

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y LA MEJORA EN EL  
PROCESO DE PAVIMENTACIÓN EN LA REGIÓN  
LIMA - PROVINCIAS 2018**

**TESIS**

**Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**BACH. ERICK JOAN ALEXANDER MANDAMIENTO TICONA**

**ASESOR:**

**Ing. José Luis Zumarán Iribarren  
Registro CIP: 78792**

**HUACHO - PERÚ  
2018**

Innovación Tecnológica y la mejora en el  
proceso de pavimentación en la  
Región Lima - Provincias  
2018

**ERICK JOAN ALEXANDER MANDAMIENTO TICONA**

**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

Nota del autor:

Estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, presento la Tesis con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, ésta investigación ha sido desarrollada y financiada económicamente por aporte propio; agradezco por las contribuciones y asesorías al Ing. José Luis Zumarán Iribarren en la elaboración de la presente tesis.

ASESOR Y MIEMBROS DE JURADO

---

**Presidente**

---

**Secretario**

---

**Vocal**

---

**Asesor**

## ***DEDICATORIA***

*A Dios por darme vida, salud, amor y la fuerza necesaria para salir adelante en los momentos más difíciles. Por ser nuestro fiel compañero en el andar de la vida.*

*A mi madre por ser guía en el sendero de cada acto que realizo hoy, mañana y siempre.*

*A mis maestros que con sus ejemplos de superación inspiran a sus discípulos.*

***El Autor***

## **AGRADECIMIENTO**

Aprovecho este espacio para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

Un especial agradecimiento al Ing. José Luis Zumarán Iribarren, asesor de tesis, por la orientación, supervisión del proyecto de investigación. Especial reconocimiento merece por el interés mostrado por mi trabajo y las sugerencias recibidas.

A los ingenieros expertos por haberme brindado su apoyo en el desarrollo de esta investigación y validar los instrumentos de acopio de datos que sirvieron para medir la variable en estudio.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibido de nuestras familias y amigos.

**El Autor.**

## RESUMEN

**Objetivo:** Formular la innovación tecnológica que mejore el proceso de pavimentación en la Región Lima - Provincias 2018. **Métodos:** La Población estuvo constituida por 60 personas entre ingenieros civiles, profesionales o técnicos especialistas de vías y otros integrantes que usan los caminos en este tramo de estudio de la Región Lima Provincias 2018; utilizando la selección de la cantidad con el método no probabilístico; dando preferencia a los verdaderos. Se utilizó la Técnica de *Observación, Análisis Documental, Encuesta y Entrevista*, para medir la relación de variables: Innovación Tecnológica y la mejora en el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018. Con este indicador de alfa de Cronbach se indica que el Cuestionario tiene un 67,3% de validez. **Resultados:** Para la Innovación Tecnológica y la mejora en el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018, se detalla descriptivamente la Innovación Tecnológica, métodos de construcción y su aplicación en el presente para mejorar el proceso de pavimentación en las pistas de la Región Lima Provincias en el cuidado de la salud del peatón, usuario y todos los que usan éstas vías, además de encontrar la relación con la vía en sus tres dimensiones básicas: mayor durabilidad, reducción de costos y resistencia a mayores cargas en las pistas. Así mismo los resultados metodológicos son muy favorables a través de la evaluación de sus hipótesis planteadas. **Conclusiones:** Con un 95% de confianza se comprobó que si existe una buena relación entre la variable Innovación Tecnológica y las dimensiones de la variable Proceso de pavimentación.

**Palabras claves:** Innovación Tecnológica, Métodos de Construcción y Proceso de pavimentación.

## ABSTRACT

**Objective:** To formulate the technological innovation that improves the paving process in the Lima Region - Provinces 2018. **Methods:** The Population was constituted by 60 people between civil engineers, professionals or technical specialists of roads and other members who use the roads in this section of study of the Region Lima Province Provinces 2018 study; using the selection of the amount with the non-probabilistic method; giving preference to the true ones. The Technique of Observation, Documentary Analysis, Survey and Interview was used to measure the relationship of variables: Technological Innovation and the improvement in the paving process in the Lima Provincias Region 2018. With this indicator of Cronbach's alpha it is indicated that the Questionnaire it has a 67.3% validity. **Results:** For the Technological Innovation and the improvement in the paving process in the Lima Region 2018 Provinces, the Technological Innovation, construction methods and their application in the present are described descriptively to improve the paving process in the slopes of the Lima Region Provinces in the care of the health of the pedestrian, user and all those who use these roads, in addition to finding the relationship with the road in its three basic dimensions: greater durability, cost reduction and resistance to higher loads on the slopes. Likewise, the methodological results are very favorable through the evaluation of their hypotheses. **Conclusions:** With 95% confidence, it was proved that there is a good relationship between the variable Technological Innovation and the dimensions of the variable Paving Process.

**Keywords:** Technological Innovation, Construction Methods and Paving Process.

## INDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
CAP. I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1 Problema general	16
1.2.2 Problemas específicos	16
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1 Justificación	17
1.4.2 Importancia	18
1.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.5.1 Delimitación Geográfica	18
1.5.2 Delimitación Temporal	19
1.5.3 Delimitación de Recursos	19
1.6 VIABILIDAD	19
CAP. II: MARCO TEÓRICO	20
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO	20
2.1.1 REGIÓN LIMA – PROVINCIAS	20
2.1.2 CARRETERAS PERUANAS	23
2.1.3 PAVIMENTACIÓN DE LA REGIÓN LIMA - PROVINCIAS	28
2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	33
INTERNACIONALES	33
NACIONALES	34
2.3 BASES TEÓRICAS	36
2.3.1 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	36
2.3.2 PROCESO DE PAVIMENTACIÓN DE LA REGION LIMA	37
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	48
2.5 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	53
2.5.1 Hipótesis General	53
2.5.2 Hipótesis Específica	53
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES	54
2.6.1 Variable Independiente:	
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	54

2.6.2 Variable Dependiente:	
PROCESO DE PAVIMENTACIÓN	54
CAP. III: METODOLOGÍA	56
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO	56
3.1.1 Tipo de Investigación	56
3.1.2 Nivel	56
3.1.3 Enfoque	56
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	57
3.2.1 Población	57
3.2.2 Muestra	58
3.2.3 Técnicas	59
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	60
3.3.1 Técnicas a Emplear	60
3.3.2 Descripción de los Instrumentos	60
3.3.3 Validez de los Instrumentos	61
3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	61
CAP. IV: RESULTADOS	62
4.1 RESULTADOS TEÓRICOS	62
4.2 RESULTADOS METODOLÓGICOS	76
4.2.1 Validez del Instrumento	76
4.2.2 Confiabilidad del Instrumento	78
4.2.3 Tablas y Gráficos Estadísticos	80
4.2.4 Contrastación de Hipótesis	98
CAP. V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
5.1 CONCLUSIONES	105
5.2 RECOMENDACIONES	106
CAP. VI: BIBLIOGRAFÍA	107
6.1 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXOS	108

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Mapa de la Región Lima – Provincias	22
Figura 02: Vista de una de nuestras carreteras	24
Figura 03: Vista de choque entre 2 buses interprovinciales	26
Figura 04: Pavimentos usados	39
Figura 05: Antes de la construcción	40
Figura 06: Preparación de la Base	42
Figura 07: Preparación de la Superficie	43
Figura 08: Colocación de refuerzos	43
Figura 09: Procedimiento hasta la membrana asfáltica	44
Figura 10: Muy parecido a la realidad en la zona	46
Figura 11: Pavimento en fatiga	68
Figura 12: Ejemplo de pavimento con rodera	69
Figura 13: Pavimento en grietas	70
Figura 14: Falta de capacidad portante	70
Figura 15: Grietas o discontinuidades	71
Figura 16: Refuerzos en pavimentos	73
Figura 17: Respuesta a la pregunta N° 01 del cuestionario	81
Figura 18: Respuesta a la pregunta N° 02 del cuestionario	82
Figura 19: Respuesta a la pregunta N° 03 del cuestionario	83
Figura 20: Respuesta a la pregunta N° 04 del cuestionario	84
Figura 21: Respuesta a la pregunta N° 05 del cuestionario	85
Figura 22: Respuesta a la pregunta N° 06 del cuestionario	86
Figura 23: Respuesta a la pregunta N° 07 del cuestionario	87
Figura 24: Respuesta a la pregunta N° 08 del cuestionario	88
Figura 25: Respuesta a la pregunta N° 09 del cuestionario	89
Figura 26: Respuesta a la pregunta N° 10 del cuestionario	90
Figura 27: Respuesta a la pregunta N° 11 del cuestionario	91
Figura 28: Respuesta a la pregunta N° 12 del cuestionario	92
Figura 29: Respuesta a la pregunta N° 13 del cuestionario	93
Figura 30: Respuesta a la pregunta N° 14 del cuestionario	94
Figura 31: Respuesta a la pregunta N° 15 del cuestionario	95
Figura 32: Respuesta a la pregunta N° 16 del cuestionario	96
Figura 33: Respuesta a la pregunta N° 17 del cuestionario	97
Figura 34: Respuesta a la pregunta N° 18 del cuestionario	98

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Distribución de la Población	57
Tabla 02: Distribución de la Muestra	58
Tabla 03: Calificación de los Expertos	77
Tabla 04: Calificación de los Expertos	78
Tabla 05: Alpha de Cronbach	79
Tabla 06: Escala de confiabilidad	79
Tabla 07: Pregunta N° 01 del cuestionario	80
Tabla 08: Pregunta N° 02 del cuestionario	81
Tabla 09: Pregunta N° 03 del cuestionario	82
Tabla 10: Pregunta N° 04 del cuestionario	83
Tabla 11: Pregunta N° 05 del cuestionario	84
Tabla 12: Pregunta N° 06 del cuestionario	85
Tabla 13: Pregunta N° 07 del cuestionario	86
Tabla 14: Pregunta N° 08 del cuestionario	87
Tabla 15: Pregunta N° 09 del cuestionario	88
Tabla 16: Pregunta N° 10 del cuestionario	89
Tabla 17: Pregunta N° 11 del cuestionario	90
Tabla 18: Pregunta N° 12 del cuestionario	91
Tabla 19: Pregunta N° 13 del cuestionario	92
Tabla 20: Pregunta N° 14 del cuestionario	93
Tabla 21: Pregunta N° 15 del cuestionario	94
Tabla 22: Pregunta N° 16 del cuestionario	95
Tabla 23: Pregunta N° 17 del cuestionario	96
Tabla 24: Pregunta N° 18 del cuestionario	97
Tabla 25: $X_1 \rightarrow Y$	98
Tabla 26: Prueba chi cuadrado	99
Tabla 27: $X_2 \rightarrow Y$	100
Tabla 28: Prueba chi cuadrado	100
Tabla 29: $X_3 \rightarrow Y$	101
Tabla 30: Prueba chi cuadrado	101
Tabla 31: $X \rightarrow Y$	102
Tabla 32: Prueba chi cuadrado	103
Tabla 33: Resumen de Contrastación de Hipótesis	104

## INTRODUCCIÓN

La evolución de nuestro mundo y los grandes cambios de nuestro planeta, la humanidad y la mayor parte de seres han repercutido en experimentar y que nos lleva muchas veces a problemas globales que demandan profesionales capaces de desarrollar al máximo sus potencialidades en la búsqueda de soluciones y alternativas teóricas y metodológicas que permitan conocer, interpretar y transformar la realidad hacia el desarrollo humano con compromiso social, cultural, económico y político.

La investigación constituye un proceso de búsqueda de alternativas para la generación, innovación y elaboración de soluciones ante cualquier realidad en la que le toque desenvolverse. La investigación, como actividad y capacidad, cada vez se generaliza y se constituye en una exigencia en todos los niveles del saber.

En ese sentido, la investigación es una experiencia que posibilita reconocerse partícipe del problema y de la solución o de la posibilidad de proponer alternativas viables y efectivas a las necesidades humanas.

En concordancia al contexto emergente y realidad problemática referida en líneas anteriores se desarrolló el estudio sobre “Innovación Tecnológica y la mejora en el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias - 2018”; con la idea central de buscar la relación que existe entre la innovación tecnológica (mayor durabilidad, disminución de costos y mayor resistencia a las cargas) y el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias, una aplicación de tecnología traerá como consecuencia un mejor proceso de pavimentación y ostentar mejor calidad de vida del humano.

El estudio estuvo orientado a detectar la relación entre la aplicación de la innovación tecnológica y métodos de construcción y que a mi entender tiene mucho que ver con el proceso de pavimentación; antes de construir los pavimentos, dar conocimiento y tener en cuenta que no solo es cuestión de abreviar tiempos, menor costos, sino que se debe analizar o estudiar bien antes de la construcción.

En el capítulo 1, se desarrolla el marco de la realidad problemática formulada sobre las bases de revisiones bibliográficas, estudios exploratorios y técnicas adecuadas para el enfoque del problema.

En el capítulo 2, denominado marco teórico, se detalla sobre la zona en estudio y se mencionan estudios nacionales y extranjeros que fueron tomados en cuenta; así mismo se exponen las bases teórico científicas de las variables enfocadas (Innovación Tecnológica y la mejora en el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias - 2018).

En el capítulo 3, denominado marco metodológico, se precisan los elementos principales del protocolo de investigación como: hipótesis, variables, tipo de investigación, diseño, método de estudio, población y muestra, técnicas de acopio de datos y método de análisis de datos.

En el capítulo 4, denominado resultados, se precisan el proceso a seguir de la construcción, descripción y sustentación del estudio de la innovación tecnológica recomendada y la discusión del análisis de las consecuencias y los resultados, se presentan los hallazgos explorados y expresados en tablas estadísticas, gráficos y medidas de resumen. Complementado con interpretaciones y prueba de hipótesis, de acuerdo a los objetivos generales y específicos establecidos previamente. Enseguida se discuten los resultados destacando nuestra opinión sobre la validez de los resultados y estableciendo la relación con los antecedentes y las teorías precisados en el estudio.

En la parte final del trabajo de investigación se formulan de manera puntual las conclusiones más relevantes, se plantean recomendaciones dirigidas a los peatones, conductores, profesionales u otros. Y en la sección de anexos se adjuntan las evidencias que contribuyen a lograr la credibilidad del estudio.

El Autor.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Desde los senderos hechos a fuerza de paso, hasta las grandes carreteras de concreto, el hombre ha modificado su entorno de acuerdo con las necesidades de su tiempo.

En estos tiempos, en la era de las comunicaciones, la necesidad de construir pistas más fuertes y más seguras intensifica su mirada en la mejora de las construcciones de carreteras, material de grandes posibilidades para el desarrollo de los caminos en el mundo contemporáneo. Las carreteras y vías urbanas son un factor muy importante en el desarrollo socio-económico de las regiones y países.

El transporte es un elemento de gran influencia en la economía de las zonas urbanas y rurales, y la serviciabilidad de las carreteras contribuye al desarrollo socio – económico de los sectores de la población, por ello es necesario una adecuada planificación en los proyectos viales para que puedan garantizar y facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. Dicha serviciabilidad es función directa del estado superficial y estructura del pavimento.

Por otro lado, un objetivo muy importante en las construcciones, es el relacionado al incremento sustentable de sus niveles de productividad; la mejora de la productividad del trabajo es una buena estrategia al que deben aspirar todos los involucrados en proyectos de construcción civil, ya que de esta manera se racionalizan los recursos y será posible ejecutar mayor número de proyectos contribuyendo al desarrollo económico de una nación a través de la creación de nuevos empleos, aumento de salarios entre otros.

Pero, comparado con otros sectores, la construcción no ha presentado grandes tasas de aumento en la productividad del trabajo.

El presente estudio aborda el problema de la mejora de la productividad del trabajo en procesos constructivos, especialmente en proyectos de carreteras, aplicando metodologías de mucho éxito en el sector manufacturero: la construcción sin pérdidas y la Innovación Tecnológica. Se aboga por mejoras del tipo organizacional en ámbitos como el planeamiento y la calidad que se reflejan de manera progresiva en la eficiencia de los recursos en el campo, además se aboga por mejoras mucho mayores al incorporar nuevos avances científicos en las tecnologías de construcción con la que se lleva a cabo los proyectos. Ambos enfoques no deben ser implementados aisladamente, sino que deben complementarse para obtener mayores beneficios.

En la presente investigación se da énfasis en la calidad de los pavimentos; que debe cumplir con los requisitos de las normas técnicas que brinda cada agencia gubernamental de transportes, en el caso peruano el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (OGCF) publica periódicamente el Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción -EG" cuya última versión se publicó el año 2013. En ella se reúnen los requisitos de calidad de los proyectos. En este punto cabe indicar que la segregación de material de base y sub base granular no es tratada con la profundidad debida, ya que sólo existen recomendaciones en la etapa de diseño, pero no incluye el componente operativo que también influye en la aparición de capas segregadas. Por ello es conveniente seguir recomendaciones de artículos más especializados en el tema, por ejemplo "Segregación: Causas y Soluciones" de Don Brock y James May (1994) posee un profundo análisis de las causas de la segregación en todas las etapas del proceso constructivo (diseño de mezcla, dosificación, transporte y esparcido), otro buen ejemplo es "Managing Stockpiles" de Mary Foster con gran cantidad de recomendaciones sobre las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de agregados en pilas para evitar problemas de segregación.

Finalmente, otro aporte importante hacia la construcción de carreteras es aplicar los métodos correctos y adecuados que se usa en cualquier proceso en donde se haya dado resultados de mejoras, es decir, ahorros de tiempos, mejoras continuas, mejores empleo de maquinarias, ahorros en el proceso, etc., que contribuya a optimizar el proceso de pavimentación.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera la innovación tecnológica mejorará el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿De qué manera la mayor durabilidad mejorará el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018?
- ¿De qué manera la reducción de costos mejorará el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018?
- ¿De qué manera la resistencia a mayores cargas mejorará el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Formular la innovación tecnológica que mejore el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Formular la mayor durabilidad, que mejore el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.
- Formular la reducción de costos, que mejore el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.
- Formular la resistencia a mayores cargas, que mejore el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Justificación**

Este proyecto es justificable porque en nuestro Perú las carreteras no son las más adecuadas y en la actualidad con el potente crecimiento del parque automotor se hace insuficiente las vías de acceso las cuales se encuentran en mal estado, cuya preocupación es el traslado de pan llevar y pasajeros que es el puente comercial de nuestro Perú que con sus productos agrícolas logran satisfacer las necesidades de pobladores y el exterior; además la población que habita en la zona son los más perjudicados por la congestión de vehículos y la polvadera que causan los vehículos que transitan por el sector, los accidentes que ocurren a diario hacia los peatones y discapacitados que es notorio su malestar por la pista en mal estado y muchas de ellas muy peligrosas. Los que se trasladan conocen este sector y se percatan de los problemas en el proceso de pavimentación en ésta región del Perú, que deberán tomarse acciones para la innovación, aplicando nuevos métodos que se usa en éstos procesos como: mejor empleo de maquinarias, ahorros en el proceso, mejoras continuas, mejor resistencias, ahorros de tiempo, etc., contribuyendo a una mejor calidad de tránsito urbano. Ante tales circunstancias y las condiciones

señaladas, es justificada la intervención del gobierno regional o nacional para modificar la situación, en vista que es un servicio público.

#### **1.4.2. Importancia**

La pavimentación de los caminos, es importante porque permitirá las mejores condiciones de vida de la población peruana; además de que conforme el tiempo pase se debe buscar mejoras en las condiciones para el proceso constructivo; permitiendo así la reducción de casos de accidentes, también mejorar el acceso a lugares alejados y/o servicios de pan llevar; así como también podrá incrementarse las visitas turísticas para el desarrollo de nuestro país.

La presente investigación está centrada en darle mayor durabilidad a las pistas, reducción de los costos de producción y que las pistas sean muy resistentes a mayores cargas; así como también la disminución de pérdidas, el control de la productividad y la calidad en el proceso de pavimentación que se propone una tecnología de construcción que creo mejora el proceso de pavimentación.

### **1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.5.1. Delimitación Geográfica**

El proyecto de investigación se circunscribe en la región Lima Provincias y abarca especialmente las carreteras o pistas más relevantes.

### **1.5.2. Delimitación Temporal**

El objeto de la investigación se desarrolla en el año (2018), formulando este proyecto de Innovación Tecnológica en la mejora del Proceso de Pavimentación en la Región Lima – Provincias de nuestro Perú. Dependiendo de los cambios de mejoras de parte del gobierno local o regional que beneficia a pobladores y servidores.

### **1.5.3. Delimitación de Recursos**

El proyecto de investigación se limita por ser una propuesta de mejoras del proceso de la pavimentación de la Región Lima Provincias, que muchas veces tendremos que esperar a que se realice este proyecto o a la voluntad de la aprobación de la inversión del gobierno, ya que después de haberse construido los resultados de disminución de pérdidas, mejoras en el control de la productividad, mejorar la calidad de proceso de pavimentación convirtiéndose en carreteras más duraderas, menor costo de construcción, más resistentes y empleo de menores tiempos.

## **1.6. VIABILIDAD**

El estudio resulta viable ya que se cumplen las siguientes condiciones:

- Se cuenta con los conocimientos sobre el tema seleccionado.
- El tiempo para elaborar la tesis es aproximadamente no mayor de 4 meses.
- Existe un financiamiento para la tesis de investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO**

##### **2.1.1. REGIÓN LIMA – PROVINCIAS**

La Región Lima, que comprende las provincias de Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos del actual departamento de Lima, es decir, no incluye la provincia de Lima, tiene una población de 944 mil habitantes, lo que la convierte en la décimo tercera región con mayor población en el país.

El departamento de Lima se constituye así en el único departamento del país que cuenta con tres gobiernos de características regionales: Región Lima (provincias), Región Callao y la Municipalidad Metropolitana de Lima. Es importante destacar que son las provincias de sierra las que han visto mermada su población, puesto que esta tiende a desplazarse por las menores oportunidades, condiciones y recursos para aumentar la producción y generar ingresos, así como por la violencia social que se vivió en esa zona en los años del terrorismo.

Cuenta con una gran variedad de lugares turísticos, como la Fortaleza de Paramonga (Barranca) Caral (Barranca), Albuferas de medio mundo (Huaura), Picoy y Huancahuasi (Huaura), Sayán (Huaura), Reserva Nacional Lomas de Lachay (Huaral), Castillo de Chancay (Huaral), Eco Truly Park Chancay (Huaral), Zona arqueológica Cantamarca (Canta), Bosques de Zárate (Huarochirí), San Pedro de Casta y Marcahuasi, los Baños Medicinales de Chilca, Lunahuaná (Cañete), el Castillo Unánue (Cañete), Cataratas de Huancaya Vilca

(Yauyos), Huaquis (Yauyos). La extensión territorial de la región Lima Provincias es de 32,136.92 km<sup>2</sup>. Su superficie se ubica entre regiones de costa, de desiertos altos y de fértiles serranías ubicadas entre la vertiente occidental de la Cordillera Andina. El clima es variado, la temperatura promedio en invierno es de 14°C y en verano de 26°C. La esperanza de vida de su población es, en promedio, de 74 años. Las provincias que presentan mayor expectativa en años de vida son: Barranca con 75 años, Huaral 74.9 años, Huaura 74.9 años y Cañete 74.1 años; las provincias que presentan menor expectativa en años de vida son: Oyón con 66.5 años y Yauyos con 66.8 años.

Considerando las ramas de actividad económica: extractiva (agricultura, ganadería, caza, pesca y minería), de transformación (industria manufacturera y construcción), y comercio y servicios; su PEA está mayormente dedicada a la actividad extractiva. La actividad económica predominante es la agropecuaria, constituyendo la actividad económica principal y primera fuente de ocupación de su población; caracterizada en el eje costero por su mayor desarrollo agrícola y agroindustrial, y en el área andina por bajos niveles de producción y productividad; destacan Cañete, Huarochirí y Huaura. Dentro de las actividades extractivas, destaca el sector pesquero, básicamente la industria pesquera que se localiza al norte del eje costero. La pesca marítima se realiza a través de dos modalidades: pesca artesanal y pesca industrial o mecanizada, dando origen a una industria pesquera, localizada principalmente en el norte del eje costero. En producción pesquera el Puerto de Supe y el de Chancay son los que tienen mayor participación con un 30,7 % y 36,6 % respectivamente en harina de pescado. En lo que respecta a producción nacional el ámbito del Gobierno Regional de Lima participa con un 18 % en harina de pescado. La región Lima es productora de energía eléctrica, de fuente hidráulica, así como sede de actividad industrial y turística importante para su provincia vecina, Lima Metropolitana, actualmente se viene desarrollando intensamente

el turismo de aventura. La región Lima Provincias, tiene un potencial de desarrollo económico social prometedor, al tener reservas naturales y un mercado potencial cercano como es Lima Metropolitana; debe, sin embargo, aún avanzar en la interconexión de su territorio e integración de su población, así como tener un mayor acceso de sus productos al mercado regional y nacional.



**Figura N° 01: Mapa de la Región Lima – Provincias.**

## 2.1.2. CARRETERAS PERUANAS

Una **carretera** o **ruta** es una vía de transporte de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos. Existen diversos tipos de carreteras, aunque coloquialmente se usa el término carretera para definir a la carretera convencional que puede estar conectada, a través de accesos, a las propiedades colindantes, diferenciándolas de otro tipo de carreteras, las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel. Las carreteras se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte.

En las áreas urbanas las carreteras divergen a través de la ciudad y se les llama calles teniendo un papel doble como vía de acceso y ruta. La economía y la sociedad dependen fuertemente de unas carreteras eficientes. En el Perú un buen porcentaje de todos los productos son movidos por camiones y la gran mayoría de los viajeros se mueven en autobús o en coche.

El Perú cuenta con un sistema de transporte terrestre básicamente a través de carreteras las cuales conectan a todas las capitales de departamento y la mayoría de las capitales de provincia, permitiendo que cualquier ciudadano se pueda movilizar con su vehículo a los principales centros urbanos de este país, a donde llegan también un sin número de líneas de buses interprovinciales, muchas de ellas con unidades muy modernas y confortables.

Las mercaderías son transportadas en miles de camiones que llegan inclusive a zonas y poblados bastante aislados del territorio.

El transporte ferroviario no es muy extenso en cuanto a kilometraje de vías férreas y es básicamente utilizado para transportar minerales que se trasladan desde los centros de producción hasta los centros de

exportación ubicados en diferentes puertos. En algunos casos también sirven para el transporte de pasajeros, incluyendo a los trenes turísticos.



**Figura N° 02: Vista de una de nuestras carreteras  
(Departamento de Puno, cerca al Aeropuerto peruano)**

En el Perú, las carreteras se clasifican en longitudinales, transversales y de enlace o regionales:

### **1. Carreteras Longitudinales**

Las que tienen una marcada orientación de norte a sur o viceversa (en el sentido de los meridianos).

**Carretera Panamericana:** Su nombre es Franklin Delano Roosevelt. Recorre la costa peruana. Cruza por las ciudades capitales departamentales de Tumbes, Piura, Chiclayo, Trujillo, Lima, Ica, Moquegua y Tacna Es la más importante del Perú.

**Carretera Longitudinal de la Sierra:** Cruza por las ciudades capitales departamentales de Huaraz, Huánuco, Cerro de Pasco, Huancayo, Huancavelica, Ayacucho, Abancay, Cusco y Puno.

**Bolivariana o Marginal de la Selva:** Pasa por Bagua Chachapoyas, Moyobamba, Tarapoto, Bellavista, Juanjuí, Tocache y Tingo María y Pucallpa.

## 2. Carreteras Transversales

Son las que tienen dirección de oeste a este o viceversa (en el sentido de los paralelos), se les llama también Carreteras de Penetración, pues unen Costa, Sierra y Selva.

**Carretera Central o Federico Basadre:** Es la más importante del país, uniendo las ciudades de Lima, Cerro de Pasco, Huánuco y Pucallpa. Esta carretera cruza la Cordillera de los Andes en el paso de Anticona - Ticlio, considerado como el más alto del Perú.

**Carretera Mesones Muro:** Comunica las ciudades de Olmos, Jaén, Bagua, Chachapoyas, Moyobamba y Tarapoto. Es la más importante en el norte.

**Carretera de Los Libertadores:** Une las ciudades de Pisco, Huancavelica, Ayacucho, hasta Luisiana.

## 3. Carreteras de Enlace

Se les llama también regionales. Son de poca extensión comunicando a algunas ciudades con las carreteras longitudinales o transversales.

Ejemplos:

Carretera Ilo - Desaguadero (Binacional).

Carretera Trujillo - Cajamarca.

El Perú es uno de los países con **más accidentes geográficos** en todo el mundo, ésta característica ha ocasionado que los viajes por tierra de un departamento a otro se vuelva todo un riesgo para los peruanos provocando accidentes y trágicas muertes.

Perú tiene una tasa de muertes estimada de 15,9 por cada 100 mil habitantes, según la OMS.

Las tragedias, ponen en evidencia los niveles de siniestralidad que existen en las carreteras del país, donde casi la mitad de los fallecidos están vinculados a la informalidad en el transporte. El meollo de ésta situación estaría en la poca articulación de las normas vigentes y acciones que llevan a cabo las instituciones encargadas del transporte y su regulación en el país.



**Figura N° 03: Vista de choque entre dos buses interprovinciales (choque entre buses de la empresa Turismo Barranca y Transporte Express, en el sector conocido como La variante a 60 km de Lima)**

Semana a semana, las carreteras de nuestro país hacen noticia por los constantes accidentes. Choques y volcaduras que sirven para aumentar la tasa de mortalidad en nuestras vías, que según el informe global del Estado de la Seguridad Vial 2013, difundido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), presenta cifras más que preocupantes.

Las carreteras del Perú figuran entre las más peligrosas de América Latina. El informe refiere que nuestro país tiene una de las tasas de muertes más altas con 15,9 por cada 100 000 habitantes, por encima de países con un parque automotor mucho más grande como México, Argentina o Chile.

Eso no sería todo. La OMS agregó que Perú es uno de los 77 países y uno de los cinco de América Latina junto con Bolivia, Honduras, República Dominicana y Nicaragua que no cuenta con cifras fiables sobre las causas de las muertes registradas. Una muestra de ello, son las cifras presentadas por la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (Sutran) que en 2013 registró apenas 555 muertos.

En 2010, la Sutran registró 685 muertes por accidentes viales. Ese mismo año la OMS tiene 4 622 fallecidos. Cifras que no cuadran.

En entrevista a “El País” de España, que también cita el estudio, Elvira Moscoso señaló que “el 92% de los accidentes ocurre en las ciudades y el resto en las carreteras interprovinciales, pero en carreteras el número de las víctimas es siempre mucho mayor”.

El informe de la OMS informa que hay poco más de 100 vehículos por cada 1 000 habitantes, una cifra que lo sitúa entre los países con menor parque automotor del continente.

Por eso, en el mapeo de las rutas más peligrosas del Perú siendo la Carretera Central y la Panamericana Norte algunas de ellas.

### **Ruta 1**

La ruta hacia a sierra de Ancash también está teñida de sangre: en un episodio con visos de catástrofe, 18 personas murieron en un bus que iba hacia Huánuco.

### **Ruta 2**

Más hacia el norte, en Piura, hay otra zona donde los accidentes en carreteras son constantes: la Panamericana Norte, desde Trujillo hasta Piura tiene casi la quinta parte de los accidentes reportados y han dejado una docena de muertos en las pistas.

### **Ruta 3**

La tercera zona donde se produjo la mayor cantidad de los accidentes registrados en el Perú es la Carretera Central, específicamente desde San Mateo hasta La Oroya.

## **2.1.3. PAVIMENTACIÓN DE LA REGIÓN LIMA – PROVINCIAS**

### **Carretera Río Seco – Sayán**

La obra se ubica en las provincias de Huaura, Huaral y Oyón. Los trabajos culminaron en agosto del 2014 y han permitido reducir el recorrido de 2,5 horas hasta 1,5 horas, gracias a una inversión de S/. 84 millones en sus 42,6 kilómetros.

### **Carretera Cañete – Lunahuaná**

Se ubica en la provincia sureña de Cañete, cerca al departamento de Ica. La lógica de esta intervención ha sido priorizar la construcción de carreteras de mejor calidad antes que de mayor longitud, para lo que es necesario para que sean vías de doble calzada. Los trabajos de rehabilitación y mejoramiento se realizaron entre enero del 2014 y

noviembre del 2015. Con una extensión de 37,4 km, demandaron una inversión de S/. 145,4 millones.

### **Carretera Mala – Calango – La Capilla**

De 25,5 km se ubica en la provincia sureña de Cañete. Los trabajos de rehabilitación y mejoramiento se iniciaron en agosto del 2012 y concluyeron en diciembre del 2013. Esta obra representa un gran salto en la transitabilidad sobre la vía, pues reduce el tiempo de viaje promedio de una hora a 40 minutos, gracias a una inversión de S/. 60 millones.

### **Variante Huallatupe – Carretera Central**

Se ubica en la provincia de Huarochirí. Se ha elaborado el estudio de factibilidad a cargo del concesionario, el mismo que se culminó en 2017. Además, se construyó un puente nuevo de 60 metros de longitud y un túnel de 170 metros. Sus tres carriles mejorarán enormemente la transitabilidad. Demanda una inversión de S/. 46 millones.

### **Corredor Cañete – Desvío Yauyos – Huancayo**

Esta importante obra conecta directamente a la población de Cañete con la ciudad de Huancayo (Junín), pasando por ciudades como Yauyos. Los trabajos empezaron en enero del 2016, y la conservación será hasta el año 2020. El tramo de 194,8 km implicará una inversión de S/. 100 millones, y la población directamente beneficiada se contabiliza en más de 873.000 habitantes.

### **Corredor Mala – Calango – Río Blanco**

Se ubica en las provincias de Cañete, Yauyos y Huarochirí. A finales del 2016 se inició la elaboración del estudio a nivel de perfil para el mejoramiento de este corredor que beneficiará en gran medida a las poblaciones de Cañete, quienes ya no necesitarán viajar a la ciudad de

Lima para poder acceder a la Carretera Central. Con 183 km de longitud, demandará S/. 185 millones durante cinco años.

### **Corredor Pamplona – Cajatambo – Oyón**

Este corredor se ubica en las provincias de Barranca, Cajatambo y Oyón (Lima), y Ocos (Áncash). El tramo a ser mejorado y conservado comprende un total de 214 km que requerirán una inversión de S/. 144 millones, de los cuales S/. 93 millones se destinarán a los 177 km ubicados en Lima. Esta obra beneficiará a las poblaciones fronterizas del departamento, pues mejorará el acceso y la transitabilidad hacia las principales ciudades del país. La población directamente beneficiada se contabiliza en más de 180.000 habitantes.

### **Carretera Oyón – Ambo**

Se ubica entre las provincias de Oyón, Daniel Alcides Carrión y Ambo, en los departamentos de Lima, Pasco y Huánuco, respectivamente. Consta de tres tramos. Está en evaluación la modalidad de ejecución de esta iniciativa cuya inversión asciende a S/. 1450 millones para mejorar sus 149,9 km (33,8 km en la región Lima Provincias, con una inversión de S/. 304 millones). Esta carretera también es parte de una iniciativa privada cofinanciada llamada Corredor Económico Central: Emp. PE-5N – Tingo María – Huánuco – Dv. Cerro de Pasco – Ambo – Oyón – Churín – Sayán – Huaura y Río Seco - Dv. Sayán. Está actualmente en fase administrativa y contribuirá a la solución de la problemática de la congestión en la Carretera Central, al ser la salida para parte de la población de Lima.

### **Carretera Río Blanco – Huari**

Recorre las provincias de Huarochiri (Lima) y Yauli (Junín). Los trabajos se realizarán entre marzo del 2018 y marzo del 2019 y consistirán de la construcción de un desvío de 4,2 km, una variante de

dos carriles de 78 km y un túnel de 3,5 km con características de sección transversal idénticas a la Carretera Central. Demandará una inversión de S/. 401,1 millones para sus 85,7 km. En Lima, se trabajaran 14,5 km con S/. 60 millones en los últimos años.

### **RED VIAL N° 5**

Esta vía es de vital importancia por ser parte de la carretera Panamericana y porque conecta a la capital peruana con todas las grandes ciudades de la costa norte del país. El tramo en concesión va desde Ancón (incluyendo el Serpentín de Pasamayo) hasta Pativilca (182 km) y continúa hacia el límite con el departamento de Áncash. Teniendo en cuenta que la vía entre Ancón hasta Huacho ya es autopista, las intervenciones mayores se encuentran en el tramo Huacho – Pativilca (57 km), para las que se han previsto S/. 267 millones y que incluyen la construcción de la segunda calzada, los puentes en Huaura, Pativilca y Supe, los pasos a desnivel en las avenidas Centenario, San Martín y Perú, y los intercambios viales de Huacho, Huaura, Medio Mundo, San Nicolás, Barranca y Pativilca. A su vez, el Estado ha invertido un total de S/. 160 millones en la realización de 42 obras complementarias constituidas por el intercambio vial de Primavera, pasos a desnivel, además de 12 puentes peatonales y accesos, 4 intersecciones a nivel, 9 accesos a centros poblados, muro separador central entre los kilómetros 75 y 95, mejoramientos de curvas, entre otros. Todas estas acciones permitirán que las poblaciones de la zona puedan gozar de una conectividad terrestre segura. Además, con la autopista Pativilca – Trujillo, se activará un corredor logístico de gran importancia que las interconectará con el norte de la capital. La culminación de estas obras estará a cargo por NORVIAL hasta el año 2021.

## **RED VIAL N° 6**

Este tramo va desde Pucusana hasta la provincia de Ica. Al unir Lima, Cañete, Pisco e Ica, conecta a la capital peruana con todas las grandes ciudades de la costa sur del país a través de la Longitudinal de la Costa (carretera Panamericana). Con una inversión total de S/. 450 millones, a fines del 2016 se logró concluir la autopista que conecta Lima e Ica. En el departamento de Lima se ha ejecutado ya el Intercambio Vial de Asia, el Puente Peatonal Asia (en el distrito de Asia) y el Puente Peatonal en Chilca II, trabajos que demandaron una inversión de S/. 9 millones. Además, se cuenta con una autopista de doble calzada hasta el ingreso a Chincha (Ica). Luego de las acciones de destrabe de inversiones, se logró el inicio de obras entre Chincha e Ica. En el tramo Chincha – Pisco, de 41,1 km, se construye la vía nueva de doble calzada que incluye, además, los intercambios viales de Chincha Alta, Pisco y San Andrés, los pasos a desnivel en Sunampe, Tambo de Mora, Puquio Santo, San Andrés, Salas, Lurinchincha, Pozuelo Norte, Camacho, San Clemente, Litardo Bajo, Chinchaysullo, San Miguel, entre otros. En el tramo Pisco – Ica, de 54,5 km, se construirá una segunda calzada paralela a la existente, así como el intercambio vial a Paracas, los pasos a desnivel Buena Vista, Pozo Santo, Paraíso, los pasos peatonales en Santa Cruz, Paracas, Villacurí, Guadalupe, entre otras obras. Esta vía generará importantes beneficios para los pobladores de la región en materia de mejora de la seguridad vial, disminución de accidentes y ahorro de tiempo de viaje. Pero también beneficiará a otras actividades ligadas al turismo y al comercio, ya que mejorará el intercambio de la producción hacia Lima, al formar un corredor logístico que articulará los aeropuertos de estas dos regiones y que facilitará la exportación e importación a través de los terminales portuarios del Callao y General San Martín.

## **ÓVALO CHANCAY – HUARAL – ACOS**

Se trata de un corredor alternativo a la Carretera Central, 76 kilómetros de longitud y que se encuentra totalmente asfaltado. Su importancia radica en que permite interconectar a la ciudad de Lima con las ciudades de Huaral, Huayllay y el empalme hacia la Carretera Central (altura de la localidad de Unish, en Cerro de Pasco). Es una concesión cofinanciada que beneficia directamente a las provincias de Huaral, en el departamento de Lima, y a la provincia de Cerro de Pasco. Asimismo, se está evaluando la posibilidad del mejoramiento del tramo Acos – Huayllay a nivel de asfaltado, para contar con un corredor alternativo a la Carretera Central. La inversión asciende a US\$ 120 millones.

### **2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **INTERNACIONALES:**

INCIARTE, C. (2012) realizó una tesis titulada: “Análisis Comparativo de Métodos de Diseño y Construcción de Pavimentos de Concreto Hidráulico según Normas Aplicadas en México, Reino Unido y España” para la obtención del Grado de Maestro en Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México; su objetivo: realizar una comparación de los métodos de diseño y construcción que se aplican en México para pavimentos de concreto hidráulico con la normatividad de otras reconocidas internacionalmente por tener vialidades con altas especificaciones.

LÓPEZ, R. (2010) realizó una tesis titulada: “Procedimiento constructivo para la elaboración, construcción y puesta en servicio de pavimentos rígidos para carreteras conjuntas sin refuerzo continuo” para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría. Facultad de Ingeniería Civil. Habana – Cuba; su objetivo:

elaborar un procedimiento constructivo para la elaboración, construcción y puesta en servicio de pavimentos rígidos para carreteras conjuntas sin refuerzo continuo, según lo establecido por las normas cubanas y las regulaciones constructivas, producción del hormigón, y los procesos necesarios de control de calidad del mismo, secuencia detallada de colocación, acabado, corte, texturizado y curado de las losas de hormigón hidráulico que conforman la superficie de rodadura, criterios de aceptación de la obra, en cuanto a la producción de agregados, planta de producción, tendido y terminado de la losa, control de calidad, objetivos, secuencia de los trabajos, verificación de la calidad, retroalimentación de los resultados, características de los materiales que conforman el pavimento rígido, preparación del terreno natural, materiales para el hormigón, cemento, agregados, agua y aditivos, calidad superficial y puesta en servicio y la influencia que tiene la buena ejecución de las juntas, sus diferentes tipos, y los principales materiales utilizados.

MBA, E. y TABARES, R. (2005) realizaron una tesis titulada: “Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio ciudadela del café – vía la badea” para la obtención del título profesional especialista en vías y transporte. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y arquitectura; su objetivo: evaluar los diferentes métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimentos según criterios de parámetros empíricos, semi-empíricos y racionales para establecer las distintas alternativas estructurales que se tienen en ésta área con el fin de comparar los conceptos técnicos académicos para los diferentes tipos de diseño.

#### **NACIONALES:**

ROMÁN, B. (2015) realizó una tesis titulada: “Aplicación de las metodologías construcción sin pérdidas e innovación tecnológica para la mejora de la productividad en procesos de pavimentación”. Para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Civil; su objetivo: aplicar 2 metodologías utilizadas

con mucho éxito en el sector industrial: una a nivel organizacional (Construcción sin Pérdidas) y otra a nivel tecnológico (Innovación Tecnológica). Ambas se utilizan para identificar oportunidades de mejora en la productividad del trabajo en proyectos de carreteras y de manera específica en procesos de pavimentación, se eligió este tipo de proyectos pues la bibliografía relacionada es inconclusa y su naturaleza repetitiva es una oportunidad para su estandarización.

ARIAS, T. y SARMIENTO, J. (2015) realizaron un proyecto de tesis titulada: “Análisis y Diseño Vial de la Avenida Martín Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de Lima”. Para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Facultad de Ingeniería; su objetivo: realizar un análisis y diseño de pavimentos de la avenida Mártir Olaya con la finalidad de adaptar la superficie de rodadura a los requerimientos de tráfico pesado y garantizar una mejor seguridad vial a los usuarios, para que de esta manera la vía se constituya como la principal avenida que conecta la Antigua Carretera Panamericana Sur con la Urb. Fundo Paso Chico, Urb. La Estancia de Lurín, Urb. Las Praderas de Lurín, la Quebrada de Pucara, C.P. Huarangal y otros poblados.

RENGIFO, K. (2014) realizó una tesis titulada: “Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)”. Para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería; su objetivo: realizar el diseño del pavimento de un kilómetro de la nueva carretera Panamericana Norte. Se diseñará dicho pavimento considerando dos tipos: flexible y rígido. El pavimento flexible se diseñará mediante la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA) para luego comparar ambos resultados y escoger la mejor opción.

MORALES, J. (2005) realizó una tesis titulada: “Técnicas de Rehabilitación de Pavimentos de Concreto utilizando Sobrecapas de Refuerzo”. Para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad de Piura.

Facultad de Ingeniería; su objetivo: dar a conocer los diferentes tipos de sobrecapas de refuerzo (flexible o rígida), que se pueden aplicar sobre los pavimentos rígidos y el procedimiento de diseño de cada uno de ellas, utilizando el método AASHTO 93.

## **2.3. BASES TEÓRICAS**

### **2.3.1. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

Es cuando una tecnología de construcción se utiliza para realizar una tarea en un proyecto por primera vez. La innovación tecnológica tendrá mayor impacto en la construcción que en otros sectores (manufactura, servicios, etc.) ya que sus niveles de desarrollo tecnológico se encuentran muy atrasados con respecto a los demás, esto se hace evidente al observar la mayoría de las obras, en donde se siguen utilizando las mismas tecnologías que hace 1 o 2 décadas (Ghio, 1997).

Por lo anterior se deduce que las compañías constructoras deben tener en cuenta los potenciales beneficios de incorporar innovación tecnológica dentro de las organizaciones, la cual puede ser de 2 maneras, ya sea dentro del proceso donde el cliente no lo percibirá pero su implementación traerá consigo reducción de costos y tiempos además de mejoras en la calidad, o también puede ser innovando el producto en donde el cliente sí lo percibirá volviéndose una fuente de adicional de valor añadido y aumento de las ventas.

La idea detrás de este tipo de innovación es proporcionar al cliente de un producto que satisfaga necesidades insatisfechas con el nivel tecnológico considerado por los diseños existentes. Tipos de necesidades insatisfechas pueden ser la durabilidad de materiales, costos reducidos, resistencia mecánica a mayores cargas entre otros.

Para satisfacer estas nuevas necesidades se requiere desarrollar investigación aplicada, un buen ejemplo son los constantes experimentos que se realizan en las mezclas de concreto con nuevos aditivos. A continuación se citan un par de ejemplos de innovación de producto:

**Pavimentos de concreto con geometría optimizada:** Esta innovación chilena permite reducir los espesores de las capas de pavimentos de concreto mediante una ingeniosa de dimensionamiento de las losas de tal forma, que estas nunca sean cargadas por más de un set de ruedas del vehículo, logrando disminuir significativamente las tensiones. Los resultados preliminares indican que incluso serían más económicos que el equivalente de asfalto.

La innovación tecnológica, entonces será el fenómeno dinámico que se da cuando una tecnología (por lo general madura) ya ha sufrido gran cantidad de mejoramientos continuos y para generar beneficios se tendrían que incurrir en costos mayores, por lo que es mucho más eficiente reemplazarla por otras tecnologías (en crecimiento o emergentes) con mayores posibilidades de mejora y beneficios económicos. Este podría ser el caso de lo que viene ocurriendo en la construcción de estructuras de concreto, donde muchas compañías han optado por utilizar elementos pre-fabricados a pesar de que aún tiene problemas por superar en lugar del tradicional método de encofrado y vaciado in-situ que probablemente ya ha alcanzado su madurez.

### **2.3.2. PROCESO DE PAVIMENTACIÓN EN LA REGIÓN LIMA - PROVINCIAS**

Es el componente fundamental de la infraestructura vial -caminos, carreteras, aeropuertos- la estructura de un pavimento está formada por capas inferiores de material granular, que pueden estar en su

estado natural o tratadas previamente con aglomerantes y/o agentes estabilizadores y una capa superficial (de rodadura).

Existen numerosos criterios para clasificación de pavimentos, ya sea por su tiempo de vida útil, por su estructura y por el tipo de tránsito que soportará, sin embargo la clasificación general de los pavimentos depende de la manera en que transmiten las cargas al terreno desde su capa más superficial -esto varía en función del tipo de material de dicha capa- si está compuesta de cemento Portland se denominará Pavimento de Concreto Hidráulico, en cambio si fuera más conveniente la utilización de materiales bituminosos y granulares será del tipo Asfáltico. En el presente estudio se profundizará dentro del ámbito de Pavimentos Asfálticos.

Los tipos de Pavimento existentes son:

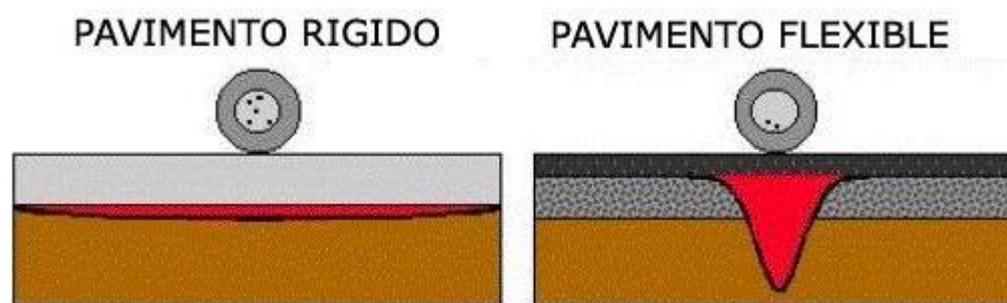
Flexibles, rígidos y otros (Empedrados, adoquín, estampado, etc).

En el Perú la mayor parte de los pavimentos son flexibles estando estos constituidos en su forma más sencilla por la sub-rasante, una capa sub-base, una capa base y una carpeta asfáltica de rodamiento, pero también existen pavimentos rígidos, los cuales están constituidos en su forma más sencilla; por una sub-rasante, una capa sub-base o capa base y una capa de concreto; este tipo de pavimento actualmente es poco utilizado en nuestro país debido a su alto costo y a su tedioso proceso constructivo, pero el mismo debe ser empleado en carreteras en donde el tránsito vehicular sea elevado, en especial los vehículos pesados, ya que este tipo de pavimento tiende a ser más duradero en el tiempo que los pavimentos flexibles, y requieren de menos mantenimiento.

## PAVIMENTOS RÍGIDOS

Los Pavimentos Rígidos: Son aquellos formados por una losa de concreto Pórtland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.

Ante todo se debe conocer que los pavimentos flexibles son aquellos que tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir deformación, transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas. Está compuesto por una delgada capa de mezclas asfálticas, colocada sobre capas de base y sub-base, generalmente granulares.



**Figura N° 04: Pavimentos Usados (foto de Apuntes de Ingeniería Civil, mayo 2009 UPC)**

En función a lo señalado anteriormente; se puede diferenciar que en el pavimento rígido, el concreto absorbe gran parte de los esfuerzos que las ruedas de los vehículos ejercen sobre el pavimento, mientras que en el pavimento flexible este esfuerzo es transmitido hacia las capas inferiores (Base, Sub-base y Sub-rasante).

## REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS:

- Requisitos de los Materiales.
- Dosificación.
- Equipos Necesarios.
- Procedimiento Constructivo
- Juntas de Concreto.
- Sellos de Juntas.
- Prevención y Corrección de Defectos.



**Figura N° 05: Antes de la construcción** (Publicado por Ing. Oswaldo D. Centeno, archivo de blog – abril 2010)

## **PREPARACIÓN DE LA BASE y requerimientos iniciales.**

Antes de construir la losa de concreto que va a representar el pavimento rígido, se debe acondicionar la base de apoyo mediante el siguiente procedimiento:

- Se escarificara la base del terraplén hasta 20 centímetros.
- Se coloca el material apilonado a lo largo de la carretera.
- Con una moto-niveladora se tumba el material apilonado, formando un camellón a lo largo de la carretera.
- Mezclar material e incorporar la humedad optima y compactar, aplicando la siguiente ecuación:  $\text{Humedad Optima} = \text{Humedad del agregado} + \text{Humedad hidrosfópica del material}$ .
- Colocación de capas sueltas que al compactarla quedan con un espesor de 20-30 centímetros. La compactación se hace por capas, por ello se debe escarificar la capa inmediata inferior 5.00 centímetros, para lograr un buen adosamiento entre la capa inferior y superior evitando así planos de falla.
- En la última capa debemos darle a la sección transversal una pendiente de 2%, esto con el fin de garantizar que el espesor de la capa del pavimento sea igual en toda la sección transversal de la carretera. Esto se hace con una moto-niveladora, la cual hace el perfilado y el acabado o conformación final se realiza con el compactado de rodillo liso; la tolerancia admisible será de  $\pm 3$  centímetros con respecto a la cota del proyecto.



**Figura N° 06: Preparación de la Base** (Publicado por *Ing. Oswaldo D. Centeno*,  
*archivo de blog – abril 2010*)

Para el acondicionamiento de la superficie de apoyo, y lograr que la misma sea eficiente, se utilizan los siguientes equipos:

- Moto-niveladoras y equipos complementarios.
- Compactadora vibradora o aplanadora de ruedas neumáticas autopropulsada.
- Camiones volteo.
- Camiones tanque.
- Herramientas generales de trabajo.



**Figura N° 07: Preparación de la Superficie** (Publicado por Ing. Oswaldo D. Centeno, archivo de blog – abril 2010)

Acondicionada la base de apoyo se procede a lo colocación del acero de refuerzo el cual absorberá los esfuerzos a tracción, el mismo puede ser malla electro-soldada (Malla Trukson) o cabillas empalmadas. Cuando a lo largo de la vía no hay elementos como bocas de visitas se coloca malla trukson a lo largo y al diámetro seleccionado según las cargas que transitan o transitaran por la vía, en tanto que si hay elementos se hace el armado con cabillas a la sección que encierra el elemento para el posterior vaciado.

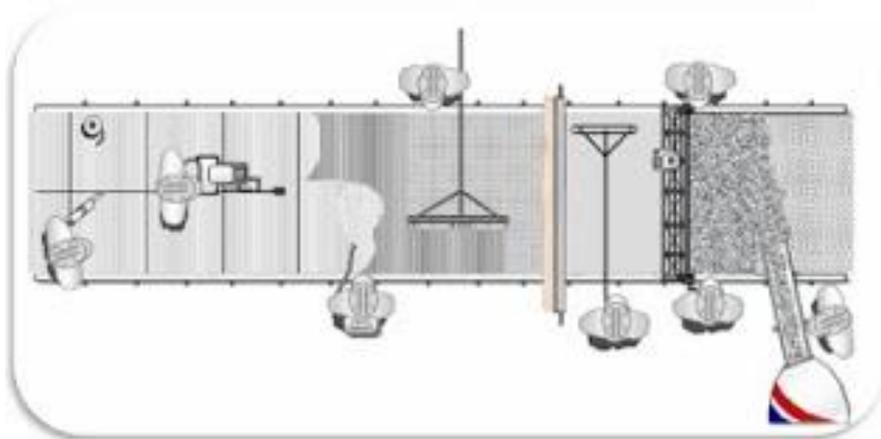


**Figura N° 08: Colocación de refuerzo** (Publicado por Ing. Oswaldo D. Centeno, archivo de blog – abril 2010)

Luego sobre la base compactada, la que deberá estar limpia, se recomienda aplicar una membrana asfáltica del tipo MC-30 o actualmente el más usado Rc-250, con el objetivo de crear un puente de adherencia entre la base y el concreto fresco. Además, sirve para minimizar problemas de alabeo de losas y evitar la pérdida de agua de amasado. Deberán verificarse los requisitos topográficos, ya sea de la base, como así mismo del trazado, pendientes y peraltes, una vez colocado se deja entre 24 horas y 48 horas al aire libre, para la evaporación de los volátiles.

Posteriormente se hace el vaciado del concreto, y el mismo se hace por paños, los cuales están previamente encofrados; la composición del concreto dependerá de cómo se vaya a efectuar el encofrado.

El concreto debe cumplir con dos propiedades fundamentales como lo son el módulo de Resistencia a la ruptura y módulo de elasticidad.



**Figura N° 09: Procedimiento hasta la membrana asfáltica** (Publicado por Ing. Oswaldo D. Centeno, archivo de blog – abril 2010)

## RESISTENCIA A LA RUPTURA:

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión ( $S'c$ ) ó Modulo de Ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días. Los valores recomendados para el módulo de ruptura varían desde 41 Kg/cm<sup>2</sup> (583 psi) hasta los 50 Kg/cm<sup>2</sup> (711 psi) a los 28 días dependiendo del uso que vayan a tener.

A continuación se presenta el módulo de ruptura recomendado según el tipo de pavimento:

Tipo de Pavimento	Modulo de Ruptura (MR) Recomendado	
	Kg/cm <sup>2</sup>	psi
Autopista	48.0	682.7
Carreteras	48.0	682.7
Zonas Industriales	45.0	640.1
Urbanas Principales	45.0	640.1
Urbanas Secundarias	42.0	597.4

## ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Nuestra sociedad cuenta con innumerables y penosas muestras de ello. Pero, como tantos hechos que ocurren en nuestro país, suceden, conmueven y pasan al olvido sin que las autoridades competentes realicen el mínimo análisis de sus causas para proponer las correspondientes medidas preventivas que tiendan a evitar la repetición de lo ocurrido. Muchos lectores dirán que son “accidentes” y que son “inevitables”, pero según el diccionario, accidente significa: “evento inesperado”, “percance, imprevisto sin causa aparente” o “suceso eventual especialmente desgraciado”. Entonces, si nos

atenemos estrictamente a estas definiciones, la mayoría de los accidentes automovilísticos y, en especial, los ocurridos durante la noche, realmente no son tales, más bien son colisiones que pueden y deben ser evitadas.

El aumento en la frecuencia y gravedad de los accidentes de tránsito en el Perú ha sido motivo de preocupación de los transeúntes, lugareños y autoridades; éste hecho ha llevado a estudiar el problema, con la intención de ayudar y aplicar medidas integrales que sirvan para mejorar el proceso de pavimentación y contribuyan a erradicar los accidentes de tránsito con sus efectos drásticos, en la pérdida de salud, bienes materiales en la zona.



**Figura N° 10: Muy parecido a la realidad en la zona**

La sociología considera la cultura como el resultado de un aprendizaje y de la suma de conocimientos. En un sentido amplio es necesario

concebir la cultura no solo como la posesión de un patrimonio artístico y cultural sino como una jerarquía de valores.

La cultura de salud es todo lo que el hombre ha hecho y hace para cultivar la vida humana en sus potenciales físicas, mentales y sociales. Entonces la cultura de tránsito es todo lo que el hombre ha hecho y hace para cultivar la vida humana en sus potenciales físicas, mentales y sociales, basándose en el respeto y valoración equitativa hacia el otro, ya sea peatón o conductor, y el respeto a las normas de tránsito que soportan las relaciones entre éstos.

## 2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Acarreo de Materiales:** Transporte de los materiales que serán utilizados en la construcción de una carretera, o bien el traslado de materiales producto de la excavación del terreno.

**Afectaciones:** Daño que se causa a los propietarios de la tierra a todo lo ancho del derecho de vía, así como las personas que sufran algún tipo de perjuicio por la construcción, mantenimiento u operación de una carretera.

**Banco de Materiales:** Lugar de donde se extraen materiales que serán utilizados en la construcción y mantenimiento de una carretera.

**Berma:** Es la parte de la vía que se encuentra al mismo nivel y contigua a la calzada. Es usada generalmente como soporte para los vehículos que se detienen por algún motivo en la vía, e incluso es usado también como vía por ciclistas.

**Biota:** Término utilizado para definir todos los organismos vivientes de una región. Normalmente se divide en flora y fauna.

**Calzada:** Es el principal elemento de la vía. Es aquella parte de la vía destinada a la circulación de vehículos. Puede ser de uno o dos sentidos, en cuyo caso se separan por una mediana o una línea pintada en la frontera de ambas. Su diseño varía de acuerdo al tránsito que hay sobre ella, el cual puede ser: bajo, medio o alto. La calzada puede ser de concreto o asfalto.

**Camino de Acceso:** Caminos temporales de pobres especificaciones, que sirven para que la maquinaria y los equipos lleguen a los diferentes frentes de trabajo en la construcción de una carretera y explotación de los bancos de materiales.

**Campamento:** Instalaciones provisionales para alojar al personal que labora en la construcción de una carretera, generalmente constan de dormitorios, comedor y sanitarios.

**Contaminante:** Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

**Corte:** Toda excavación realizada a cielo abierto en terreno natural, en ampliaciones y/o abatimiento de taludes, en rebajes de camas y/o coronas, en escalones, en cunetas, contracunetas, en despalmes, etc., con el objeto de preparar y/o formar la sección de la terracería.

**Derecho de vía:** Es una parte del terreno aledaño a la calzada, cuyo dominio le pertenece al Estado, y se encuentra reservado para el mantenimiento, construcción o futuras ampliaciones en la vía, así como para servicios públicos o servicios auxiliares.

**Desmante:** Remoción de la capa de tierra vegetal (orgánica) ubicada dentro del derecho de vía, caminos de acceso y bancos de materiales.

**Despalme:** Acción de quitar la vegetación superficial ubicada dentro del derecho de vía, caminos de acceso y bancos de materiales.

**Diversidad Biológica:** Término utilizado para definir la variedad de especies en una comunidad determinada.

**Drenaje:** Colectores utilizados para encauzar las aguas superficiales hacia sistemas para su tratamiento o disposición final.

**Drenaje Natural:** Patrón de escurrimientos de las aguas superficiales, sin que haya intervenido la acción del hombre.

**Ecología:** Rama de la Biología que estudia las relaciones existentes entre los seres vivos y el ambiente que los rodea.

**Ecosistema:** Unidad funcional básica que incluye comunidades bióticas relacionadas con su ambiente abiótico en un área y tiempo determinados.

**Erosión:** Pérdida de la capa vegetal o suelo, debida a la acción del agua (erosión hídrica) o del aire (erosión eólica) en lugares puntuales.

**Excavación y Nivelación:** Actividad que consiste en la remoción o incorporación de material a fin de llegar a la cota cero, como el punto desde el cual se construirá el pavimento.

**Fauna:** Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

**Flora:** Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

**Hábitat:** Ambiente natural de un organismo; lugar donde vive. Herbicidas: Compuestos químicos tóxicos empleados para la erradicación de plantas indeseables.

**Impacto Ambiental:** Alteración favorable (benéfico) o desfavorable (adverso) que experimenta el conjunto de elementos naturales, artificiales o inducidos por el hombre, ya sean físicos, químicos o ecológicos; como resultado de efectos positivos o negativos de la actividad humana o de la naturaleza en sí.

**Mantenimiento de Carreteras:** Conjunto de acciones que se realizan a lo largo de la vida útil de una carretera, para mantenerla en buen estado de operación.

**Material Peligroso:** Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características

corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico – infecciosas. Medida de Mitigación Trabajos o actividades que se desarrollan para reducir o eliminar los impactos adversos que se generan en la construcción de la infraestructura.

**Mediana:** Es parte la parte de la vía que separa a ambos sentidos, cuyo ancho varía dependiendo de la ubicación o empleo de la misma. Se emplea generalmente en zonas urbanas para brindar seguridad al peatón al momento de cruzar la calzada. También son empleadas con fines estéticos para colocar en ellas elementos que mejoren la percepción de la ciudad.

**Microclima:** Es el conjunto de condiciones climáticas de un ambiente, es decir, es el clima de los alrededores inmediatos de un lugar o del hábitat y depende de la topografía local, de la vegetación y del suelo.

**Obras Complementarias:** Obras que se requieren construir para el buen funcionamiento de una carretera y no forman parte de su sección transversal, como es el caso de bordillos, contracunetas, lavaderos, etc.

**Oficinas de Campo:** Instalaciones provisionales donde se aloja la residencia de construcción y pueden constar de oficinas administrativas, talleres de reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo, patios de maniobras, estacionamiento y encierro de vehículos, sanitarios y cuarto de máquinas.

**Paisaje:** Conjunto de elementos que conforman un entorno y está en función de la topografía, hidrología, geología y clima en una zona determinada.

**Pavimento:** Conjunto de capas que soportarán la acción de las cargas producto del tránsito vehicular, consta de subrasante, subbase, base y carpeta.

**Proyecto:** Conjunto de actividades que inician desde la definición de rutas alternativas para la construcción de una carretera, hasta la elaboración del proyecto ejecutivo, incluyendo la evaluación económica y ambiental.

**Puente:** Estructura que da continuidad a una carretera, librando corrientes de agua superficiales y/o cañadas.

**Recurso Natural:** El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

**Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

**Restauración:** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

**Ruido:** Sonido que resulta molesto a una persona, el cual no necesariamente está relacionado con su intensidad o duración.

**Señalamiento:** Conjunto de dispositivos horizontales y verticales, que ayudan a los conductores a circular de manera segura y les proporciona información.

**Servicios Adicionales al Usuario:** Instalaciones que se construyen para ofrecer apoyo y auxilio a los conductores, como son: talleres, gasolineras, zonas de descanso y recreación, servicios de emergencia, etc.

**Socavación:** Erosión del suelo producto de una corriente superficial de agua (erosión hídrica). Tasa de Infiltración: Relación entre la cantidad de agua de lluvia que recibe un área determinada, con la cantidad que es absorbida por el suelo.

**Terraplén:** Estructuras ejecutadas con material adecuado, producto de cortes o de préstamos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría. Se consideran también como tales, las cuñas contiguas a los estribos de puentes y de pasos a desnivel, la ampliación de la corona, el tendido de los taludes y la elevación de la subrasante en terraplenes existentes;

así como el relleno de excavaciones adicionales abajo de la subrasante en cortes.

**Tránsito Vehicular:** Conjunto de vehículos que circulan por una carretera.

**Vegetación:** Conjunto de hierbas, arbustos y árboles que se encuentran en una región determinada.

## **2.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **2.5.1. Hipótesis General**

La innovación tecnológica contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

### **2.5.2. Hipótesis Específica**

- La mayor durabilidad contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.
- La reducción de costos contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.
- La resistencia a mayores cargas contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

### 2.6.1. Variable 1: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Es un fenómeno dinámico que se da cuando una tecnología ya ha sufrido varios mejoramientos y se reemplaza por otras tecnologías de construcción que se utiliza para realizar una mejor tarea (de mayor impacto en la construcción que en otros sectores) usando métodos, procesos, materiales, equipos, personal y las interrelaciones que poseen para llevar a cabo una operación.

<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Mayor Durabilidad	Menos Desgaste Mayor Refuerzo
Reducción de costos	Costos de materiales Costos de mano de obra
Resistencia a mayores cargas	Compactación Fatigas

### 2.6.2. Variable 2: PROCESO DE PAVIMENTACIÓN

Es el proceso mediante el cual se debe preparar una superestructura de una vía, construida sobre la subrasante, compuesta por la sub base, la base y la capa de rodamiento, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir los esfuerzos al terreno, estos se distribuyen de tal forma que no produzcan deformaciones perjudiciales, así como proveer una superficie lisa y resistente que sirva al tráfico de una manera segura, cómoda, eficiente, permanente y económica.

<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Disminución de pérdidas	Reducir el tiempo de ciclos Minimizar pasos Reducir la participación de actividades que no agrega valor

Control de la productividad	Mejoramiento continuo Eficiencia de actividades Referenciar permanentemente los procesos
Calidad	Detección de defectos Cambio cultural Eficiencia en el uso de recursos Eficiencia de técnicas de estudio de trabajo

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. DISEÑO METODOLÓGICO**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

La investigación es de tipo no experimental, el cual se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables independientes; y Transaccional o transversal ya que se tomará los datos a través del tiempo.

##### **3.1.2. Nivel**

La investigación es descriptiva y relacional. Se utiliza las teorías desarrolladas para explicar los sucesos que se presentan en el desarrollo de la investigación. Teniendo principalmente como base la Innovación tecnológica y las mejoras en el proceso de pavimentación de la Región Lima Provincias, se identifica los problemas y se recolecta información acerca de las posibles alternativas de solución.

##### **3.1.3. Enfoque**

El enfoque es un proceso sistemático que representa la clave y guía para determinar resultados congruentes, claros, objetivos y significativos.

Para desarrollar la investigación se sigue el enfoque Cualitativo y Cuantitativo debido a las siguientes características:

- Dado que se revisa la mejora en el proceso de pavimentación de la región lima - provincias, proponiendo las bondades de las innovaciones en la construcción para poder desarrollar la investigación. (enfoque cualitativo).
- Y porque se ponderarán los datos del cuestionario que se realizó en la encuesta a usuarios con este tipo de mejoras en el proceso de

pavimentación de la región lima - provincias (enfoque cuantitativo).

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. Población**

La población para la presente investigación se caracteriza especialmente en los conocedores o profesionales de la construcción de pavimentos, tales como: ingenieros civiles, arquitectos, técnicos u otros conocedores de éstas obras (que generalmente es de edad adulta), por el objeto de investigación sobre innovación.

En cuanto al tamaño de la población se ha considerado a 143 profesionales que participan en las obras de la región Lima – Provincias, durante el período (enero – mayo) que va del año 2018; tales como:

- Mejoramiento de calles y veredas del C.P. San Benito, distrito de Andajes – Oyón.
- Mejoramiento de los servicios de transpirabilidad vehicular del Camino Vecinal Aucallama – Palpa, distrito de Aucallama – Huaral – Lima.
- Ejecución efectiva de obras derivadas de pedidos de modificación del expediente técnico de la segunda etapa de Contrato de Concesión de la Autopista Huacho – Pativilca de la Panamericana Norte realizado por la empresa Norvial.

La población se distribuye en la tabla siguiente:

**Tabla 01: Distribución de la Población**

Conocedores y/o Profesionales	Total de Personal
Ingenieros Civiles	25
Arquitectos	4
Técnicos	15
Personal de Mantenimiento	40
Ingenieros de Proyectos	5
Ingenieros Supervisores	20
Ingenieros Residentes	20
Ingenieros Ambientales	3
Ingenieros para Seguridad	3
Consultores de Obra	8
Total	143

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2. Muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra en la presente investigación, se utilizó la fórmula proporcionada por la Asociación Interamericana de Desarrollo (AID), a través del Programa de Asistencia Técnica:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{(N - 1) \times E^2 + Z^2 \times P \times Q}$$

Donde

n = Tamaño de muestra

E = Error máximo dispuesto a aceptar en el cálculo. Generalmente se toma el valor de 0,05 o 5%.

P.Q = Variabilidad Positiva P y Variabilidad Negativa Q, ambos son complementarios y suman  $P + Q = 1$ , sus valores se basan en estudios anteriores, de no existir se asume  $P = Q = 0,5 = 50\%$ .

Z = Valor de Z de la Distribución Normal Estándar, de acuerdo al Nivel de Confianza o Probabilidad asumida. Generalmente se asume la Probabilidad de 0,95 o 95% y corresponde a  $Z = 1,96$ .

Conocida la fórmula, procedemos a determinar el tamaño de la muestra en un universo de 143 personas, donde se aplicó una encuesta preparada.

$$n = \frac{(1,96)^2 x(0,5)x(0,5)x(143)}{(142)x(0,05)^2 + (1,96)^2 x(0,5)x(0,5)}$$

$$n = 104$$

### **Modelo de Ajuste del Tamaño de Muestra**

Este Modelo es un Ajuste Estadístico y se aplica en los casos en que el Tamaño de Muestra calculado en los Modelos anteriores, resulte Mayor al 10% del Total de la Población.

$$n_0 = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Donde

$n_0$  = Tamaño de la Muestra Ajustada

$n$  = Tamaño de la Muestra anterior, mayor al 10% de la Población.

$N$  = Tamaño de la Población Total

$$n_0 = \frac{104}{1 + \frac{104}{143}}$$

$$n_0 = 60$$

### **3.2.3. Técnicas**

La técnica a emplear es muestreo discrecional. En este tipo de muestreo, a criterio del investigador los elementos son elegidos sobre lo que él cree que pueden aportar al estudio.

Criterios de técnicas de muestreo no probabilístico, las muestras se obtienen en forma aleatoria (no es posible estimar la probabilidad de que cada elemento pertenezca a la muestra), pero que de toda forma dan lugar a muestras representativas.

La muestra se distribuye en la tabla siguiente:

**Tabla 02: Distribución de la Muestra**

Conocedores y/o Participantes	Total de Personal	Muestra	%
Ingenieros Civiles	25	18	30,00
Arquitectos	4	3	5,00
Técnicos	15	6	10,00
Personal de Mantenimiento	40	12	20,00
Ingenieros de Proyectos	5	3	5,00
Ingenieros Supervisores	20	7	11,67
Ingenieros Residentes	20	3	5,00
Ingenieros Ambientales	3	2	3,33
Ingenieros para Seguridad	3	2	3,33
Consultores de Obra	8	4	6,67
Total	143	60	100,00

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1. Técnicas a Emplear

Las técnicas para la obtención de la información que se necesita para el desarrollo de esta investigación son:

- ✓ Observación.
- ✓ Análisis documental
- ✓ Entrevista
- ✓ Encuestas

#### 3.3.2. Descripción de los Instrumentos

**Observación:** Se aplica para observar todo lo relacionado con la innovación tecnológica en la mayor duración, menores costos y mayor

resistencia a grandes cargas, con el propósito de percibir, examinar, o analizar los eventos que se presentan y plantear mejoras en el proceso de pavimentación de la Región Lima Provincias.

**Análisis Documental:** Con la finalidad de obtener un fundamento del problema de investigación para el presente trabajo de estudio, se revisa las fuentes escritas (textos, tesis, etc.) vinculadas al tema de estudio.

**Entrevista:** Se entrevista a ingenieros civiles, profesionales de obras, técnicos u otros conocedores; en general participantes de este servicio de pavimentación.

**Encuesta:** Se elaboró un cuestionario de preguntas tipo Likert que fueron respondidas por usuarios sobre la Pavimentación de carreteras en la Región Lima Provincias.

### **3.3.3. Validez de los Instrumentos**

En el cuestionario se usó la escala de Likert (también denominada método de evaluaciones sumatorias) que es una escala psicotécnica que luego se pudo aplicar la validación y confiabilidad del instrumento. Ver Anexo (Cuestionario N° 1 - Encuesta).

El criterio de validez tiene que ver con la validez del contenido y la validez del conocimiento. La validez establece la relación del instrumento con la variable que se pretende medir y la validez de construcción de relacionar los ítems del cuestionario aplicado.

La confiabilidad se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto, produce iguales resultados.

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para analizar los datos recogidos con los instrumentos anteriores, se utilizó la estadística descriptiva para el procesamiento de datos, haciendo uso del programa SPSS, que nos permitió la comprobación de la hipótesis respectiva.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. RESULTADOS TEÓRICOS**

##### **INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

##### **MAYOR DURABILIDAD**

**Pavimento permeable:** Contar con un pavimento permeable resulta de enorme utilidad en zonas donde las frecuentes tormentas provocan un exceso de agua en las calles o vías, que dificulta la circulación y supone un peligro importante. Existen diferentes desarrollos que van en esta vía, sirviendo como ejemplo los dos que vamos a indicar a continuación:

- El pavimento desarrollado VTT, es idóneo para zonas que tienen un bajo volumen de tráfico, como aparcamientos, aceras, patios y plazas, y en lugares como los países nórdicos, donde las condiciones meteorológicas son cambiantes y la lluvia es muy frecuente. Para ello, han utilizado un pavimento mucho más permeable, desarrollado con un enfoque bastante diferente al de las capas y estructuras de los pavimentos tradicionales. Los materiales empleados incluyen hormigón permeable, asfalto poroso y sistemas de adoquines y bloques de piedra natural con abertura que favorecen la infiltración del agua, evitando su acumulación superficial.
- Bajo el nombre de TrueGrid se presenta un novedoso tipo de pavimento permeable que ha sido desarrollado por el inventor Barry Stiles para su uso, fundamentalmente, en zonas de aparcamiento. El sistema es capaz de absorber hasta un 99 % del agua recibida en una tormenta, lo que permite su implantación sin necesidad de añadir sistemas de retención o drenaje adicionales, con el consiguiente ahorro económico asociado.

El sistema se compone de una especie de rejillas de plástico que encajan entre sí para cubrir cualquier tipo de superficie, siendo capaces además de soportar pesos muy elevados.

**Pavimentos de gran duración:** Conseguir unos pavimentos capaces de tener una vida útil lo más larga posible, puede suponer un importante ahorro, y facilitar su mantenimiento.

- En esta línea van proyectos como el europeo “*Cost-effective durable roads by green optimized construction and maintenance (DURABROADS)*” con trabajos encaminados al diseño eficiente, desarrollo y validación de pavimentos de larga duración que resulten más económicos y ecológicos a partir de materiales mejorados con nanotecnología.
- En otras zonas, como Canadá, bajo el liderazgo del profesor Ludomir Uzarowski, se están implantando pavimentos con una duración muy elevada (cercana a los 50 años), mediante el empleo de varias capas: La capa inferior es una mezcla especialmente diseñada lleno de cemento asfáltico que es básicamente indestructible, y por lo tanto altamente resistente al agrietamiento. Las capas medias y superiores están hechos de mezclas asfálticas de alta calidad que resisten en celo, grietas y desgaste. La parte superior, que es la que soportará el deterioro, es fácil de solucionar, por lo que el mantenimiento de este pavimento es muy sencillo.

**Pavimentos que se reparan de forma autónoma,** como los desarrollados en la Universidad Tecnológica de Delft, o los creados por Repsol:

- Erick Schlangen (profesor de Ingeniería Civil en la Universidad Tecnológica de Delft), ha desarrollado un proyecto en el que ha podido fabricar un asfalto poroso capaz de regenerarse y autorrepararse cuando se le aplica calor por medio de inducción. Para conseguirlo han añadido micropartículas de acero al betún, que es el material que mantiene

pegados los componentes del pavimento. Cuando con el paso del tiempo y las condiciones meteorológicas el betún pierde su capacidad de mantener pegados los componentes del asfalto éstos se separan, produciéndose las brechas y baches. El acero es un material que se calienta muy fácilmente por medio de inducción electromagnética, como sabemos que ocurre en las cocinas vitrocerámicas de inducción. Pues ese mismo principio puede aplicarse para calentar el acero que compone el asfalto, de esta manera el betún vuelve a derretirse y al fluir de nuevo por las grietas formadas en el asfalto vuelve a fijar los materiales que se han separado, produciéndose una reparación automática. Además, este asfalto poroso tiene otras características muy útiles. Por su porosidad es capaz de filtrar mejor el agua, reduciendo el peligro de acuaplaning y resulta mucho más silencioso al paso de los vehículos.

- La propuesta de Repsol es una solución mucho más económica que otras similares, lo que augura su éxito en el mercado. De esta forma, se podría conseguir tener un asfalto con una vida útil muy superior al actual, lo que supondría un importante ahorro a los gestores de la carretera, con unos costes de implantación muy similares a los existentes hoy en día. Desde la propia compañía, basándose en los estudios y previsiones realizadas, se estima que la aplicación masiva de esta tecnología podría llevar asociado una reducción del 50% de los costes de mantenimiento y rehabilitación de las carreteras, lo que supone un valor añadido en cualquier momento, pero más en una época de crisis como la actual. Además, ésta no es la única ventaja de este tipo de asfalto, ya que al necesitar menos mantenimiento que los tradicionales, también se reduce la contaminación y residuos generados en las labores habituales de conservación del pavimento.

## **MENORES COSTOS**

La tendencia mundial en la construcción de vías apunta al uso de soluciones sostenibles y con menores costos de mantenimiento y operación; desde esta perspectiva los pavimentos en concreto son la alternativa más competitiva.

La verdadera revolución de las vías 4G: PAVIMENTOS EN CONCRETO.

Mejorar los índices de competitividad en infraestructura con más y mejores vías es una prioridad de países desarrollados y hoy más que nunca la reducción en el número y costo de las intervenciones durante la vida útil de una carretera es tan relevante como la economía en todo el proceso de diseño y construcción.

En este contexto, la pavimentación de vías en concreto juega un papel clave, pues más que cualquier otra tecnología se ajusta a la realidad económica de un país que mueve en su mayoría sus mercancías por vía terrestre. Esto porque los pavimentos en concreto tienen gran capacidad para soportar cargas de tránsito pesado, son indicados para suelos con bajas capacidades portantes, y entre otras, se adaptan bien a diferentes condiciones topográficas y climáticas.

Desde otro ángulo los pavimentos en concreto son una de las soluciones viales más utilizadas en el mundo (cuando se desean soluciones de larga duración o se tienen vías con tránsitos intensos) no solo por las bondades del concreto, sino porque bien construidos, logran reducciones significativas en los costos de operación y mantenimiento, lo que se traduce en ahorro, mejores niveles de servicio y recursos para vías nuevas.

En Colombia se encuentran numerosos ejemplos de pavimentos en concreto que han prestado un servicio con buena calidad durante muchos años, y en la última década programas como Vías para la Competitividad y Corredores Prioritarios para la Prosperidad fueron una oportunidad para probar las bondades del concreto y superar paradigmas, entre ellos, la idea de que pavimentar en concreto es más costoso.

Hoy, con las concesiones de cuarta generación, que abarcan 8000 kilómetros de vía, Colombia tiene una oportunidad única para mejorar sus niveles de competitividad y entregarle a sus habitantes vías perdurables que se conviertan en testimonio de una nueva historia vial del país.

Los pavimentos en concreto son recomendables cuando:

- El volumen de tráfico de carga pesada es alto.
- Existe un esquema de financiamiento a futuro.
- Se desea reducir gastos de mantenimiento.
- La suma de costos de construcción y mantenimiento a largo plazo son inferiores a los de otras aplicaciones.
- Se necesitan rehabilitar pavimentos asfálticos deteriorados tomando como estructura de soporte el mismo pavimento asfáltico que se tiene en el lugar (técnica Whitetopping).
- Hay zonas con altos regímenes de lluvia y suelos con bajas capacidades portantes.

**Bondades:**

- Costo de operación de los vehículos que circulan sobre pavimentos en concreto es menor comparado con alternativas asfálticas.
- Distancias de frenado más cortas.
- Menor consumo de energía en la iluminación de vías en concreto.
- Más durables: pueden diseñarse para una vida útil superior a 20 años. En Europa hoy se diseñan pavimentos para períodos superiores a 60 años de vías de concreto.
- 100% reciclables.

## **RESISTENCIA A MAYORES CARGAS**

Los pavimentos de asfalto (flexibles) están expuestos a cargas cíclicas que pueden ocasionar el hundimiento, la formación de baches y blandones y la aparición de fisuras por fatiga. Con el incremento del tráfico rodado de vehículos y de las cargas por eje este problema se puede ver acentuado.

La capacidad del asfalto para resistir tensiones de tracción es limitada. Cuando los pavimentos preexistentes de asfalto u hormigón son cubiertos con una nueva capa de asfalto, grietas y juntas penetran a través de ella en un período muy corto de tiempo.

Habitualmente se produce un rápido deterioro del pavimento, especialmente en áreas donde el agua puede penetrar en la estructura del pavimento.

Mediante la aplicación de un refuerzo, los esfuerzos de tracción se reducen y la reflexión de grietas se retrasa o incluso se impide.

También el agrietamiento de la superficie, causada por ejemplo por heladas y procesos de hielo-deshielo, asentamientos diferenciales en la base, sub-base o coronación, separación de carriles, grietas de reflexión y de resbalamiento se puede tratar con óptimos resultados con un refuerzo de asfalto que supone una inversión mínima comparada con el resto de la infraestructura.

Especialmente, en épocas de poca dotación para el mantenimiento de las carreteras (recordemos que el Banco Mundial recomienda una inversión en conservación de carreteras de, al menos, el 2% de su valor patrimonial), se hace necesaria la eficiencia en las inversiones, y una manera de contribuir a ello es alargar la vida útil de los pavimentos con el ahorro que ello supone, lo que se puede conseguir con los refuerzos de asfalto.

### **Objeto de los pavimentos en carreteras**

El paquete de pavimentación en carreteras tiene dos misiones básicas:

- Garantizar a los vehículos una superficie de conducción regular y no deformable, lo que se traduce en una mejora en la comodidad y seguridad vial.
- Y, estructuralmente hablando, distribuir las cargas transmitidas hacia el terreno de apoyo.

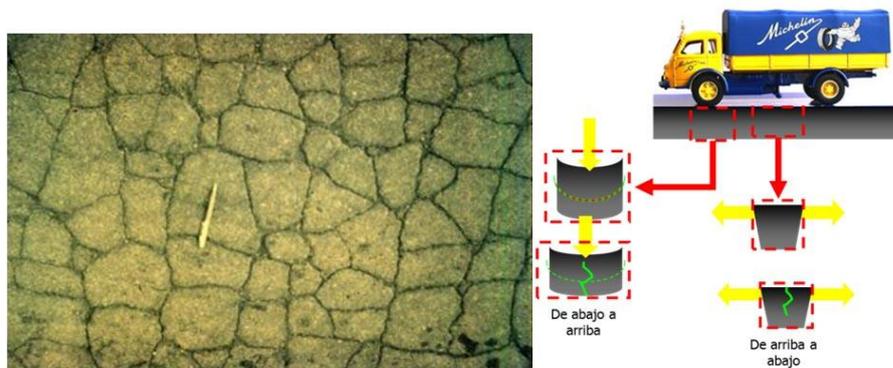
### **Principales motivos de fallos en el pavimento**

A grandes rasgos, podemos resumir en 5 los principales fallos que se pueden dar en un pavimento:

#### **Fatiga**

La fatiga del pavimento es principalmente debida a la modificación de la estructura interna causada por las deformaciones repetidas del material (bajas temperaturas).

Ocurre en áreas sujetas a cargas de tráfico repetidas. Pueden ser una serie de grietas interconectadas en estado temprano de desarrollo que se desarrollan en formas poligonales con aristas en ángulo, generalmente de menos de 0,3 m en el lado largo y con la característica "piel de cocodrilo" en etapas posteriores.



**Figura N° 11: Pavimento en fatiga**

### **Tensiones superficiales: roderas**

Una rodera es una depresión longitudinal en superficie en la zona de paso de las ruedas. Estas roderas pueden tener desplazamientos transversales asociados.

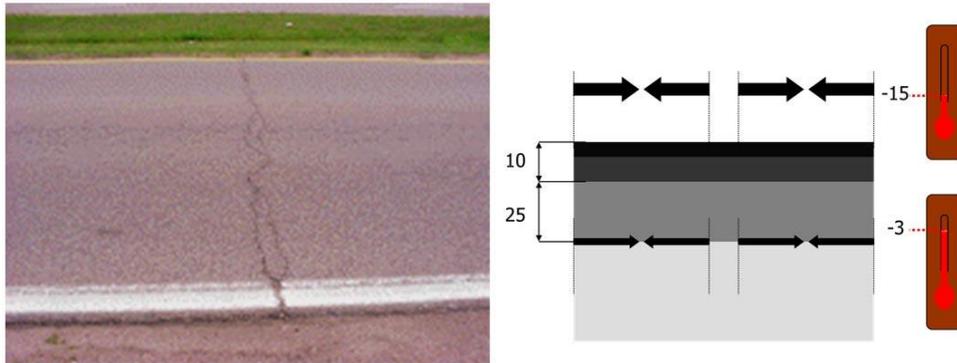


**Figura N° 12: Ejemplo de pavimento con rodera**

La principal causa de la formación de roderas es la reordenación de los áridos, a alta temperatura, con deformaciones permanentes bajo cargas repetidas de tráfico.

### **Grietas térmicas**

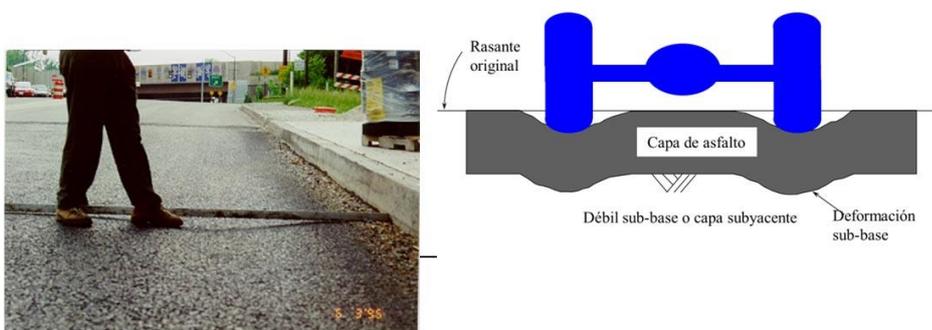
Aparecen como consecuencia de un determinado gradiente térmico entre las capas superiores e inferiores (bajas temperaturas). Acostumbran a ser grietas regulares y equidistantes reflejo de las distintas amplitudes térmicas a las que se ve expuesto el pavimento.



**Figura N° 13: Pavimento en grietas**

**Falta de capacidad portante**

Aparece este tipo de defecto debido a un mal diseño del paquete de firmes respecto a la capacidad portante del suelo. Este tipo de agrietamiento también se puede dar por asentamientos diferenciales en las capas que conforman el núcleo del terraplén.



**Figura N° 14: Falta de capacidad portante**

### Discontinuidades existentes

También llamadas grietas de ensanche. Son grietas longitudinales de reflejo que se manifiestan en la capa asfáltica superpuesta, en juntas y nuevas ampliaciones. Los mayores problemas en capas de refuerzo de asfalto de mezcla en caliente, con transmisión prematura de fisuras dentro del primer o segundo año desde su colocación.



Figura N° 15: Grietas o discontinuidades

### Soluciones para los problemas del pavimento

#### Soluciones convencionales

- **Nuevas capas de asfalto:** ofrecen una buena resistencia a la compresión y regular a mala resistencia a la tracción, pero se ven afectadas por deflexiones elevadas y grietas del pavimento existente.

#### Nuevas soluciones

- Geomembranas, como los geosintéticos, rompen el 'interlock' entre capas y, por tanto, solo pueden proporcionar resistencia a la reflexión de fisuras pero no mejora estructural en el asfalto.

## **Soluciones Bianchini-Maccaferri**

- Las geomallas **MacGrid** y **Road Mesh** proporcionan al asfalto la resistencia a tracción requerida contra grietas.

### Requisitos de los materiales a emplear en refuerzos:

De una amplia investigación y experiencia de campo a largo plazo han resultado una serie de requisitos para productos efectivos de refuerzo en asfalto:

- Una alta resistencia a tracción.
- Un elevado módulo de elasticidad E, incluso bajo condiciones de fluencia a la tracción.
- Sin daños en el producto durante la instalación y la superposición de asfalto en caliente.
- Una buena unión entre la nueva capa, el refuerzo y el antiguo pavimento.
- El refuerzo debe permanecer plano durante todo el proceso de construcción.
- Bajo coeficiente de contracción térmica.
- Aplicación rápida y fácil del refuerzo.
- Fácil eliminación, si fuera necesario.
- Competitiva en precio.

## Refuerzos de Asfalto



**Figura N° 16: Refuerzos en pavimentos**

### **MacGrid AR: geomalla de fibra de vidrio**

MacGrid AR es un geocompuesto especialmente desarrollado para el refuerzo de estructuras de pavimentos normalmente ejecutados sobre suelos con baja capacidad portante. El MacGrid AR está compuesto por la asociación de geomallas de fibra de vidrio recubierta por material polimérico con un geotextil no tejido muy ligero que facilita la instalación y la adherencia a las capas bituminosas.

La geomalla de fibra de vidrio es una geomalla flexible con resistencia en ambas direcciones, que se utiliza con el fin de controlar agrietamientos por reflexión, fatiga y deformaciones plásticas en las capas de asfalto que se emplean en vías urbanas, carreteras, autopistas, aeropuertos, plataformas y estacionamientos, entre otros.

Su uso reduce significativamente la migración de materiales y garantiza la permeabilidad de las capas granulares.

Todo ello implica que este geocompuesto incrementa la vida útil de los mismos.

### **Beneficios de la geomalla de fibra de vidrio:**

- Aumentar la resistencia a la tracción de la capa asfáltica, garantizando bajo una carga vertical, la distribución uniforme de esfuerzos horizontales en una mayor superficie.
- Reducir al mínimo el agrietamiento reflexivo por esfuerzos de tensión y cambios de temperatura en las capas asfálticas.
- Aumentar la resistencia a la fatiga de pavimentos sometidos a la acción de cargas cíclicas.
- Proporcionar beneficios de costo, reduciendo el mantenimiento periódico de los pavimentos flexibles.
- Instalación rápida y fácil.
- Aplicable para rehabilitaciones de pavimentos de hormigón cuando se coloca capa asfáltica sobre estos.
- Absorbe los esfuerzos de tensión entre las capas de asfalto (de arriba hacia abajo o viceversa).
- Puede reducir el espesor de asfalto (10-20%).

### **Road Mesh: refuerzo de acero**

El Road Mesh es un elemento estructural fabricado con mallas hexagonales de doble trenzado en acero revestido con galvanizado Galfan (Zn95Al5) y reforzadas transversalmente en intervalos regulares por barras de acero con el mismo tipo de revestimiento.

Debido a sus características de flexibilidad y resistencia mecánica multidireccional, el Road Mesh es indicado para actuar como refuerzo de pavimentos en carreteras, aeropuertos, estacionamientos..., pues propicia el incremento de la capacidad de carga y de la durabilidad del paquete estructural del pavimento.

### **Beneficios del Road Mesh**

- Limita las deformaciones en la capa superpuesta a un mínimo estricto (el acero es más rígido que cualquier otro material de refuerzo).
- Absorbe los esfuerzos de tracción entre las capas de asfalto (la resistencia a tracción es la misma en ambas direcciones).
- Fija los áridos del asfalto en las aberturas de la malla (“interlocking” asegurado por el tamaño de malla).
- Reduce el espesor de asfalto requerido (del orden del 30-40%).
- Incrementa la vida útil del pavimento (1,5 a 3 veces).
- Tanto el acero como el asfalto pueden ser totalmente reciclados (por separado).

## **4.2. RESULTADOS METODOLÓGICOS**

### **4.2.1. VALIDEZ DEL INSTRUMENTO**

La validez del instrumento (Instrumento para la toma de datos) de la presente investigación, se realizó por medio del juicio de expertos, en donde ellos evaluaron y a criterio propio calificaron el contenido del cuestionario empleado.

#### **NÚMERO ÓPTIMO DE EXPERTOS:**

Aunque no hay forma de determinar el número óptimo de expertos para participar en una encuesta Delphi, estudios realizados por investigadores de la Rand Corporation, señalan que si bien parece necesario un mínimo de siete expertos habida cuenta que el error disminuye notablemente por cada experto añadido hasta llegar a los siete expertos. En el presente trabajo de investigación se ha elegido 03 (tres) expertos por la sencilla razón que si 2 expertos pueden tener juicios opuestos, un tercero define o inclina el balance a cualquiera de ellos; además fijar más expertos sufriremos el incremento en costo y trabajo de investigación no compensa la mejora.

#### **CONFECCIÓN DEL LISTADO DE EXPERTOS:**

La etapa es importante en cuanto que el término de "experto" es ambiguo. Con independencia de sus títulos, su función o su nivel jerárquico, el experto será elegido por su capacidad de encarar el futuro y posea conocimientos sobre el tema consultado. La falta de independencia de los expertos puede constituir un inconveniente; por esta razón los expertos son aislados y sus opiniones son recogidas por vía postal o electrónica y de forma anónima; así pues se obtiene la opinión real de cada experto y no la opinión más o menos falseada por un proceso de grupo (se trata de eliminar el efecto de los líderes).

En la presente investigación existen 02 expertos de vasta experiencia y enseñan las áreas de METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, el último experto se eligió un ingeniero de la FIISI que es neutral y no participa en éstas áreas.

Los expertos que realizaron fueron los siguientes:

Experto 1: Ing. Laos Bernal Aldo Felipe

Experto 2: Ing. Soto La Rosa José

Experto 3: Ing. López Jiménez Alfredo Edgar

Las calificaciones para los criterios de validación, que se mencionan en la hoja de juicio de experto (Juicio de Expertos) con respecto al contenido del instrumento, se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N° 03: Calificación de los Expertos**

N° PREGUNTA Y ALTERNATIVAS	EXPERTOS			Punt.
	E1	E2	E3	
Pregunta N° 1 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 2 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 3 y sus alternativas	5	4	5	<b>14</b>
Pregunta N° 4 y sus alternativas	5	4	5	<b>14</b>
Pregunta N° 5 y sus alternativas	3	4	5	<b>12</b>
Pregunta N° 6 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 7 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 8 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 9 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 10 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 11 y sus alternativas	5	5	4	<b>14</b>
Pregunta N° 12 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 13 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 14 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 15 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 16 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 17 y sus alternativas	5	5	5	<b>15</b>
Pregunta N° 18 y sus alternativas	3	5	5	<b>13</b>
<b>Puntaje total</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>89</b>	<b>262</b>

Donde:

1 = Totalmente en Desacuerdo (TD)

2 = En desacuerdo (ED)

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo (NA-ND)

4 = De acuerdo (DA)

5 = Totalmente de Acuerdo (TA)

FUENTE: Elaboración propia

### CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE VALIDEZ:

$$\text{Validez} = \frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Máxima valoración}}$$

$$\text{Validez} = \frac{262}{270} = 0,97 = 97\%$$

Con una validez general de 97% según la escala de validez el instrumento tiene excelente validez; INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y LA MEJORA EN EL PROCESO DE PAVIMENTACIÓN EN LA REGIÓN LIMA – PROVINCIAS 2018 (Ver Tabla 02), de acuerdo al criterio de los expertos.

**Tabla N° 04: Calificación de los Expertos**

ESCALA	INDICADOR
0,01 – 0,20	Muy baja validez
0,21 – 0,40	Validez baja
0,41 – 0,60	Moderada validez
0,61 – 0,80	Alta validez
0,81 – 1,00	Muy alta validez

#### 4.2.2. CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Se realizó el análisis de fiabilidad en el programa estadístico SPSS Statistics 22.0 al instrumento aplicado a todos los participantes (60 personas entre ellas ingenieros civiles, maestros de obra, técnicos de

la construcción u otros concedores). Se obtuvo una fiabilidad de 0,673 (ver Tabla 03), este instrumento estuvo conformado por 18 items, distribuidos para la **variable independiente**: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, en 3 dimensiones (Mayor Durabilidad. Disminución de Costos y Resistencia a Mayores Cargas) y para la **variable dependiente**: PROCESO DE PAVIMENTACIÓN, en 3 dimensiones (Disminución de Pérdidas, Control de la Productividad y Calidad).

**Tabla N° 05: Alpha de Cronbach aplicado al Instrumento**

Alpha de Cronbach	N° de elementos
0,673	18

Fuente: Elaboración propia

Esto quiere decir que el instrumento tiene una valoración de alta validez según la escala de expertos, como se muestra a continuación en la tabla 04.

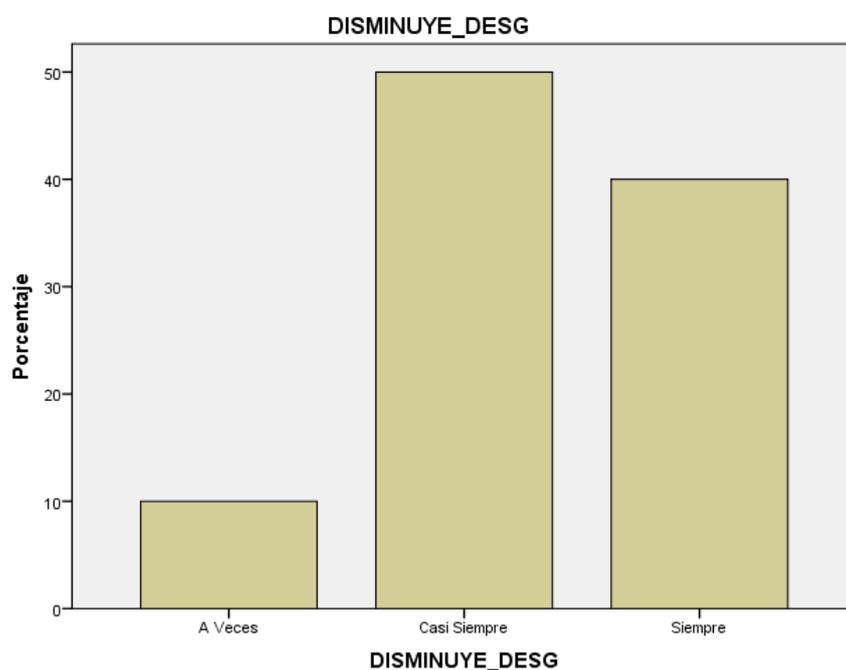
**Tabla N° 06: Escala de confiabilidad**

ESCALA	INDICADOR
0,01 – 0,20	Muy baja validez
0,21 – 0,40	Validez baja
0,41 – 0,60	Moderada validez
0,61 – 0,80	Alta validez
0,81 – 1,00	Muy alta validez

#### 4.2.3. TABLAS Y GRÁFICOS ESTADÍSTICOS

**Tabla N° 07: ¿Con las tecnologías actuales en el proceso de pavimentación disminuye el desgaste de las pistas de la región Lima - Provincias?**

		DISMINUYE_DESG			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A Veces	6	10,0	10,0	10,0
	Casi Siempre	30	50,0	50,0	60,0
	Siempre	24	40,0	40,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



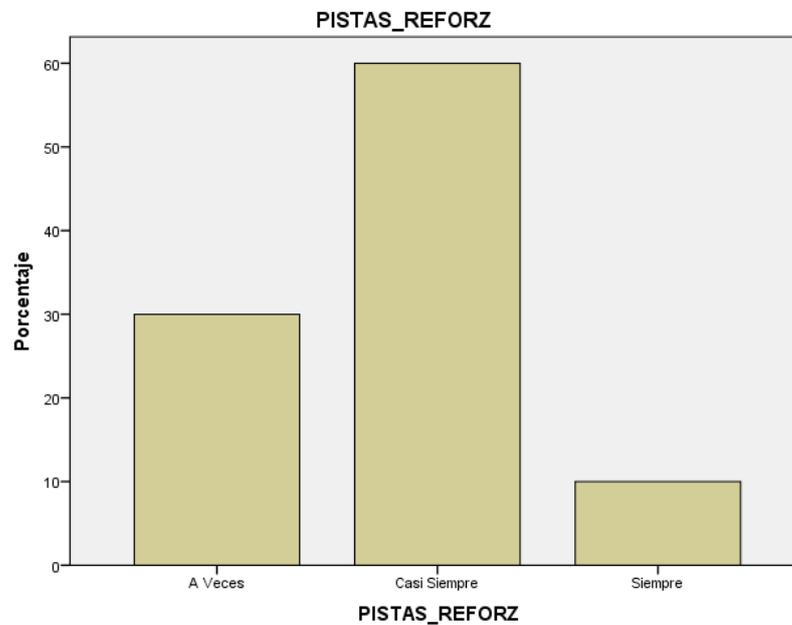
**Figura N° 17: Respuesta a que si se aplica las tecnologías actuales disminuye el desgaste de las pistas de la Región Lima - Provincias.**

#### **Interpretación:**

Un 90% afirmó que Casi Siempre y Siempre la tecnología logra disminuir el desgaste de la pistas de la Región Lima - Provincias.

**Tabla 08: ¿Con los nuevos métodos de construcción y tecnologías actuales en el proceso de pavimentación, las pistas quedan reforzadas de la Región Lima - Provincias?**

PISTAS_REFORZ					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A Veces	18	30,0	30,0	30,0
	Casi Siempre	36	60,0	60,0	90,0
	Siempre	6	10,0	10,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



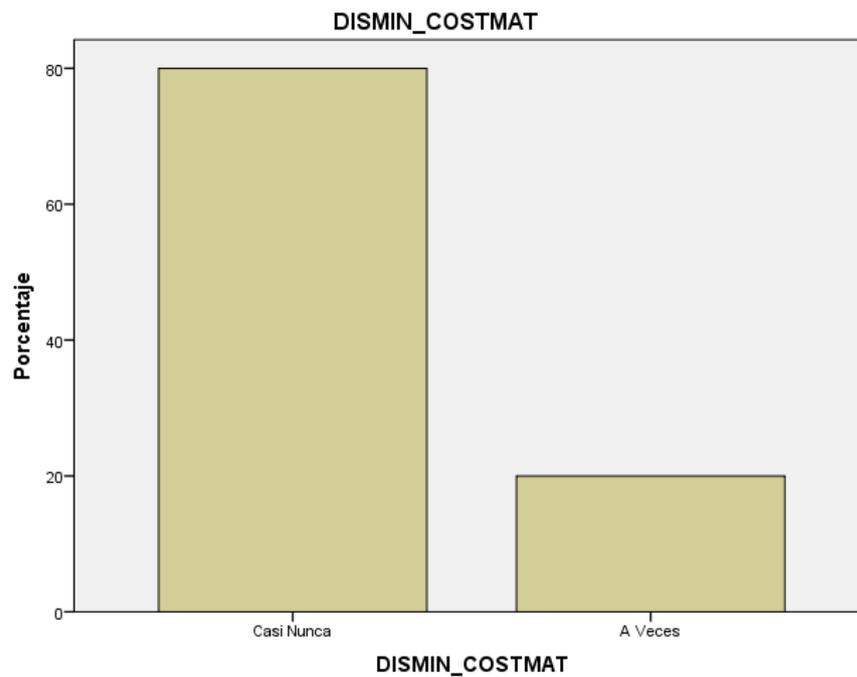
**Figura N° 18: Respuesta a que con los nuevos métodos de construcción las pistas de la Región Lima – Provincias quedan reforzadas**

**Interpretación:**

Un 60% afirmó que Casi Siempre las pistas de la Región Lima – Provincias quedan reforzadas empleando los nuevos métodos de construcción.

**Tabla 09: ¿Con la aplicación de tecnologías actuales en el proceso de pavimentación de las pistas de la Región Lima – Provincias disminuyen los costos de materiales?**

DISMIN_COSTMAT					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi Nunca	48	80,0	80,0	80,0
	A Veces	12	20,0	20,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



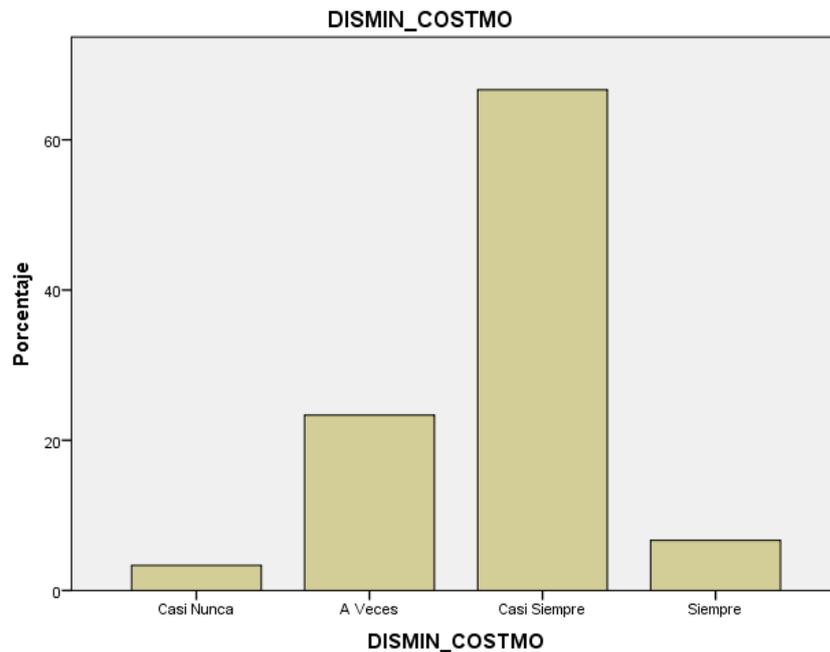
**Figura N° 19: Respuesta a que con la aplicación de tecnologías actuales disminuyen los costos de materiales en el proceso de pavimentación de las pistas de la Región Lima - Provincias.**

**Interpretación:**

Un 80% afirmó que Casi Nunca disminuyen los costos de materiales en el proceso de pavimentación de las pistas de la Región Lima – Provincias utilizando las nuevas tecnologías.

**Tabla N° 10: ¿Con las tecnologías actuales en el proceso de pavimentación de las pistas de la Región Lima – Provincias disminuyen los costos de mano de obra?**

DISMIN_COSTMO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi Nunca	2	3,3	3,3	3,3
	A Veces	14	23,3	23,3	26,7
	Casi Siempre	40	66,7	66,7	93,3
	Siempre	4	6,7	6,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



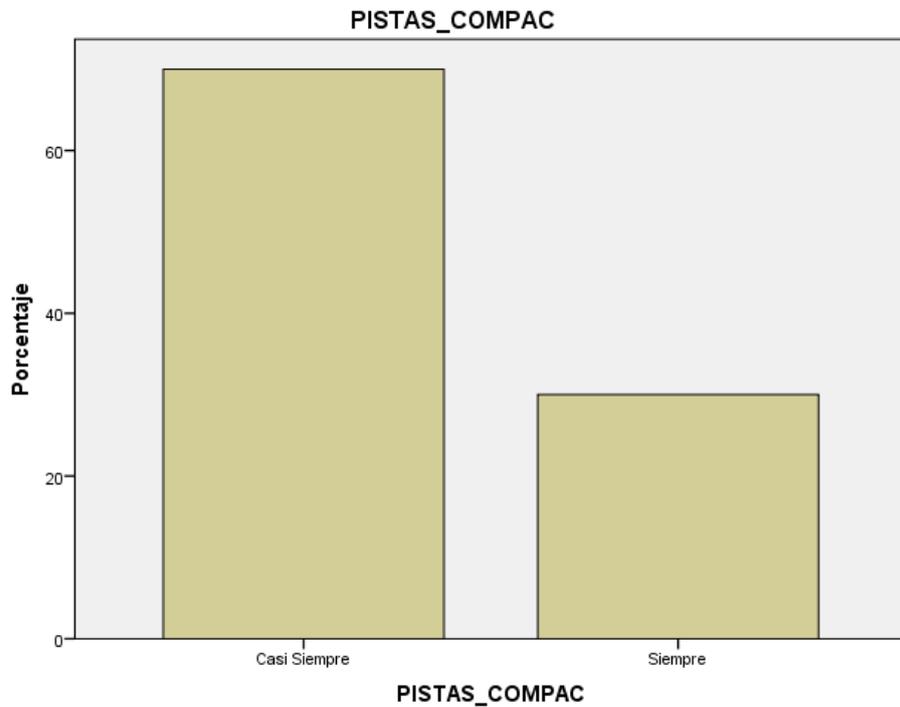
**Figura N° 20: Respuesta a que con la aplicación de tecnologías actuales disminuyen los costos de mano de obra en el proceso de pavimentación de las pistas de la Región Lima - Provincias.**

**Interpretación:**

Un 66,7% afirmó que Casi Siempre disminuyen los costos de mano de obra en el proceso de pavimentación de las pistas de la Región Lima – Provincias utilizando las nuevas tecnologías.

**Tabla N° 11: ¿Con la aplicación de las tecnologías actuales en el proceso de pavimentación serán más compactas las pistas de la Región Lima - Provincias?**

PISTAS_COMPAC					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi Siempre	42	70,0	70,0	70,0
	Siempre	18	30,0	30,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



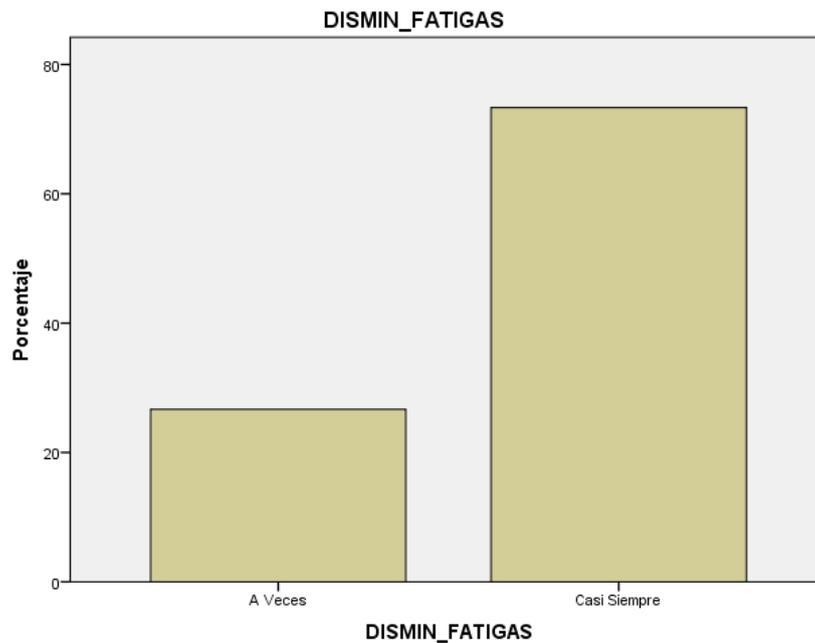
**Figura N° 21: Respuesta a que si aplicamos las tecnologías actuales en el proceso de pavimentación de las pistas de la Región Lima – Provincias, éstas serán más compactas.**

**Interpretación:**

El 70% respondió que Casi Siempre aplicando las tecnologías actuales las pistas de la Región Lima – Provincias, éstas serán más compactas.

**Tabla N° 12: ¿Con las tecnologías actuales en el proceso de pavimentación disminuyen las fatigas en las pistas de la Región Lima Provincias?**

DISMIN_FATIGAS					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A Veces	16	26,7	26,7	26,7
	Casi Siempre	44	73,3	73,3	100,0
Total		60	100,0	100,0	



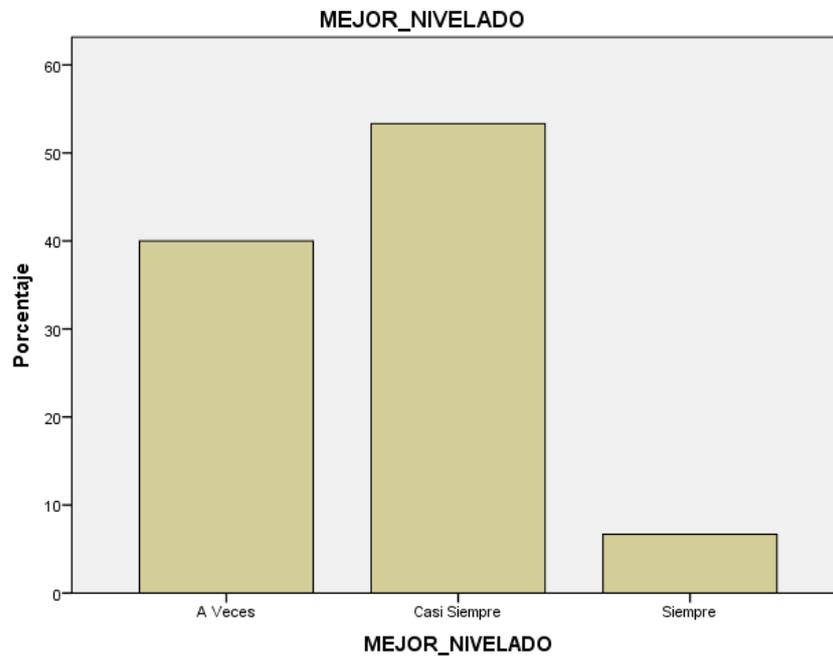
**Figura N° 22: Respuesta a que con las tecnologías actuales en el proceso de pavimentación disminuyen las fatigas en las pistas de la Región Lima - Provincias**

**Interpretación:**

El 73,3% refirió que Casi Siempre la aplicación de tecnologías actuales en el proceso de pavimentación disminuyen fatigas en las pistas de la Región Lima - Provincias.

**Tabla N° 13: ¿Con los nuevos métodos de construcción y tecnologías actuales de información aplicado al proceso productivo mejorará el nivelado de la pavimentación?**

MEJOR_NIVELADO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A Veces	24	40,0	40,0	40,0
	Casi Siempre	32	53,3	53,3	93,3
	Siempre	4	6,7	6,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



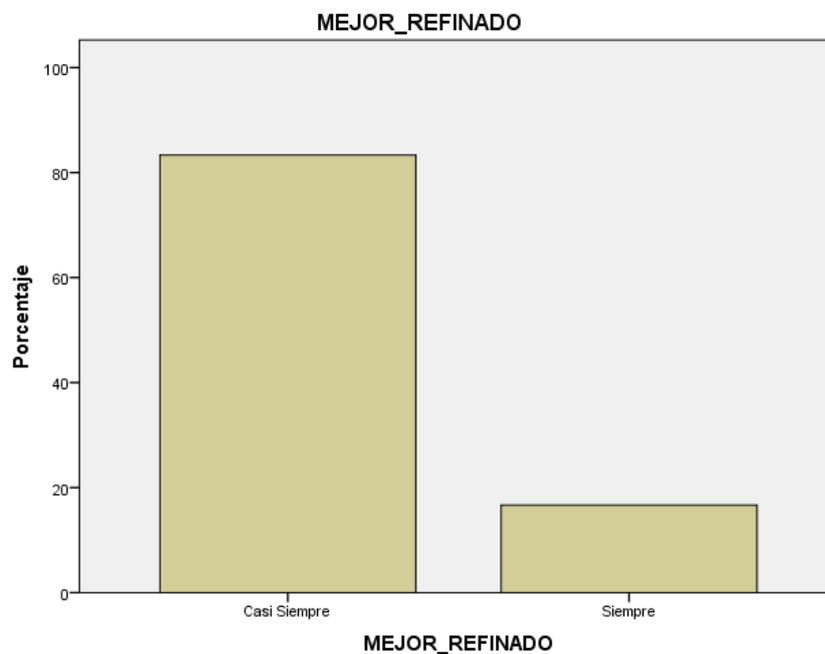
**Figura N° 23: Respuesta a si con los nuevos métodos de construcción en el proceso productivo mejora el nivelado**

**Interpretación:**

El 60% refirió que Casi Siempre y Siempre los nuevos métodos de construcción y tecnologías actuales en el proceso de pavimentación mejora el nivelado en las pistas de la Región Lima – Provincias.

**Tabla N° 14: ¿Con los nuevos métodos de construcción y tecnologías actuales de información aplicado al proceso productivo mejorará el refinado de la pavimentación?**

MEJOR_REFINADO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi Siempre	50	83,3	83,3	83,3
	Siempre	10	16,7	16,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



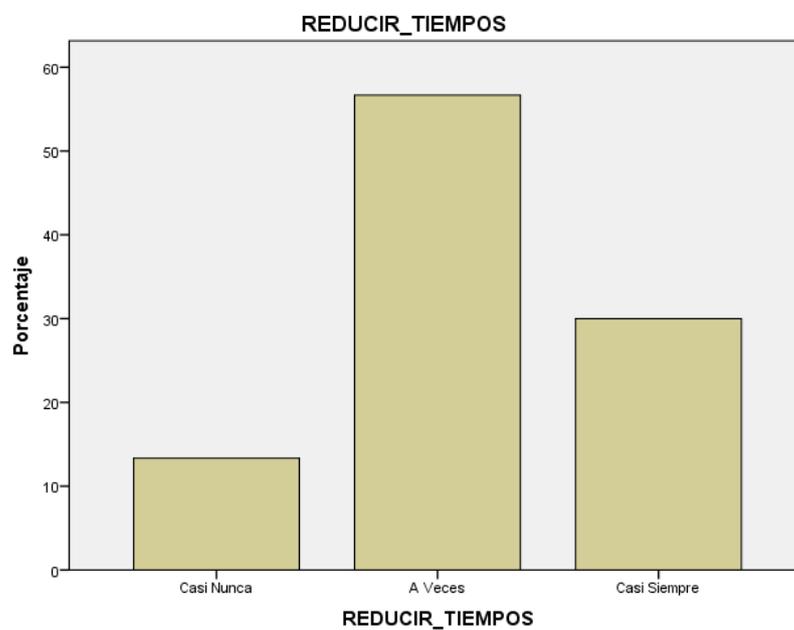
**Figura N° 24: Respuesta a si con los nuevos métodos de construcción en el proceso productivo mejora el refinado**

**Interpretación:**

El 83,3% refirió que Casi Siempre los nuevos métodos de construcción y tecnologías actuales en el proceso de pavimentación mejora el refinado en las pistas de la Región Lima – Provincias.

**Tabla N° 15: ¿Se podrá reducir el tiempo de ciclos en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica y nuevos métodos de construcción?**

REDUCIR_TIEMPOS					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi Nunca	8	13,3	13,3	13,3
	A Veces	34	56,7	56,7	70,0
	Casi Siempre	18	30,0	30,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



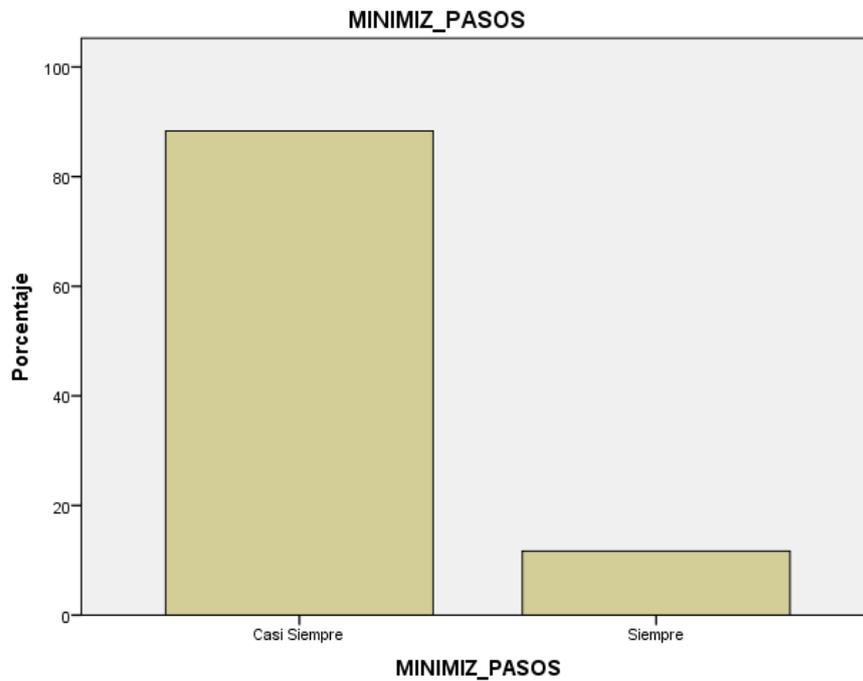
**Figura N° 25: Respuesta a que si se reduce el tiempo de ciclos en el proceso de pavimentación aplicando la innovación tecnológica**

**Interpretación:**

Un 56,7% refirió que A Veces se reduce el tiempo de ciclos en el proceso de pavimentación usando innovación tecnológica en las pistas de la Región Lima – Provincias.

**Tabla N° 16: ¿Se podrá minimizar pasos u operaciones en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica?**

		MINIMIZ_PASOS			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi Siempre	53	88,3	88,3	88,3
	Siempre	7	11,7	11,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



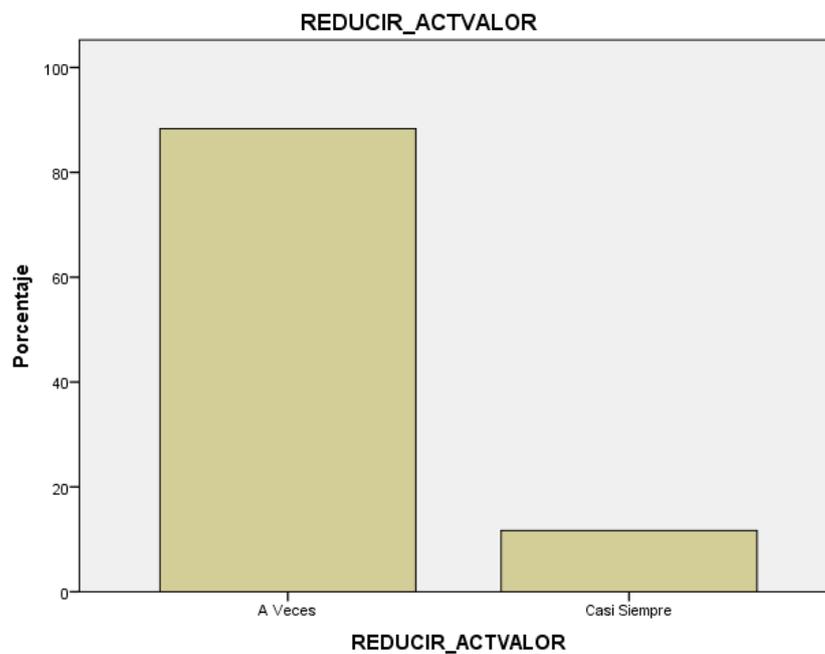
**Figura N° 26: Respuesta a que si se reducen pasos u operaciones en el proceso de pavimentación aplicando la innovación tecnológica**

**Interpretación:**

Un 88,3% refirió que Casi Siempre se reducen pasos u operaciones en el proceso de pavimentación usando innovación tecnológica en las pistas de la Región Lima – Provincias.

**Tabla N° 17: ¿Se logrará reducir la participación de actividades sin valor en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica?**

REDUCIR_ACTVALOR					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A Veces	53	88,3	88,3	88,3
	Casi Siempre	7	11,7	11,7	100,0
Total		60	100,0	100,0	



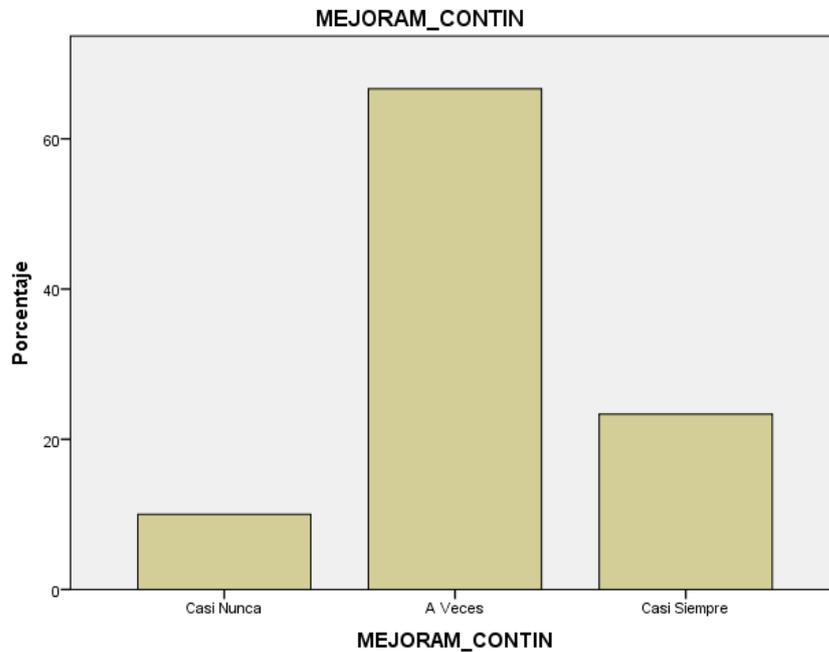
**Figura N° 27: Respuesta a que si se reduce la participación de actividades sin valor en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica**

**Interpretación:**

Un 88,3% refirió que A veces se reduce la participación de actividades sin valor en el proceso de pavimentación usando innovación tecnológica en las pistas de la Región Lima – Provincias.

**Tabla N° 18: ¿Se aplicará un mejoramiento de forma continua en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica?**

		MEJORAM_CONTIN			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi Nunca	6	10,0	10,0	10,0
	A Veces	40	66,7	66,7	76,7
	Casi Siempre	14	23,3	23,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



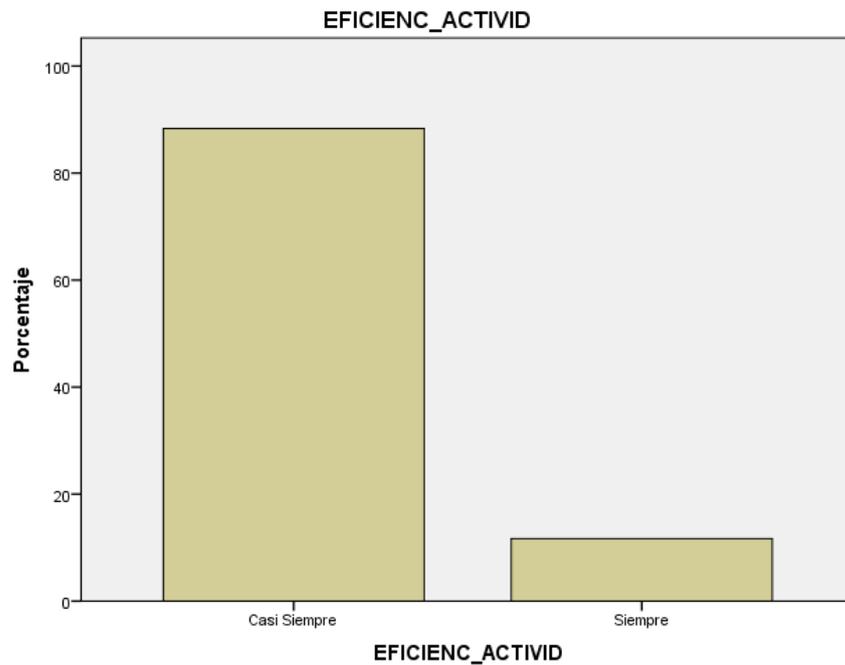
**Figura N° 28: Respuesta a que si con la innovación tecnológica se puede aplicar un mejoramiento continuo en el proceso de pavimentación**

**Interpretación:**

El 66,7% refirió que A Veces se puede aplicar el mejoramiento continuo en el proceso de pavimentación usando innovación tecnológica en las pistas de la Región Lima – Provincias.

**Tabla N° 19: ¿Se logrará la eficiencia de las actividades en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica y nuevos métodos de construcción?**

		EFICIENC_ACTIVID			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi Siempre	53	88,3	88,3	88,3
	Siempre	7	11,7	11,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



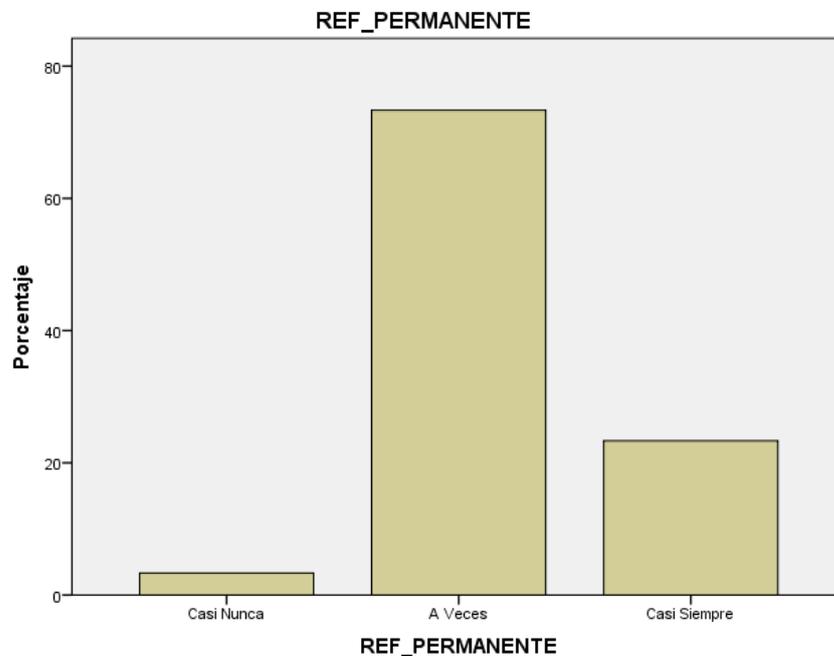
**Figura N° 29: Respuesta a que si se logra eficiencia de actividades en el proceso de pavimentación dada la tecnología y nuevos métodos de construcción**

**Interpretación:**

El 88,3% refirió que Casi Siempre se logra la eficiencia de actividades en el proceso de pavimentación aplicando la innovación tecnológica y nuevos métodos de construcción.

**Tabla N° 20: ¿Se logrará referenciar permanentemente los procesos de pavimentación dada la innovación tecnológica?**

		REF_PERMANENTE			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi Nunca	2	3,3	3,3	3,3
	A Veces	44	73,3	73,3	76,7
	Casi Siempre	14	23,3	23,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



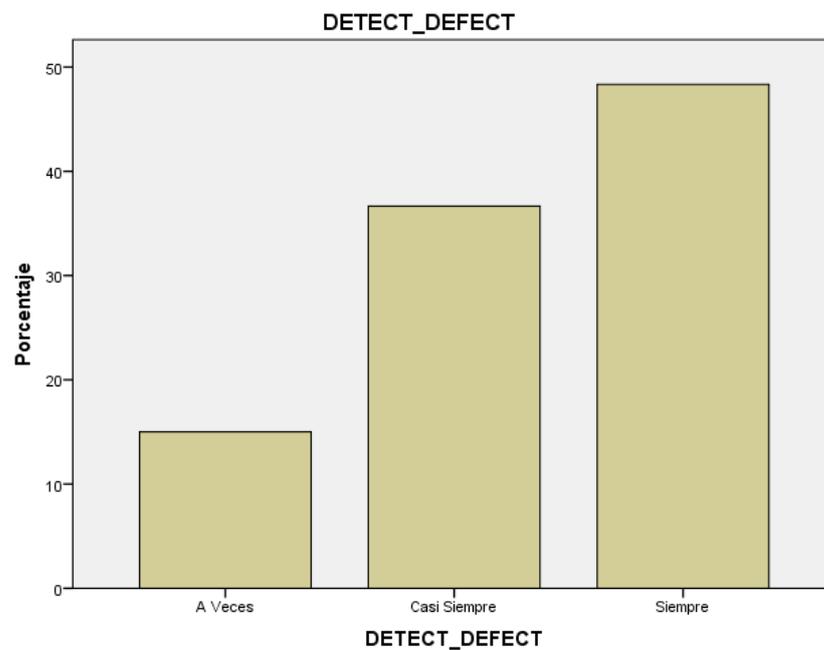
**Figura N° 30: Respuesta a que si se podrá referencias permanentemente los procesos de pavimentación dada la innovación tecnológica**

**Interpretación:**

El 73,3% refirió que A Veces se puede referenciar permanentemente los procesos de pavimentación dada la innovación tecnológica en las pistas de la Región Lima – Provincias.

**Tabla N° 21: ¿Se detectará los defectos en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica?**

		DETECT_DEFECT			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A Veces	9	15,0	15,0	15,0
	Casi Siempre	22	36,7	36,7	51,7
	Siempre	29	48,3	48,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



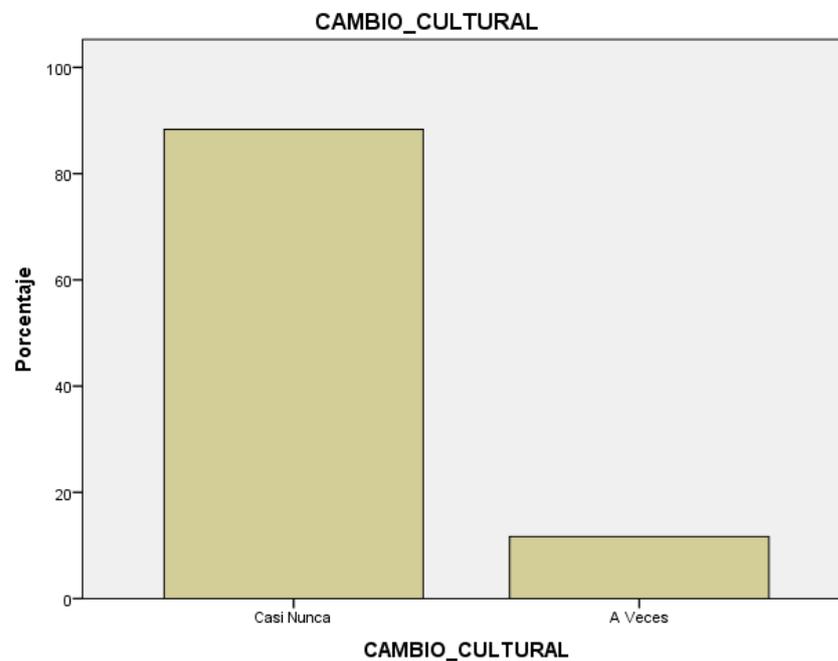
**Figura N° 31: Respuesta a que si con la aplicación de la innovación tecnológica se detectará los defectos en el proceso de pavimentación**

**Interpretación:**

El 48,3% refirió que Siempre se detectará los defectos en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica en las pistas de la Región Lima – Provincias.

**Tabla N° 22: ¿Se logrará el cambio cultural en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica y nuevos métodos de construcción?**

CAMBIO_CULTURAL					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi Nunca	53	88,3	88,3	88,3
	A Veces	7	11,7	11,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



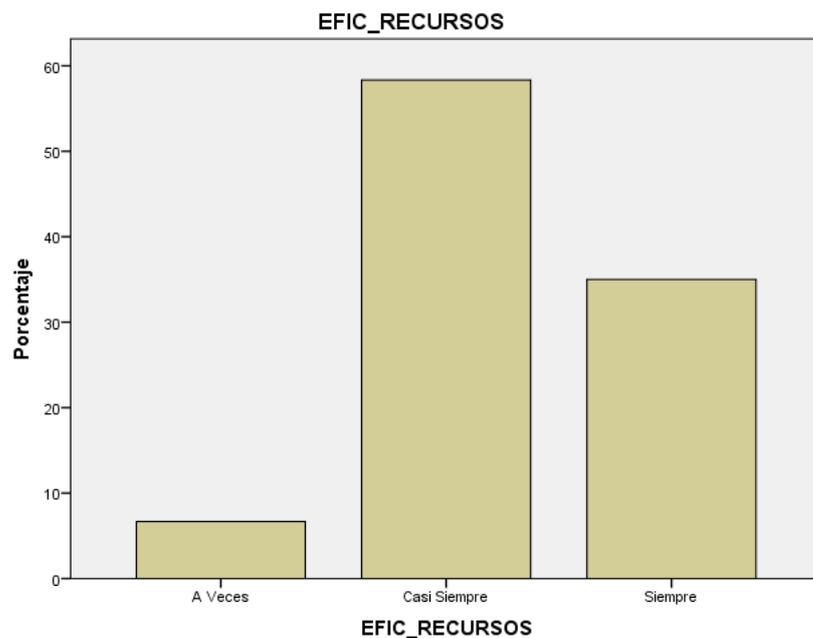
**Figura N° 32: Respuesta a que si se logra el cambio cultural en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica**

**Interpretación:**

El 88,3% refirió que Casi Nunca se logra el cambio cultural en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica en las pistas de la Región Lima – Provincias.

**Tabla N° 23: ¿Se logrará la eficiencia en el uso de recursos del proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica?**

		EFIC_RECURSOS			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A Veces	4	6,7	6,7	6,7
	Casi Siempre	35	58,3	58,3	65,0
	Siempre	21	35,0	35,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	



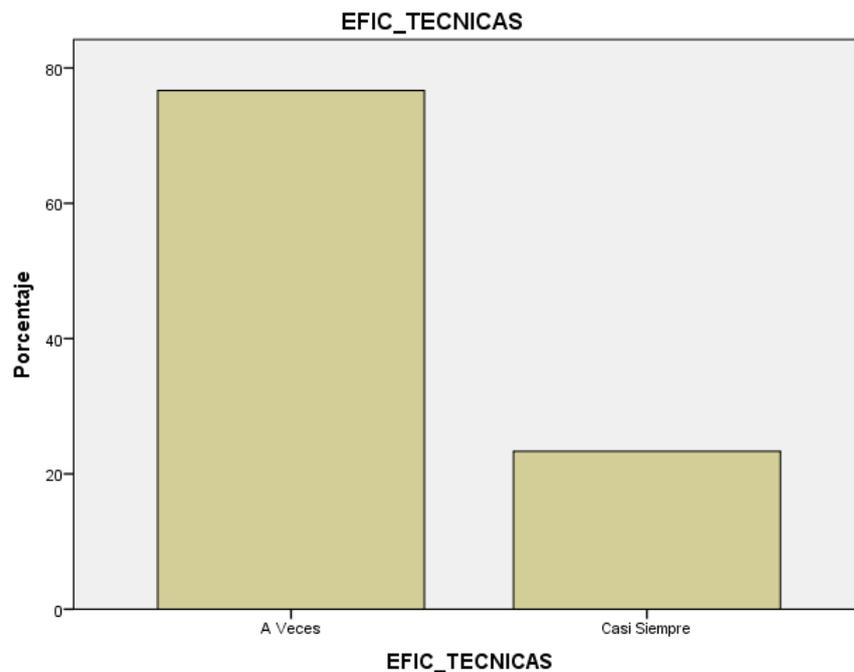
**Figura N° 33: Respuesta a que si se logra eficiencia en el uso de recursos del proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica**

**Interpretación:**

El 58,3% refirió que Casi Siempre se logra la eficiencia en el uso de recursos del proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica en las pistas de la Región Lima - Provincias.

**Tabla N° 24: ¿Se logrará la eficiencia de técnicas de estudio de trabajo en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica?**

EFIC_TECNICAS					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A Veces	46	76,7	76,7	76,7
	Casi Siempre	14	23,3	23,3	100,0
Total		60	100,0	100,0	



**Figura N° 34: Respuesta a que si se logra eficiencia en técnicas de estudio en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica**

**Interpretación:**

El 76,7% refirió que A Veces se logra la eficiencia en técnicas de estudio en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica en las pistas de la Región Lima - Provincias.

#### 4.2.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

En la realización de la contrastación de hipótesis se empleó la información obtenida del cuestionario: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y LA MEJORA EN EL PROCESO DE PAVIMENTACIÓN EN LA REGIÓN LIMA - PROVINCIAS 2018, donde se obtuvo las respuestas a las 18 preguntas planteadas, contestadas según escala de Likert, siendo (1) Nunca (2) Casi nunca (3) A veces (4) Casi siempre y (5) Siempre.

##### 1. PRUEBA DE HIPÓTESIS DE INDICADORES X1 – Y

**H<sub>n</sub>:** La mayor durabilidad no contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**H<sub>a</sub>:** La mayor durabilidad contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**Nivel de Significancia:**  $\alpha = 0,05$

**Tabla N° 25: de contingencia X1 (agrupado) \* RESUMEN Y (agrupado)**

		Resumen Y (agrupado)		Total
		A Veces	Casi Siempre	
X1 (agrupado)	A Veces	0	2	2
	Casi Siempre	1	37	38
	Siempre	0	20	20
Total		1	59	60

Variab. Independiente: X  
 Innovación Tecnológica  
 X1:  
 Valoración de la 1ra dimensión de la V.I. (mayor durabilidad)

Variab. Dependiente: Y  
 Proceso de pavimentación  
 RESUMEN Y  
 Valoración del promedio de las 3 dimensiones de la V.D. (Y1, Y2, Y3)

**Tabla N° 26: Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	7,136 <sup>a</sup>	2	,025
Razón de verosimilitud	10,765	2	,008
Asociación lineal por lineal	5,676	1	,017
N de casos válidos	60		

a. 3 casillas (50.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1.30.

Interpretación:

Como el Nivel de Significación de muestra es **0,025**, menor al **0,05**, se Rechaza la Hipótesis Nula y en su lugar se Acepta la Hipótesis Alternativa, es decir: La mayor durabilidad contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**2. PRUEBA DE HIPÓTESIS DE INDICADORES X<sup>2</sup> – Y**

**H<sub>n</sub>:** La reducción de costos no contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**H<sub>a</sub>:** La reducción de costos contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**Nivel de Significancia:**  $\alpha = 0,05$

**Tabla N° 27: de contingencia X2 (agrupado) \* RESUMEN Y (agrupado)**

		Resumen Y (agrupado)		Total
		A Veces	Casi Siempre	
X2 (agrupado)	A Veces	1	49	50
	Casi Siempre	0	10	10
Total		1	59	60

Variab. Independiente: X

Innovación Tecnológica

X2:

Valoración de la 2da dimensión de la V.I. (reducción de costos)

Variab. Dependiente: Y

Proceso de pavimentación

RESUMEN Y

Valoración del promedio de las 3 dimensiones de la V.D. (Y1, Y2, Y3)

**Tabla N° 28: Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	6,292 <sup>a</sup>	2	,043
Razón de verosimilitud	6,222	2	,045
Asociación lineal por lineal	2,266	1	,132
N de casos válidos	60		

a. 2 casillas (33.3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2.20.

Interpretación:

Como el Nivel de Significación de muestra es **0,043**, menor al **0,05**, se Rechaza la Hipótesis Nula y en su lugar Acepta la Hipótesis Alternativa, es decir, La reducción de costos contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

### 3. PRUEBA DE HIPÓTESIS DE INDICADORES X3 – Y

**Hn:** La resistencia a mayores cargas no contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**Ha:** La resistencia a mayores cargas contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**Nivel de Significancia:**  $\alpha = 0,05$

**Tabla N° 29: de contingencia X3 (agrupado) \* RESUMEN Y (agrupado)**

		Resumen Y (agrupado)		Total
		A Veces	Casi Siempre	
X3 (agrupado)	A Veces	6	0	6
	Casi Siempre	6	30	36
	Siempre	0	18	18
Total		12	48	60

Variab. Independiente: X

Innovación Tecnológica

X3:

Valoración de la 3ra dimensión

de la V.I. (resistencia a mayores cargas)

Variab. Dependiente: Y

Proceso de pavimentación

RESUMEN Y

Valoración del promedio de las 3

dimensiones de la V.D. (Y1, Y2, Y3)

**Tabla N° 30: Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	28,750 <sup>a</sup>	2	,000
Razón de verosimilitud	27,608	2	,000
Asociación lineal por lineal	20,076	1	,000
N de casos válidos	60		

a. 3 casillas (50.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1.20.

Interpretación:

Como el Nivel de Significación de muestra es **0,000**, menor al **0,05**, se Rechaza la Hipótesis Nula y en su lugar Acepta la Hipótesis Alternativa, es decir, La resistencia a mayores cargas contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**4. PRUEBA DE HIPÓTESIS DE INDICADORES X – Y**

**Hn:** La innovación tecnológica no contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**Ha:** La innovación tecnológica contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**Nivel de Significancia:**  $\alpha = 0,05$

**Tabla N° 31: de contingencia RESUMEN\_X (agrupado) \* RESUMEN\_Y (agrupado)**

		RESUMEN_Y (agrupado)		Total
		A Veces	Casi Siempre	
RESUMEN_X (agrupado)	A Veces	3	3	6
	Casi Siempre	11	25	36
	Siempre	0	18	18
Total		14	46	60

Variab. Independiente: X  
Innovación Tecnológica  
RESUMEN X:  
Valoración del promedio de las tres dimensiones de la V.I. (X1, X2 y X3)

Variab. Dependiente: Y  
Proceso de Pavimentación  
RESUMEN Y:  
Valoración del promedio de las tres dimensiones de la V.D. (Y1, Y2 y Y3)

**Tabla N° 32: Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	8,913 <sup>a</sup>	2	,012
Razón de verosimilitud	12,559	2	,002
Asociación lineal por lineal	8,561	1	,003
N de casos válidos	60		

a. 3 casillas (50.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1.40.

Interpretación:

Como el Nivel de Significación de muestra es **0,012**, menor al **0,05**, se Rechaza la Hipótesis Nula y en su lugar Acepta la Hipótesis Alternativa, es decir, La innovación tecnológica contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

**Tabla N° 33: RESUMEN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA**

CONTRASTACIONES	DECISIÓN	
	H. NULA	H. ALTERNATIVA
La mayor durabilidad contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018	.....	Se Acepta
La reducción de costos contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.	.....	Se Acepta
La resistencia a mayores cargas contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.	.....	Se Acepta

Sobre los Indicadores establecidos en nuestra Investigación, se encuentra que entre ellos si existe **Relación**, es decir con una Probabilidad del **95%**, en las tres pruebas de hipótesis se tiene la Aceptación de la Hipótesis Alternativa, lo que nos conduce a una Aceptación de relación entre variables.

**POR LO TANTO:**

En las tres pruebas de hipótesis, se encuentra que se Acepta la Hipótesis Alternativa, dando paso al Rechazo de la Hipótesis Nula (Ver Tabla 33), con lo que se confirma la **ACEPTACIÓN DE LA HIPÓTESIS PRINCIPAL**, es decir que: La innovación tecnológica contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- La mayor durabilidad mejora el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.
- La reducción de costos mejora el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.
- La resistencia a mayores cargas mejora el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Es más conveniente implementar tecnología innovadora que permita mejorar la productividad en procesos de nivelado y compactación pues son los procesos con menor desempeño (menores rendimientos, más propenso a cometer defectos).
- Es recomendable para una adecuada caza y adaptación tecnológica se requiere analizar la viabilidad de las tecnologías en términos de disponibilidad y posibilidad de inclusión en los procesos constructivos.
- Se recomienda la aplicación de una guía práctica en otro tipo de procesos constructivos repetitivos como la colocación de mezcla asfáltica, tendido de tuberías o excavación de túneles.
- Se recomienda el desarrollo un sistema de vigilancia tecnológica dentro de las organizaciones que se actualice constantemente, un ejemplo es la creación de una base de datos dentro de la red interna de las empresas donde se incluyan resultados de la búsqueda de innovaciones tecnológicas que estén disponibles y con potencial de generar beneficios.

## CAPÍTULO VI

### FUENTES DE INFORMACIÓN

#### 6.1. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

AGUERREBERE, R. y CEPEDA, F. (2000) “Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras”.- Publicación Técnica No. 30.- Instituto Mexicano del Transporte.- Querétaro, México.

BOWLES, J. 1981. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Ed . McGraw Hill Latinoamericana S.A. Colombia.

CAPECO (1997). Reglamento Nacional de Construcciones. Editorial Mercurio. Lima – Perú.

CORRO, S y PRADO, G, (1999) “Proyectos de investigación dirigidos al desarrollo tecnológico. Estudio del método actualizado de diseño de pavimentos. Segunda parte D.F.”, Instituto de Ingeniería, UNAM, Informe de Investigación a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes N° 9529. México, D.F.

DELGADO, G. (2002). Programación de Obras, Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO). Perú.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN CON GEOSINTÉTICOS (2008). Geosistemas Pavco S.A.

GILES, R. 2011. Mecánica de Fluidos e Hidráulica. Ed. Mc-Graw-Hill Serie Shaum. Colombia.

GRUPO S10. 2003. Costos para la Industria de la Construcción. Ed. S10. Perú.

- IMT, (1991). “Catálogo de Deterioros en Pavimentos Flexibles de Carreteras Mexicanas”, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, Qro.
- LARA G. (1991) Alcantarillado, División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, 330 p.
- LÓPEZ, R. (1999) Diseño de Acueductos y alcantarillados. (2ª Edición; Colombia: Editorial Alfaomega).
- MIGUEL, C., ELIZONDO, F. (2000), “Actuadores Piezoeléctricos”, Ingenierías, Vol. III, No. 6.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2000) Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- (2001) Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) ([http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos\\_ferro/manual/DG-2001.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/DG-2001.pdf)) (consulta: 16 de junio)
- (2001) Reglamento Nacional de Vehículos ([http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_1021.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1021.pdf)) (consulta: 16 de junio)
- (2008) Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. ROBINSON, Richard (2004) Road Engineering for Development. 2da ed. London: Spon Press.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2005) Reglamento Nacional de Edificaciones, Título III. 1ra Edición, Perú.
- ROVITO, G., (2012) “Pavimentos Descontaminantes a partir de Sprays”, CONAMA 2012, Congreso Nacional del Medio Ambiente, Madrid, España.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL  
PERÚ Registros de intensidades de lluvia del departamento de Lurín  
(<http://www.senamhi.gob.pe/>) (consulta: 20 julio)

SUNASS Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento Vol. II.  
Normas Técnicas.

[http://www.sieca.org.gt/publico/Transporte/Manuales/Vulnerabilidad/Especificaciones\\_Construccion/Especificaciones\\_para\\_la\\_construccion.pdf](http://www.sieca.org.gt/publico/Transporte/Manuales/Vulnerabilidad/Especificaciones_Construccion/Especificaciones_para_la_construccion.pdf)

## **ANEXOS**

## Anexo N° 1

Cuestionario N° 01 - ENCUESTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

### **CUESTIONARIO DE ENCUESTA PARA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y LA MEJORA EN EL PROCESO DE PAVIMENTACIÓN EN LA REGIÓN LIMA - PROVINCIAS 2018**

#### **A.- Presentación:**

Estimado (a) señor (a), el presente cuestionario es parte de una investigación que tiene por finalidad obtener información, acerca de la Innovación Tecnológica y la mejora en el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias. Respuestas personales que solamente, son de gran importancia para mi investigación y que serán procesadas con toda confidencialidad, respetando el anonimato en la presentación de los resultados.

#### **B.- Indicaciones:**

- ✓ Este cuestionario es anónimo. Por favor responda con sinceridad.
- ✓ Lea detenidamente cada ítem. Cada uno tiene cinco respuestas, de las cuales sólo seleccione una.
- ✓ Conteste a las preguntas marcando con una “X” en un solo recuadro que, según su opinión. La escala de calificación es la siguiente:
- ✓ 1 = Nunca, 2 = Casi Nunca, 3 = A Veces, 4 = Casi Siempre, 5 = Siempre

Ítem	V1: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	1	2	3	4	5
	<b>MAYOR DURABILIDAD</b>					
1	Con las tecnologías actuales en el proceso de pavimentación disminuye el desgaste de las pistas.					
2	Con los nuevos métodos de construcción y tecnologías actuales en el proceso de pavimentación, las pistas quedan reforzadas.					
	<b>REDUCCIÓN DE COSTOS</b>					
3	Con la aplicación de tecnologías actuales en el proceso de pavimentación disminuyen los costos de materiales.					
4	Con las tecnologías actuales en el proceso de pavimentación disminuyen los costos de mano de obra.					
	<b>RESISTENCIA A MAYORES CARGAS</b>					
5	Con la aplicación de las tecnologías actuales en el proceso de pavimentación serán más compactas las pistas.					
6	Con las tecnologías actuales en el proceso de pavimentación disminuyen las fatigas en las pistas.					
7	Con los nuevos métodos de construcción y tecnologías actuales de información aplicado al proceso productivo mejorará el nivelado de la pavimentación.					
8	Con los nuevos métodos de construcción y tecnologías actuales de información aplicado al proceso productivo mejorará el refinado de la pavimentación.					

Ítem	V2: PROCESO DE PAVIMENTACIÓN	1	2	3	4	5
	DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS					
09	Se podrá reducir el tiempo de ciclos en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica y nuevos métodos de construcción.					
10	Se podrá minimizar pasos u operaciones en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica.					
11	Se logrará reducir la participación de actividades sin valor en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica.					
	CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD					
12	Se aplicará un mejoramiento de forma continua en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica.					
13	Se logrará la eficiencia de las actividades en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica y nuevos métodos de construcción.					
14	Se logrará referenciar permanentemente los procesos de pavimentación dada la innovación tecnológica.					
	CALIDAD					
15	Se detectará los defectos en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica.					
16	Se logrará el cambio cultural en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica y nuevos métodos de construcción.					
17	Se logrará la eficiencia en el uso de recursos del proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica.					
18	Se logrará la eficiencia de técnicas de estudio de trabajo en el proceso de pavimentación dada la innovación tecnológica.					

Gracias por tu colaboración

## ANEXO N° 02

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

#### INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y LA MEJORA EN EL PROCESO DE PAVIMENTACIÓN EN LA REGIÓN LIMA – PROVINCIAS 2018

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES – DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿De qué manera la innovación tecnológica mejorará el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular la innovación tecnológica que mejore el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> La innovación tecnológica contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.</p>	<p><b>Variable 1:</b> - <b>Innovación tecnológica.</b> <b>Dimensiones:</b> - Mayor Durabilidad  - Reducción de costos.  - Resistencia a mayores cargas</p>	<p><u>Indicadores de Variable 1:</u>  Menos Desgaste Mayor Refuerzo Costo de materiales Costo de mano de obra Compactación Fatigas</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b> La investigación será de tipo no experimental, y transaccional o transversal ya que se tomará los datos a través del tiempo. <b>Nivel</b> La investigación será descriptiva y relacional. <b>Enfoque</b></p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿De qué manera la mayor durabilidad mejorará el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018?</li> <li>• ¿De qué manera la reducción de costos mejorará el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018?</li> <li>• ¿De qué manera la resistencia a mayores cargas mejorará el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular la mayor durabilidad, que mejore el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.</li> <li>• Formular la reducción de costos, que mejore el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.</li> <li>• Formular la resistencia a mayores cargas, que mejore el proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La mayor durabilidad contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.</li> <li>• La reducción de costos contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.</li> <li>• La resistencia a mayores cargas contribuye en la mejora del proceso de pavimentación en la Región Lima Provincias 2018.</li> </ul>	<p><b>Variable 2:</b> - <b>Proceso de pavimentación.</b> <b>Dimensiones:</b> - Disminución de pérdidas.  - Control de la productividad.  - Calidad.</p>	<p><u>Indicadores de Variable 2:</u>  Reducir el tiempo de ciclos Minimizar pasos Reducir la participación de actividades que no agrega valor Mejoramiento continuo Eficiencia de actividades Referenciar permanentemente los procesos Detección de defectos Cambio cultural Eficiencia en el uso de recursos Eficiencia de técnicas de estudio de trabajo</p>	<p>Para desarrollar la investigación se sigue el modelo cualitativo y cuantitativo. <b>Población y Muestra</b> <b>Población:</b> La población está constituida por 142 participantes que son conocedores y profesionales de la construcción de este servicio de pavimentación. <b>Muestra:</b> El tamaño de la muestra es 60. <b>Técnicas:</b> Criterios de técnicas de muestreo no probabilístico.</p>