0801	1.0723	1.0987	1.0265	0.9249	0.9396	0.9085	0.9206	0.7987	0.9940
65	SAYLLA	1.0655	1.0234	1.0782	1.0621	1.0384	1.0339	0.9836	0.9496	0.9489	0.9527	0.9402	0.9677	1.0037
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1.0230	1.0047	1.0391	1.0460	1.0344	1.0180	1.0079	0.9814	0.9903	0.9671	0.9547	0.8073	0.9895
67	SICUYANI	1.1224	1.0194	1.0416	1.0932	1.1379	1.1370	1.0892	1.0167	1.0202	0.9074	0.9111	0.9537	1.0375
68	SOCOS	1.0895	1.0107	1.0057	1.0133	1.0501	0.9948	0.9791	0.9551	0.9911	0.9563	1.0190	0.9775	1.0035
69	TAMBOGRANDE	0.5981	0.7330	1.1320	1.4600	1.4249	1.2833	1.3179	1.3397	1.1955	1.0221	0.9193	0.7364	1.0968
70	TOMASIRI	0.9707	0.9200	1.0234	1.0693	1.0587	1.0722	1.0633	1.0043	0.9636	0.9993	0.9996	0.8396	0.9987
71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9383	0.9359	0.9286	0.9760	0.9695	1.0221	1.0081	1.0044
72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0698	1.0555	1.0314	1.0245	0.9767	0.9104	0.9079	0.9712	0.9732	0.7871	0.9986
73	UTCUBAMBA	1.1972	1.0385	1.0281	1.0362	1.0103	0.9780	0.9674	0.9217	0.9488	0.9731	0.9745	0.8352	0.9924
74	VARIANTE DE PASAMAYO	0.9887	0.9310	0.9776	1.0407	1.0175	0.9947	1.0313	1.0007	1.0627	1.0236	0.9889	0.8481	0.9921
75	VARIANTE DE UCHUMAYO	1.0098	0.9718	1.0488	1.0730	1.0687	1.0488	1.0203	0.9727	0.9680	0.9544	0.9535	0.8176	0.9923
76	VESIQUE	1.0350	0.9958	1.0528	1.0910	1.0936	1.0812	1.0585	1.0182	1.0308	0.9303	0.9137	0.7587	1.0050
77	VIRU	1.0480	1.0102	1.0629	1.0926	1.0942	1.0887	1.0686	1.0210	1.0220	0.9200	0.8925	0.7637	1.0070
78	YAUCA	1.0357	0.9909	1.0322	1.0391	1.0356	1.0435	1.0345	0.9875	0.9833	0.9602	0.9350	0.9457	1.0019

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.

### FORMATO 1.3 TASAS DE CRECIMIENTO DE VEHÍCULOS

<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros</b>	
	<b>TC</b>
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa.	1.07%
Ayacucho	1.18%
Cajamarca.	0.57%
Callao	1.56%
Cusco.	0.75%
Huancavelica.	0.83%
<b>Huánuco.</b>	<b>0.91%</b>
Ica.	1.15%
Junín.	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque.	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima.	1.45%
Loreto.	1.30%
Madre de Dios	2.58%
Moquegua	1.08%
Pasco.	0.84%
Piura.	0.87%
Puno.	0.92%
San Martín.	1.49%
Tacna.	1.50%
Tumbes.	1.58%
Ucayali	1.51%

<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados</b>	
	<b>PBI</b>
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	1.29%
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
<b>Huánuco.</b>	<b>3.85%</b>
Ica.	3.54%
Junín.	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque.	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima.	3.69%
Loreto.	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco.	0.36%
Piura.	3.23%
Puno.	3.21%
San Martín.	3.84%
Tacna.	2.88%
Tumbes.	2.60%
Ucayali	2.77%

## FORMATO 1.4 TASA ANUAL DEPARTAMENTAL DEL PBI

### PBI: Tasa Anual Departamental del PBI

Departamentos	1994-2001	2004-2013	2013-2023
Amazonas	1.10%	3.70%	3.40%
Ancash	3.40%	3.80%	3.40%
Apurímac	1.60%	3.40%	3.20%
Arequipa	3.80%	4.20%	3.80%
Ayacucho	3.30%	3.60%	3.40%
Cajamarca	7.80%	3.50%	3.40%
Cusco	2.60%	4.70%	3.60%
Huancavelica	0.80%	3.80%	3.70%
<b>Huánuco</b>	<b>3.40%</b>	<b>3.50%</b>	<b>3.40%</b>
Ica	1.30%	3.50%	3.40%
Junín	3.10%	3.80%	3.30%
La Libertad	3.60%	3.30%	3.30%
Lambayeque	3.10%	3.30%	3.30%
Lima	2.70%	3.60%	3.30%
Loreto	2.60%	4.10%	3.80%
Madre de Dios	5.00%	3.30%	3.40%
Moquegua	3.50%	3.70%	3.60%
Pasco	3.80%	3.50%	3.60%
Piura	0.10%	4.60%	3.50%
Puno	3.00%	3.50%	3.30%
San Martín	4.70%	3.40%	3.30%
Tacna	6.30%	3.60%	3.40%
Tumbes	-0.10%	3.40%	3.20%
Ucayali	4.40%	3.50%	3.40%
PBI	2.90%	3.80%	3.40%

Link: [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)

































## FORMATO 1.6 CALCULO DE TRANSITO NORMAL IMDA (TE)






















### CALCULO DE TRANSITO NORMAL IMDA (TE) ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Óvalo de cayhuayna - Pte Huancachupac		
SENTIDO	Óvalo de cayhuayna - Pte Huancachupac	E ←	Pte Huancachupac - Óvalo de cayhuayna → S
UBICACIÓN	Pillco Marca - Huánuco - Huánuco		

ESTACION	E1
CODIGO DE LA ESTACION	E1
DIA Y FECHA	

-1 Jr. Los Mangos - Avenida Universitar

#### TRÁNSITO NORMAL IMDA (TE)

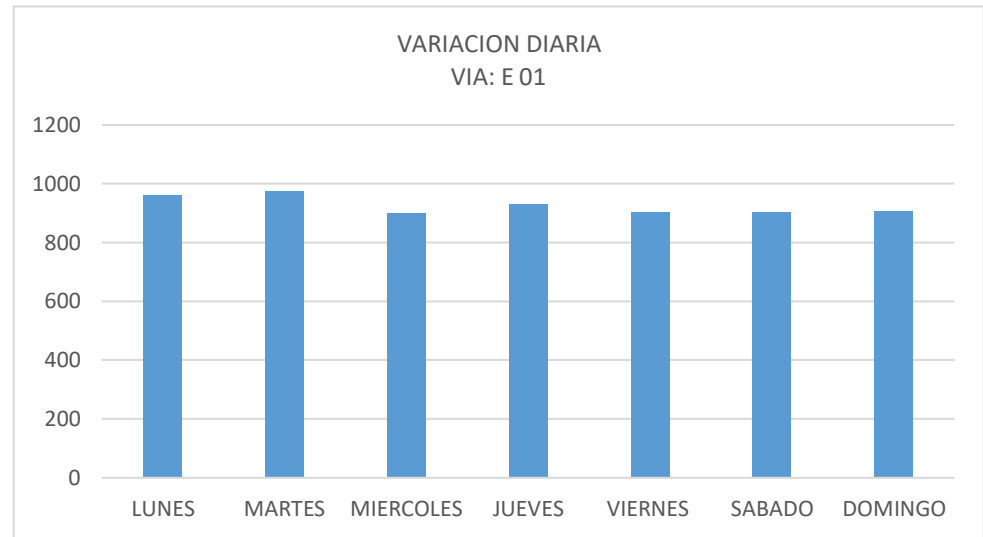
DIAS	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																						
LUNES	0	0	171	55	27	2	6	5	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
MARTES	0	0	185	58	31	2	6	8	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
MIÉRCOLES	0	0	173	56	29	2	7	6	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
JUEVES	0	0	178	61	29	2	7	6	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
VIERNES	0	0	173	52	28	1	6	2	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
SABADO	0	0	166	58	37	2	7	4	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
DOMINGO	0	0	162	60	44	2	12	5	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
<b>TOTAL SEMANA</b>	0	0	1208	400	225	13	51	36	0	0	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211
%	0.00%	0.00%	57.12%	18.91%	10.64%	0.61%	2.41%	1.70%	0.00%	0.00%	8.61%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
IMD	0	0	173	57	32	2	7	5	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
FC	0.98								0.96													
IMDa=IMD*FC	0	0	170	56	32	2	7	5	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
	0.00%	0.00%	57.28%	18.97%	10.67%	0.62%	2.42%	1.66%	0.00%	0.00%	8.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
%DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	91.61%								0.00%		8.39%											
TRAFICO GENERADO (25%TA)	0	0	42	14	8	0	2	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
TRAFICO DESARROLLADO	0	0	8	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>221</b>	<b>73</b>	<b>41</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>

FACTORES DE CORRECCION POR ESTACIONALIDAD

FC=	0.98 VEHEICULOS LIGEROS
FC=	0.96 VEHICULOS PESADOS

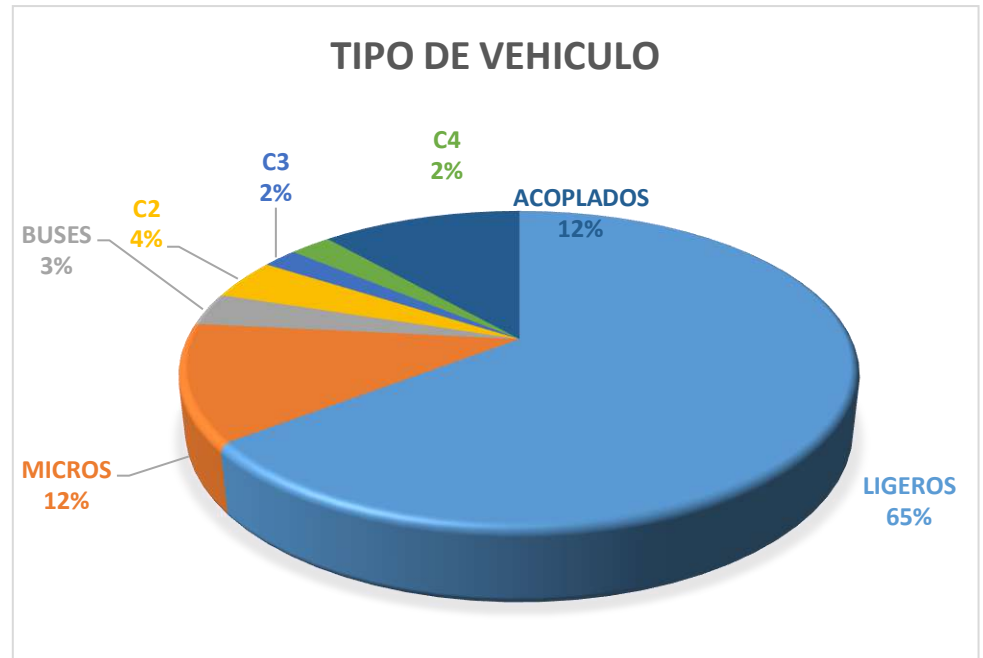
**VOLUMEN VEHICULAR DIARIO**

DIA	VOLUMEN POR DIA	FACTOR
LUNES	962	0.9624295
MARTES	974	0.950572
MIERCOLES	899	1.0298745
JUEVES	930	0.9955453
VIERNES	904	1.0241783
SABADO	904	1.0241783
DOMINGO	908	1.0196665
<b>PROMEDIO</b>	<b>926</b>	<b>1.00</b>



**CLASIFICACION VEHICULAR PROMEDIO**

TIPO DE VEHICULO	%
LIGEROS	64.53%
MICROS	12.10%
BUSES	3.31%
C2	4.14%
C3	2.03%
C4	2.40%
ACOPLADOS	11.49%



TRAFICO MEDIO DIARIO ANUAL

$$TMDA = TMDS \pm K\sigma$$

$$TMDA = TMDS \pm K \frac{S}{\sqrt{n}} \left( \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

DONDE:

TMDA	Tráfico medio diario anual
TMDS	Tráfico medio diario semanal
K	Número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado = 1.64, para un nivel de confiabilidad del 90%. = 1.96, para un nivel de confiabilidad del 95%.
$\sigma$	Estimación de la desviación estándar poblacional
S	Estimación de la desviación estándar muestral
N	Número de días al año
n	Número de días en una semana

#### CALCULO DE LA DESVIACION ESTÁNDAR MUESTRAL (S)

**S:** 2253.12

#### ESTIMACIÓN DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR MUESTRAL

**$\sigma$ :** 913.49

Reemplazando datos, los valores del TMDA son los que se muestran en el siguiente cuadro.

#### CALCULO DEL TRAFICO MEDIO DIARIO ANUAL (TMDA)

TRAMO	TMDS	K	$\sigma$	INTERVALO DEL TMDA		TMDA ELEGIDO (veh/día)
				VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	
0	905	1.64	913.49	-593	2,403	<b>2,403</b>

## FORMATO 1.7 CALCULO DE TRANSITO VEHICULAR FUTURO

### CALCULO DE IMDA = TOTAL TRÁNSITO ACTUAL (TA = TE + Tat) ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Ovalo de Cayhuayna - Pte Huancachupac
SENTIDO	Ovalo de Cayhuayna - Pte Huancachupac E ← Pte Huancachupac - Ovalo de Cayhuayn S →
UBICACIÓN	Pilco Marca - Huánuco - Huánuco

ESTACION	E1 00+000 (Tramo 01)
CODIGO DE LA ESTACION	E1
DIA Y FECHA	

Avenida Universitaria - Jr. Los Mangos

#### Resumen de los diferentes tráficos

DIAS	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																							
IMDA existente TE	0	0	170	56	32	2	7	5	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
%DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	91.61%								0.00%		8.39%								100%				
IMDA desviado Tat	0	0	342	18	18	4	25	14	20	10	13	18	22	25	23	21	12	12	10	1	1	0	60
%DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	69.33%								4.92%		25.74%								100%				
IMDA TRANSITO ACTUAL (TA)	0	0	512	75	49	6	32	19	20	10	37	18	22	25	23	21	12	12	10	1	1	0	90
%DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	76.63%								3.31%		20.06%								100%				
TRAFICO GENERADO (25%TA)	0	0	128	19	12	2	8	5	5	2	9	5	5	6	6	5	3	3	3	0	0	0	22
%DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	76.63%								3.31%		20.06%								100%				
TRAFICO DESARROLLADO (5%TA)	0	0	26	4	2	0	2	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	4
%DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	76.63%								3.31%		20.06%								100%				
TRAFICO FUTURO	0	0	666	97	64	8	42	25	26	13	49	24	28	33	30	28	15	15	14	1	0	0	117
%DE TRANSPORTE URBANO, Y CARGA	76.63%								3.31%		20.06%								100%				
FACTOS DE PROYECCION																						3.97	

Tránsito Futuro TF= TAx(1+i) n																							
DIAS	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					PICKUP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																							
IMDA TRANSITO ACTUAL (TA)	0	0	512	75	49	6	32	19	20	10	37	18	22	25	23	21	12	12	10	1	0	909	
Tránsito Futuro: TF(1) = TA + IT	0	0	517	75	50	6	32	19	20	10	38	18	22	25	23	21	12	12	10	1	0	913	
Tránsito Futuro: TF(2) = TA + IT	0	0	521	76	50	6	33	19	20	10	38	19	22	25	23	22	12	12	11	1	0	921	
Tránsito Futuro: TF(3) = TA + IT	0	0	526	77	51	6	33	20	21	10	39	19	22	26	23	22	12	12	11	1	0	930	
Tránsito Futuro: TF(4) = TA + IT	0	0	531	77	51	6	33	20	21	10	39	19	23	26	24	22	12	12	11	1	0	938	
Tránsito Futuro: TF(5) = TA + IT	0	0	536	78	51	6	34	20	21	10	39	19	23	26	24	22	12	12	11	1	0	947	
Tránsito Futuro: TF(6) = TA + IT	0	0	541	79	52	7	34	20	21	11	40	19	23	26	24	22	12	12	11	1	0	955	
Tránsito Futuro: TF(7) = TA + IT	0	0	546	80	52	7	34	20	21	11	40	20	23	27	24	23	13	13	11	1	0	964	
Tránsito Futuro: TF(8) = TA + IT	0	0	551	80	53	7	35	20	21	11	40	20	23	27	24	23	13	13	11	1	0	973	
Tránsito Futuro: TF(9) = TA + IT	0	0	556	81	53	7	35	21	22	11	41	20	24	27	25	23	13	13	11	1	0	982	
Tránsito Futuro: TF(10) = TA + IT	0	0	561	82	54	7	35	21	22	11	41	20	24	27	25	23	13	13	11	1	0	991	
IMD diseño	991																						
TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL i%																							
TC= 0.91% VEHEICULOS LIGEROS																							
TC= 3.85% VEHEICULOS PESADOS																							



## FORMATO 1.8 CALCULO DE PARAMETROS PARA ESAL

### CALCULO DE PARAMETROS PARA ESAL

#### 7. TRANSITO EQUIVALENTE

Los resultados de la Prueba de los Jirones AASHTO mostraron que el daño que produce un eje con una carga determinada puede sentarse por el número de pasadas de un eje simple de 80 KN (8,16Ton.) de rueda doble, considerado como eje patrón, que produce un daño similar. Distintas configuraciones de ejes y cargas inducen daños diferentes en el pavimento, pudiendo asociarse dicho deterioro al producido por un determinado número de ejes convencionales de 80KN de carga por eje simple de rueda doble.

**Equivalencia de Cargas:** Un determinado eje de peso L hace bajar el índice de serviciabilidad inicial  $p_i$  a un valor final  $p_f$  después de NL pasadas. Si se toma un eje de referencia de 18.000 Lbs. se necesitarán N18 pasadas para producir igual efecto destructor. Se dice que ambos tránsitos son equivalentes, porque una pasada del eje de peso L equivale a (N18 / NL) pasadas del eje L18. El factor de equivalencia correspondiente al eje de peso L se conoce como  $F_{eq}$ .

El efecto que produce el paso de un determinado eje sobre la estructura de un pavimento, expresado en el efecto que produce un eje tipo, se denomina Tránsito Equivalente

**Tránsito Equivalente Acumulado:** Corresponde al número total de ejes equivalentes acumulados que teóricamente solicitarán al pavimento durante su vida de diseño. Se obtiene al expresar las repeticiones de ejes esperadas en un eje patrón de 18.000 Lbs.

#### **7.1 CÁLCULO DEL ESAL (Número de Repeticiones por Eje Equivalente)**

#### VARIABLES DE DISEÑO

En la presente sección se presentan las variables requeridas para el diseño de pavimentos según la metodología de la Guía AASHTO 93 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos.

Las variables que se tienen que considerar en este método, son las siguientes:

##### **1. El Período de diseño (Y).**

durante el cual una estructura nueva, reconstruida o rehabilitada se deteriora desde su serviciabilidad inicial hasta su serviciabilidad final.

En la sección 2.1.1., pág. II-7 de la Guía AASHTO 93, se recomiendan los valores presentados en la tabla siguiente:

**Tabla 2.1. Valores de periodos de diseño recomendados en Guía AASHTO 93.**

Condición de carretera	Periodo de análisis (años)
Vías urbanas de alto tráfico.	30-50
Carreteras rurales de alto tráfico.	20-50
Carreteras pavimentadas de bajo tráfico.	15-25
Carreteras con revestimiento de grava de bajo tráfico.	10-20

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

USAR: 

<b>VIAS URBANAS DE ALTO TRAFICO (Y)</b>	<b>10</b>	<b>AÑOS</b>
---	-----------	-------------

##### **2. Tráfico.**

acumulados esperados durante el período de diseño, donde el ESAL (Equivalent Simple Axial Load) es la conversión de las cargas, a un número de repeticiones de cargas equivalente de un eje simple de ruedas duales decarga estándar de 18,000 lb.

### 2.1. Factor de distribución por dirección. (D)

Para efectos de diseño, el tráfico que se debe considerar es el que utiliza el carril de diseño, por lo que generalmente se admite que en cada dirección circula el 50% del tránsito total (del que viaja en ambas direcciones) y que dependiendo del lugar puede variar entre el 30% y 70%.

Número de carriles en ambas direcciones	D (% de camiones en el carril de diseño)
2	50
4	45
6 o mas	40

USAR: 

<b>FACTOR POR DIRECCION (D)</b>	<b>50.00%</b>
---------------------------------	---------------

### 2.2. Factor de distribución por carril. (L)

El factor de distribución por carril, es otro de los parámetros importantes a considerar al realizar las proyecciones de carga, y se define como aquel que recibe el mayor número de ESALS. Para un camino de dos carriles, cualquiera de los dos puede ser el carril de diseño, ya que forzosamente se canaliza por ese carril. Para los jirones de dos o más carriles por sentido, la Guía AASHTO 93, recomienda los siguientes valores:

Número de carriles en una sola dirección.	Porcentaje de ESAL en carril de diseño.
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993, Pág. II-9.

USAR: 

<b>FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL (L)</b>	<b>100.00%</b>
--	----------------

### 2.3. Tasa de crecimiento (r)

A partir del Estudio de Tráfico del Proyecto se obtuvieron los factores de proyección para obtener el modelo de asignación de tráfico para el período de diseño. Las tasas de crecimiento por tipo de vehículo en los 30 años de análisis, obtenidas del informe de tráfico a ser utilizadas para el cálculo respectivo del ESAL de diseño, son los presentados en la Tabla 2.3.

Tipo de vehículos/ Período	1-5 Años	5-10 Años	10-15 Años	15-20 Años
Pesados	5,1%	4,5%	4,0%	3,1%
Livianos	5,9%	5,2%	4,7%	3,6%

Fuente: Estudio de Tráfico del Proyecto.

USAR: 

TC=	0.91% VEHICULOS LIGEROS
TC=	3.85% VEHICULOS PESADOS

$$ESAL = \sum F_i N_i \times G \times D \times L \times Y \times 365$$

A continuación se presenta los valores obtenidos por el estudio de tránsito cálculo del ESAL para cada una de las calles en las que se realizó el conteo de tráfico vehicular.

r =	0.0091	VEHICULOS LIGEROS
r =	0.0385	VEHICULOS PESADOS
Y =	10	Periodo de diseño
D =	0.50	Factor de Distribución en Dirección
L =	1.00	Factor de Distribución por Carril

## FORMATO 1.9 CALCULO DE FACTOR TRAFICO EN PAVIMENTO FLEXIBLE

### FACTOR TRAFICO EN PAVIMENTO FLEXIBLE

Pt= 2.5 Índice de serviciabilidad (bondad de servicio)  
 SN= 3.4 Número estructural, (calidad de la capa)  
 Lx = Carga en Kips sobre un eje Simple, Tandem y tridem  
 L2= 1, 2, 3 Código de eje

L2=1 Eje Simple  
 L2=2 Eje Tandem  
 L2=3 Eje Tridem

$$EALF = \frac{W_{t18}}{W_{tx}}$$

EALF = FACTOR DE EJE DE CARGA EQUIVALENTE :

Es el número de cargas equivalentes que definen el daño por paso, sobre una superficie de rodadura debido al eje en cuestión, en relación al paso de un eje de carga Stándar, que usualmente es de 18 Kips=18000lb Calculado mediante las siguientes expresiones







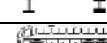

$$\log \left( \frac{W_{tx}}{W_{t18}} \right) = 4.79 \log (18 + 1) - 4.79 \log (Lx + L2) + 4.33 \log (L2) + \frac{G_t}{B_x} - \frac{G_t}{B_{18}}$$

$$B_x = 0.4 + \frac{0.08(Lx + L2)^{2.25}}{(SN + 1)^{5.19} L2^{2.25}}$$

$$B_{18} = 0.4 + \frac{0.08(18 + 1)^{2.25}}{(SN + 1)^{5.19}}$$

$$G_t = \log \left( \frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5} \right)$$




B<sub>18</sub>= 0.894 Para Lx=18 y L2=1 G<sub>t</sub>= -0.201

MEDIO DE TRANSPORTE	IMDA	PESO TOTAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)			PESO TOTAL (Kips)	Lx POR EJES (Kips)	L2	B <sub>x</sub>	EALF <sub>i</sub> (POR EJE)	FACTOR CAMIÓN FC=ΣEALF <sub>i</sub>	FC*IMDA
			EJE	%	Lx							
<b>VEHICULOS MENORES</b>												
<b>CATEGORIA " L "</b> 0												
MOTOKAR / MOTO LINEAL	0	0.30	Del.	30.0%				1				
			Post. 01	70.0%				1				
<b>VEHIC. MAYOR</b>												
<b>CATEGORIA " M "</b> 940												
AUTOMOVILES 	666	3.00	Del.	50.0%	1.50	6.608	3.304	1	0.404	0.0015259	0.003052	2.0315713
			Post. 01	50.0%	1.50		3.304	1	0.404	0.0015259		
STATION WAGON 	97	3.50	Del.	50.0%	1.75	7.709	3.855	1	0.406	0.0027016	0.005403	0.5244028
			Post. 01	50.0%	1.75		3.855	1	0.406	0.0027016		
CAMIONETA PICK UP 	64	5.00	Del.	50.0%	2.50	11.013	5.507	1	0.416	0.0107053	0.021411	1.3696822
			Post. 01	50.0%	2.50		5.507	1	0.416	0.0107053		
PANEL 	8	5.00	Del.	50.0%	2.50	11.013	5.507	1	0.416	0.0107053	0.021411	0.1721886
			Post. 01	50.0%	2.50		5.507	1	0.416	0.0107053		
COMBI 	42	7.00	Del.	50.0%	3.50	15.419	7.709	1	0.440	0.0406867	0.081373	3.4059756
			Post. 01	50.0%	3.50		7.709	1	0.440	0.0406867		
MICRO 	25	14.00	Del.	50.0%	7.00	30.837	15.419	1	0.708	0.5690700	1.138140	28.1215589
			Post. 01	50.0%	7.00		15.419	1	0.708	0.5690700		
BUS (B2) 	26	18.00	Del.	38.9%	7.00	39.648	15.419	1	0.708	0.5690700	0.891477	23.1362044
			Post. 01	61.1%	11.00		24.229	2	0.549	0.3224074		
BUS (B3-1) 	13	23.00	Del.	30.4%	7.00	50.661	15.419	2	0.440	0.0559663	1.328526	17.2393833
			Post. 01	69.6%	16.00		35.242	2	0.863	1.2725594		

**VEHICULOS PESADOS**

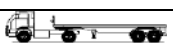
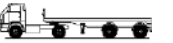
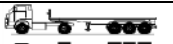

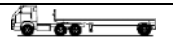
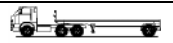

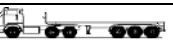

**CATEGORIA " N " 236**

**C=CAMION**

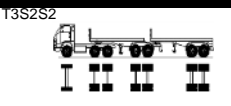
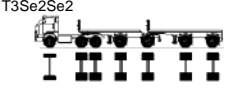
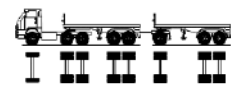
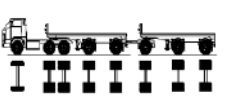
 CAMION (C2)	49	18.00	Del.	38.9%	7.00	39.648	15.419	1	0.708	0.5690700	3.645712	177.5668475
			Post. 01	61.1%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
 CAMION (C3)	24	25.00	Del.	28.0%	7.00	55.066	15.419	1	0.708	0.5690700	2.533358	60.3434736
			Post. 01	72.0%	18.00		39.648	2	1.065	1.9642881		
 CAMION (C4)1-3	28	30.00	Del.	23.3%	7.00	66.079	15.419	1	0.708	0.5690700	1.882114	53.1951505
			Post. 01	76.7%	23.00		50.661	3	0.807	1.3130443		

**CATEGORIA " O "**

**TS=TRACTO CAMIÓN + SEMIREMOLQUE**

 T2S1	16	29.00	Del.	24.1%	7.00	63.877	15.419	1	0.708	0.5690700	6.722355	109.3380796
			Post. 01	37.9%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
			Post. 02	37.9%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
 T2S2	16	36.00	Del.	19.4%	7.00	79.295	15.419	1	0.708	0.5690700	5.610000	91.2458067
			Post. 01	30.6%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
			Post. 02	50.0%	18.00		39.648	2	1.065	1.9642881		
 T2Se2	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		11.00			1				
			Post. 02		11.00			1				
			Post. 03		11.00			1				
 T2S3	30	43.00	Del.	16.3%	7.00	94.714	15.419	1	0.708	0.5690700	5.426521	160.1247561
			Post. 01	25.6%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
			Post. 02	58.1%	25.00		55.066	3	0.925	1.7808084		
 T2Se3	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		11.00			1				
			Post. 02		11.00			1				
			Post. 03		18.00			2				
 T3S1	14	36.00	Del.	19.4%	7.00	79.295	15.419	1	0.708	0.5690700	5.610000	77.2846997
			Post. 01	50.0%	18.00		39.648	2	1.065	1.9642881		
			Post. 02	30.6%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
 T3S2	14	43.00	Del.	16.3%	7.00	94.714	15.419	1	0.708	0.5690700	4.497646	61.9606434
			Post. 01	41.9%	18.00		39.648	2	1.065	1.9642881		
			Post. 02	41.9%	18.00		39.648	2	1.065	1.9642881		
 T3Se2	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		18.00			2				
			Post. 02		11.00			1				
			Post. 03		11.00			1				
 T3S3	15	50.00	Del.	14.0%	7.00	110.132	15.419	1	0.708	0.5690700	4.314166	65.9514398
			Post. 01	36.0%	18.00		39.648	2	1.065	1.9642881		
			Post. 02	50.0%	25.00		55.066	3	0.925	1.7808084		
 T3Se3	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		18.00			2				
			Post. 02		11.00			1				
			Post. 03		18.00			2				

CR=CAMIÓN + REMOLQUE												
C2R2	15	40.00	Del.	17.5%	7.00	88.106	15.419	1	0.708	0.5690700	9.798997	149.7990304
			Post. 01	27.5%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
			Post. 02	27.5%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
			Post. 03	27.5%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
C2R3	14	47.00	Del.	14.9%	7.00	103.524	15.419	1	0.708	0.5690700	8.686643	117.3530765
			Post. 01	23.4%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
			Post. 02	23.4%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
			Post. 03	38.3%	18.00		39.648	2	1.065	1.9642881		
C3R2	1	47.00	Del.	14.9%	7.00	103.524	15.419	1	0.708	0.5690700	8.686643	10.8088360
			Post. 01	38.3%	18.00		39.648	2	1.065	1.9642881		
			Post. 02	23.4%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
			Post. 03	23.4%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
C3R3	0	54.00	Del.	13.0%	7.00	118.943	15.419	1	0.708	0.5690700	7.574288	1.3463897
			Post. 01	33.3%	18.00		39.648	2	1.065	1.9642881		
			Post. 02	20.4%	11.00		24.229	1	1.635	3.0766423		
			Post. 03	33.3%	18.00		39.648	2	1.065	1.9642881		
C3R4	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		18.00			2				
			Post. 02		18.00			2				
			Post. 03		18.00			2				
C4R2	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		23.00			3				
			Post. 02		11.00			1				
			Post. 03		11.00			1				
C4R3	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		23.00			3				
			Post. 02		11.00			1				
			Post. 03		18.00			2				
C4R2	0		Del.		14.00			2				
			Post. 01		18.00			2				
			Post. 02		11.00			1				
			Post. 03		11.00			1				
C4R3	0		Del.		14.00			2				
			Post. 01		18.00			2				
			Post. 02		11.00			1				
			Post. 03		11.00			2				
C4R4	0		Del.		14.00			2				
			Post. 01		18.00			2				
			Post. 02		18.00			2				
			Post. 03		18.00			2				
CRB=CAMIÓN + REMOLQUE BALANCEADO												
C2RB1	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		11.00			1				
			Post. 02		11.00			1				
C2RB2	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		11.00			1				
			Post. 02		18.00			2				
C3RB1	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		18.00			2				
			Post. 02		11.00			1				
C3RB2	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		18.00			2				
			Post. 02		18.00			2				
C4RB1	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		23.00			3				
			Post. 02		11.00			1				
C4RB2	0		Del.		7.00			1				
			Post. 01		23.00			3				
			Post. 02		18.00			2				
C4RB1	0		Del.		14.00			2				
			Post. 01		18.00			2				
			Post. 02		11.00			1				
C4RB2	0		Del.		14.00			2				
			Post. 01		18.00			2				
			Post. 02		18.00			2				

TS=TRACTO CAMIÓN + SEMIREMOLQUE DOBLE											
	0		Del.	7.00			1				
			Post. 01	18.00			2				
			Post. 02	18.00			2				
			Post. 03	18.00			2				
	0		Del.	7.00			1				
			Post. 01	18.00			2				
			Post. 02	11.00			1				
			Post. 03	11.00			1				
			Post. 04	11.00			1				
	0		Del.	7.00			1				
			Post. 01	18.00			2				
			Post. 02	18.00			2				
			Post. 03	11.00			1				
			Post. 04	18.00			2				
				0		Del.	7.00			1	
Post. 01	18.00						2				
Post. 02	11.00						1				
Post. 03	11.00						1				
Post. 04	11.00						1				
Post. 05	11.00						1				
Post. 06	11.00			1							
DICE MEDIO DIARIO ANUAL	1176								Σ =	1212.3191972	
<p> <math>r = 2.38\%</math> Tasa de crecimiento  <math>Y = 10</math> Periodo de diseño  <math>G = 11.1435</math> Factor de de crecimiento  <math>D = 0.50</math> Factor de Distribución en Dirección  <math>L = 1.00</math> Factor de Distribución por Carril </p> $(G)(Y) = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$ $(G)(Y) = 11.1435 \text{ FACTOR DEL TRAFICO VEHICULAR ACUMULADO}$ $ESAL = \sum_{i=1}^{i=m} \text{FACTORCAMIÓN}_i \times \text{IMD}_i (G)(D)(L)(Y) \times 365 = \boxed{2.47E+06}$											

## 2.1 FOTOGRAFÍAS DE LAS PRINCIPALES FALLAS DE LAS UNIDADES DE MUESTRA DEL TRAMO



Figura 1 Exudación de severidad bajo, ubicada en la unidad U1, sección 1.



Figura 2 Exudación de severidad bajo, ubicada en la unidad U2, sección 1.



Figura 3 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U3, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 43 cm.



Figura 4 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U4, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 43 cm.





Figura 5 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U5, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 32 cm.



Figura 6 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U6, sección 1. Tiene una profundidad de 13 cm y un diámetro de 58 cm.



Figura 7 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U7, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 58 cm.



Figura 8 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U8, sección 1. Tiene una profundidad de 6 cm y un diámetro de 29 cm.



Figura 9 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U9, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 62 cm.



Figura 10 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U10, sección 1. Tiene una profundidad de 10 cm y un diámetro de 53 cm.



Figura 11 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U11, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 41 cm.



Figura 12 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U12, sección 1. Tiene una profundidad de 10 cm y un diámetro de 28 cm.



Figura 13 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U13, sección 1. Tiene una profundidad de 10 cm y un diámetro de 58 cm.



Figura 14 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U14, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 18 cm.



Figura 15 Bache de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U15, sección 1.  
Tiene una profundidad de 28 cm y un diámetro de 1.73 m.



Figura 16 Bache de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U16, sección 1. Tiene una profundidad de 29 cm y un diámetro de 1.68 m.



Figura 17 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U17, sección 1.  
Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 26 cm.



Figura 18 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U18, sección 1.  
Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 28 cm.





Figura 19 Bache de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U19, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 87 cm.



Figura 20 Bache de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U20, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 77 cm.



Figura 21 Bache de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U21, sección 1. Tiene una profundidad de 8 cm y un diámetro de 37 cm.



Figura 22 Bache de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U22, sección 1. Tiene una profundidad de 10 cm y un diámetro de 87 cm.



Figura 23 **Bache de grado de severidad alto**, registrado en la unidad de muestra U23, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 58 cm.



Figura 24 **Bache de grado de severidad media**, registrado en la unidad de muestra U24, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 64 cm.



Figura 25 Bache de grado de severidad media, registrado en la unidad de muestra U25, sección 1. Tiene una profundidad de 9 cm y un diámetro de 63 cm.



Figura 26 Bache de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U26, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 96 cm.



Figura 27 Abultamiento de grado de severidad mediano, registrado en la unidad de muestra U27, sección 1. Tiene una longitud de 87 ml.



Figura 28 Abultamiento de grado de severidad mediano, registrado en la unidad de muestra U28, sección 1. Tiene una longitud de 92 ml.



Figura 29 Abultamiento de grado de severidad mediano, registrado en la unidad de muestra U29, sección 1. Tiene una longitud de 87 ml.



Figura 30 Hinchamiento de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U30, sección 1. Se observa cómo el pavimento tiene una protuberancia que intenta “trepar” a la berma.



Figura 31 Hinchamiento de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U31, sección 1. Se observa cómo el pavimento tiene una protuberancia que intenta “trepar” a la berma.





Figura 32 Hinchamiento de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U32, sección 1. Se observa cómo el pavimento tiene una protuberancia que intenta “trepar” a la berma.



Figura 33 Hundimiento de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U33, sección 1. Tiene una profundidad de 17 cm y un diámetro de 1.39 m.



Figura 34 Hundimiento de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U34, sección 1. Tiene una profundidad de 16 cm y un diámetro de 1.77 m.



Figura 35 Hundimiento de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U35, sección 1. Tiene una profundidad de 14 cm y un diámetro de 2.41 m.



Figura 36 Hundimiento de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U36, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 2.17 m.



Figura 37 Hundimiento de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U37, sección 1. Tiene una profundidad de 13 cm y un diámetro de 2.08 m.



Figura 38 Hundimiento de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U38, sección 1. Tiene una profundidad de 12 cm y un diámetro de 1.27 m.



Figura 39 Agrietamiento de borde de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U39, sección 1. Tiene una profundidad de 16 cm y un diámetro de 2.21 m.



Figura 40 Agrietamiento de borde de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U40, sección 1. Tiene una profundidad de 13 cm y un diámetro de 1.07 m.



Figura 41 Agrietamiento de borde de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U41, sección 1. Tiene una longitud de 87 ml.



Figura 42 Agrietamiento de borde de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U42, sección 1. Tiene una longitud de 96 ml.

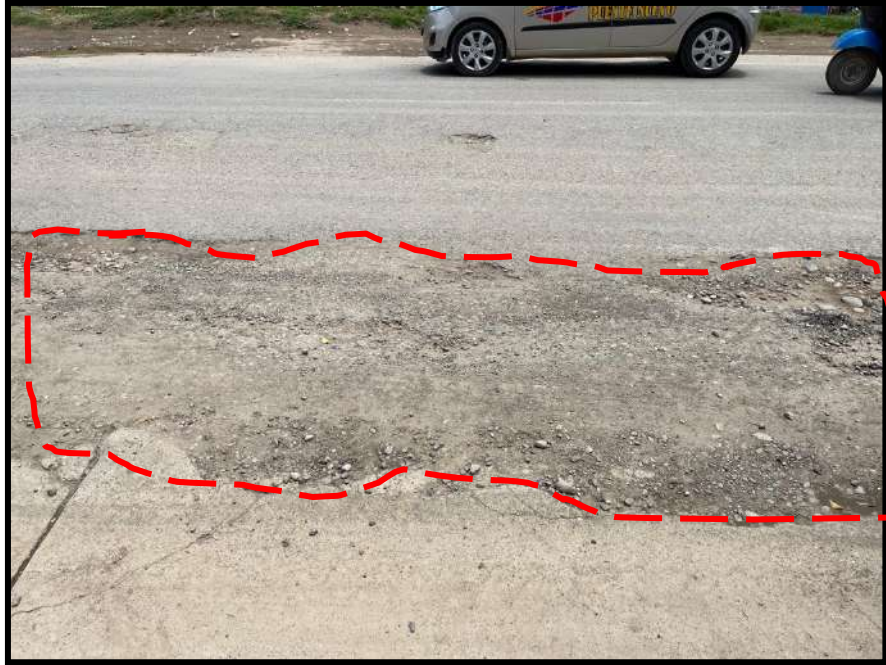


Figura 43 Agrietamiento de borde de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U43, sección 1. Tiene una longitud de 92 ml.



Figura 44 Agrietamiento de borde de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U44, sección 1. Tiene una longitud de 1.38 ml.



Figura 45 Agrietamiento de borde de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U45, sección 1. Tiene una longitud de 2.64 ml.



Figura 46 Agrietamiento de borde de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U46, sección 1. Tiene una longitud de 4.69 ml.





Figura 47 Hinchamiento de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U47, sección 1. Tiene una longitud de 3.06 ml.



Figura 48 Bache de grado de severidad alto, registrado en la unidad de muestra U48, sección 1. Tiene una longitud de 1.17 ml y un ancho de 1.28 ml.

## 2.2 ÁBACOS DE CURVAS PARA VALORES DEDUCIDOS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA CÁLCULO DE PCI, ASTM D6433-18

Tabla 1 Curvas de valores deducidos - Exudación

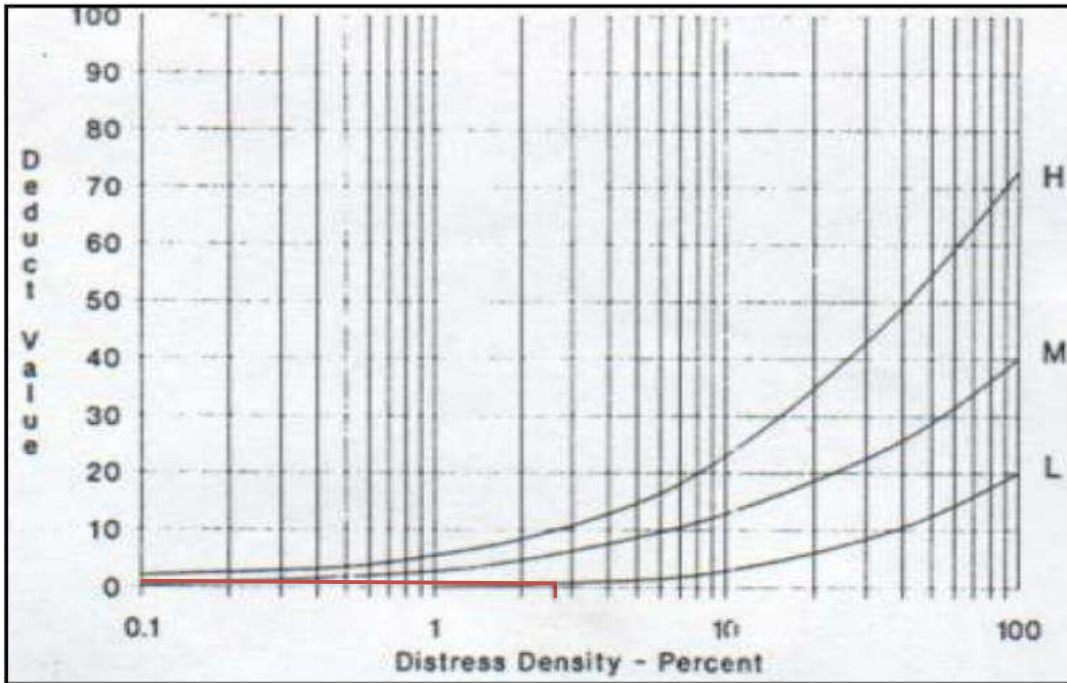


Tabla 2 Curvas de valores deducidos - Baches

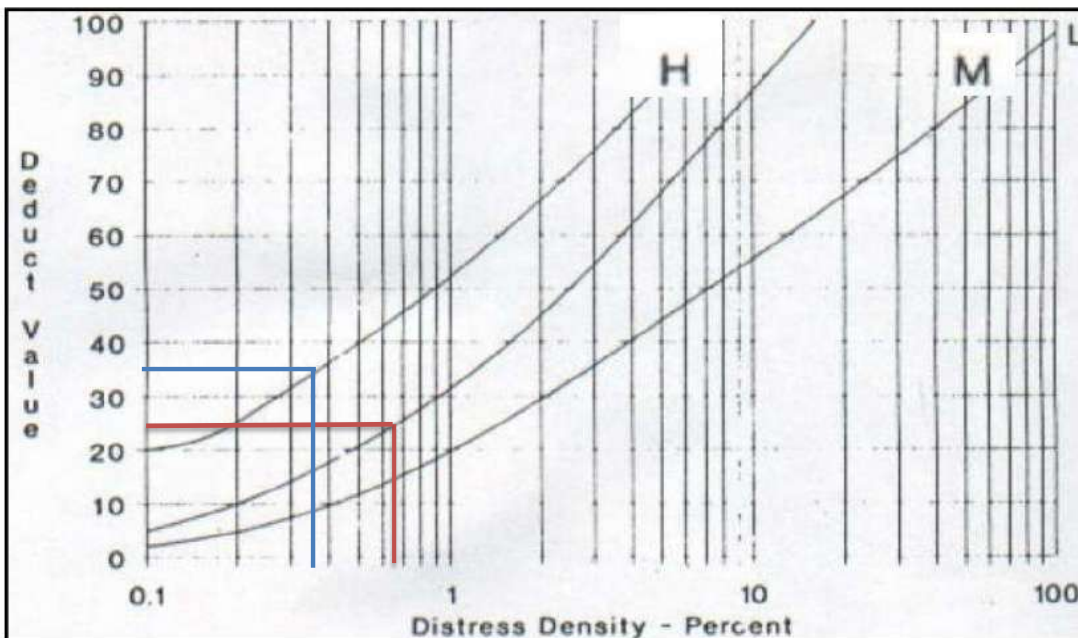


Tabla 3 Curvas de valores deducidos - Abultamiento y hundimiento

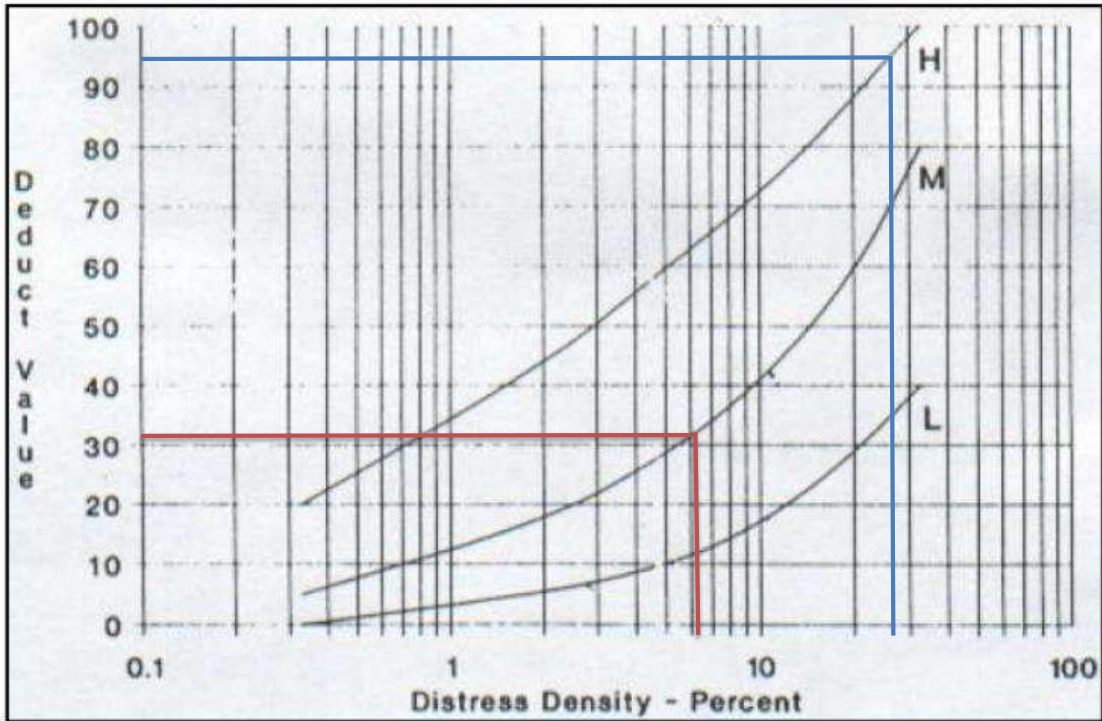


Tabla 4 Curvas de valores deducidos - Hinchamiento

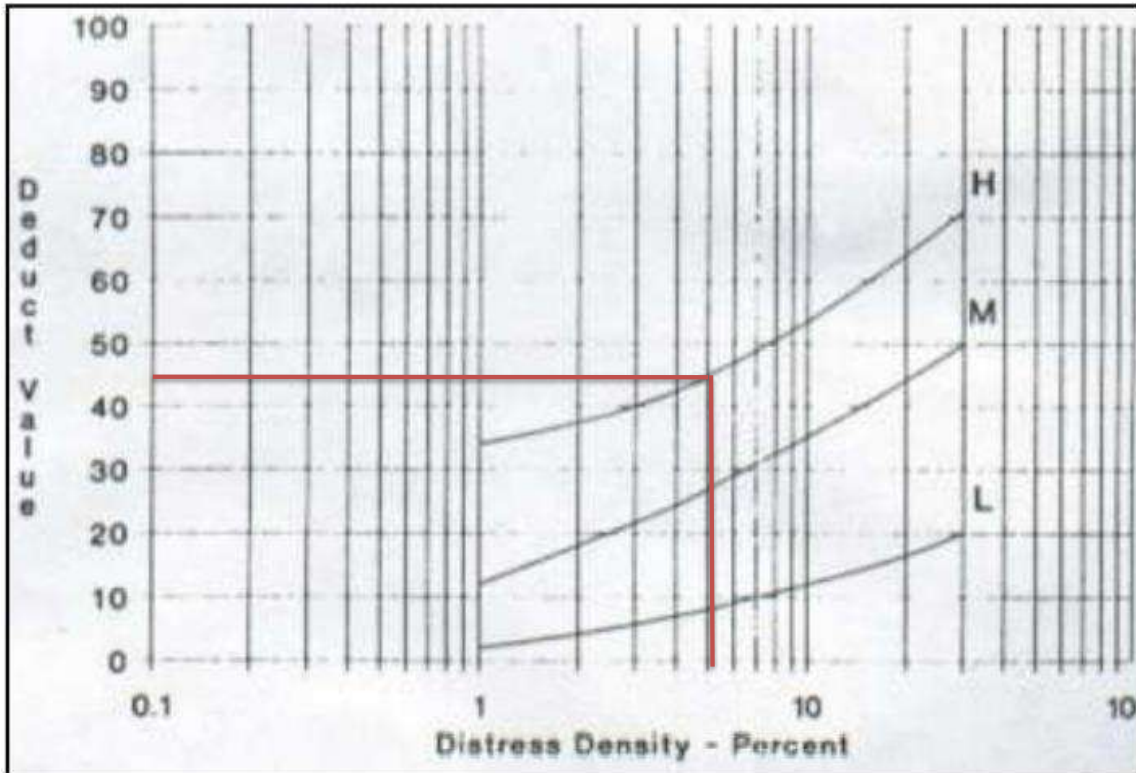


Tabla 5 Curvas de valores deducidos - Grieta de borde

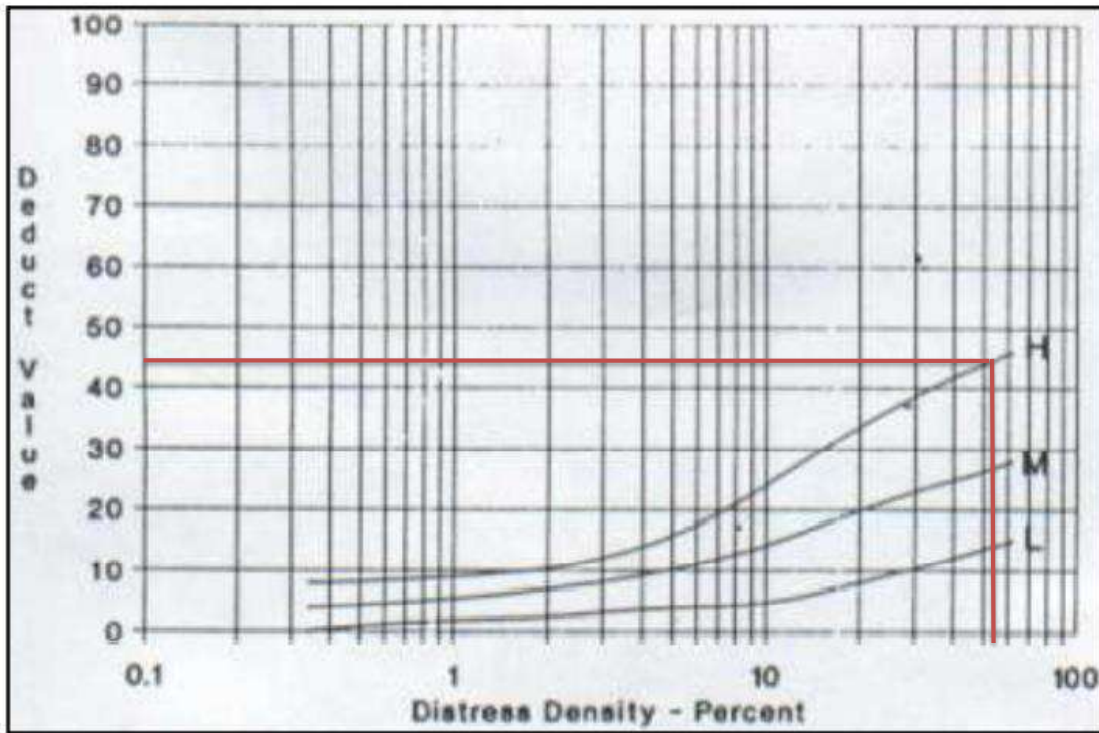


Tabla 6 Curvas para calcular el valor deducido corregido

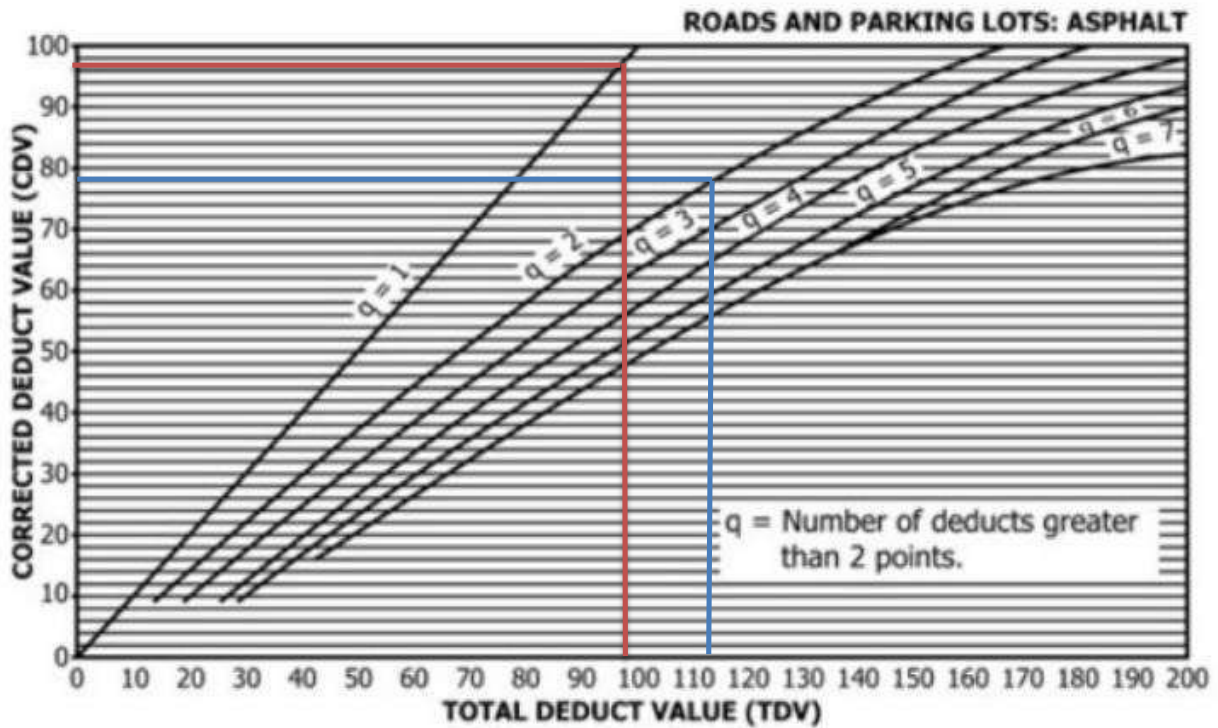
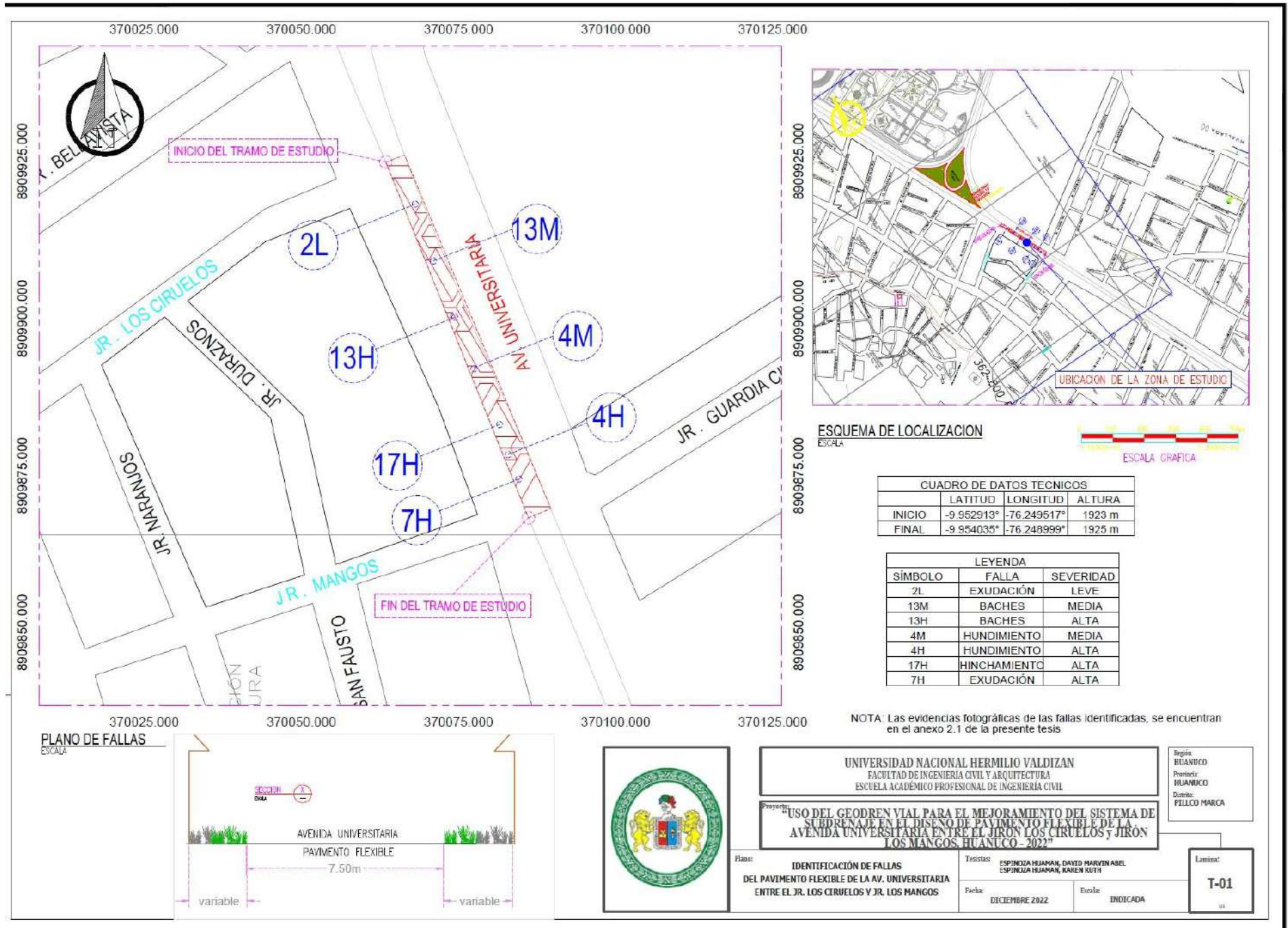


FIG. X3.27 Total Deduct Value

## 2.3 MAPEO DE FALLAS EXISTENTES EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE



### 3.1 ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA EN LA ZONA DE ESTUDIO

Tabla 7 Datos de la Estación pluviométrica de la zona de estudio

Nombre de la Estación	Tipo	Entidad Operadora	Latitud	Longitud	Altitud m.s.n.	Provincia	Dpto.
Huánuco	PLU	SENAMHI	09°57'	76°14'	1947	Huánuco	Huánuco

*Fuente: Información complementaria proporcionada por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).*

**Nota:** En el cuadro siguiente se presentan las series históricas de precipitaciones máximas en 24 horas, proporcionadas por Senamhi. De los datos de la estación de Huánuco.

### 3.2 DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS - ESTACIÓN HUÁNUCO

Tabla 8 Datos de precipitación máxima de 24 horas – Estación de Huánuco

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Precip.Max
1995	8	18.9	17.5	8.9	1.8	0.7	1.2	0.4	2	8.9	9.8	12.3	18.9
1996	13.5	9.1	5.5	17.1	10.4	0	0.1	3.5	1.4	9.3	15.1	8.1	17.1
1997	10.5	6.6	11.4	10.6	4.2	1.9	0	4.1	9.3	6.3	12	7.8	12
1998	17.9	15.5	27.5	1	2.2	1.8	0	1.5	3.2	13.4	26	7.2	27.5
1999	13.1	28	15.2	5.4	9.2	8.1	4.7	0.6	33	5.6	10.1	13.7	33
2000	10.8	14	14.6	7.7	5.3	7.3	2.4	2.1	4	2.8	20.3	19.3	20.3
2001	11.3	8.3	10.6	28.7	7.4	0.8	3.2	5	2	0	48.7	10.8	48.7
2002	13	19.4	14.9	27.2	9.7	2.1	5.2	1.3	2.8	22.9	7.8	5.2	27.2
2003	12.3	6.4	9.4	14.9	3	0.1	0.1	6.9	4.4	12.5	23	18.1	23
2004	7.6	8.1	11.9	10.5	11.7	1.4	2.1	4.6	11.3	6.4	13	17.6	17.6
2005	5.9	16.6	25.5	2.4	0.6	0	0.8	7.5	3.5	11	8.7	20.1	25.5
2006	28	11.3	18.9	8.3	1.9	3.6	1.6	2	7.2	18.9	21.7	18.2	28
2007	8.7	2.4	12.3	7.5	5.3	1.2	3.3	2.9	2.3	25.8	13.7	27.3	27.3
2008	7.9	12.5	16.6	15.8	2.7	1.8	0.1	0.7	14.2	11.7	33.1	30.6	33.1
2009	19.6	10	19.4	10.6	7.3	9	4	3.4	2.3	16.8	8.5	9.1	19.6
2010	4.9	17.4	16.9	4.2	2.4	1.2	3.8	1.8	9.6	3	21.8	19.9	21.8
2011	10.9	11.6	35.4	8	9.5	1.8	0.9	1.5	5.2	18.8	17.4	18.1	35.4
2012	16.3	10.3	11.6	14.4	5.7	1.9	4.7	2.5	2.6	16.2	20.3	30.7	30.7
2013	6.1	13.5	11.4	13.6	1.9	3.5	3.7	14.1	2.4	11.5	10.3	19.9	19.9
2014	15.4	21.9	20.6	24.8	18.2	3.2	1.2	0.3	11.7	23.2	7.6	13.5	24.8

Fuente: Datos procesados - Senamhi



Tabla 9 Cálculo de varianza y desviación – Estación de Huánuco

**ESTACION - HUNUCO CAYHUAYNA**

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1986	40.70	83.90	113.40	9.80	21.70	12.90	4.00	15.80	12.20	12.90	22.70	56.70
1987	35.60	65.00	57.00	32.60	6.30	10.70	8.90	4.00	11.00	23.20	43.70	40.20
1988	88.90	83.80	34.90	42.70	6.50	0.00	6.20	1.90	9.70	14.50	22.40	21.80
1989	56.80	43.80	98.20	20.80	14.80	11.50	0.00	2.50	12.00	67.90	41.30	59.10
1990	45.80	13.50	34.70	52.20	32.60	15.10	1.50	7.10	10.90	86.80	77.00	59.20
1991	25.70	44.30	93.40	29.10	3.00	10.10	4.80	0.00	8.20	32.30	40.20	39.60
1992	43.10	85.60	66.20	20.60	0.00	14.40	0.00	36.00	4.00	97.40	37.40	21.60
1993	17.50	40.90	74.30	25.90	16.80	12.30	5.90	6.30	8.00	16.60	94.10	48.50
1994	63.45	57.50	41.30	57.60	23.40	0.00	0.00	0.00	32.70	64.40	20.40	41.00
1995	38.70	50.40	50.30	26.00	3.60	1.40	1.20	0.40	7.20	23.20	48.80	59.00
1996	59.50	33.10	41.70	69.30	23.00	0.00	0.10	5.30	2.30	32.60	57.80	15.70
1997	54.60	41.60	26.50	15.10	9.60	2.20	0.00	9.60	7.60	29.80	41.50	47.30
1998	93.50	63.00	66.90	3.10	2.80	2.10	0.00	2.80	3.80	29.30	64.50	34.00
1999	81.70	88.50	109.30	22.30	18.40	15.10	8.60	0.60	57.60	20.80	33.80	58.20
2000	68.20	89.60	125.30	30.30	10.10	16.00	3.60	17.10	11.90	9.50	61.00	77.20
2001	45.20	36.20	85.20	46.20	10.40	3.30	8.40	10.20	7.40	36.90	72.70	55.80
2002	29.50	56.40	83.10	56.50	18.20	2.90	12.80	4.10	8.40	109.80	40.80	20.30
2003	44.70	26.90	70.50	24.60	14.30	0.30	0.10	9.40	12.60	17.10	77.30	83.10
2004	33.60	31.70	56.90	31.20	24.80	5.10	5.60	16.70	16.20	28.60	34.80	104.60
2005	32.60	45.00	92.70	12.20	1.40	0.00	2.00	8.60	5.80	51.50	26.30	106.90
2006	81.90	48.40	112.70	38.60	2.00	6.20	3.50	2.90	11.40	45.90	66.70	89.10
2007	33.90	6.90	98.90	35.80	7.80	1.90	6.70	3.90	4.40	59.20	40.60	70.30
2008	29.80	90.80	91.30	36.30	3.60	5.50	0.10	2.00	33.40	38.00	50.90	68.10
2009	65.80	72.50	87.90	44.00	13.70	10.30	11.90	4.40	11.00	44.60	40.20	59.60
2010	21.80	85.90	88.60	19.00	3.40	2.60	4.90	7.20	13.60	26.70	55.10	81.90
2011	74.30	64.00	141.10	76.30	24.10	10.70	7.30	18.00	29.60	59.65	69.75	80.55
MADIA	63.45	91.05	98.90	76.30	24.10	10.70	7.30	18.00	29.60	59.65	69.75	80.55
MINIMNO	17.50	6.90	14.70	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	9.50	10.80	9.60
MAXIMO	109.40	175.20	183.10	149.50	48.20	21.40	14.60	36.00	57.60	109.80	128.70	151.50
MDIANA	44.95	53.40	84.15	30.75	10.25	5.30	3.80	4.85	10.95	31.05	42.60	58.60
VARIANZA		564.87	863.32	312.95	77.95	30.63	14.56	60.69	141.12	685.62	352.34	593.95
DESVIACIÓN	21.52	24.24	29.96	18.04	9.00	5.64	3.89	7.94	12.11	26.70	19.14	24.85

Fuente: Datos procesados - Senamhi

### 3.3 DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE – MÉTODO AASHTO 93

#### DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993

TESIS: “USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022”



**TRAMO** : Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos  
**UBICACIÓN** : Pillco Marca - Huanuco - Huanuco

#### 1. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Previo a la presentación del presente diseño, que establece la estructura del pavimento compuesto por una carpeta asfáltica fabricada en caliente, se han analizado otras alternativas como el tratamiento superficial de agregados y de asfalto, por el nivel tráfico proyectado, las condiciones climáticas y la disponibilidad de los materiales. Quedando como una mejor alternativa la que posee una capa de concreto asfáltico como superficie de rodadura, con elementos de base y sub base conformados por suelos seleccionados de cantera.

Esta forma de pavimento es conocido como pavimento flexible, por las características de deformación y la forma de transmisión de esfuerzos hacia el interior.

Para el diseño estructural se ha aplicado la metodología conocida como “AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF STRUCTURES” básicamente en lo referente al Capítulo 4 “LOW VOLUMEN ROAD DESIGN” del año 1993.

##### 1.1. METODO AASHTO

De reconocida aplicación mundial, basada en los resultados de la Carretera Experimental AASHTO, que consiste en obtener un valor llamado Structural Number (SN), que necesita el pavimento para soportar los requerimientos del tráfico proyectado en el período de análisis, con un performance, en función a las condiciones climáticas de la zona y las propiedades de los materiales a usar incluida la sub rasante. Los factores que involucra son:

- Tráfico, que comprende los tipos y pesos de los vehículos que transitarán por la vía, en el periodo de análisis. Se resume en el número equivalente de ejes estándar de 8.20 Ton (ESALs=EAL) o 18000 libras o 18 kips, conocido también como W18.

## DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993

TESIS: "USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022"



TRAMO : Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos  
UBICACIÓN : Pillco Marca - Huanuco - Huanuco

- Módulo Resiliente (MR) del suelo de la sub rasante, que se ha calculado en correlación con el CBR. No se realizó el cálculo estacional por falta de información local.
- Coeficiente de Sub drenaje, que toma en cuenta el efecto de los distintos niveles de eficiencia del sub drenaje en el comportamiento de la estructura. Este parámetro modifica el coeficiente estructural de las capas granulares (sub base y base), dependiendo de las condiciones climáticas de la zona y las características geométricas de la vía.
- Nivel de Confiabilidad (R) y la Desviación Estandar (So), que expresan un criterio estadístico de las valuaciones de la población respecto al comportamiento del pavimento y el nivel de error estándar, respectivamente. R se relaciona con un valor estadístico conocido como ZR
- Pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI), que corresponde a la diferencia de la calidad de servicio del pavimento, entre sus condiciones iniciales (serviciabilidad inicial Po) y sus condiciones cuando se decide que necesita un trabajo de mejoramiento (serviciabilidad final Pf) al considerarse que ya no sirve adecuadamente.

La aplicación del Método consiste en usar la siguiente fórmula, o también el nomograma que continua donde se muestra un ejemplo.



## DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993

TESIS: "USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS Y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022"



TRAMO : Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos  
 UBICACIÓN : Pillco Marca - Huanuco - Huanuco

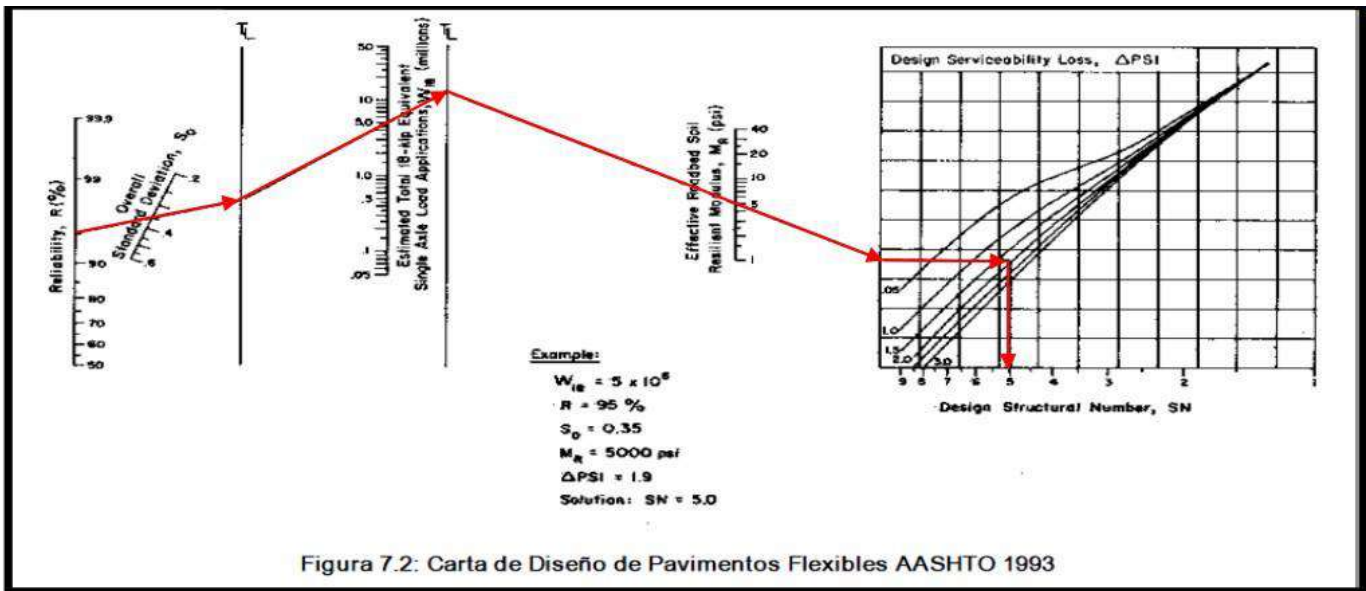


Figura 7.2: Carta de Diseño de Pavimentos Flexibles AASHTO 1993

**Donde:**

- SN : Numero estructural requerido por la seccion de carretera
- W18 : Numero de ejes equivalentes de 80 kN (18,000 lb), en el periodo de diseno.
- ZR : Desviacion estandar normal (depende de la confiabilidad, R, de diseno)
- So : Error estandar por efecto del trafico y comportamiento
- ΔPSI : Variacion del indice de serviciabilidad.
- MR : Modulo resiliente de la subrasante medido en psi

El número estructural requerido por el proyecto, SN, se convierte en espesores de carpeta asfáltica, base y sub base, mediante coeficientes de capa que representan la resistencia relativa de los materiales de cada capa. La ecuación de diseño es la siguiente:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (7.2)$$

**DONDE:**

- $a_i$  : Coeficiente de la capa i (1/pulg.)
- $D_i$  : Espesor de la capa i (pulg.)
- $m_i$  : Coeficiente de drenaje de la capa i (adimensional)

Los subindices 1, 2 y 3 se refieren a las capas de carpeta asfáltica, base y sub base (si se aplica) respectivamente. Los coeficientes de capa dependen del módulo resiliente del suelo (MR), se determinan empleando los conceptos esfuerzo-deformación de un sistema multicapa.

## DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993

TESIS: "USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS Y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022"



TRAMO : Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos  
UBICACIÓN : Pillco Marca - Huanuco - Huanuco

### 2.2. APLICACIÓN DEL METODO ASSHATO

Para aplicar el Método expuesto, se establecerán los parámetros del presente estudio por tener distintos y extremos valores de ESAL, en este estudio se establecerán un diseño con el ESAL mayor..

#### DETERMINACIÓN DEL ESAL

Del estudio de tráfico, ESAL = 2465485.8

#### MODULO DE RESILENCIA DE LA SUB RASANTE (MR)

##### Capacidad Soporte de la Sub-rasante

El valor de CBR diseño ( 95% ) = 11.82%  $p_{max}$  seca = 1.6 gr/cm<sup>3</sup>

De acuerdo a los ensayos realizados por Heukelom y Klomp se encontrado una relacion entre el Mr medio en el campo y el CBR de laboratorio para la misma densidad

Mr ( psi ) = B \* CBR B = 1500 , CBR < 10 % , pero B puede variar desde 750 a 3000

Pero según la grafica de Kentucky se obtiene para un CBR = 9.43 %

Mr ( psi ) = 3000CBR<sup>0.65</sup> Desarrolado en Sudafrica para CBR 7.2 a 20%

Mr ( psi ) = 4326 Ln(CBR) +241 Para suelos granulares

Mr (Psi) = 2555\*CBR<sup>0.64</sup> General Guía AASHTO 2000

Mr ( psi ) = 12412.70

Del estudio de Mecánica de Suelos, MR= 12,412.70

#### NIVEL DE CONFIABILIDAD O RELIABILITY LEVELS (R)

Que se puede tomar de los valores tabulados y recomendados por el AASHTO indicados en los cuadros siguientes. De ellas se escoge un nivel de confiabilidad R . A él se relaciona un ZR

Clasificacion Funcional	Nivel recomendado de confiabilidad	
	Urbano	Rural
Interstatal y	85-99.9	80-99.9
Arterias	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Local	50-80	50-80

Fuente: AASHATO (1993)

## DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993

TESIS: "USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022"



TRAMO : Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos  
UBICACIÓN : Pillco Marca - Huanuco - Huanuco

### DESVIACION ESTANDAR NORMAL (ZR)

La desviación estándar normal está en función de la confiabilidad del proyecto

Confiabilidad R. %	Desviacion Estandar Normal, ZR
50	- 0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASHATO (1993)

El nivel de confiabilidad (R), para el proyecto se toma según la clasificación funcional. Al ser una vía Colectora urbana.

R= 80%

La desviación estándar (ZR), para el proyecto se toma según el tipo de confiabilidad (R).

ZR= -0.841

### ERROR ESTANDAR (So)

Para pavimentos asfálticos, el AASHTO recomienda usar entre 0.40 y 0.50. En este caso escogemos un valor intermedio de:

So= 0.40

### PERDIDA DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)

Determinación del Índice de Serviciabilidad (PSI - Present Serviciabilidad Index)

Debido a que existe una subrasante expansiva

Serviciabilidad Inicial	
Po ( Pav. Rígidos)	4.5
Po ( Pav. Flexibles)	4.2
Serviciabilidad Final	
Pt (camino Principales)	2.5 o mas
Pt (camino de tránsito menor)	2.0

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1,993

El AASHTO considera que la serviciabilidad inicial de un pavimento asfáltico es 4.2 y la serviciabilidad final para un pavimento es 2.0, entonces la pérdida de serviciabilidad resulta 2.2

$\Delta$ PSI (inicial) = 4.2  
 $\Delta$ PSI (final) = 2

## DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993

**TESIS: "USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022"**



**TRAMO** : Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos  
**UBICACIÓN** : Pillco Marca - Huanuco - Huanuco

### FACTOR DE DISTRIBUCION POR DIRECCION

Numero de carriles en ambas direcciones	D (% de camiones en el carril de diseño)
2	50
4	45
6 o mas	40

Fuente: Guia para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1,993

### FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL

Numero de carriles en una sola	L (% de camiones en el carril de diseño)
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: Guia para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1,993

### NUMERO ESTRUCTURAL (SN)

El número estructural SN, es un valor estructural abstracto que representa la resistencia total de la estructura del pavimento, para una determinada calidad de la sub rasante, magnitud de tráfico e índice de servicio al final del período de diseño, se distribuye a las diferentes capas mediante la siguiente expresión. que relaciona el SN con los parámetros de las capas a incluir.

Per. Dis. (n)	Serv. Ini. (Po)	Serv. Fin. (Pf)	Mod. Res. (MR)	Confiability (R)	Desviacion (ZR)	Error Stan. (So)	D	L	ESAL de Diseño (W18)
10	4.2	2	12413 PSI	80%	-0.841	0.40	0.50	1.00	2.47E+06

### CALCULO DEL NUEMERO ESTRUCTURAL

A	B	SN	
6.39	6.39	2.93	OK

### DIMENSIONAMIENTO DE CAPAS.

#### COEFICIENTES ESTRUCTURALES.

Los coeficientes estructurales de las capas del pavimento propuestos por la Guía AASHTO, luego de sus experimentos de campo, se muestran en el siguiente cuadro.

## DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993

**TESIS: "USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS Y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022"**



**TRAMO :** Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos  
**UBICACIÓN :** Pillco Marca - Huanuco - Huanuco

CAPA DE PAVIMENTO	APORTE ESTRUCTURAL
<b>CAPA 1. CAPA DE RODADURA</b>	a1
Concreto Asfáltico tipo superior - alta estabilidad	0.170/cm
Mescla asfáltica en frío, con asfalto emulsionado	0.100/cm
Tratamiento superficial	--
<b>CAPA 2. BASE</b>	a2
Base granular, CBR 80% compactado al 100% de la MDS	0.052/cm
Base granular, CBR 100% compactado al 100% de la MDS	0.056/cm
Base granular tratado con Asfalto	0.135/cm
Base granular tratado con cemento	0.120/cm
Base granular tratado con cal	0.060-0.120/cm
<b>CAPA 2. SUB BASE</b>	
Sub base granular, CBR 25% compactado al 100% de la MDS	0.039/cm
Sub base granular, CBR 30% compactado al 100% de la MDS	0.043/cm
Sub base granular, CBR 40% compactado al 100% de la MDS	0.047/cm
Sub base granular, CBR 60% compactado al 100% de la MDS	0.050/cm

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1,993

En el presente diseño se toma:

a1=	0.170/cm	(Mezcla asfáltica en caliente tipo superior)
a2=	0.056/cm	(Base, para agregado con 100% de CBR)
a3=	0.050/cm	(Sub base, para agregado con 60% de CBR)

### COEFICIENTE DE DRENAJE

El coeficiente de drenaje está relacionado con la capacidad de evacuación de las aguas de infiltración en la estructura del pavimento, siendo mayor cuando la retención es por poco tiempo. La Guía AASHTO propone los valores que se señalan en el siguiente cuadro.

CONDICION DE DRENAJE	% DE TIEMPO QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTA EXPUESTA A HUMEDAD PROXIMA A LA SATURACION.			
	MENOS DE 1%	1-5%	5-25%	MAS DE 25%
EXCELENTE	1.4-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
BUENO	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
REGULAR	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
POBRE	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
MUY POBRE	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1,993

En el diseño del presente estudio se tome en cuenta que la zona es de la sierra, con lluvias estacionarias, estas precipitaciones pluviales son elevados y pueden durar horas, saturando el suelo entre un 5-25%, con una condición de drenaje Buena.

Por ello se escogen:

m2=	1.15	(Para la base granular)
m3=	1.15	(Para la Sub base granular)



## DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993

**TESIS: "USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS Y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022"**



**TRAMO** : Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos  
**UBICACIÓN** : Pillco Marca - Huanuco - Huanuco

### ESPEORES DEL LAS CAPAS

Usando la fórmula del número estructural, se obtienen los espesores de las capas (D1, D2 y D3). Se tomará en cuenta la recomendación del AASHTO con respecto a los espesores mínimos que se indican en el cuadro adjunto.

ESPEORES MINIMOS SUGERIDOS		
NUMERO DE ESALS	CARPETA ASFALTICA (cm)	BASE GRANULAR (cm)
Menos de 50,000	3.0	10.0
50,000-150,000	5.0	10.0
150,000-500,000	6.5	10.0
500,000-2'000,000	7.5	15.0
2'000,000-7'000,000	9.0	15.0
Mas de 7'000,000	10.0	15.0

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1,993

De esta manera, se tendre como espesor mínimo de entrada el valor de la ccarpeta asfalticaa

D1=5 cm (para un ESALs de 50,000 - 150,000)

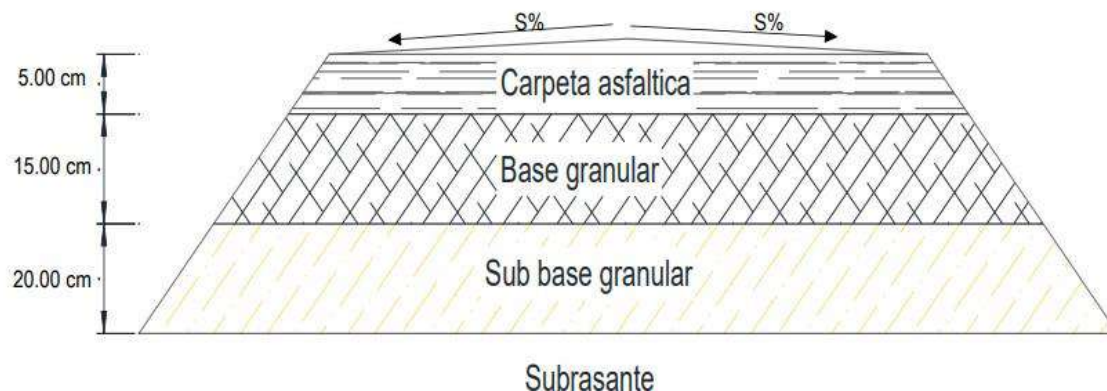
Finalmente se calculan los demas espesores, que se resumen en el cuadro siguiente.

a1/cm	D1 (cm)	a1*D1	a2/cm	D2	m2	a2*D2*m2	a3/cm	D3 (cm)	m3	a3*D3*m3	SN
0.170	5	0.85	0.056	15	1.15	0.966	0.050	20	1.15	1.150	2.966
0.170	6.5	1.105	0.056	15	1.15	0.966	0.050	20	1.15	1.150	3.221
0.170	7.5	1.275	0.056	20	1.15	1.288	0.050	15	1.15	0.863	3.426
0.170	10	1.7	0.056	25	1.15	1.610	0.050	10	1.15	0.575	3.885

Las alternativas que satisfacen al requerimiento estructural son los achurados en amarillo, que proporcionan números estructurales totales de 2.996 que son mayores al requerido de 2.93

De esta forma se resume:

Se toma como diseño del proyecto como sigue en la siguiente grafica

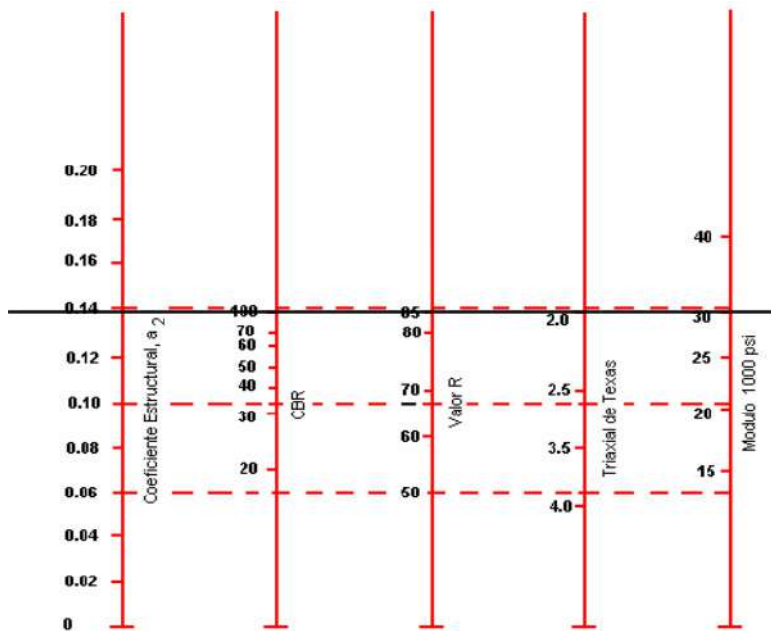
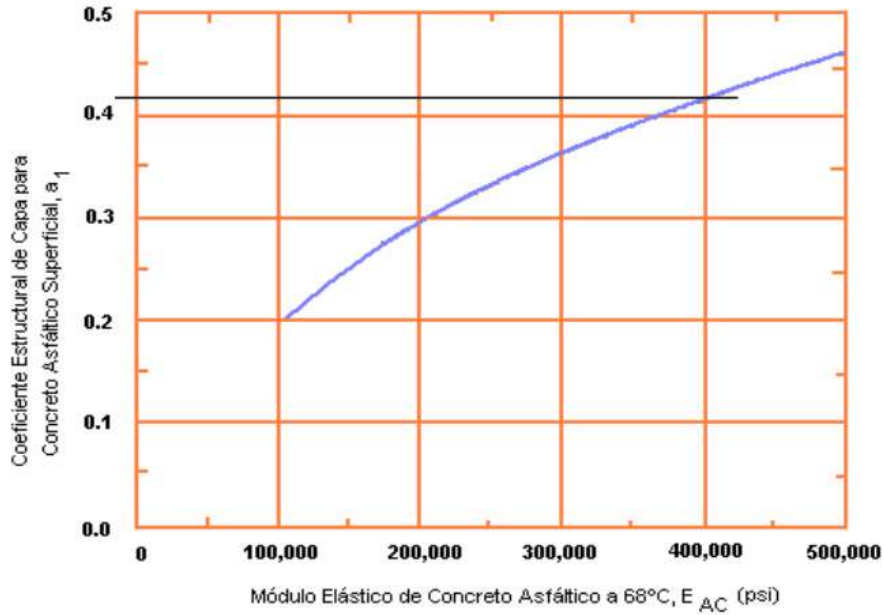


# DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993

TESIS: "USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS Y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022"



TRAMO : Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos  
 UBICACIÓN : Pillco Marca - Huanuco - Huanuco

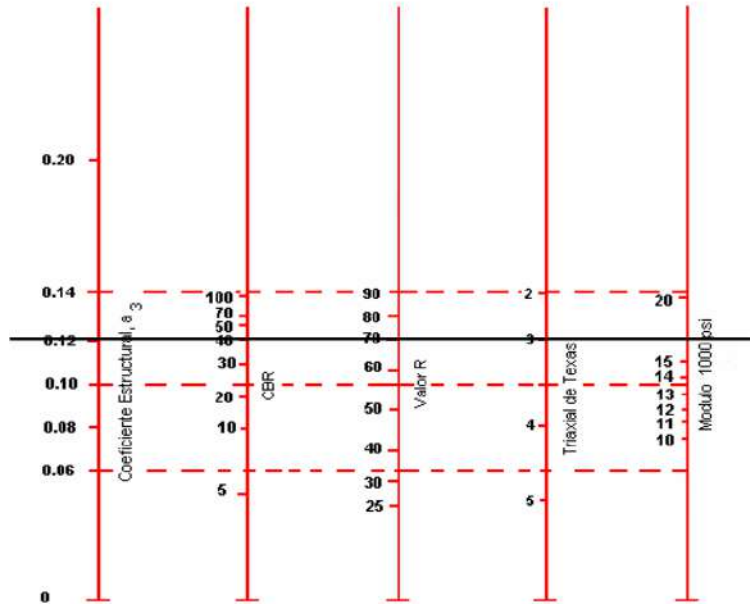


# DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 1993

TESIS: "USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA ENTRE EL JIRÓN LOS CIRUELOS y JIRÓN LOS MANGOS, HUÁNUCO - 2022"



TRAMO : Av. Universitaria entre el Jr. Los Ciruelos - Los Mangos  
UBICACIÓN : Pillco Marca - Huanuco - Huanuco



# 4.1 DISEÑO DEL SUB DRENAJE CON GEODREN VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Geosoft® | Sistemas de subdrenaje en vías

Parámetros Caudal | Selección Diseño | Parámetros Diseño | Resultados | Reporte

### Caudal por infiltración

Precipitación máxima horaria de frecuencia anual  $I_p$ : 51.95 mm/h

Ancho de la semibanca de la vía B: 3.75 m

Longitud del tramo de drenaje L: 324.0 m

Factor de infiltración  $F_i$ : 0.5

Factor de retención de la base  $F_r$ : 0.333

Caudal por infiltración: 2.92 l/s

Suelo de sitio: Otros

### Caudal por abatimiento de nivel freático

Estimar aporte por abatimiento:  Estimar aporte por abatimiento /  No estimar aporte por abatimiento

Permeabilidad del suelo en contacto con el subdrén K: 0.0 m/s

Cota inferior del subdrén  $N_d$ : 0.0 m

Cota superior del nivel freático  $N_f$ : 0.0 m

Caudal por abatimiento de nivel freático: 0.0 l/s

### Tipo de suelo de subrasante

- Arenas, arenas gravosas, arenas limosas y arenas arcillosas (menos del 50%, pasa tamiz #200)
- Suelos arenosos mal gradados
- Suelos finos (mas del 50%, pasa tamiz #200)

### Caudal de diseño

$Q_{total} = 2.92 + 0.0 = 2.92$  l/s



Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

Para consultas y soporte técnico: [ingenieriageosinteticos@wavin.com](mailto:ingenieriageosinteticos@wavin.com) Aplicación desarrollada por el Depto. de Ingeniería GEOSINTÉTICOS PAVCO WAVIN - Todos los derechos reservados

Geosoft® | Sistemas de subdrenaje en vías

Parámetros Caudal | Selección Diseño | Parámetros Diseño | Resultados | Reporte



Geodrén Vial



Filtro Francés

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

Para consultas y soporte técnico: [ingenieriageosinteticos@wavin.com](mailto:ingenieriageosinteticos@wavin.com) Aplicación desarrollada por el Depto. de Ingeniería GEOSINTÉTICOS PAVCO WAVIN - Todos los derechos reservados

# Geosoft® | sistemas de subdrenaje en vías

Parámetros Caudal | Selección Diseño | **Parámetros Diseño** | Resultados | Reporte



## Geodrén Vial

Altura: 0.5 m  
 Diámetro de la tubería: 100.0 mm  
 Pendiente de la tubería: 1.0 %

## Material drenante

Material: Arena Limpia  
 Ángulo de fricción  $\phi$ : 27.0 grad [°]  
 Peso específico  $\gamma$ : 1.8 T/m<sup>3</sup>

## Material del sitio

Permeabilidad del suelo en contacto con el subdrén K: 1E-2 cm/s

## Criterio de retención

Usar criterio recomendado TAA < 0.3 mm  
 Definir criterio propio TAA < 0.3 mm  
 Por curva Granulométrica

## Parámetros de la curva granulométrica

D<sub>15</sub>: 0.1 mm  
 D<sub>50</sub>: 0.1 mm  
 D<sub>85</sub>: 0.1 mm

## Factores de reducción

FR <sub>CR</sub>	1.2	FR <sub>CC</sub>	1.1	FR <sub>SCB</sub>	2.0	FR <sub>IN</sub>	1.2
FR <sub>IN</sub>	1.3	FR <sub>CB</sub>	1.0	FR <sub>CR</sub>	2.0	FR <sub>CC</sub>	1.2
						FR <sub>CB</sub>	1.2

Para consultas y soporte técnico: ingenierogeosinteticos@wavin.com | Aplicación desarrollada por el Depto. de Ingeniería GEOSINTÉTICOS PAVCO WAVIN - Todos los derechos reservados

# Geosoft® | sistemas de subdrenaje en vías

Parámetros Caudal | Selección Diseño | Parámetros Diseño | **Resultados** | Reporte



## Capacidad hidráulica tubería de drenaje

Caudal que es capaz de transportar la tubería: 4.25 l/s  
 Observación: El diámetro de la tubería es adecuado

## Criterio de retención

TAA <: 0.3 mm  
 Observación: El medio filtrante del geodrén es adecuado

## Criterio de permeabilidad $K_g > K_s$

Observación: Permeabilidad adecuada

## Evaluación según la permitividad del sistema

0.34722222  
 $FS_g > 3$   
 0.00036076  
 Observación: Permitividad adecuada

## Conducción del agua en el plano del geocompuesto

0.000294321  
 $FS_g = 32.63$   
 0.00009019  
 Observación: Geocompuesto adecuado

Para consultas y soporte técnico: ingenierogeosinteticos@wavin.com | Aplicación desarrollada por el Depto. de Ingeniería GEOSINTÉTICOS PAVCO WAVIN - Todos los derechos reservados

Activar Windows  
 Ve a Configuración para activar Windows.

# Geosoft® | Sistemas de subdrenaje en vías

Parámetros Caudal

Selección Diseño

Parámetros Diseño

Resultados

Reporte

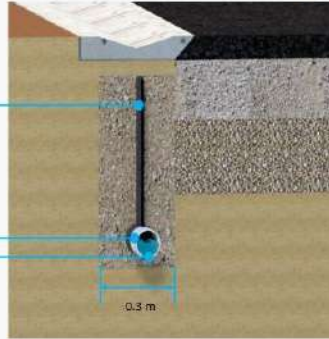


Generar Reporte

Altura de geodren = 0.5 m

Diámetro de la tubería = 100.0 mm

Pendiente de la tubería = 1.0%



Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

## 4.2 FICHA TÉCNICA DEL GEODREN VIAL

# Geodrén Vial

### RED DRENANTE (HDPE)

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	VALOR
Espesor	ASTM D5199	mm	5.8
Resistencia a la compresión	ASTM D1621	kPa	700
Resistencia a la tensión	ASTM D4595	kN/m	4.8

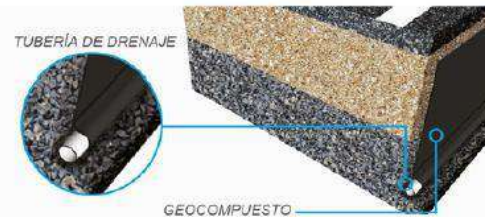
### GEOTEXTIL NO TEJIDO DE FILTRO (PP)

PROPIEDADES HIDRÁULICAS	NORMA	UNIDAD	VALOR
Tamaño de apertura aparente	ASTM D4751	mm (Nº. Tamiz)	0.180 (80)
Permitividad	ASTM D4491	s <sup>-1</sup>	2.9
Permeabilidad	ASTM D4491	cm/s	46 x 10 <sup>-2</sup>
Tasa de flujo	ASTM D4491	L/min/m <sup>2</sup>	8109

### CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA TUBERÍA CORRUGADA DE DRENAJE FÓRMULA DE PRANDTL COLEBROOK

PENDIENTE (%)	65mm		100mm		160mm		200mm	
	v (m/s)	Q (l/s)	v (m/s)	Q (l/s)	v (m/s)	Q (l/s)	v (m/s)	Q (l/s)
0.5	0.28	0.84	0.38	3.05	0.46	8.29	0.53	15.25
1.0	0.40	1.19	0.55	4.33	0.65	11.74	0.75	21.57
2.0	0.57	1.68	0.77	6.12	0.92	16.61	1.07	30.52
4.0	0.80	2.38	1.09	8.67	1.29	23.50	1.51	43.17
6.0	0.98	2.91	1.34	10.62	1.59	28.78	1.85	52.88
8.0	1.13	3.36	1.55	12.26	1.83	33.24	2.13	61.07
10.0	1.27	3.76	1.73	13.71	2.05	37.16	2.38	68.28

GRADIENTE HIDRÁULICO	i=1.0
PRESIÓN	l/s-m
10 kPa	0.489
20 kPa	0.449
50 kPa	0.391

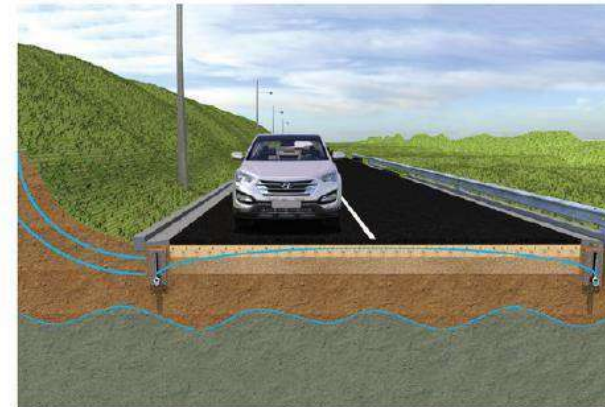


### GEOCOMPUESTO

#### DIMENSIONES DEL ROLLO

DIÁMETRO (MM)	LONGITUD (M)	ALTURA (M)
65	50	0.5
	50	1.0
	50	2.0
100	50	0.5
	50	1.0
	50	2.0
160	50	0.5
	50	1.0
	50	2.0
200	35	1.0
	35	2.0

\*Cada rollo incluye una unión



#### CONVENCIONES:

ASTM: American Society for Testing and Materials. • N. A.: No aplica.

Operamos bajo sistemas internacionales de control de calidad; Contamos con la acreditación GAI LAP (The Geosynthetic Institute).

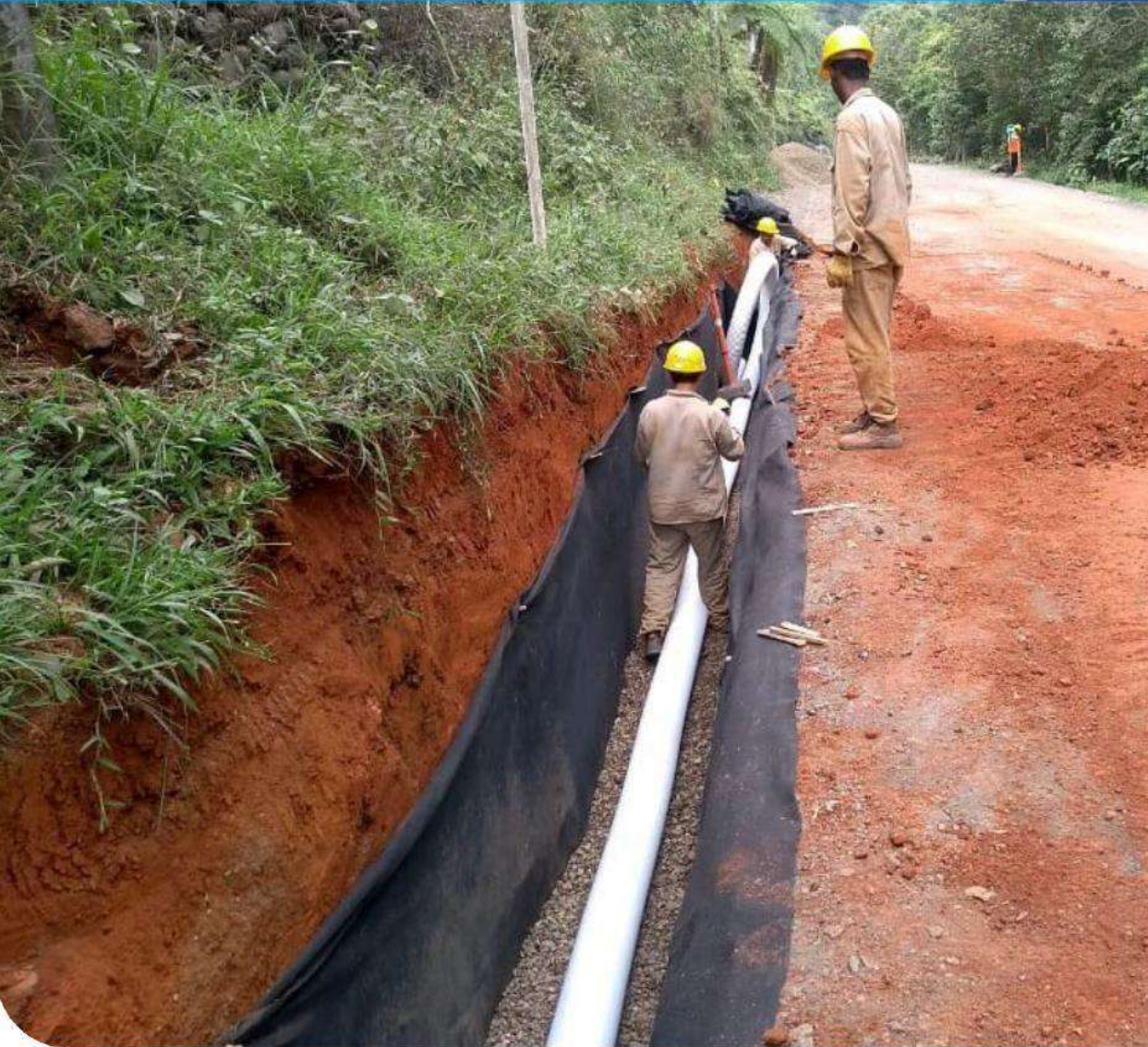
La presente ficha técnica está vigente a partir de mayo de 2021. Nos reservamos el derecho de introducir las modificaciones de especificaciones que considere necesarias para garantizar la óptima calidad y funcionalidad de sus productos sin previo aviso. La información aquí contenida se ofrece gratis, es cierta y exacta a nuestro buen saber y entender; no obstante, todas las recomendaciones y sugerencias están hechas sin garantías, puesto que las condiciones de uso están fuera de nuestro control y es responsabilidad exclusiva del usuario. Por favor verificar los datos de esta especificación con el Departamento de Ingeniería para confirmar que la información está vigente.



**4.3 CASOS FAVORABLES DE PAVIMENTACIÓN CON GEODREN VIAL COMO SUB DRENAJE**

# Sistemas de Subdrenaje

Pavimentación de vía en corregimiento de los Andes de Santiago de Cali.







### Nombre del proyecto:

CONSTRUCCION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VIA QUE VA DESDE EL SECTOR DE VENTIADEROS PR+ 0 000 CORREGIMIENTO DE LOS ANDES (COMUNA 56 HASTA PUENTE RIO PICHINDE (COMUNA 57 DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI

### Fecha:

ENERO 2019

### Ubicación Geográfica:

CALI - VALLE DEL CAUCA (COLOMBIA )

### Campo de Aplicación:

SISTEMAS DE SUBDRENAJE

### Geosintéticos Utilizados:

GEOTEXTIL NO TEJIDO NT3000 (14.000 m<sup>2</sup>)

## Reto

La Alcaldía de Cali en pro de garantizar la conectividad de los corregimientos requiere la construcción de las vías rurales para la movilización de transportes público y particular, este punto se esta trabajando dada su importancia en zonas turísticas del municipio Esta zona se caracteriza por presentar altos niveles freáticos y suelos altamente permeables Por esta razón, se plantea por parte del equipo diseñador la utilización de un producto que permita garantizar la captación del agua subterránea y de filtración para asegurar la optimas condiciones de estructura de vía diseñada.

## Solución

Se definió la inclusión de un geotextil no tejido 3000 para la construcción de subdrenaje tipo "francés" con una sección de 0.70 m de ancho por 1.50 m de alto, tubería de 8 pulgadas y grava de 3/4 El filtro se deberá construir a la base del talud (costado occidental), donde se tiene previsto la mayor filtración de agua de la estructura al suelo.

## Resultado

Se han instalado 400 ml de los 3.6 km donde se instalara geotextil no tejido 3000 lo cual es un ejemplo de la inclusión de geosintéticos en proyectos de infraestructura vial en especial en las estructuras que garantizan la vida útil de la vía y la disminución de costos de mantenimiento.



**wavin**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 17 días del mes de agosto de 2023, siendo las 10.00 am, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°575-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°626-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 14.AGO.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público presencial de la tesis titulada: **USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUB DRENAJE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. UNIVERSITARIA, PILLCO MARCA – 2022**, para optar el Título de Ingeniero Civil de los Bachilleres de Ingeniería civil **KAREN RUTH ESPINOZA HUAMAN** y **DAVID MARVIN ABEL ESPINOZA HUAMAN**, reuniéndose en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los Docentes: Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia **PRESIDENTE** – Msc. Ing. Mauro Antonio Domínguez Magino, **SECRETARIO** – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, **VOCAL** y de los bachiller mencionado, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación del aspirante al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

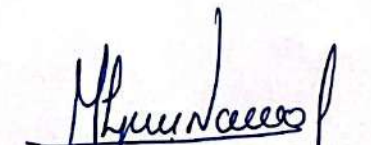
APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
ESPINOZA HUAMAN KAREN RUTH	APROBADO	14	BUENO
ESPINOZA HUAMAN DAVID MARVIN	APROBADO	14	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII- Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Dándose por finalizado dicho acto a las...11:40 am... del mismo día 17/08/2023 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

  
**JOSÉ LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA**  
**PRESIDENTE**

  
**MAURO ANTONIO DOMÍNGUEZ MAGINO**  
**SECRETARIO**

  
**LUIS FERNANDO NARRO JARA**  
**VOCAL**



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

**N°047-2023- DI/FICyA**

El director de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco

**HACE CONSTAR** que:

La Tesis **"USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUB DRENAJE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. UNIVERSITARIA, PILLCO MARCA - 2022"** de los Bachilleres **ESPINOZA HUAMAN KAREN RUTH** y **ESPINOZA HUAMAN DAVID MARVIN ABEL** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Cuenta con un índice de similitud del **26 %** verificable en el Reporte de Originalidad del software anti-plagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 25 de agosto 2023



**Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA**  
Director de Investigación  
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DI.JLVG 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUB DRENAJE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA

AUTOR

ESPINOZA HUAMAN KAREN RUTH ESPINOZA HUAMAN DAVID MARVIN ABEL

RECUENTO DE PALABRAS

**46923 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**197179 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**210 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**15.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 25, 2023 1:36 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 25, 2023 1:39 PM GMT-5****● 26% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 21% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 14% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DOCENTE DE LA FICA

Resumen

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

<b>Pregrado</b>	X	<b>Segunda Especialidad</b>		<b>Posgrado:</b>	Maestría		Doctorado
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Facultad</b>	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
<b>Escuela Profesional</b>	INGENIERIA CIVIL
<b>Carrera Profesional</b>	INGENIERIA CIVIL
<b>Grado que otorga</b>	-----
<b>Título que otorga</b>	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Facultad</b>	-----
<b>Nombre del programa</b>	-----
<b>Título que Otorga</b>	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Nombre del Programa de estudio</b>	-----
<b>Grado que otorga</b>	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>Apellidos y Nombres:</b>	ESPINOZA HUAMAN DAVID MARVIN ABEL						
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b> 945 392 529
<b>Nro. de Documento:</b>	45325761				<b>Correo Electrónico:</b>	Leosack_15@hotmail.com	

<b>Apellidos y Nombres:</b>	ESPINOZA HUAMAN KAREN RUTH						
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b> 991822757
<b>Nro. de Documento:</b>	7632587				<b>Correo Electrónico:</b>	Karenruth0398@gmail.com	

<b>Apellidos y Nombres:</b>							
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>		

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

<b>¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?:</b> (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO				
<b>Apellidos y Nombres:</b>	MACHUCA GUARDIA RISSEL			<b>ORCID ID:</b>	https://orcid.org/ 0000-0001-6004-8282		
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de documento:</b> 42119910

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

<b>Presidente:</b>	VILLAVICENCIO GUARDIA JOSE LUIS
<b>Secretario:</b>	DOMINGUEZ MAGINO MAURO ANTONIO
<b>Vocal:</b>	NARRO JARA LUIS FERNANDO
<b>Vocal:</b>	
<b>Vocal:</b>	
<b>Accesitario</b>	QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL

**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:</b> (Ingrese el título tal y como está registrado en el <b>Acta de Sustentación</b> )
“USO DEL GEODREN VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUB DRENAJE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. UNIVERSITARIA, PILLCO MARCA - 2022”
<b>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:</b> (tal y como está registrado en <b>SUNEDU</b> )
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
<b>c)</b> El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
<b>d)</b> El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
<b>e)</b> El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
<b>f)</b> Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
<b>g)</b> Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
<b>h)</b> Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.






**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación:</b> (Verifique la Información en el <b>Acta de Sustentación</b> )			2023_			
<b>Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional:</b> (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	<b>Tesis</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Artículo</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Patente de Invención</b>	<input type="checkbox"/>
	<b>Trabajo de Investigación</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Trabajo de Suficiencia Profesional</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos</b>	<input type="checkbox"/>
	<b>Trabajo Académico</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Otros (especifique modalidad)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Palabras Clave:</b> (solo se requieren 3 palabras)	GEODREN	SERVICIABILIDAD	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Tipo de Acceso:</b> (Marque con X según corresponda)	<b>Acceso Abierto</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Condición Cerrada (*)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<b>Con Periodo de Embargo (*)</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Fecha de Fin de Embargo:</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora?</b> (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una “X” en el recuadro del costado según corresponda):				SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Información de la Agencia Patrocinadora:</b>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

**7. Autorización de Publicación Digital:**

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

		
<b>Firma:</b>		<b>Huella Digital</b>
<b>Apellidos y Nombres:</b>	ESPINOZA HUAMAN KAREN RUTH	
<b>DNI:</b>	76332587	
		
<b>Firma:</b>		<b>Huella Digital</b>
<b>Apellidos y Nombres:</b>	ESPINOZA HUAMAN DAVID MARVIN ABEL	
<b>DNI:</b>	45325761	
		
<b>Firma:</b>		<b>Huella Digital</b>
<b>Apellidos y Nombres:</b>		
<b>DNI:</b>		
<b>Fecha: 18/08/2023</b>		

**Nota:**

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.