

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



**“APLICACION DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE
LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID
FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO - 2019”**

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

TESISTA:

KENNETH BARDALES ORTIZ

ASESOR:

ING. JORGE ZAVALLOS HUARANGA

HUÁNUCO – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN"
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DEDICATORIA

A mis padres Carlos y Milca, por todos sus esfuerzos y sacrificios que hicieron por mí, para poder terminar mi carrera y por haberme forjado como la persona que soy.

A mi esposa Clara, por su paciencia, tolerancia y sobre todo por su apoyo incondicional que me brinda día a día para así poder lograr mis objetivos.

A mi hija María Cristina y a mis hermanos; Henry, Karina y Miluska.



UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



AGRADECIMIENTO

Mi más sincero y eterno agradecimiento a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco por ser mi alma máter de formación profesional.

A todos los docentes de esta Casa Superior de Estudios, por brindarme sus conocimientos y sus valiosas experiencias.



RESUMEN

El proyecto de tesis se enfocara en la rehabilitación del pavimento existente de la pista de aterrizaje del aeropuerto Alférez FAP David Figueroa Fernandini de Huánuco para su posterior mejoramiento con la aplicación de GEOTEXTIL GLASPAVE con refuerzo en el pavimentos flexibles existente ,para lo cual se aplicara la será el PCI (índice de condición del pavimento), este método nos dará un indicador que permita precisar la degradación o condición del pavimento flexible existente, con la finalidad de solicitar su intervención oportuna, seleccionando la técnica más adecuada de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción del pavimento existente. Al realizar la intervención in situ al aeropuerto se pudo dialogar con el jefe la cual afirma que la pista de aterrizaje no ha sido evaluada antes de ser intervenida bajo una metodología o procedimiento; esto nos permite realizar la evaluación superficial del pavimento flexible, para obtener su índice de condición con la aplicación de la metodología PCI.

SUMMARY

The thesis project will focus on the rehabilitation of the existing pavement of the runway of the Alférez FAP David Figueroa Fernandini airport in Huánuco for its subsequent improvement with the application of GEOTEXTIL GLASPAVE with reinforcement in the existing flexible pavements, for which the will be applied. the PCI (pavement condition index), this method will give us an indicator that allows us to specify the degradation or condition of the existing flexible pavement, in order to request its timely intervention, selecting the most appropriate technique for maintenance, rehabilitation or reconstruction of the pavement existing. When carrying out the intervention in situ at the airport, it was possible to dialogue with the chief who affirms that the runway has not been evaluated before being intervened under a methodology or procedure; this allows us to carry out the superficial evaluation of the flexible pavement, to obtain its condition index with the application of the PCI methodology.



INDICE

Portada	I
Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Resumen	IV
Summary	IV
Índice	V
I. MARCO TEORICO	1
1.1.- Antecedentes y Fundamentación del Problema	1
1.1.1.- Antecedentes Locales	1
1.1.2.- Antecedentes Nacionales	1
1.1.3.- Antecedentes Internacionales	3
1.2.- Formulación del Problema	4
1.2.1.- Problema General	4
1.2.2.- Problemas Específicos	4
1.3.- Objetivos: Generales y Específicos	5
1.3.1.- Objetivo General	5
1.3.2.- Objetivos Específicos	5
1.4.- Justificación e Importancia	5
1.5.- Limitaciones	5
1.6.- Revisión de Estudios Realizados	6
1.6.1.- Investigaciones Locales	7
1.6.2.- Investigaciones Nacionales	7
1.6.3.- Investigaciones Internacionales	8



1.7.- Conceptos Fundamentales.....	9
1.7.1.- Definición de Geosintéticos.....	17
1.7.2.- Tipos de Geosintéticos: Geotextiles.....	18
1.7.3.- Tipos de Geosintéticos: Geomallas.....	18
1.7.4.- Funciones: ¿Para qué sirve un Geosintético?.....	18
1.7.5.- Funciones: Filtración.....	19
1.7.6.- Funciones: Drenaje.....	19
1.7.7.- Funciones: Confinamiento.....	20
1.7.8.- Funciones: Refuerzo.....	20
1.7.9.- Propiedades de los Geotextiles.....	21
1.7.10.- Propiedad De Las Geomallas.....	21
1.7.11.- Fichas Técnicas de las Geomallas.....	21
1.7.12.- Intercapas entre Pavimentos.....	22
1.7.13.- Geosintéticos para Pavimentación.....	22
1.7.14.- Geosintéticos para Pavimentación.....	23
1.7.15.- Funcionalidad de los Geosintéticos para Pavimentación.....	23
1.7.16.- Manta de Impermeabilización para Asfalto GLASPAVE.....	24
1.7.17.- Con una fácil instalación y menos mantenimiento posterior, la manta de impermeabilización para pavimentos GLASPAVE...25	25
1.7.18.- Aplicaciones para Carpetas Asfálticas - Control de Agrietamiento del Asfalto.....	26
1.7.19.- Instalación.....	26
1.7.20.- Beneficios.....	28
1.7.21.- Evaluación de la Pista de Aterrizaje del Aeropuerto.....	28
1.8.- Marco Situacional.....	34
1.9.- Definición de Términos Básicos.....	34
1.10.- Hipótesis: General y Específicas.....	35



1.10.1.- Hipótesis General.....	35
1.10.2.- Hipótesis Específicos.....	35
1.11.- Sistema de Variables – Dimensiones e Indicadores.....	35
1.11.1.- Variables Independientes.....	35
1.11.2.- Variable Dependiente.....	35
1.12.- Definición Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores.....	36
II. MARCO METODOLÓGICO.....	36
2.1.- Nivel y Tipo de Investigación.....	36
2.1.1.- Nivel de Investigación.....	37
2.1.2.- Tipo de Investigación.....	37
2.2.- Diseño de la Investigación.....	38
2.3.- Universo / Población y Muestra.....	38
2.3.1.- Determinación del Universo / Población.....	38
2.3.2.- Selección de la Muestra.....	38
2.4.- Técnicas de recolección y tratamiento de datos.....	39
2.4.1.- Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	40
2.4.2.- Procesamiento y Presentación de Datos.....	40
III. DISCUSION DE RESULTADOS.....	41
3.1.- Contrastación de los resultados del trabajo de campo con los referentes bibliográficos de las bases teóricas.....	41
3.2.- Contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis.....	41
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES.....	42
IV. BIBLIOGRAFIA.....	43



I.- MARCO TEORICO

En la presente investigación se enfocara en la rehabilitación de la pista de aterrizaje del aeropuerto Alférez FAP David Figueroa Fernandini de Huánuco para para tal efecto se va utilizar la tecnología de los GEONSTETICOS, utilizando el Geotextil GLASPAVE EN LA SUPERFICIE DE RODADURA donde se utiliza en los pavimentos flexibles, para lo cual como primer paso se debe de utilizar la metodología de la evaluación del pavimento, el PCI (índice de condición del pavimento), este método nos dará un indicador que permita precisar la degradación o condición del pavimento flexible existente, con la finalidad de solicitar su intervención oportuna, seleccionando la técnica más adecuada de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción del pavimento existente.

El presente estudio de la evaluación superficial de la pista de aterrizaje se evaluará la condición superficial de la carpeta asfáltica, así mismo se realizará una inspección visual del pavimento existente en diferentes zonas o márgenes de la pista de aterrizaje para poder identificar el grado de deterioro de la carpeta asfáltica.

Con los resultados obtenidos de la evaluación del pavimento con el método PCI, cuyo resultado determinará el procedimiento de mantenimiento o rehabilitación de la pista de aterrizaje la cual se propondrá la aplicación de GEOSISNTETICOS, en especial los Geotextiles de GLASPAVE, así mismo, se va a proponer un ligante con un grado de desempeño que servirá como adherencia entre la carpeta asfáltica existente y la nueva carpeta a colocar.

1.1.- Antecedentes y Fundamentación del Problema:

1.1.1.- Antecedentes Locales:

- No existe en la actualidad estudios realizados en la zona, es decir, en la región Huánuco, referente a la utilización de geosintéticos como material de refuerzo en pavimentos para aeropuertos que se utilizan en la rehabilitación de vías pavimentadas en tipo flexible. Es nula este tipo de investigación, solo se han realizados estudios de materiales para mezclas asfálticas en caliente tanto en agregados como en los ligantes asfálticos para la construcción de pavimentos flexibles.

1.1.2.- Antecedentes Nacionales:

En las conclusiones de la tesis denominada "evaluación estructural, superficial y funcional del pavimento de la pista principal aeropuerto de pisco: Renán Elías Olivera" (Guzmán & Ulloa, 2015), se ha podido determinar que la evaluación estructural, superficial y funcional del pavimento de la pista principal del Aeropuerto de Pisco "Renán Elías Olivera" cumple con la Norma establecida por las FAA y la OACI.



- En las conclusiones de la tesis denominada “Evaluación de los pavimentos de la pista de aterrizaje, calles de rodaje y plataforma de estacionamiento del aeropuerto de Talara” (Aquiye, 2011, pág. 119), las determinaciones realizadas in situ y en laboratorio mediante ensayos destructivos y no destructivos, han permitido obtener parámetros superficiales, estructurales, funcionales y las características de las capas de materiales que conforman la estructura del pavimento. Superficialmente se ha realizado el relevamiento de fallas para la determinación del PCI; estructuralmente se han ejecutado ensayos de deflectometría con equipo Viga Benkelman; en cuanto a funcionalidad, se ha evaluado parámetros de rugosidad, micro textura y macro textura, y finalmente se han obtenido las características de los materiales granulares y capa asfáltica evaluados en laboratorio”.
- En las conclusiones de la tesis denominada “Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus y mezcla asfáltica modificada con Polímeros tipo SBS PG 70-28” (Estrada, 2017, pág. 157), se determinó que: el uso de una mezcla asfáltica convencional, se ve afectada por distintos factores como son, el volumen de tránsito, exceso de cargas, factores climatológicos, etc. y el uso de una mezcla asfáltica modificada con polímero de tipo SBS ofrecerá mejor respuesta mecánica que una mezcla asfáltica convencional, mejorando el desempeño de la carpeta asfáltica e incrementando la vida útil del pavimento. Debido a que la mezcla asfáltica modificada con polímero SBS PG 70 - 28 demostró tener un mejor comportamiento mecánico y mucho mayor desempeño que la mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus.
- En las conclusiones de la tesis denominada “Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnica – económico con los asfaltos convencionales” (Pereda, 2015, pág. 102), se determinó que: el uso de mediante los ensayos realizados que la adición del polvo de llantas mejora el comportamiento físico-mecánico del asfalto convencional RC-70; también mejora la resistencia a la deformación plástica de una mezcla asfáltica. Esto se observa en el comportamiento del RC - 70 en la recuperación elástica por torsión, siendo el asfalto modificado 37 % más recuperable que el convencional.
- En las conclusiones de la tesis denominada “Comportamiento mecánico de las mezclas tipo SMA (Stone Mastic Asphalt)” (Paredes, 2009, pág. 254), se determinó que: los estudios empíricos han demostrado buena capacidad y buen módulo de rigidez ante presiones determinadas y a temperaturas extremas, por lo que es recomendable esta mezcla para el uso en zonas de alturas donde los vacíos no permiten que se desgaste o se resquebraje con los cambios de temperatura que existen.



- En las conclusiones de la tesis denominada “Comportamiento mecánico de Mezclas Asfálticas en caliente, empleando Cal, en los aeropuertos del sur de Perú” (Ordoñez, 2016, pág. 178), se determinó que: los resultados de laboratorio se determinaron que se tiene una mejora en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente empleando cal, tales como la tracción indirecta con 84.50%, estabilidad 1181Kg, flujo 5.0 pulg. Y el índice de rigidez Marshall con 2360 Kg/cm, por lo que se puede asegurar una buena Trabajabilidad y que los daños en la pista de aterrizaje van a disminuir con la utilización de esta mezcla.

- En las conclusiones de la tesis denominada “Rehabilitación de pavimentos del aeropuerto del cusco usando modificadores de asfalto” (Martínez, 2009, pág. 215), se determinó que: por las condiciones climáticas existentes en la zona del Proyecto y a la gradiente térmica existente se recomienda el uso de asfaltos modificados. Esto se debe fundamentalmente a que en la zona de elaboración del proyecto la temperatura varía considerablemente en periodos cortos (en un mismo día), las propiedades del asfalto modificado, nos permiten manejar estas variaciones de manera más eficiente que los asfaltos convencionales, esto se debe a las propiedades geológicas del asfalto modificado.

1.1.3.- Antecedentes Internacionales:

- En las conclusiones de la tesis denominada “Gestión de pavimentos de Aeropuertos mediante indicadores de figuración superficial” (Caro, 2017), el PCI únicamente muestra un estado superficial del pavimento, lo que en algunos de los casos puede significar daños estructurales, pero sin la capacidad de evaluar el pavimento en este aspecto. La evolución de gestión aeroportuaria de los pavimentos debiera ir enfocada en el desarrollo de estos indicadores para que no precisen de la actuación complementaria de otros, sino que un mismo indicador puede determinar varios aspectos de estudio.

- En el artículo presentado en el tercer simposio Colombiano sobre ingeniería de pavimentos realizado en Cartagena (García & Beltrán, 1979), el Incremento en las operaciones aéreas y en el tamaño y peso de los aviones, ha traído como consecuencia la modificación de criterios de diseño y construcción de pavimentos para aeropuertos y la necesidad de evaluar la capacidad de carga de los ya existentes para definir si debe acudir a medidas de reacondicionamiento como las capas de refuerzo. También se hace necesaria la evaluación en el caso de problemas relativos al diseño. Los materiales usados o las técnicas de construcción. Los cuales introducen dudas o discrepancias sobre el comportamiento de la obra en proceso o terminada o pueden manifestarse en un deterioro rápido del pavimento.

- En las conclusiones de la tesis denominada “Comparación de las mezclas diseñadas por el método Marshall y las diseñadas por el método



Superpave” (Marín & Guzmán, 2003, pág. 201), debido a que en nuestro país no existen estaciones, en el estudio se seleccionó un grado de ligante, $[(PG)]_{(T_{(máx.-mín.)})}$, que abarcara todo el intervalo de temperaturas que se alcanzan en el país y se encontró un asfalto PG 64-16 adecuado para ser utilizado en el país siempre y cuando no se tratase de proyectos con cargas casi estáticas, velocidades muy bajas y sitios de parqueo. El asfalto de Barrancabermeja tiene el grado PG 64-22 el cual se comporta satisfactoriamente para las temperaturas de pavimento hasta $64^{\circ}-22^{\circ}$ el cual se comporta satisfactoriamente para las temperaturas de pavimento hasta 64° y para -22° siempre y cuando se trate de proyectos diferentes a pavimentos de parqueaderos, de puertos, de zonas de carga, de sitios aledaños a peajes entre otros.

1.2.- Formulación del Problema:

La carpeta asfáltica es la parte más expuesta y la más propensa a sufrir deterioros en el pavimento flexible, principalmente deformaciones plásticas y fisuración por fatiga ante las solicitaciones de las cargas producidas por las aeronaves.

Por consiguiente, es importante diseñar una carpeta asfáltica que sea capaz de poder soportar tales cargas y que no se produzcan grandes deformaciones en la carpeta, produciendo fallas por fatiga y de deformación permanente.

En nuestro país, en la actualidad no se contempla el control de los esfuerzos y deformaciones producidas en la mezcla asfáltica, como elemento de la estructura del pavimento, la utilización de algún material que contribuya a la disminución de estos esfuerzos en la rehabilitación de pavimentos flexibles.

1.2.1.- Problema General:

- ¿Es posible que el Geotextil GLASPAVE mejore las propiedades estructurales de la carpeta asfáltica ante las solicitaciones de carga?

1.2.2.- Problema Específico

- ¿Es posible que el Geotextil GLASPAVE tenga la propiedad de retardar la aparición prematura de las grietas superficiales?
- ¿Es posible la rehabilitación del pavimento existente con el Geotextil GLASPAVE para alargar la vida útil?



1.3.- Objetivos: General y Específicos:

1.3.1.- Objetivo General:

- Dar a conocer si el Geotextil GLASPAVE mejora las propiedades estructurales de la carpeta asfáltica ante las solicitaciones de carga.

1.3.2.- Objetivos Específicos:

- Dar a conocer los beneficios del Geotextil GLASPAVE en la propiedad de retardar la aparición prematura de las grietas superficiales.
- Dar a conocer la rehabilitación del pavimento existente con el Geotextil GLASPAVE para alargar la vida útil.

1.4.- Justificación e Importancia:

La investigación propuesta busca, mediante la aplicación de la teoría y los conceptos básicos del diseño estructural de pavimentos y utilización de los geosintéticos (Geotextil GLASPAVE), que contribuye a mejorar la distribución de los esfuerzos en la superficie de rodadura para poder reducir las deformaciones a tensión en la parte inferior de la carpeta asfáltica y así poder resistir ante las cargas de las aeronaves del aeropuerto Alférez FAP David Figuroa Fernandini de Huánuco.

La investigación nos ayudaría a conocer los mejores procedimientos de rehabilitación de pavimentos con la utilización de geosintéticos en especial el Geotextil GLASPAVE.

La presente tesis servirá como base teórica para el análisis de las demás técnicas de rehabilitación de pavimentos flexibles y así nos permitirán escoger la mejor calidad de las mezclas de adherencia entre el pavimento y el Geotextil GLASPAVE.

1.5.- Limitaciones:

- a) La falta de laboratorios certificados y debidamente implementados en nuestra ciudad para realizar los diversos ensayos y así garantizar los resultados obtenidos.
- b) La ubicación del área en estudio, por su accesibilidad a la infraestructura no permite tomar muestras del pavimento con facilidad, así como las visitas para visualizar la superficie de rodadura.
- c) El tiempo limitado para realizar la investigación, ya que, si queremos obtener resultados más óptimos y satisfactorios, se deberían hacer pruebas



constantes y/o periódicas durante un tiempo no menor a un año. Pero, a su vez, esta tesis servirá de base para futuros estudios similares en la zona.

d) La cantidad de la muestra que se tomó para los ensayos en los laboratorios.

1.6.- Revisión de Estudios Realizados:

a) Fuente Primaria:

Los datos básicos necesarios para la investigación, son proporcionados por las literaturas que se mencionan a continuación:

- Manual de Ensayos para Laboratorio (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).
- Manual de Laboratorio – Ensayos para Pavimentos – Volumen I (Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Civil – Laboratorio No. 02 de Mecánica de Suelos y Pavimentos).
- Norma ASTM C-131 (ENSAYO DE LOS ANGELES).
- Norma ASTM C-2419 (EQUIVALENTE DE ARENA).
- Norma ASTM C-128. (DENSIDAD Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO).
- Norma ASTM C-127. (DENSIDAD Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO).
- NORMA TECNICA 400.040. (PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS).
- NTP 400.019.2002 (ENSAYO DE LOS ANGELES).
- NTP 400.010 (MUESTREO DE AGREGADO).
- NTP 400.012 (ENSAYO GRANULOMETRICO).
- ASTM D3665 (MUESTREO DE MATERIALES).
- ASTM D 75 (MUESTREO DE AGREGADOS).

b) Fuente Secundaria:

Comprende la compilación de resúmenes de la investigación relacionada:

- Estudio de la potencialidad en producción e identificación de canteras del distrito de Pillcomarca (Informe proporcionado por la oficina de abastecimientos de la Municipalidad Distrital de Pillcomarca).
- Determinación del índice de alargamiento y de aplanamiento de una muestra de agregado grueso (Universidad de Sucre Facultad de Ingeniería Civil materiales de la construcción Sincelejo – Sucre 27 de septiembre del 2012).



- Tesis: Aplicación del método Marshall y granulometría Superpave en el diseño de mezclas asfálticas en caliente con asfalto clasificación grado de desempeño, presentado por: Rafael Alexander Crespín Molinaismael, Ernesto Santa Cruz Jovel, Pablo Alberto Torres Linares, septiembre de 2012.

1.6.1.- Investigaciones Locales:

- No existe en la actualidad estudios realizados en la zona, es decir, en la región Huánuco, referente a la utilización de geosintéticos como material de refuerzo en pavimentos para aeropuertos que se utilizan en la rehabilitación de vías pavimentadas en tipo flexible. Es nula éste tipo de investigación, solo se han realizados estudios de materiales para mezclas asfálticas en caliente tanto en agregados como en los ligantes asfálticos para la construcción de pavimentos flexibles.

1.6.2.- Investigaciones Nacionales:

- Evaluación estructural de pavimentos flexibles empleando Geotextiles, Carretera Cajamarca – Chachapoyas, tramo(López Grandez, Jhon Domingo), Los resultados muestra que el uso del pavimento flexible permite el incremento de la resistencia de un pavimento flexible, así como una disminución notable de las deformaciones transversales debido a la aplicación de cargas provenientes del tráfico, finalmente, también se pudo observar que el uso de Geotextiles, también permite la reducción de los espesores del pavimento flexible, permitiéndonos diseños más eficientes y económicos.

- En las conclusiones de la tesis denominada “evaluación estructural, superficial y funcional del pavimento de la pista principal aeropuerto de pisco: Renán Elías Olivera” (Guzmán & Ulloa, 2015), se ha podido determinar que la evaluación estructural, superficial y funcional del pavimento de la pista principal del Aeropuerto de Pisco “Renán Elías Olivera” cumple con la Norma establecida por las FAA y la OACI.

- En las conclusiones de la tesis denominada “Evaluación de los pavimentos de la pista de aterrizaje, calles de rodaje y plataforma de estacionamiento del aeropuerto de Talara” (Aquiye, 2011, pág. 119), las determinaciones realizadas in situ y en laboratorio mediante ensayos destructivos y no destructivos, han permitido obtener parámetros superficiales, estructurales, funcionales y las características de las capas de materiales que conforman la estructura del pavimento. Superficialmente se ha realizado el relevamiento de fallas para la determinación del PCI; estructuralmente se han ejecutado ensayos de deflectometría con equipo Viga Benkelman; en cuanto a funcionalidad, se ha evaluado parámetros de rugosidad, micro textura y macro textura, y finalmente se han obtenido las características de los materiales granulares y capa asfáltica evaluados en laboratorio”.



- En las conclusiones de la tesis denominada “Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus y mezcla asfáltica modificada con Polímeros tipo SBS PG 70-28” (Estrada, 2017, pág. 157), se determinó que: el uso de una mezcla asfáltica convencional, se ve afectada por distintos factores como son, el volumen de tránsito, exceso de cargas, factores climatológicos, etc. y el uso de una mezcla asfáltica modificada con polímero de tipo SBS, ofrecerá mejor respuesta mecánica que una mezcla asfáltica convencional, mejorando el desempeño de la carpeta asfáltica e incrementando la vida útil del pavimento. Debido a que la mezcla asfáltica modificada con polímero SBS PG 70 - 28 demostró tener un mejor comportamiento mecánico y mucho mayor desempeño que la mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus.

- En las conclusiones de la tesis denominada “Comportamiento mecánico de Mezclas Asfálticas en caliente, empleando Cal, en los aeropuertos del sur de Perú” (Ordoñez, 2016, pág. 178), se determinó que: los resultados de laboratorio se determinaron que se tiene una mejora en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente empleando cal, tales como la tracción indirecta con 84.50%, estabilidad 1181Kg, flujo 5.0 pulg. Y el índice de rigidez Marshall con 2360 Kg/cm, por lo que se puede asegurar una buena Trabajabilidad y que los daños en la pista de aterrizaje van a disminuir con la utilización de esta mezcla.

- En las conclusiones de la tesis denominada “Rehabilitación de pavimentos del aeropuerto del cusco usando modificadores de asfalto” (Martínez, 2009, pág. 215), se determinó que: por las condiciones climáticas existentes en la zona del Proyecto y a la gradiente térmica existente se recomienda el uso de asfaltos modificados. Esto se debe fundamentalmente a que, en la zona de elaboración del proyecto, la temperatura varía considerablemente en periodos cortos (en un mismo día), las propiedades del asfalto modificado, nos permiten manejar estas variaciones de manera más eficiente que los asfaltos convencionales, esto se debe a las propiedades geológicas del asfalto modificado.

1.6.3.- Investigaciones Internacionales:

- En las conclusiones de la tesis denominada “Gestión de pavimentos de Aeropuertos mediante indicadores de figuración superficial” (Caro, 2017), el PCI únicamente muestra un estado superficial del pavimento, lo que en algunos de los casos puede significar daños estructurales, pero sin la capacidad de evaluar el pavimento en este aspecto. La evolución de gestión aeroportuaria de los pavimentos debiera ir enfocada en el desarrollo de estos indicadores para que no precisen de la actuación complementaria de otros, sino que un mismo indicador puede determinar varios aspectos de estudio.



- En el artículo presentado en el tercer simposio Colombiano sobre ingeniería de pavimentos realizado en Cartagena (García & Beltrán, 1979), el Incremento en las operaciones aéreas y en el tamaño y peso de los aviones, ha traído como consecuencia la nidificación de criterios de diseño y construcción de pavimentos para aeropuertos y la necesidad de evaluar la capacidad de carga de los ya existentes para definir si debe acudirse a medidas de reacondicionamiento como las capas de refuerzo. También se hace necesaria la evaluación en el caso de problemas relativos al diseño. Los materiales usados o las técnicas de construcción. Los cuales introducen dudas o discrepancias sobre el comportamiento de la obra en proceso o terminada o pueden manifestarse en un deterioro rápido del pavimento.

- Chile. Por lo tanto, requiere una actualización de las normas Superpave para ligantes asfálticos del Manual de Carreteras. M.C. y AASHTO son métodos realizados específicamente para el área vial, mientras que ASTM incluye información y procedimientos para utilizar e interpretarlo.

- SISTEMA PETROMAT, LUIS ADOLFO CHICAS TORRES Guatemala, agosto de 2005- Este tema está enfocado a la ampliación de los conocimientos de cómo poder hacer una rehabilitación de carretera pavimentada de una manera práctica, técnica y económica, para romper esquemas dentro del medio en la rehabilitación, ya que, es un método en Guatemala y Centroamérica que ha sido usado muy poco y hoy en día todavía se evita su uso por falta de conocimiento técnico y temor al cambio tradicional.

1.7.- Conceptos Fundamentales:

- **Aeropuerto:** Un aeropuerto es una estación o terminal situada en un terreno llano que cuenta con pistas, instalaciones y servicios destinados al tráfico de aviones. Los aeropuertos permiten el despegue y el aterrizaje de aviones de pasajeros o de carga, además de proveerles combustible y el mantenimiento (OACI, 2006).

El aeropuerto como obra de ingeniería civil está formado por una serie de sistemas que operan conjuntamente para una eficiente operación, estos sistemas están íntimamente ligados y dependen unos de otros, los cuales, a su vez, deben proporcionar la capacidad necesaria para aeronaves, pasajeros, cargas, vehículos terrestres, etc. Teniendo la opción futura de una ampliación. Ya que estos sistemas operan conjuntamente, no es posible la planeación por separado de cada uno de ellos por lo que se busca una planeación lógica posible, de tal forma que la planificación de cada uno de ellos contribuya y se integren en un plan maestro (Mora Patiño & Castañeda Rivera, 2016).

- **Características físicas de la pista principal de un aeropuerto pista de aterrizaje:** Según la (OACI, 2006) menciona que: “La pista de



aterrizaje tiene un área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para que los aviones tomen tierra y frenen, Además son al mismo tiempo la pista de despegue, en la que los aviones aceleran hasta alcanzar la velocidad que les permite despegar”.

La FAA considera que las pista de aterrizaje y despegue en campos de aviación en los que operen aeronaves de peso mayor o igual a 30,000 lb (13,000 kg) deben estar pavimentadas con asfalto, concreto hidráulico o un pavimento mixto; en caso contrario, las pistas pueden ser de superficie natural como la hierba o sobre la tierra (OACI, 2006).

La pista de aterrizaje comprende los siguientes elementos: la pista, los márgenes, las franjas, las áreas de seguridad de extremo de pista, las zonas libres de obstáculos y las zonas de parada (OACI, 2006).

- **Pista:** Es un pavimento estructural diseñado específicamente para soportar los despegues y aterrizajes de las aeronaves que operan sobre ella. La superficie de la pista debe construirse sin irregularidades ya que estas pueden causar rebotes, cabeceo o vibración excesiva u otras dificultades en el manejo del avión (OACI, 2006).

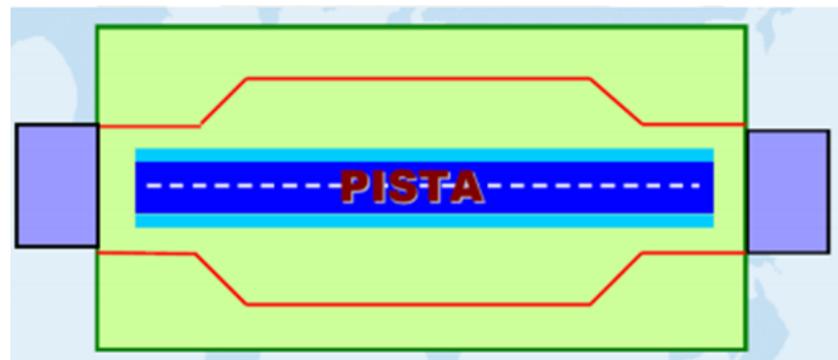


Figura 1: Pista de un Aeropuerto.
Fuente: Organización internacional de Aeronáutica Civil.

- **Margen de pista:** Los márgenes son bandas de terreno preparado o construido que bordean la pista de tal manera que sirven como transición hasta la franja no pavimentada. Además, contribuyen a la prevención de erosión del suelo causada por el chorro de reactor y mitigan los daños de los reactores producidos por objetos extraños. Los márgenes de pista pueden ser empleados para el tránsito de los equipos de mantenimiento y de emergencia (OACI, 2006).



Figura 2: Margen de la pista.

Fuente: Organización Internacional de Aeronáutica Civil.

- **Franjas de pista:** La franja de pista es una superficie definida que comprende la pista y la zona de parada, si la hubiese. Su función principal es reducir el riesgo de daños a las aeronaves que se salgan de la pista y proteger a las aeronaves que sobrevuelan durante las operaciones de despegue y aterrizaje. La franja incluye una porción nivelada que debe prepararse de forma tal que no cause el desplome del tren de proa al salirse la aeronave de la pista (OACI, 2006).



Figura 3: Franja de la pista.

Fuente: Organización Internacional de Aeronáutica Civil.

- **Áreas de seguridad de extremo de pista (RESA):** El área de seguridad está presente en los extremos de las pistas de aterrizaje con la finalidad de minimizar los daños que puedan sufrir los aviones al realizar aterrizajes o despegues demasiado cortos o largos. El ancho de la RESA debe ser por lo menos el doble del ancho de la pista correspondiente (OACI, 2006).

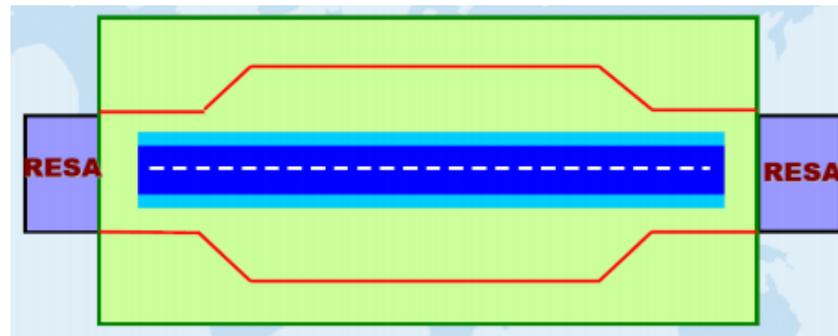


Figura 4: Áreas de seguridad de extremo de pista (RESA).
Fuente: Organización Internacional de Aeronáutica Civil.

- **Zonas libres de obstáculo (CWY):** La zona libre de obstáculos es un espacio aéreo adecuado sobre el cual un avión puede efectuar una parte del ascenso inicial hasta una altura especificada. Debería estar en el extremo del recorrido de despegue disponible y su longitud no debería exceder de la mitad de este recorrido (OACI, 2006).

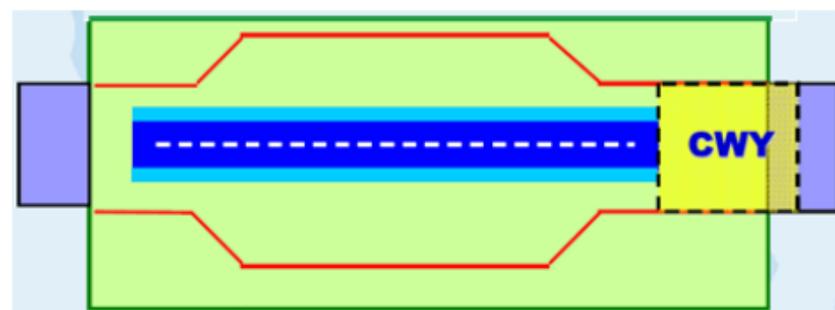


Figura 5: Zona libre de obstáculos (CWY).
Fuente: Organización Internacional de Aeronáutica Civil (OACI).

- **Zonas de parada (SWY=STOPWAY):** Es el área situada a continuación de la pista de despegue como se muestra en la figura 6 y se emplea en caso un avión requiera desacelerar su velocidad al abortar un despegue (OACI, 2006).



Figura 6: Zonas de parada (SWY =STOPWAY).
Fuente: Organización internacional de Aeronáutica Civil (OACI).

- **Umbral:** Es el comienzo de la pista utilizable para el aterrizaje. Si un objeto sobresale por encima de la zona libre de obstáculos y no puede



eliminarse, podría ser conveniente desplazar permanentemente el umbral (OACI, 2006).

En la figura 7 se puede apreciar todos los elementos mencionados de la pista de aterrizaje de un aeropuerto.

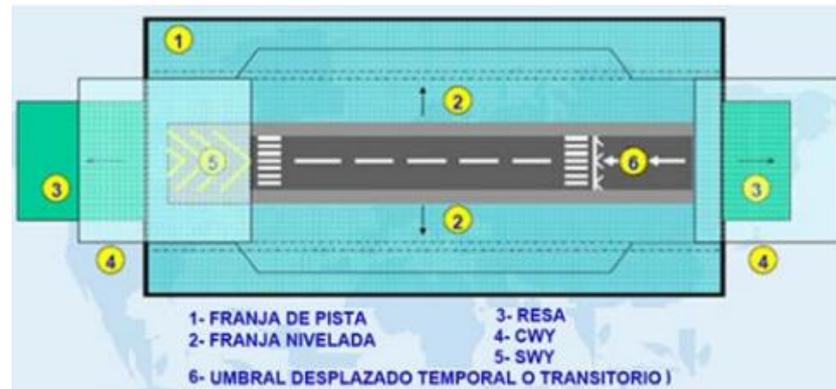


Figura 7: Partes de una pista de aterrizaje.

Fuente: Organización Internacional de Aeronáutica Civil (OACI).

- **Evaluación superficial y estructural de la pista principal en Aeropuertos:**

Evaluación superficial:

La Evaluación Superficial del Pavimento, consiste en la recopilación de las fallas en el pavimento por medio de guías en las cuales se colocan la localización de la falla, su severidad y la longitud o área de falla según sea el caso, este relevamiento de fallas se realizan de acuerdo a las normas ASTM para aeropuertos toda información que permita establecer los parámetros que reflejen el comportamiento funcional – estructural del Pavimento en servicio (Guzman & Ulloa, 2015).

En esta evaluación nos centramos en el método del PCI las cuales nos muestran las siguientes fallas:

- **Piel de cocodrilo:** La piel de cocodrilo está compuesta por una serie de fisuras interconectadas causadas por fatiga de la superficie de concreto asfáltico (AC) bajo carga repetida de tráfico (ASTM, 2005).
- **Exudación:** La exudación es una película de materia bituminoso en la superficie del pavimento que crea una superficie brillante, en la que se puede producir reflejo, generalmente se torna bastante pegajosa (ASTM, 2005).
- **Ondulación:** La ondulación está conformada por una serie de valles y picos con poca separación entre sí que ocurren a lo largo del



pavimento en intervalos regulares, generalmente menos de 5 ft o 1,5m (ASTM, 2005).

- **Depresión:** Las depresiones están localizadas en áreas de superficies pavimentadas que tienen elevaciones ligeramente menores que aquellas del pavimento que las rodea (ASTM, 2005).
- **Erosión por chorro de turbina:** La erosión por chorro de turbina, causa áreas oscuras sobre el pavimento cuando el ligante bituminoso ha sido quemado o carbonizado. Las áreas quemadas pueden variar en profundidad hasta aproximadamente $\frac{1}{2}$ in. o 13 mm (ASTM, 2005).
- **Reflexión de juntas:** Estas fallas ocurren únicamente sobre pavimentos asfálticos construidos sobre un pavimento de losas de hormigón PCC (ASTM, 2005).
- **Fisuras longitudinales y transversales:** Las fisuras longitudinales son paralelas al "center line" del pavimento o en la dirección preestablecida. Ellas pueden ser causadas por (1) fallas en las fajas constructivas de la pavimentación, (2) contracción de la superficie del asfalto debido a bajas temperaturas o reagudización del asfalto, o (3) una fisura refleja que se produce debajo de la superficie en uso, estas incluyen fisuras en la losa de hormigón, pero no producidas por la reflexión de juntas del pavimento de hormigón, (ASTM, 2005).
- **Deterioro por derrame de combustible:** Es el deterioro o ablandamiento de la superficie pavimentada causada por un derrame de combustible, aceite o un solvente hidrocarburo (ASTM, 2005).
- **Bacheos:** Un bache es considerado un defecto, sin importar si se encuentra en perfecto estado (ASTM, 2005).
- **Agregados pulidos:** El desgaste de los agregados es producido por efecto del tráfico. El agregado pulido está presente cuando una exhaustiva inspección del pavimento revela que la porción de agregados que se presentan sobre el asfalto es muy pequeña, no hay rugosidad o las partículas angulares del agregado pierden su resistencia al deslizamiento (rozamiento), (ASTM, 2005).
- **Peladura y efecto de la intemperie:** La Peladura y efecto de la intemperie están siempre en la superficie de desgaste del pavimento, causados por el desprendimiento de agregados y pérdida de la capacidad ligante del asfalto. Ellas pueden indicar que el asfalto de liga se ha rigidizado significativamente (ASTM, 2005).



- **Ahuellamiento:** El ahuellamiento se produce por la depresión de la superficie del pavimento en la zona de tránsito del tren de la aeronave (ASTM, 2005).
- **Fisuras por resbalamiento o deslizamiento:** Son fisuras con forma de luna creciente o medialuna, tienen dos puntos apuntando en la dirección del tráfico. Ellas son producidas cuando las ruedas frenan o giran causando un deslizamiento y deformación en la superficie del pavimento (ASTM, 2005).
- **Hinchamiento:** Esta falla está caracterizada por un hinchamiento de la masa en la superficie pavimentada. Un hinchamiento puede ocurrir de forma puntual en un área localizada o en forma de onda gradual en un área mayor (ASTM, 2005).

Evaluación estructural:

- **Evaluación de suelos:** El estudio de suelos es altamente importante en el diseño de pavimentos de un aeropuerto, debido a que este será quien le dé soporte a la estructura. De manera que, si el suelo no es muy resistente, el espesor del pavimento será mayor, o, tal como se mencionó en el acápite Pavimentos, se deberá estabilizar la subrasante (Roel, 2018).

Para poder determinar información acerca de los distintos tipos de suelos, los ensayos realizados deberán determinar la distribución y propiedades físicas de estos. Según la FAA, las investigaciones de las condiciones del suelo donde será emplazado el pavimento deberán incluir (Roel, 2018).

- **Estudio de suelos:** Es necesario elaborar un estudio de suelos para determinar su perfil y con ello poder clasificar cada una de sus capas (Roel, 2018).
- **Muestreo:** Recolectar las muestras más representativas de las capas de suelo (Roel, 2018).
- **Ensayos:** Ensayar las muestras para determinar las propiedades físicas de los diferentes materiales del suelo (Roel, 2018).
- **Disponibilidad:** Una muestra para determinar la capacidad de los materiales para poder llevar a cabo la construcción de los pavimentos (Roel, 2018).
- **Ensayos de resistencia:** Es necesario realizar ensayos de resistencia para poder predecir un posible comportamiento del suelo ante la aplicación de las cargas. Para pavimentos flexibles, la resistencia de la subrasante se mide mediante el ensayo de índice de penetración



California (CBR), mientras que, en el caso de pavimentos rígidos, se utiliza el ensayo de Plate Bearing Test.

- **Ensayo CBR:** Es un ensayo de penetración, cuya finalidad es determinar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y de los agregados del mismo. El cálculo CBR es básicamente empírico; sin embargo, se han preparado en base a correlaciones fiables. Dichas correlaciones constan en realizar una comparación entre la fuerza requerida para producir una determinada penetración en el material a analizar y la fuerza requerida para realizar la misma penetración en piedra picada californiana, es por ello que el resultado es expresado en un ratio de dos fuerzas (porcentaje) (Roel, 2018).
- **Evaluación de capa asfáltica:** Es una capa revestida en asfalto con el fin de prevenir la penetración del agua de la superficie a la base granular; es una superficie lisa y bien compacta, de alta estabilidad y durabilidad con el fin de prevenir que las partículas sueltas pongan en peligro las aeronaves; resistente a los esfuerzos inducidos por las cargas de aeronaves; y su terminado debe tener cualidades antideslizantes y que no cause un desmedido desgaste a las llantas. Una gradación densa de un concreto de mezcla asfáltica en caliente, se debe producir en planta, para que reúna satisfactoriamente todos los requisitos de la especificación FAA-P-401 (Mora, 2012).
- **Base granular:** La base es el principal componente de la estructura del pavimento. Esta tiene la función de distribuir las cargas impuestas por las ruedas a la Subbase o Subrasante. La base por sí misma, debe resistir las presiones verticales que producen consolidación y da como resultado una distorsión en la superficie, y además debe resistir los cambios de volúmenes causados por las fluctuaciones del contenido de humedad. En el desarrollo de la obtención de espesores de los pavimentos, la base como requisito mínimo debe asumir un valor de CBR de 80. La calidad de la base depende de la composición, de las propiedades físicas y su compactación. Las especificaciones cubren la calidad de los componentes, su gradación, manejo, control y preparación de varios tipos de base usadas en aeropuertos, para cubrir que las cargas de diseño estén en los 14,000 kilos o más (Mora, 2012).
- **Subbase granulares:** Se incluye como parte integral de la estructura de todos los pavimentos flexibles exceptuando donde se encuentren Subrasante con CBR mayores de 20. Su función es similar a la de la base. Sin embargo, es adicionarse para quitar desde la superficie y a la cual está sometida, las bajas intensidades de cargas; los requerimientos de material no son tan estrictos y su valor de CBR es variable. Las especificaciones cubren la calidad de los componentes, su gradación, manejo, control y preparación de varios tipos de



Subbase usadas en aeropuertos, para cubrir que las cargas de diseño estén en los 14,000 kilos o más (Mora, 2012).

- **Subrasante:** Las Subrasante deben estar sometidas a bajos esfuerzos que vienen desde la superficie y pasan la carpeta, base y Subbase, los cuales se atenúan con la profundidad y el control de los esfuerzos se hace en la parte superior de la Subrasante a las inusuales condiciones existentes. Una de estas inusuales condiciones es la gran variabilidad por el contenido de humedad o densidad, que cambia en la localización de los controles de esfuerzos. La habilidad de una partícula de suelo es la resistencia al corte y la deformación que varía con su densidad y contenido de humedad. Se ha establecido una tabla la cual muestra con la profundidad el control de compactación que se debe aplicar desde la superficie (Mora, 2012).

1.7.1.- Definición de Geosintéticos:

Productos planos fabricados con materiales polimérico, que se utilizan con suelo, roca u otro material de ingeniería geotécnica como parte integral de un proyecto, estructura o sistema artificial (ASTM 1997).

Ventajas:

- Son producidos en ambientes de control de calidad estandarizados, lo que impacta directa y favorablemente sus propiedades y desempeño.
- Pueden ser instalados rápidamente.
- Generalmente reemplazan y/o disminuyen materiales o sistemas tradicionales, como materiales de banco o sistemas suelo cemento; con el mismo o mejor desempeño, lo que implica mejoras económicas.
- Puede reemplazar métodos tradicionales complicados de diseño y construcción.
- Puede representar soluciones económicamente competitivas en comparación a sistemas tradicionales.
- Su impacto ambiental suele ser mucho más reducido que las soluciones tradicionales.



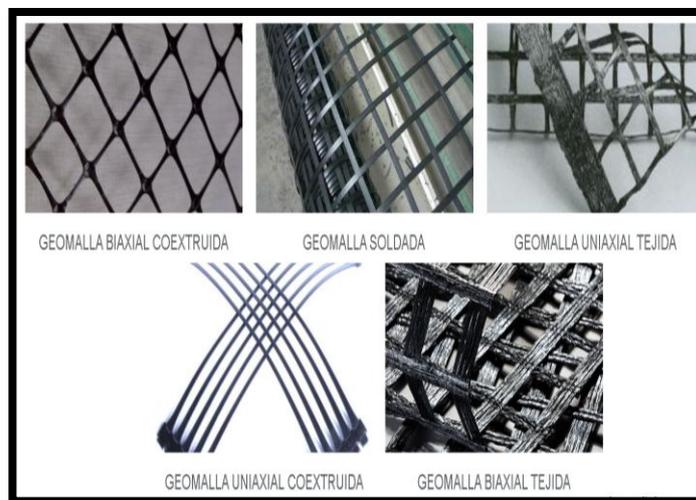
1.7.2.- Tipos de Geosintéticos: Geotextiles.

Son láminas continuas de fibras tejidas o no tejidas; flexibles y permeables



1.7.3.- Tipos de Geosintéticos: Geomallas.

Se distinguen por la red regular de elementos de tracción que forman aberturas que son lo suficientemente grandes como para enclavarse con la matriz del suelo circundante



1.7.4.- Funciones: ¿Para qué sirve un Geosintético?

Los geosintéticos contribuyen al mejoramiento de las propiedades de los suelos principalmente cumpliendo una o varias de las siguientes funciones:

- Separación.
- Filtración.
- Drenaje.



- Confinamiento.
- Refuerzo.
- Impermeabilización.
- Protección.

En materia de investigación sobre los geosintéticos que desempeñará las funciones dentro del muro de suelo reforzado será: filtración, drenaje, refuerzo y confinamiento.

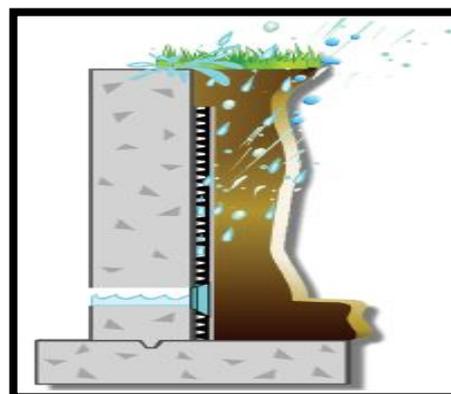
1.7.5.- Funciones: Filtración.

Involucra el movimiento de líquido a través del geo sintético, el cual debe, al mismo tiempo, retener las partículas de suelo sobre el sin producir oclusión o colmatación durante la vida de servicio.



1.7.6.- Funciones: Drenaje.

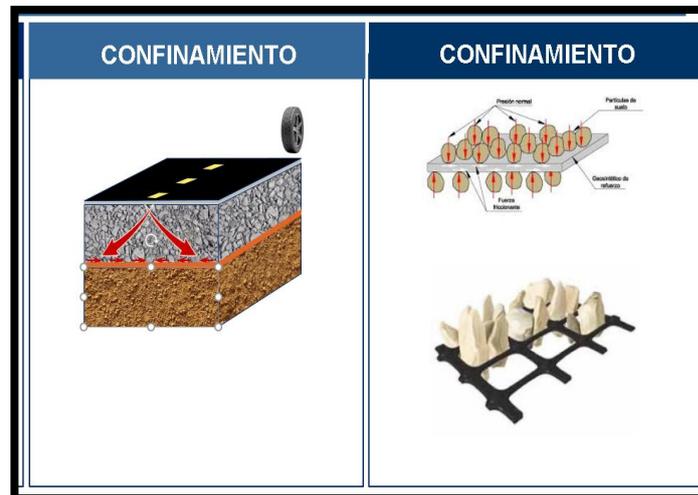
Involucra el movimiento de líquido a lo largo del plano del Geosintético, el cual debe, al mismo tiempo, retener las partículas de suelo circundante sin producir oclusión o colmatación durante la vida de servicio.





1.7.7.- Funciones: Confinamiento.

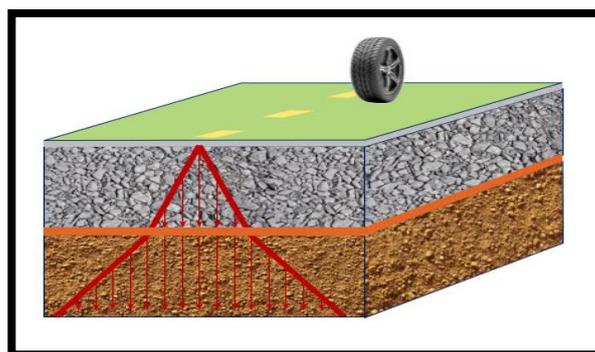
Se trata de un tipo de refuerzo particular el cual consisten en impedir el movimiento lateral de partículas de suelo producido por aplicación de cargas dinámicas.



1.7.8.- Funciones: Refuerzo.

Es la mejora sinérgica de resistencia total de un sistema creado por la introducción de un geotextil (que es bueno en tensión) a un suelo que es bueno en compresión, pero pobre en tensión.

Esta función es principalmente relacionada con tres mecanismos de trabajo para pavimentos y terraplenes: Membrana Tensionante, Cortante y Anclaje.





1.7.9.- Propiedades de los Geotextiles.

Las principales propiedades de los geotextiles son:

FÍSICAS	MECÁNICAS	HIDRÁULICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Resina • Fabricación • Espesor • Masa por unidad de Área • Resistencia <u>Pulout</u> ASTM D6706 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la Tensión <u>Grab</u> ASTM D4632 • Resistencia a la Tensión Tira Ancha ASTM D4595 • Desgarre Trapezoidal ASTM D4533 • Punzonamiento CBR ASTM D6241 • Resistencia a la Costura ASTM D4884 	<ul style="list-style-type: none"> • AOS ASTM D4751 • <u>Permitividad</u> ASTM D4491 • Permeabilidad ASTM D4491 • Flujo ASTM D4491

1.7.10.- Propiedad De Las Geomallas:

FÍSICAS	MECÁNICAS	HIDRÁULICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Resina • Fabricación 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la Tensión ASTM D6637 • Eficiencia de Unión • Rigidez <u>Flexural</u> ASTM D7748 • <u>Estabilidad</u> de apertura GRI GG9. • Resistencia a la ruptura por fluencia • Resistencia a la instalación ASTM D6637. • Resistencia a la degradación a largo plazo EPA 9090 • Resistencia a la degradación UV ASTM D4355 	No Aplican.

1.7.11.- Fichas Técnicas de las Geomallas:

FICHA TECNICA GEOMALLA COEXTRUIDA		México
Index Properties	Units	MD Values ¹
• Tensile Strength @ 5% Strain ²	kN/m (lb/ft)	31 (2,130)
• Ultimate Tensile Strength ²	kN/m (lb/ft)	70 (4,800)
• Junction Strength ³	kN/m (lb/ft)	66 (4,520)
• Flexural Stiffness ⁴	mg-cm	730,000
Durability		
• Resistance to Long Term Degradation ⁵	%	100
• Resistance to UV Degradation ⁶	%	95
Load Capacity		
• Maximum Allowable Strength for 120-year Design Life ⁷	kN/m (lb/ft)	25.6 (1,760)
Recommended Allowable Strength Reduction Factors⁷		
• Minimum Reduction Factor for Installation Damage (RF _{id}) ⁸		1.05
• Reduction Factor for Creep for 120-year Design Life (RF _{cr}) ⁹		2.60
• Minimum Reduction Factor for Durability (RF _d)		1.00

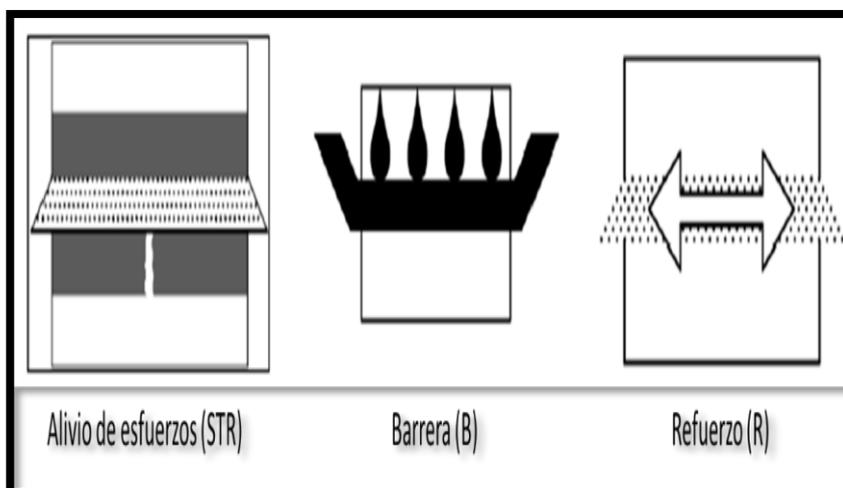


FICHA TECNICA GEOMALLA TEJIDA

Mechanical Properties	Test Method	Unit	Minimum Average Roll Value	
			MD	CD
Tensile Strength (at ultimate) ¹	ASTM D6637	lbs/ft (kN/m)	1310 (19.2)	1970 (28.8)
Tensile Strength (at 2% strain) ¹	ASTM D6637	lbs/ft (kN/m)	410 (6.0)	620 (9.0)
Tensile Strength (at 5% strain) ¹	ASTM D6637	lbs/ft (kN/m)	810 (11.8)	1340 (19.6)
Junction Efficiency ²		%	93	
Flexural Stiffness ³		mg-cm	750,000	
Aperture Stability ⁴		m-N/deg	0.65	
Resistance to Installation Damage ⁵		%	95 / 93 / 90	
Resistance to Long Term Degradation ⁶		%	100	
Resistance to UV Degradation ⁷		%	100	

1.7.12.- Intercapas entre Pavimentos:

- Son materiales que instalados entre pavimentos mejoran su desempeño y extienden su vida útil.
- Son empleados en rehabilitaciones, junto con una sobrecapa superficial.
- Funcionalmente aportan:



- Aparecen en los 60's como geotextiles para pavimentación.
- En los 80's aparecen las mallas para pavimentación.
- En el 2000 inician los geocompuestos para la pavimentación.

1.7.13.- Geosintéticos para Pavimentación:

- Se pueden agrupar por las funciones que desempeñan.
- Representan una variedad de materiales, que se agrupan como:

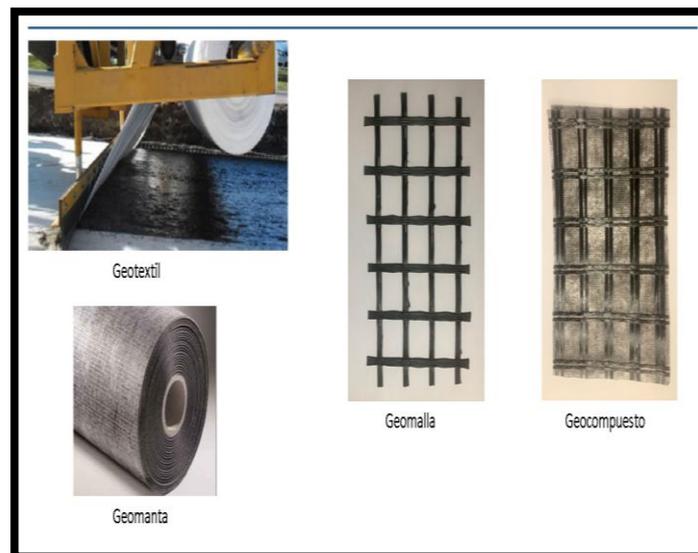
Geotextiles para Pavimentación.



Geomantas para Pavimentación.
Geomallas para Pavimentación.
Geocompuestos de Mall para Pavimentación.

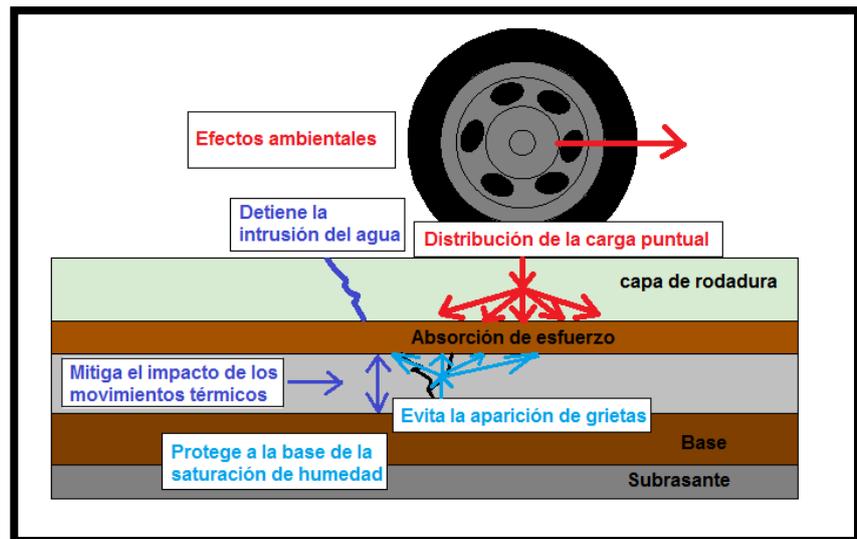
Geosintéticos	Función	
	SAMI	Refuerzo
Geotextiles	X	
Geomallas		X
Geocompuestos	X	X

1.7.14.- Geosintéticos para Pavimentación:



1.7.15.- Funcionalidad de los Geosintéticos para Pavimentación:

- Contribuyen a proporcionar resistencia al sistema de pavimentación.
- Disminuyen el agrietamiento reflejado.
- Reducen la entrada de agua superficial a la estructura del pavimento.
- Extienden la cantidad de tráfico que pueden soportar.
- Extienden la vida útil de los pavimentos.



1.7.16.- Manta de Impermeabilización para Asfalto GLASPAVE:

Las características impermeabilizantes de la manta GLASPAVE se adaptan bien a todas las superficies de pavimento. Su matriz de poliéster, geosintética, no tejida permite que un ligante de asfalto penetre por completo en la matriz y llene los vacíos, lo cual limita la infiltración de humedad superficial hacia las capas granulares de la estructura del pavimento. En última instancia, esto conserva la resistencia de estas capas. El diseño de la matriz también favorece una unión rápida y resistente con diversas capas de adherencia asfálticas. Además, al igual que el Sistema de refuerzo de asfalto GLASGRID, la manta GLASPAVE se desempeña bien incluso en los entornos más hostiles.

La manta GLASPAVE resiste la podredumbre, el moho y la degradación química. A diferencia de las telas de polipropileno, no se encoge ni cambia de tamaño cuando se la expone a la mezcla caliente de asfalto, lo cual evita el deslizamiento o la pérdida de adherencia prematuros. Como su instalación requiere menos asfalto líquido caliente que la mayoría de las telas, también produce menores emisiones de carbono. Además, gracias a su mayor resistencia a la tensión, la manta GLASPAVE es más duradera y menos susceptible a los daños durante la instalación. La variedad de longitudes de rollo disponibles permite una instalación más rápida y menos cambios de rollo. Por otro lado, la disponibilidad de rollos de distintos anchos permite una fácil colocación en esquinas y curvas.

La estructura de producto única en la manta de impermeabilización para pavimentos GLASPAVE permite desarrollar productos para pavimento y mallas compuestos. Pruebas recientes realizadas en el Texas Transportation Institute,

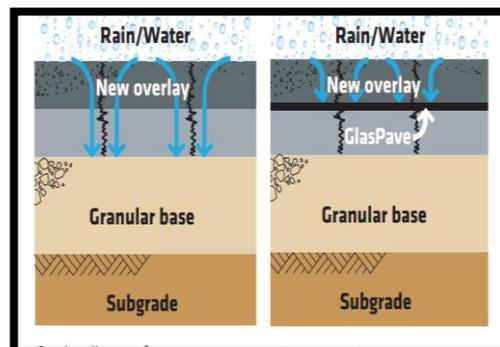


en las cuales se utilizaron probadores de capas Texas (mallas de poliéster compuesto, mallas compuestas en fibra de vidrio, etc.). Para obtener información adicional, consulte el Estudio de desempeño de probadores de capas

1.7.17.- Con una fácil instalación y menos mantenimiento posterior, la manta de impermeabilización para pavimentos GLASPAVE:

Los beneficios de utilizar el Glaspave:

- Reduce la capa de adherencia AC necesaria en comparación con otros materiales de impermeabilización
- Reduce las costosas reparaciones y el cierre de carriles debido a las grietas por reflexión
- Disminuye el costo de la mano de obra gracias a procedimientos de instalación fáciles y rápidos
- Reduce el desperdicio porque viene en rollos de distintos tamaños
- Garantiza la estabilidad térmica durante la instalación lo cual evita que el producto se contraiga mientras se instala
- Permanece completamente fresable y reciclable al término de su vida útil.



Sistema Glaspave de retardar la aparición de grietas en el pavimento en una rehabilitación de pavimento.



Colocación del Glaspave como refuerzo para la rehabilitación de una vía pavimentada.



1.7.18.- Aplicaciones para Carpetas Asfálticas - Control de Agrietamiento del Asfalto:

El agrietamiento por fatiga y reflexión de los pavimentos generalmente es provocado por la carga del tráfico, el endurecimiento por vejez o los ciclos de cambios de temperatura. Las soluciones convencionales incluyen la aplicación de sobrecarpetas más gruesas de asfalto, – una solución que trata el problema solo de manera superficial y durante un tiempo limitado. Generalmente se estima que, por cada pulgada (2.54 cm) de sobrecarpeta que se aplique, se impide que las grietas por fatiga lleguen a la superficie solo por un período de apenas un año.

1.7.19.- Instalación:



PROCEDIMIENTO DE COLOCACIÓN DE UN RIEGO DE LIGA.



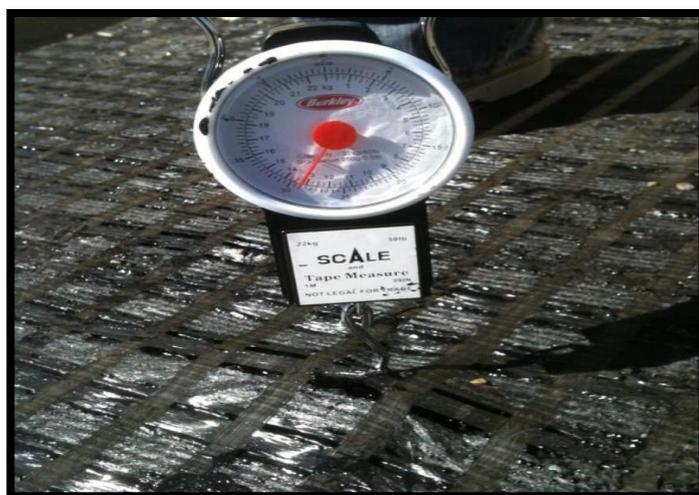
COLOCACIÓN DEL GEOTEXTIL GLASPAVE.



**COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA COMO
REFUEROZ DE LA CARPETA ASFÁLTICA.**



**COLOCACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA
(REPAVIMENTACIÓN).**



**CONTROL DE LAS GEOMALLAS
(REPAVIMENTACIÓN).**



1. Aplicación de riego de liga.
2. Tendido de malla de pavimentación.
3. Prueba de adhesión.
4. Instalación de malla completa.
5. Proceso de pavimentado.

1.7.20.- Beneficios:

- Añaden refuerzo a la tensión de largo plazo a la estructura de pavimento asfáltico.
- Retardan el desarrollo de grietas reflejadas.
- Mejoran la capacidad a cargas dinámicas.
- Mejoran la resistencia a la fatiga a cargas repetitivas.
- Mejoran la resistencia a efectos por cambios de temperaturas.
- Extienden la vida útil de los pavimentos.

1.7.21.- Evaluación de la Pista de Aterrizaje del Aeropuerto:

Para la presente investigación se desarrolló la evaluación superficial de la pista de aterrizaje del aeropuerto, para lo cual se aplicará el método de evaluación del PCI, para Poder determinar el grado de deterioro del pavimento, así como identificar las fallas que se van a reflejar en la vista de campo y evaluación visual para poder determinar el grado de deterioro para poder determinar la rehabilitación del pavimento.



FOTO 01: EVALUACIÓN VISUAL DE CAMPO SE APRECIA LA APARICIÓN DE FISURAS EN EL PAVIMENTO, ASÍ COMO EL AHUELLAMIENTO.



FOTO 02: FISURAS MÁS PRONUNCIADAS SE APRECIA EL INGRESO DE LA GUA POR DICHAS GRIETAS.



UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PISTA DE ATERRIAJE DEL AEROPUERTO.

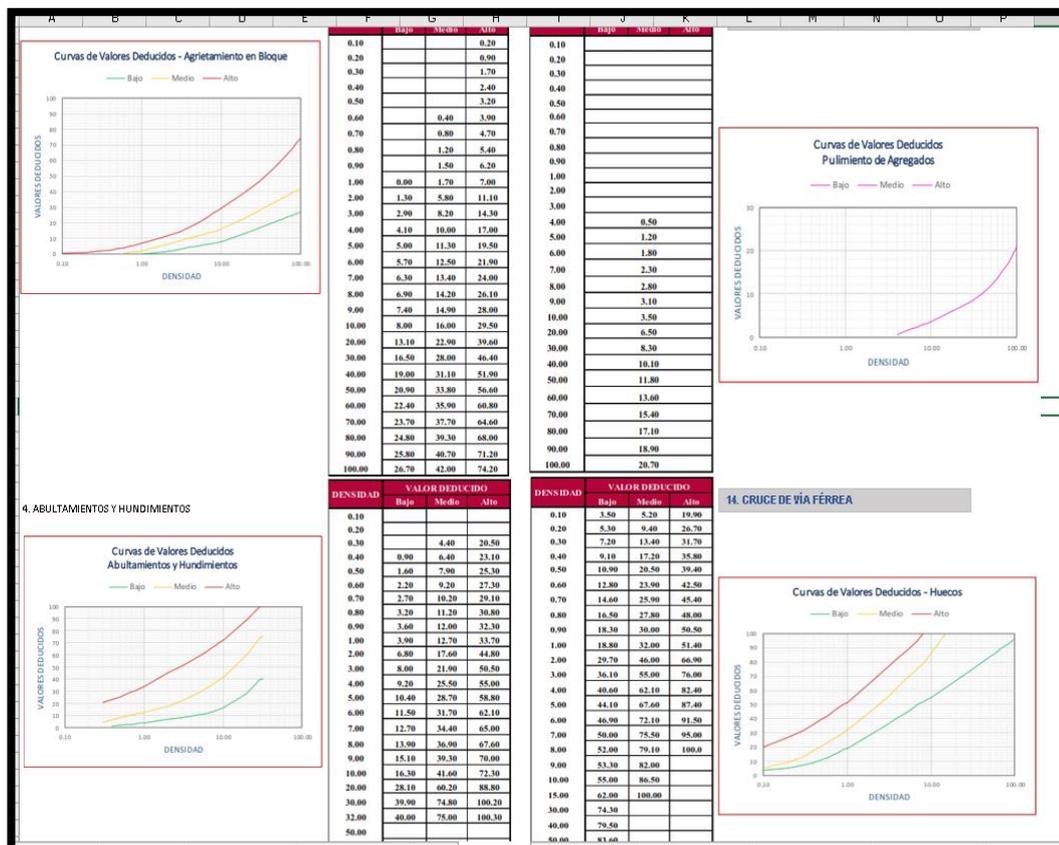
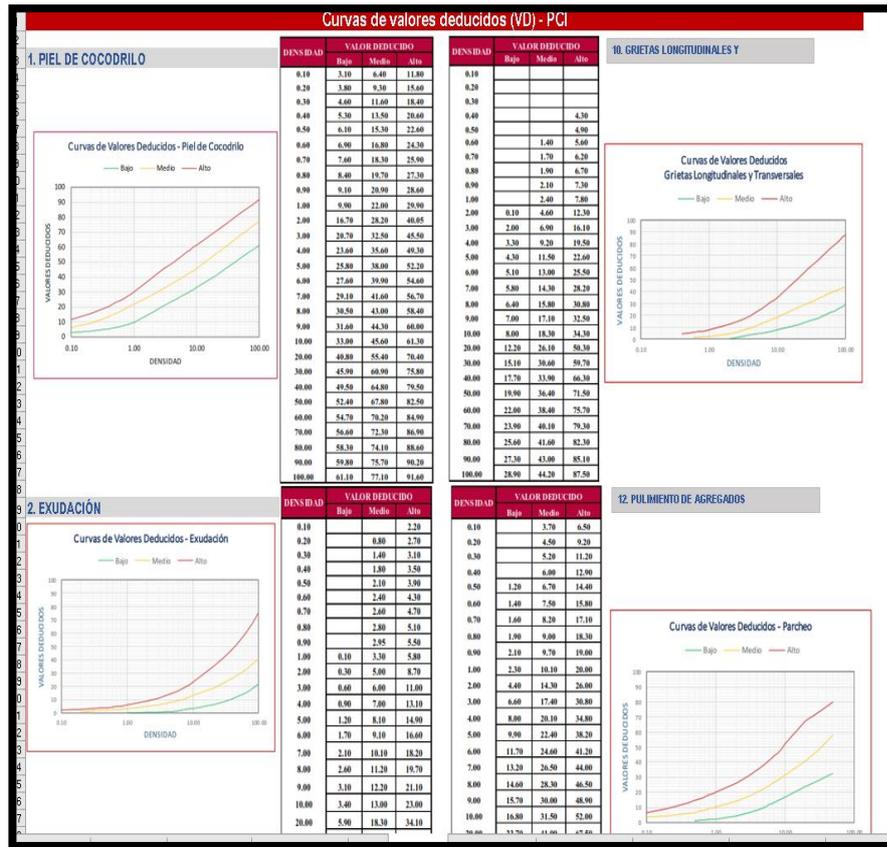


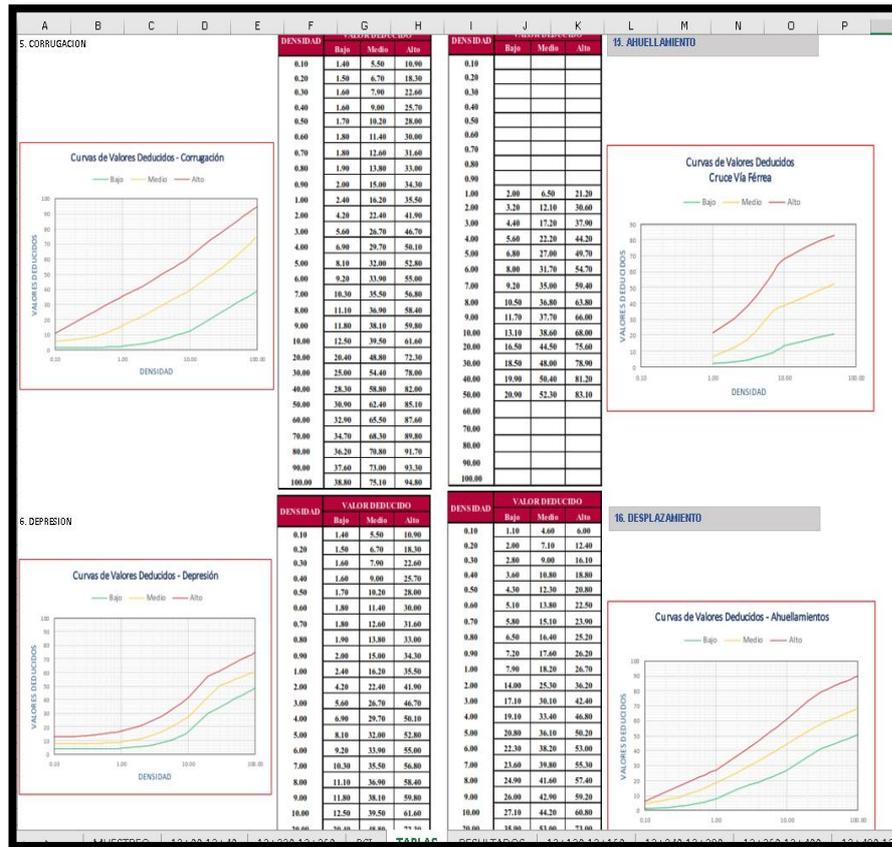


UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN"

Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

Escuela Profesional de Ingeniería Civil





MUESTREO

a) Muestreo y unidades de muestra

ASTM D6433, inciso (2.1.7) menciona que el área de muestreo es: 225 ± 90 m²

Máximo : 315.00 m²
 Mínimo : 135.00 m²

Tramo a estudiar : 13+000.00 13+500.00
 Longitud de la vía : 2000.00 m
 Ancho de calzada : 10.00 m
 Longitud de muestra : 500.00 m
 Área de muestra : 5000.00 m² no ok

N = 4.00 Número total de la muestra
 s = 10 desviación estándar; ASTM D6433, inciso (7.5.2) (p. asfalto)
 e = 5% error aceptable; ASTM D6433, inciso (7.5.2)

ASTM D6433, inciso (7.5.2)

$$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$$

n = 3.37 Unidades a ser evaluadas
 Se obtiene 4.00 unidades de muestra
 de las cuales 4.00 deberán ser evaluadas

b) Selección de las unidades de muestreo

ASTM D6433, inciso (7.5.3)

$$i = \frac{N}{n}$$

i = 1.1875 Intervalo de muestreo
 Por lo tanto el intervalo de muestreo será :
 i = 1 Intervalo de muestreo

c) Esquema del Pavimento para muestreo



INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Jugo, A. (2005). "Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de pavimentos flexibles". Caracas, Venezuela: Manual.

PUNTO	PCI	CARACTERÍSTICAS
A	70±4	El pavimento empieza a necesitar mantenimiento menor.
B	55±7	Se inicia incremento de rata de deterioro. Zona óptima de rehabilitación.
C	40±6	Inicio de zona de falla, se requieren acciones de mantenimiento mayor.

PCI = Índice de condición de pavimento (0-100).

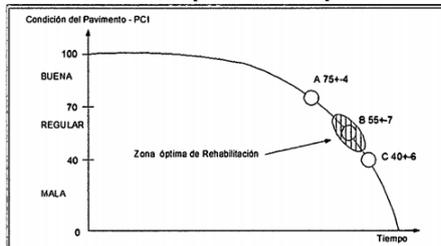
Mantenimiento Menor

- 1.a Sellado de grietas
- 1.b Bacheo
 - de emergencia
 - bacheo superficial
 - de carpeta
 - profundo
- 1.c Sello asfáltico localizado
- 1.d Nivelación localizada
- 1.e Fresado y/o texturización localizada

Mantenimiento Mayor

- 2.a Tratamientos superficiales
- 2.b Capas asfálticas
 - de nivelación
 - de fricción y/o sello
 - estructurales
- 2.c Remoción por fresado
- 2.d Reciclado
 - en frío
 - en caliente
- Acciones Complementarias**
- 3.a Nivelación bocas de visita
- 3.b Nivelación de sumideros
- 3.c Suministro de rejillas y marcos

Grafico 4.60. Curva de deterioro del pavimento – zona óptima de rehabilitación.



FUENTE: Ing. Augusto Jugo B. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

PUNTO	PCI	CARACTERÍSTICAS
A	75±4	El pavimento empieza a necesitar mantenimiento menor.
B	55±7	Se inicia incremento del índice de deterioro. Zona óptima de rehabilitación.
C	40±6	Inicio de zona de falla, se requieren acciones de mantenimiento mayor.

Garces, A. (2017). "Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía Azogues- Cojitambodeleg- la Raya". Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.

Tabla 12.: Correlación de categoría de acción con un rango de PCI (Jugo B, 2005).

Categoría de acción	Rango	Clasificación	Simbología
Mantenimiento Preventivo	100 – 85	Excelente	
Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico	85 – 70	Muy Bueno	
	70 – 55	Bueno	
Mantenimiento Correctivo	55 – 40	Regular	
Rehabilitación – Refuerzo Estructural	40 – 25	Malo	
Rehabilitación – Reconstrucción	25 – 10	Muy Malo	
	10 – 0	Fallado	



1.8.- Marco Situacional:

En la actualidad en nuestro es casi nula las actividades de mantenimiento y rehabilitación de las pistas de aterrizaje de los aeropuertos a cargo de CORPAC, más aún la aplicación de tecnologías de materiales para poder reducir los costos de mantenimiento, así como los pavimentos de los aeropuertos sean más duraderos.

Por lo que las pistas de aterrizaje muchas veces fueron diseñadas para un tipo de carga en función de las aeronaves de ese entonces al pasar el tiempo fueron modificando dichas aeronaves perjudicando al pavimento ocasionando el deterioro prematuro del pavimento.

La presente investigación pretende resolver esos dos factores que es técnicas con materiales adecuados para su rehabilitación y al mismo tiempo que su durabilidad en tiempo sea beneficioso representándose en el costo final del proyecto.

1.9.- Definiciones de Términos Básicos:

- **Asfalto:** El asfalto es una mezcla sólida y compacta de hidrocarburos y de minerales que mayormente es empleada para construir el pavimento de las calzadas.
- **Agregado:** A la mezcla de arena y piedra de granulometría variable.
- **Abrasión:** Proceso para eliminar el material superficial de un sólido mediante fricción de otro sólido o fluido de mayor dureza (abrasivo).
- **Índice de alargamiento:** La masa del total de las partículas planas expresada como porcentaje del total de la masa seca de las partículas sometidas al ensayo.
- **Índice de aplanamiento:** El porcentaje en masa de las partículas planas de la fracción.
- **Geosintéticos:** Productos planos fabricados con materiales polimérico, que se utilizan con suelo, roca u otro material de ingeniería geotécnica como parte integral de un proyecto, estructura o sistema artificial (ASTM 1997).
- **Geotextiles:** El **Geotextil** es una malla compuesta por fibras sintéticas cuyas funciones principales se basan en su resistencia mecánica a la perforación y tracción, y a su capacidad drenante.



- **Pavimento:** Capa lisa, dura y resistente de asfalto, cemento, madera, adoquines u otros materiales con que se recubre el suelo para que esté firme y llano.
- **Tamiz:** Es el elemento separador, colocado dentro de un marco que puede ser lineal, circular o elíptico, libre o forzado.

1.10- Hipótesis: General y Específicas:

1.10.1- Hipótesis General:

- Determinar si el Geotextil GLASPAVE mejora las propiedades estructurales de la carpeta asfáltica ante las sollicitaciones de carga.

1.10.2.- Hipótesis Específicas

- Determinar que el Geotextil GLASPAVE tiene la propiedad de retardar la aparición prematura de las grietas superficiales.
- Determinar que la rehabilitación del pavimento flexible con el Geotextil GLASPAVE para alargar la vida útil.

1.11.- Sistema de Variables – Dimensiones e Indicadores:

1.11.1.- Variables Independientes:

- GEOTEXTIL GLASPAVE.

1.11.2.- Variable Dependiente:

- PISTA DE ATERRIZAJE DEL AEROPUERTO.



1.12.- Definición Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	SUB VARIABLE	INDICADORES	MEDICIÓN
<p style="text-align: center;"><u>Variable Independiente</u></p> <p style="text-align: center;">Geotextil GLASPAVE</p>	<p style="text-align: center;">Sistema de refuerzo estructural debido a que cumplen con funciones de retracción de fisuras de la carpeta asfáltica</p>	<p style="text-align: center;">Propiedades físico mecánicas del Geotextil</p>	<p>Costillas (espesor, rigidez y forma)</p> <p>Abertura (tamaño, forma y rigidez)</p> <p>Unión (resistencia)</p> <p>General (rigidez torsional y estabilidad de la apertura)</p> <p>Tipo de material.</p>	<p>mm, mg-cm y rectangular.</p> <p>mm, rectangular y mg-cm.</p> <p>kN/m</p> <p>mg-cm y m-N/deg.</p> <p>Polímero.</p>
		<p style="text-align: center;">Propiedades físico mecánicas de Geotextil GLASPAVE</p>	<p>Costillas (espesor, rigidez y forma)</p> <p>Abertura (tamaño, forma y rigidez)</p> <p>Unión (resistencia)</p> <p>General (rigidez torsional y estabilidad de la apertura)</p> <p>Tipo de material.</p>	<p>mm, mg-cm y rectangular.</p> <p>mm, rectangular y mg-cm.</p> <p>kN/m</p> <p>mg-cm y m-N/deg.</p> <p>Polímero.</p>
<p style="text-align: center;"><u>Variable Dependiente</u></p> <p style="text-align: center;">Pista de Aterrizaje del Aeropuerto</p>	<p style="text-align: center;">Pavimento de la pista de aterrizaje</p>	<p style="text-align: center;">Estructura</p>	<p style="text-align: center;">Espesores de la carpeta asfáltica a rehabilitar</p>	<p style="text-align: center;">Cm o pulg.</p>

II.- MARCO METODOLÓGICO

2.1.- Nivel y Tipo de Investigación:

A continuación, se establece el nivel y tipo de la investigación ya que esto es de suma importancia porque nos permite adoptar estrategias de acuerdo a la naturaleza del tema.



2.1.1.- Nivel de Investigación:

La presente tesis de investigación será del nivel de investigación APLICADA-EXPLICATIVA-CORRELACIONAL.

Aplicada:

Ya que utilizaremos como método la observación y experimentación para obtener resultados y dar soluciones a los problemas para ayudar a la sociedad.

Explicativa:

Porque busca establecer las causas y efectos en las variables, pues la incorporación del GLASPAVE traerá como consecuencia a las propiedades físicas y mecánicas del comportamiento estructural del pavimento a rehabilitar.

Correlacional:

Porque busca establecer el grado de relación que existe entre EL GEOTEXTIL GLASPAVE y las propiedades físicas y mecánicas del pavimento de la pista de aterrizaje del aeropuerto.

2.1.2.- Tipo de Investigación:

Según el Tiempo de Ocurrencia:

No Experimental, debido a que la información presentará valores sin manipular, producto de estudios realizados con la finalidad de plasmar las variables sin ningún tipo de intervención externa, así mismo para la búsqueda de resultados y la demostración de las hipótesis se aplicará ecuaciones teóricas que nos ayudaran a realizar nuestra corroboración de hipótesis y sus comparaciones.

Según el Periodo y Secuencia de Estudio:

Investigación transversal ya que los datos analizados y los cálculos producto de estos servirán para determinar el fenómeno actuante en el pavimento en un determinado lapso temporal desestimando la evolución que tendrá en dicho tiempo.

Según las Variables:

La investigación es DESCRIPTIVA sirven para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes, en nuestra investigación viene a ser el GEOTEXTIL GLASPAVE. Permiten detallar el fenómeno estudiado básicamente a través de la medición de uno o más de sus atributos, su interrelación.



2.2.- Diseño de la Investigación:



- Investigación bibliográfica de los manuales y ensayos dados por el MTC sobre mezclas asfálticas y pavimentos, usaremos las normas técnicas peruanas, normas ASTM y también las normas AASTHO.
- Elaboración del informe final que constara de los ensayos hechos en los laboratorios con respectivas hojas de cálculo, procedimientos realizados, medidas a tomar en cuenta, fichas de control y todo lo necesario para que nuestra investigación sea comprendida y sustentada.
- Para el presente desarrollo del presente tema de tesis se seguirá paso a paso los ítems descritos anteriormente. Los tiempos de ejecución de cada uno están descritos en el cronograma de acciones.

2.3.- Universo / Población Y Muestra:

2.3.1.- Determinación del Universo y Población:

La población de estudio está conformada por toda la longitud de la pista principal del aeropuerto Alférez FAP David Figuroa Fernandini de Huánuco, de pavimento de la pista de aterrizaje: que es 2 km.

2.3.2.- Selección de la Muestra:

La muestra es en esencia, un subgrupo de la población. Se puede decir que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus necesidades al que llamamos población. De la población es conveniente extraer muestras representativas del universo.

La selección de la muestra también la podemos ver desde dos puntos de vista: muestra cuantitativa y muestra cualitativa.

Muestra Cuantitativa: Es un subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo en dicha población.

Muestra Cualitativa: Es la unidad de análisis o conjunto de personas, contextos, eventos o sucesos sobre la cual se recolectan los datos sin que necesariamente sea representativo.

Para la presente investigación se ha determinado 500 ml de la pista principal del aeropuerto Alférez FAP David Figuroa Fernandini de Huánuco de los cuales se extraerá las muestras para los ensayos según el **MÉTODO NO**



PROBABILÍSTICO¹ la cual será sometida a los ensayos necesarios para obtener las conclusiones.

La vía vecinal UC-583 se encuentra ubicada en:

DEPARTAMENTO : HUANUCO
PROVINCIA : HUANUCO
DISTRITO : HUANUCO



2.4.- Técnicas de Recolección y Tratamiento de Datos:

Utilizando métodos estadísticos para determinar muestra aleatoria

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

Z = 1.96 (nivel de confianza al 95%)

N = 24,415.00 m² de área proyectada

P = se asume 50% = 0.5

Q = 1 - p = 0.5

D = precisión 5% = 0.05

n= 378 m² de carretera sin pavimentar a estudiar.

¹ (Otzen & Manterola, 2017) Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio



2.4.1.- Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

a) Fuentes:

Fuentes Primarias: Resultados de las entrevistas que se realizaron a los diferentes especialistas en pavimentos de aeropuertos, investigaciones preliminares sobre el empleo de geosintéticos en la rehabilitación del pavimento flexible para aeropuertos.

Fuentes Secundarias: Información bibliográfica sobre el empleo de geosintéticos en el reforzamiento de la estructura del pavimento flexible. (Investigaciones Realizadas, libros, revistas, manuales del MTC, Reglamento Nacional de Edificaciones, material electrónico, etc.)

b) Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

La técnica empleada en la investigación son la observación directa, con las mediciones de campo, el censo y la encuesta.

Observación Directa: Esta técnica nos permitirá observar y describir las características de deterioro del pavimento en las condiciones actuales de la pista de aterrizaje

2.4.2.- Procesamiento y Presentación de Datos:

La tesis de investigación se realizará los siguientes pasos:

a) Recolección Bibliográfica y Normativa:

En este proceso se va a verificar la bibliografía y normativa vigente respecto al tema:

Bibliografía:

- Libros sobre geotecnia y mecánica de suelos.
- Revistas especializadas.
- Conferencias y artículos web.
- Otros.

Normativa:

- Manual de ensayo de materiales del MTC. (EM-2000).
- MTC. (R.D. N° 10-2014-MTC/14).
- Manual de carreteras - Suelos geología, geotecnia y pavimentos - Sección suelos y pavimentos.
- Otros.



b) Tratamiento Estadístico de Datos:

Para esto se utilizarán programas de cómputo tales como Excel, permitiendo que los resultados de los ensayos de laboratorio sean presentados mediante tablas, histogramas de frecuencia en forma de barras y gráficas de líneas interpretadas estadísticamente permitiendo visualizar los resultados de la investigación.

III.- DISCUSION DE RESULTADOS

3.1.- Contrastación de los Resultados del Trabajo de Campo con los Referentes Bibliográficos de las Bases Teóricas:

Esta investigación involucra una revisión bibliográfica de varios autores, abarcando cada una de las variables estudiadas como son las propiedades físicas del y mecánicas del GEOTEXTIL GLASPAVE.

Para este estudio de verificación de propiedades físicas, se tuvieron en cuenta los conceptos dados por los autores de libros sobre ingeniería de pavimentos,

Teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados la metodología que se ha empleado para este trabajo de investigación se puede notar que la muestra tomada se encuentra casi en su mayoría dentro de los límites establecidos según el método de DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA VIAS EN REHABILITACIÓN, permitiendo que se pueda utilizar dicha cantera para trabajos de infraestructura vial más adelante.

Del análisis de la evaluación superficial del pavimento de determino que se encuentra en la condición de regular, por lo tanto, es APLICABLE la utilización del GEOTEXTIL GLASPAVE, que va a permitir reforzar la colocación de la nueva carpeta asfáltica a colocar y así poder evitar la aparición prematura de las fisuras.

3.2.- Contrastación de Hipótesis y Prueba de Hipótesis:

Al evaluar dichas propiedades mecánicas y físicas del GEOTEXTIL GLASPAVE requisitos establecidos EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO contribuyendo a dotar de un mejor número estructural del pavimento permitiendo así que pueda soportar mayor carga que en este caso son las aeronaves.

Siendo también que con la utilización de la GEOMALLA GLASPAVE se puede verificar que con la utilización de dicho material se va a prolongar la vida útil del pavimento, por lo que su costo de mantenimiento es menor al diseño del pavimento tradicional



CONCLUSIONES

De la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

Se tiene en cuenta también que en la mayoría de los casos en rehabilitación de pavimentos y en especial en los aeropuertos se desarrolla la reconstrucción del pavimento, esto implica mayores costos, así como el tiempo de ejecución.

La colocación de una carpeta asfáltica sobre otra carpeta asfáltica, no garantiza que volverán a aparecer las fisuras por efectos de las cargas y medio ambientales, en su efecto utilizan mayor espesor de la nueva carpeta a colocar son de mayores espesores para garantizar la aparición de grietas.

En vista de los resultados del análisis granulométrico obtenido se puede verificar que el material empleado es apto para ser usado en el diseño de la rehabilitación de la pista de aterrizaje.

RECOMENDACIONES

Se recomienda mejorar el aspecto de absorción del agregado grueso mediante la combinación de otro material para aumentar el porcentaje de absorción.

Se debería tener en cuenta la posibilidad del estudio explotación de cantera y el control absoluto del material para la realización de morteros asfálticos que sirvan como adherencia entre el geotextil GLASPAVE y la nueva carpeta asfáltica a colocar en la pista de aterrizaje.

Con la proyección vehicular y económica, que se observa en la zona se recomienda el uso de dicha cantera.

La presente investigación puede ser complementada utilizando un mayor número de muestras, las cuales difieren de la fuente de material u otros lugares de la zona tipo de material (empleo en estructuras de pavimento) y materiales alterados física o mecánicamente.



IV.- BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Almendarez Santos, L. N., & Reyes Zúniga, J. C. (2017). Diseño de Pavimentos Flexibles con Refuerzo de Geomalla Triaxial Utilizando la Metodología Giroud-Han. 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology. Boca Raton FL, United States.
- ✓ Caballeros Torres , E. A. (2006). Utilización de la geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible. Tesis de grado, Universidad San carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2672_C.pdf.
- ✓ Cañon Leguizamon, S. M. (2018). Beneficios técnicos y económicos en el uso de geoceldas en estructura de pavimento frente a los sistemas tradicionales.
- ✓ Cárdenas, J., & Fonseca, E. (2009). Modelación del comportamiento reológico de asfalto convencional y modificado con polímero reciclado, estudiada desde la relación viscosidad-temperatura. Revista EIA(12), 125-137. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n12/n12a10.pdf>.
- ✓ Cruz Vargas, E. (2013). Influencia de geomallas en los parámetros mecánicos de materiales para vías terrestres. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico D.F. Obtenido de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/72063>.
- ✓ Gavilanes Dávila, N. E. (2012). Diseño de la estructura del pavimento con reforzamiento de geosintéticos aplicado a un tramo de la carretera Zumbahua-La Maná. Tesis de grado, Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6427>.
- ✓ Geosistemas PAVCO. (2012). Manual de diseño con geosintéticos (12 ed.). Bogotá DC, Colombia. Obtenido de http://www.geosoftpavco.com/manual_geosinteticos.html
- ✓ Mattos Espinoza, J. M., & Vásquez Torres, D. J. (2019). Mejora de la subrasante de suelo arcilloso aplicando el sistema de confinamiento celular para reducir las capas del pavimento. Tesis de Grado, Universidad Ricardo Palma, Lima. Obtenido de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2596>.
- ✓ Miranda Ramos, E. C. (2019). Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba – Ongon. provincia de Pataz. La Libertad. Tesis para optar el grado de maestro en transportes y conservación vial, La Libertad. Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5061>.
- ✓ MTC. (2014). MANUAL DE CARRETERAS – SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS, SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS.



- ✓ Novoa Fernández, L. (2017). Aplicación de la Geomalla Triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabaylo – 2017. Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16639>.
- ✓ Pivaltec S.A. (2018). Pivaltec. Obtenido de <https://www.geosinteticos.com/geoceldas/>.
- ✓ Rico Rodríguez, A., & Del Castillo, H. (2005). La Ingeniería de suelos en las vías terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas (2 ed.). México: LIMUSA.
- ✓ Risco Espejo, L. V. (2019). Análisis técnico - económico del diseño estructural de pavimento flexible según metodología AASHTO 93 y empleando geomallas triaxiales aplicado al centro poblado la constancia - chocope - ascope - la libertad. Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO, Trujillo. Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5548>.
- ✓ Tapia García, M. A. (2009). Guía de Pavimentos. México: UNAM-FACULTAD DE INGENIERIA. Obtenido de <http://estudiantesingcivil.blogspot.com/2015/04/pavimentos-miguel-angel-tapia-garcia.html>.
- ✓ Valenzuela Rodríguez, J. (1993). Actualización de coeficientes de daño para el diseño de pavimentos flexibles. Universidad de Sonora. Departamento de Ingeniería Civil y Minas. Obtenido de <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=2944>.
- ✓ Vargas Jiménez, J., Moncayo Theurer, M., Córdova Rizo, J., Maza, C., Barzola Zambrano, I., Velasco Cevallos, G., . . . Lucio, S. (2017). La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. Ingeniería, 21(1), 10. Recuperado el 2020. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46752305006>.



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna a los veintiséis días del mes de diciembre del 2019, siendo las nueve horas de la mañana, se dio cumplimiento a la Resolución de Decano N° 773-2019-UNHEVAL-FICyA y Resolución de Decano N°809-2019-FICA y en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para lo cual en el Auditorio de la Facultad, los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación de tesis titulado " APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO - 2019", para optar el Título de Ingeniero Civil, Bachiller Kenneth BARDALES ORTIZ, finalizado el acto de sustentación, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

Los Miembros del Jurado declararon... **APROBADO** ...con la nota de: **15 (QUINCE)**

Con el calificativo de: **BUENO**

Dándose por concluido dicho acto a las: **10:45 am**... del mismo día.

Con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES: _____


 Víctor Manuel GOICOCHEA VARGAS
PRESIDENTE


 Luis Fernando NARRO JARA
SECRETARIO


 Jim Arturo RIVERA VIDAL
VOCAL



Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura
DECANO

RESOLUCIÓN DE DECANO N° 809 -2019-UNHEVAL-FICA

23 diciembre 2019

VISTO, la solicitud en FUT N° 504985 de fecha 20 diciembre 2019, del bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**, pidiendo hora y fecha para sustentación de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, con Resolución de Decano N° 773-2019-FICyA de fecha 16 DIC. 2019 se designa la Comisión de Revisión y Evaluación del borrador de tesis titulada "APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO – 2019", del Bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**, a los siguientes docentes.

PRESIDENTE	: Dr. Víctor Manuel GOICOCHEA VARGAS
SECRETARIO	: Ing. Luis Fernando NARRO JARA
VOCAL	: Mg. Jim Arturo RIVERA VIDAL
ACCESITARIO	: Ing. Medardo VARGAS GARCIA

Que contando con la Carta S/N-2019-UNHEVAL/ARQVMGV, de fecha 18 DIC. 2019, del Presidente del Jurado de Tesis indicando que el borrador de tesis cumple con los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos por lo que da conformidad, y teniendo la Carta N° 012-2019/UNHEVAL/MG.JARV del 19 DIC. 2019 y la Carta N° 16-2019-UNHEVAL/ Ing. LFNJ, del 19 DIC. dando conformidad del borrador de tesis, se programó la sustentación para el día jueves 26 DIC. 2019, a horas 9: 00 am. En el Auditorium de la Facultad de Ingeniería Civil.

Que, habiendo cumplido el bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**, con la presentación de su dossier conteniendo los requisitos según Art. 10° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNHEVAL

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por la Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

SE RESUELVE:

1° **SEÑALAR** fecha y hora de sustentación para el día jueves 26 diciembre 2019, a horas 9:00 am en el auditorium de la Facultad, para la sustentación de la tesis titulada "APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO – 2019", del Bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**, por los considerandos anotados.

Registre y archívese.





RESOLUCIÓN DE DECANO N° 773-2019-UNHEVAL-FICA

Cayhuayna, 16 diciembre 2019

VISTO, el FUT N° 0506308, de fecha 12. DIC. 2019 del bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ** solicitando designación de Jurado para revisión de borrador de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, con FUT N° 0506308, de fecha 12. DIC. 2019, el bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**, solicitando la designación de Jurado para la revisión de borrador de Tesis titulada "APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO – 2019"

Que, con Resolución N° 438-2019-UNHEVAL-FICA, de fecha 22 AGO. 2019, se designa a la Comisión Adhoc para la revisión del Proyecto de Tesis del bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**, a los docentes: Ing. Luis Fernando NARRO JARA – Especialista, y Dr. Víctor Manuel Goicochea Vargas – Metodólogo.

Que con Resolución de Decano N° 450-2019-UNHEVAL-FICA, de fecha 5 SET. 2019, se designó al Ing. Jorge Zevallos Huaranga como asesor de tesis y se aprobó el Proyecto de Tesis titulado "APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO – 2019" del bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**

Que con Oficio N° S/N-JZH-UNHEVAL-2019, de fecha 10 DIC. el Ing. Jorge Zevallos Huaranga, Asesor de Tesis luego de haber revisado el borrador de Tesis Titulado "APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO – 2019" del bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**, manifiesta su conformidad correspondiente para que continúe con el tramite respectivo;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por la Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

SE RESUELVE:

1° **DESIGNAR** la Comisión de Revisión y Evaluación del borrador de tesis titulada "APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO – 2019" del Bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**, a los siguientes docentes:

PRESIDENTE	: Dr. Víctor Manuel GOICOCHEA VARGAS
SECRETARIO	: Ing. Luis Fernando NARRO JARA
VOCAL	: Mg. Jim Arturo RIVERA VIDAL
ACCESITARIO	: Ing. Medardo VARGAS GARCIA
ASESOR	: Ing. Jorge ZEVALLOS HUARANGA

2° **REVISAR** el borrador de tesis del bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ** de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

Requisitos comunicarse y archívese.

DECANO
Víctor Manuel Goicochea Vargas
DECANO(e)



RESOLUCIÓN DE DECANO N°450-2019-UNHEVAL-FICA

5 setiembre 2019

Visto

CONSIDERANDO:

Que, con Resolución N°438-2019-UNHEVAL-FICA-D, se designa la Comisión Ad-Hoc para la revisión y aprobación del Plan de Tesis titulada "APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO – 2019", a los docentes: Mg. Luis Fernando Narro Jara - Especialista y Dr. Víctor Manuel Goicochea Vargas –Metodólogo.

Que, con Cartas de Conformidad, los Miembros de la Comisión Ad-HOC informan que el tesista ha cumplido satisfactoriamente el levantamiento de observaciones hechas al Proyecto, por lo que dan por aprobado para su desarrollo.

Que, en el Reglamento de Grados y Títulos en el Capítulo IV De la Modalidad de Tesis, en el Art. 15° "Con el informe favorable de la Comisión Revisora Ad-hoc el Decano emitirá la resolución aprobando el proyecto de tesis....."

Que, en el mismo Reglamento en el Art. 16° Emitida la resolución de Decanato, el alumno o egresado procederá a desarrollar su Proyecto de Tesis. Si no desarrolla en un plazo de un año, debe presentar un nuevo Proyecto de Tesis.

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por la Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

SE RESUELVE:

1° **DESIGNAR** al Ing. Jorge ZEVALLOS HUARANGA como Asesor de Tesis del Bachiller en Ingeniería Civil. **Kenneth BARDALES ORTIZ**, por los considerandos anotados.

2° **APROBAR** el Plan de Tesis titulada "APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO – 2019", elaborado por el Bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Victor Manuel Goicochea Vargas
Dr. Víctor Manuel Goicochea Vargas
DECANO(e)



RESOLUCIÓN DE DECANO N°438-2019-UNHEVAL-FICA

22 agosto 2019

Visto,

CONSIDERANDO

Que, con Formulario Único de Tramite N° 0445426 de fecha 19 agosto 2019 el Bachiller en Ingeniería Civil Kenneth BARDALES ORTIZ, solicita revisión del Plan de tesis titulada "APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO – 2019"

Que, en el Reglamento de Grados y Títulos en el Capítulo IV De la Modalidad de Tesis, en el Art. 14° "El alumno egresado que va a obtener el Título Profesional por esta modalidad, debe presentar el Proyecto de Tesis.....solicitando al Decano de la Facultad el nombramiento de un Asesor de Tesis, con el informe del Asesor de Tesis, será remitido a una Comisión Revisora Ad-Hoc integrado por dos docentes, uno de ellos debe ser especialista en metodología de la investigación científica (o estadística) y otro en el aspecto temático.

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por la Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

SE RESUELVE:

1° **DESIGNAR** la Comisión Ad-Hoc para la revisión del Plan de Tesis titulada "APLICACIÓN DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO – 2019" del Bachiller en Ingeniería Civil **Kenneth BARDALES ORTIZ**, por los considerandos de la presente resolución, siendo los siguientes docentes:

- Dr. Víctor Manuel GOICOCHEA VARGAS	METODOLOGO
- Mg. Luis Fernando NARRO JARA	ESPECIALISTA

2° **DISPONER** que los Miembros de la Comisión Ad-Hoc cumplan de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos.

Regístrese, comuníquese y archívese.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	1 de 2

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

1. **IDENTIFICACIÓN PERSONAL** (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: **BARDALES ORTIZ KENNETH**

DNI: **41645353** Correo electrónico: **barorken_2004@hotmail.com**

Teléfonos: Casa **X** Celular: **957133039** Oficina: **X**

2. **IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS**

Pregrado
Facultad de: INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA. E. P. : INGENIERIA CIVIL.

Título Profesional obtenido:

DE INGENIERO CIVIL

Título de la tesis:

“APLICACION DEL SISTEMA GLASPAVE PARA LA REHABILITACION DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AEROPUERTO ALFEREZ FAP DAVID FIGUEROA FERNANDINI DE HUANUCO - 2019”

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN	RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA	
	OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	2 de 2	

Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- 1 año
- 2 años
- 3 años
- 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Huánuco, 23 de Julio del 2021.



BACH. KENNETH BARDALES ORTIZ
DNI: 41645353