



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de las Patologías en el Pavimento Flexible Generadas  
por la Licuefacción De Suelos – Carretera Canchaque – Serran  
(Km 80+000 – 83+000) Piura-2021**

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Carrasco Meza, Grey Manuel (orcid.org/0000-0001-7747-9222)

Mamani Romero, Jose Antonio (orcid.org/0000-0002-0788-756X)

**ASESORA:**

Ing. Valdiviezo Castillo, Krissia Del Fatima (orcid.org/0000-0002-0717-6370)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible

PIURA - PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Al todo poderoso por el obsequio de la hermosísima familia y sean ellos partícipes de lograr mi primer escalón en la vida profesional

A MI MADRE MARUJITA EN EL CIELO que día a día me sigue bendiciendo y disertando con sus lecciones de vida y por enseñarme valores para ser una persona de bien ¡GRACIAS MAMÁ por todo el conocimiento brindado a lo largo de esta vida, GRACIAS A TI SERE UN GRAN PROFESIONAL!

Y por último y no menos importante A la ING. VALDIVIEZO CASTILLO, KRISSIA DEL FATIMA porque gracias a su ayuda incondicional ha hecho que tengamos visión de enfocar un buen proyecto y hacer que en este proceso nos forjemos como grandes estudiantes y en un futuro como grandes profesionales.

### **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco infinitamente al asesor que me ayudo con elaborar esta tesis doctoral, a la ING. VALDIVIEZO CASTILLO, KRISSIA DEL FATIMA, gracias por su paciencia, dedicativa, y apoyo que ha ofrecido en el presente trabajo, además por el respeto a las sugerencias e ideas que he propuesto. Agradezco además a mis compañeros, amigos, de la carrera profesional de Ing. Civil por el apoyo que me brindaron.

Finalmente, agradecer al director de la carrera profesional de Ing. Civil, a Rodolfo Ramal Montejo- Sede Piura, por su amabilidad, generosidad y asesoría sobre metodología y al Ing. Santiago Ybarra Farias, por brindarnos el material deseado para la presente investigación.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iii
INDICE DE TABLAS .....	iv
INDICE DE FIGURAS .....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	2
III. METODOLOGÍA .....	22
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	22
3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN. - .....	24
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	28
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD. ....	30
3.5 MÉTODO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	34
3.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	34
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSIÓN.....	53
VI. CONCLUSIONES .....	55
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ancho de calzada.....	23
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	27
Tabla 3 Concurrencia de sismos históricos.....	36
Tabla 4 Probabilidad de que ocurra un sismo en el territorio del Perú.....	38
Tabla 5 Parámetros de la Norma 30.....	39
Tabla 6 Resultado de calicatas.....	46
Tabla 7 Resultados de calicatas.....	47
Tabla 8 Resultado de tamizaje.....	49
Tabla 9 Espesores calculados.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Granulometrías de suelos que sufrieron el fenómeno de licuado.....	5
Figura 2 Proceso de un suelo licuable.....	6
Figura 3 Materiales Limo- Arcilla.....	8
Figura 4 Materiales granulados.....	9
Figura 5 Tensiones en subrasantes.....	13
Figura 6 Proceso constructivo del suelo para pavimento.....	14
Figura 7 Preparación de subrasante.....	15
Figura 8 Asfalto.....	15
Figura 9 Mapa del Perú.....	37
Figura 10 Mapa de zonificación.....	40
Figura 11 Resultado de un pavimento óptimo.....	50
Figura 12 Diseño de sistema de pavimento.....	50
Figura 13 Valorización final de tramos.....	52

## RESUMEN

El siguiente análisis e investigación que se realizará, tiene como finalidad **EVALUAR LAS PATOLOGÍAS PROVOCADAS POR LICUEFACCIÓN EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES MEJORARÁ LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES DEL TRAMO CANCHAQUE – SERRÁN (KM 80+000-83+000)** con diferentes características, sometiendo a diferentes fallas y patologías a nivel del pavimento flexible. Con respecto a la metodología tiene un diseño **NO EXPERIMENTAL**, con un enfoque cualitativo con una investigación Participativa, con un tipo y diseño de investigación Descriptivo, tipo Transversal, de forma que se buscó realizar estudio de suelos para poder determinar dichos problemas.

Los instrumentos utilizados son: **RECOLECCION DE DATOS A TRAVEZ DE DESCRIPCION VISUAL , WINCHAS, REGLAS , ODOMETROS** , TENIENDO COMO INSTRUMENTOS SE RE sector ya que al estar de manera in-situ se pudo apreciar con mayor detenimiento todos los problemas que se podían apreciar a simple vista y por último y no menos importante se logró emplear alternativas como realizar una encuesta de forma participativa para que así la población de sus respuesta hacia todos estos problemas que están generando y que perjudican no solo a más de 5000 personas , sino a toda la región de Piura.

En conclusión general se puede decir que las evaluaciones ejecutadas presentan características **COLAPSABLE** ya que contemplan la susceptibilidad al cambio de humedad (**LICUACION**) por lo que tiene la clasificación de regular o mala, los **SUELOS ARCILLOSOS CON UN INDICE DE PLASTICIDAD MAYOR A 6%**, GENERANDO **LICUACIÓN**, TAMBIEN SE PUEDE DETERMINAR QUE LA **SUBRASANTE DEL PAVIMENTO QUE SE HABIA PROYECTADO ES DE TIPO COLAPSABLE (LIMOS, ARCILLAS)** PUESTO QUE SON SUSCEPTIBLES A LAS VARIACIONES DE LA HUMEDAD (**GENERANDO LICUACION**), es así que una verificación en un primer plano a detalle podrá comprender el nivel y razonabilidad para ir planteando mejoras en carreteras.

**PALABRAS CLAVE:** conservación vial, patologías, pavimento flexible.

## ABSTRACT

In the present research, the aim was to EVALUATE THE PATHOLOGIES CAUSED BY LICUEFACTION IN THE FLEXIBLE PAVEMENTS WILL IMPROVE THE FLEXIBLE PAVEMENTS OF THE CANCHAQUE - SERRÁN STREET (KM 80+000-83+000) with different characteristics, subjecting to different failures and pathologies at the level of the flexible pavement. With respect to the methodology it has a NON-EXPERIMENTAL design, with a qualitative approach with a Participatory research, with a Descriptive type and design of research, Transversal type, so that it was sought to conduct soil study to be able to determine such problems.

The instruments used are: DATA COLLECTION THROUGH VISUAL DESCRIPTION, WINCHES, RULES, ODOMETERS, HAVING AS INSTRUMENTS BEING RE sector since being in-situ way we could appreciate more carefully all the problems that could be seen with the naked eye and last but not least we managed to use alternatives such as conducting a survey in a participatory way so that the population of their response to all these problems that are generating and that harm not only more than 5000 people, but the entire region of Piura.

In general conclusion we can say that according to laboratory tests, these pavement soils are of COLAPSABLE property, that is, they are susceptible to moisture change (LICUATION), AS subgrade they are classified from the point of view of pavements, as regular or BAD quality, the CLAY SOILS WITH A PLASTICITY INDEX GREATER THAN 6%, GENERATING LICUATION, IT CAN ALSO BE DETERMINED THAT THE (SUBGRADE) OF THE PROJECTED PAVEMENT IS OF COLLAPSABLE PROPERTY (SLOWS, CLAYS), THAT IS TO SAY, THEY ARE SUSCEPTIBLE TO MOISTURE CHANGE (GENERATING LICUATION). Therefore, a detailed surface evaluation helps to understand the magnitude of the problem and improves the planning and programming of the interventions to be carried out on the road.

KEYWORDS: Road Preservation, pathologies, flexible pavement.

## I. INTRODUCCIÓN

El problema de los daños estructurales se ha convertido en la causa relevante cuando se verifica la consistencia interna de una edificación ya que desde la perspectiva del diseño y la construcción. Pero el problema no es la aparición del daño, sino la causa que lleva a la aparición de grietas o fisuras. Por lo tanto, analizaremos el tipo de problema y las soluciones futuras en el momento del diagnóstico.

Frente a los últimos sucesos debido al problema de generación de fisuras en pavimentos por ello la licuefacción en los pavimentos es uno de los fenómenos de tierra importantes e interesantes y que genera polémica ingeniería geotécnica. La licuefacción presenta diferentes tipos de características en las ciudades, donde al considerarse licuación, estos estratos se sacuden y aumentan la intensidad de los componentes líquidos en los poros, reduciendo así la tensión efectiva, además, de que la fragmentación arenosa es inconsistente, provocando problemas de fisuras.

Según (Duarte Kocfú, 2010) **en la Norma E-050 "SUELOS Y CIMENTACIONES"** establece, "La licuefacción o licuación es una anomalía originado por las vibraciones sísmicas del suelo, especialmente el suelo granular saturado, que aumenta la presión del agua en el suelo y reduce la eficiencia. La tensión disminuye la capacidad portante y la rigidez del suelo. La estructura colapsa, provocando flacidez o colapso.

Según (Campos-Muñoz, 2016) en su proyecto ***Evaluación probabilística de licuación en arenas de la ciudad de Piura en Perú***, el suelo en el norte de Perú se caracteriza por arena pobremente gradadas SP y arena limosa SM. Estas condiciones facilitan el surgimiento de procesos de licuefacción antes de que se reconozca la amenaza de un terremoto (Hurtado, 2011). (Ascencio, 2012; Pinto, 1998) La evaluación de licuefacción realizada en Piura consideró las situaciones más críticas sin considerar la combinación de diferentes escenarios que brinda la actividad del suelo y la volatilidad de los parámetros de resistencia. Además, NASEM (2016) subraya la necesidad de considerar las incertidumbres de los análisis de licuefacción realizados con base en la resistencia del suelo.

## II. MARCO TEÓRICO

(HURTADO, 2015)–**EN SU PROYECTO LA LICUACIÓN DE SUELOS** suscitó en el Puerto de Tahuishco en Moyobamba. En 1991, se produjo un desplazamiento horizontal en el campo Tuffishko, que resultó en una grieta de 50 cm de hondura y 10 de ancho. El suelo del salón quedó destruido. En 1990, este hecho no ocurrió en los terrenos del colegio, sino en el patio del colegio. También ha aparecido un volcán de arena en el patio del colegio. Dos sismos dañaron parte de la vía (carretera) entre Moyobamba y Tahuishco, se tuvo como propósito estudiar el tipo de fisuras ocurridas en los pavimentos. En la que se realizó el enfoque cualitativo, con el tipo aplicativo, haciendo uso de una guía observable.

(HURTADO, 2015)**En su Proyecto La licuación de suelos.** Se muestra un historial de la presencia de licuefacción en suelos de Perú, también sus especificaciones como intensidad sísmica que tuvieron en dicho momento. En el historial podemos ver que están los terremotos de 1970, 1990 y 1991 de acuerdo a esto muestra su conclusión que la costa tiene actividad sísmica alta esto provocado por subducción de la plaza de Nazca, tuvo como finalidad general establecer la relación que tiene tanto lo que son los sismos de altas intensidades con los fallos geotécnicos como son la licuefacción en el Perú, además sostuvo los diferentes catástrofes de sismo que viene acarreado en el Perú por ser una zona altamente sísmica.

Según (DELGADO, 2015)en **su investigación, Efectos geotécnicos en los terremotos- enseñanzas de la ciencia de la tierra-México 2015** Definir el propósito de distinguir las vibraciones del suelo durante los terremotos. De hecho, provoca perturbaciones en las condiciones de trabajo que pueden provocar los denominados efectos geotécnicos de los terremotos, principalmente debido a un fenómeno denominado licuefacción o movimiento del talud. Por esta razón, la encuesta utilizó un cuestionario para adoptar un enfoque cualitativo utilizando la ficha de observación.

Según (Fernández-Diéguez, 2016)**en su proyecto Escenarios susceptibles a la Licuefacción inducida por sismos de gran magnitud en Santiago de Cuba** establecer el objetivo de determinar el potencial de licuefacción del suelo para el

Consejo Popular Guillermon Moncada de la ciudad de Santiago de Cuba. Finalmente, se cuantificó un factor de seguridad corregido luego de precisar la máxima magnitud posible a partir de la magnitud del terremoto que podría causar licuefacción en el área de evaluación.

Según (ANGEL P. C., 2017) **En su tesis Licuefacción de suelos en zonas sísmicas**, tomó como referencia los suelos de Piura para hacer su estudio, demostró que estos suelos son algo inestables contra desastres naturales, la solución que dio en esa fecha fue de hacer una adecuada estabilización de suelos en todo tipo de construcciones.

Según (PERALES, 2015) **En su investigación de suelos inestables** nos dice que aquellos suelos que no sean adecuados para la construcción deben de ser bien tratados, aunque el coste de la vivienda aumente considerablemente su costo, así como de hacer una estructura que soporte dichas cargas.

Según (HURTADO, 2015) **señala en su investigación, Evaluación del Potencial de Licuefacción de Suelos en las zonas de Pimentel y Santa Rosa, Provincia de Chiclayo**” para obtener la tesis de grado en la Universidad Católica San Toribio de Mogrovejo, Lambayeque-2015, El objetivo fue perseguir el propósito de evaluar la licuefacción de suelo en ambientes de la costa de Lambayeque y Morrope en Lambayeque, dado que los suelos granulados están expuestos a terremotos. Nos damos cuenta de que este fenómeno está sucediendo en todo el mundo, y se apoya el interés de este proyecto.

Para una adecuada comprensión del fenómeno se planteó explicar la licuefacción del suelo la cual es una anomalía en el que el agua se satura y el suelo pierde su compactación y fluidez debido al estrés de la vibración, especialmente debido a depósitos recientes como arena y grava. Infraestructura, ya sea residencial, edificio u otra instalación. (WIPIEDIA, 2017) Los suelos más licuables son suelos formados por depósitos granulares similares a depósitos de arena joven (creados en el Pleistoceno y depositados en los últimos 10.000 años), y son gruesos. Es una capa menor de 1 metro y tiene un alto contenido de agua (saturación). Estos sedimentos generalmente ocurren en áreas donde la arena y los sedimentos se acumulan de los vientos y arroyos.

La licuefacción del suelo es una pérdida anormal de resistencia a los esfuerzos cortantes temporales o permanentes, que pueden aumentar rápidamente la presión del agua intersticial hasta los valores de capacidad de presión total existentes (debido a la falta de drenaje). En estos casos, la presión efectiva real se compensa, las partículas ya no están en contacto, no hay resistencia al cizallamiento, el material se comporta como un fluido, se producen movimientos verticales y laterales de la masa y se producen deslizamientos de tierra (En el caso de pistas) o en las grandes ciudades.

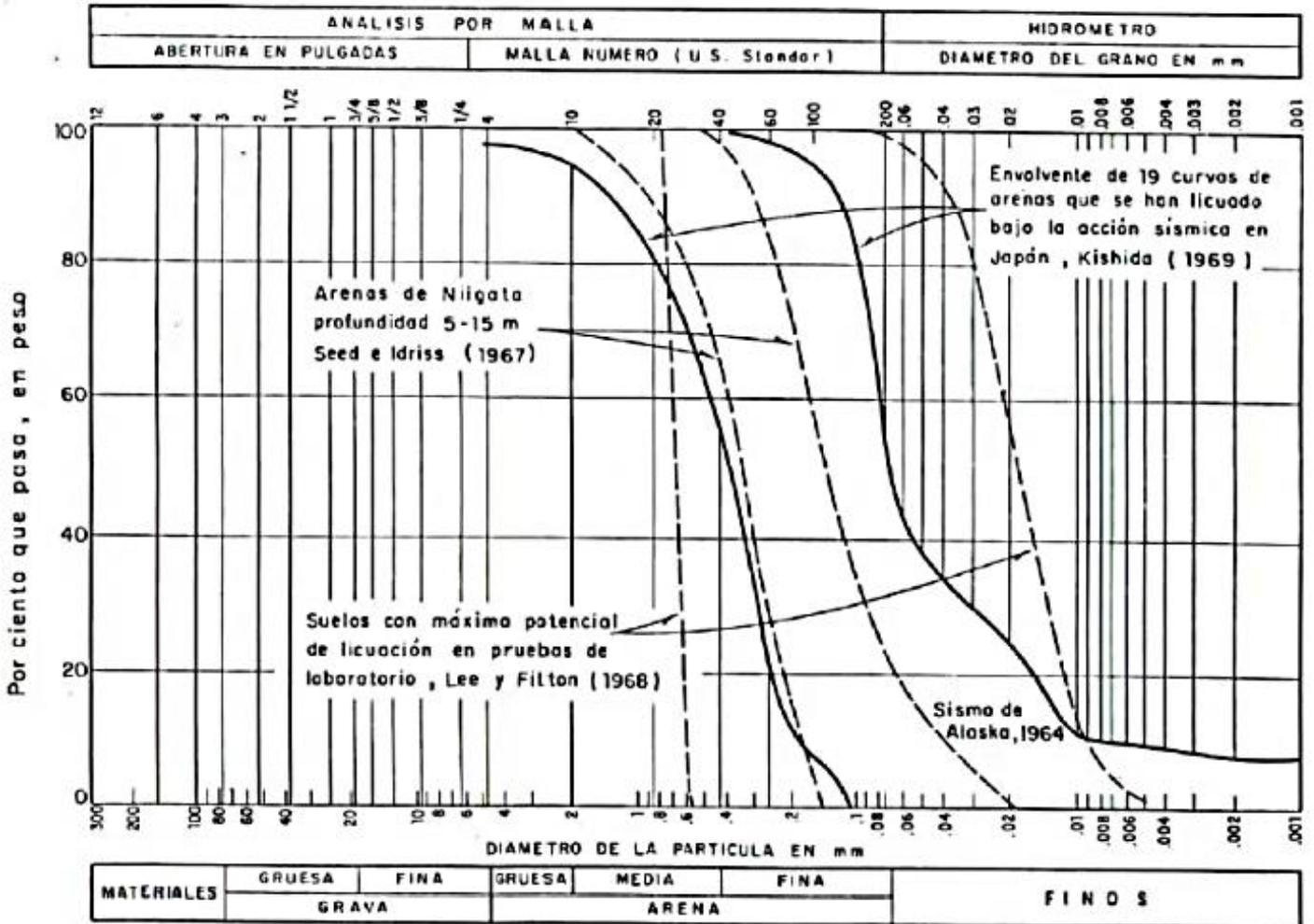
La licuefacción afecta algunos suelos sedimentarios naturales o artificiales donde los puntos de contacto entre las partículas son relativamente raros, lo que resulta en una pérdida casi completa del flujo espontáneo. El tamaño de las partículas, la uniformidad y la poca velocidad de sedimentación en aguas tranquilas son factores que se combinan para formar una estructura muy suelta.

Además, existen algunos factores condicionantes de la licuefacción tales como la consistencia del suelo, la posición del agua subterránea debe estar cerca de la superficie, la densidad del material es generalmente baja ( $NSPT < 20$ ) y la intensidad sísmica debe ser alta para que esto ocurra.

Más precisamente, según **(González De Vallejo, 2002)**, podemos establecer la próxima situación desencadenante de este fenómeno. Desde una profundidad de

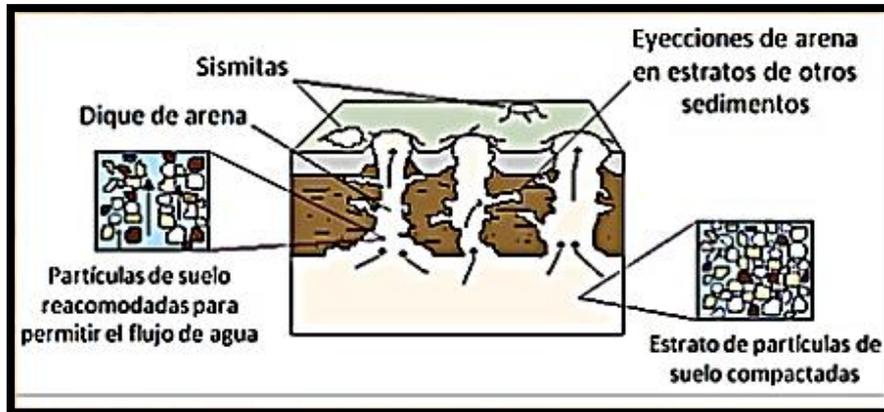
- 15 m, no se detectó licuefacción en el suelo.
- En su mayor parte de los casos de licuefacción, el nivel del agua subterránea está por debajo de los 3 m. A profundidades inferiores a 5 m, es menos sensible a la licuefacción.
- Alteración de estratos con elevado contenido de agua

Figura 1 Granulometrías de suelos que sufrieron el fenómeno de licuado.



Según (PASCUA, 2017) El suelo completamente saturado es arena no pegajosa, generalmente limpia, puede contener grava y licuarse. El incremento del agua intersticial se debe a la licuefacción crea un chorro de agua y aire que puede mezclarse con sedimentos finos y extruirse a la superficie para formar volcanes de arena y agua. Estos signos claramente visibles en la superficie del suelo pueden constituir indicadores de áreas sensibles a la licuefacción. Los materiales más susceptibles a la licuefacción son: Los ambientes sedimentarios más adecuados para la formación de arena saturada limpia, no adherida y los lugares más favorables para la génesis de licuefacción son: playas, bancos de arena, redes fluviales, ambientes lacustres, limos, arcillas y fluoruros.

Figura 2 Proceso de un suelo licuable



Los suelos se clasifican en profundo entendimiento y entendimiento de la geología, las propiedades y la conducta del suelo proporcionan una data importante como base para la ingeniería civil. Es de suma importancia conocer en qué zona se construirá un edificio o estructura. Es menester agrupar, comprender y resolver dificultades ha creado clasificaciones acerca del suelo como un mecanismo que permite la resolución de estos problemas.

En la labor ingeniera, hay dos procedimientos en el trabajo de suelos:

- ▶ AASHTO, que es empleado en fabricación de carreteras.
- ▶ SUCS, empleado en ingeniería geotécnica.

La catalogación por textura del suelo es sencilla, esta se prueba completamente en la distribución de la dimensión de los granos. La proporción y la clase de minerales arcillosos encontrados en los suelos de grano fino determinan principalmente sus propiedades físicas. Por lo tanto, los ingenieros de suelos deben tener en cuenta la plasticidad debida a la existencia de minerales arcillosos para interpretar correctamente las características del suelo. Estos sistemas evitan ajustarse a la colectividad de aparatos de ingeniería, ya que los sistemas de clasificación de texturas no tienen en cuenta la ductilidad y, a menudo, no tienen en cuenta muchas propiedades importantes del suelo. Hoy en día, los ingenieros de suelos suelen utilizar dos sistemas de clasificación más complejos. Estos sistemas tienen

presente la repartición proporcional de partículas y el límite de Atterberg. Este es el método de clasificación AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y la sistematización unificada. El sistema de clasificación AASHTO se utiliza principalmente en servicios viales estatales y regionales. Los ingenieros mecánicos de suelos a menudo prefieren los sistemas integrados.

La Asociación Estadounidense de Carreteras aprobó este método de clasificación de suelos (AASHTO M 145) después de diversas verificaciones. Los suelos se asocian en función de cómo actúan como capas o sustratos en el pavimento. Este es el sistema más empleado para clasificar suelos de carreteras.

En esta clasificación, el suelo se divide en 7 grupos (A1,...A7) según la colocación estructural de partícula y plasticidad. En particular,  $n$  es función del % al tamiz. Límite de Atterberg para fracciones que pasan el  $n^{\circ}200$ ,  $n^{\circ}40$ ,  $n^{\circ}10$ , solo de este se utiliza el  $n^{\circ}40$ . En ese sentido, las 7 clases competen a dos tipos principales de suelo. Suelo granular (35% o menos pasa a través del tamiz No. 200) y arcilla harinosa (35% o más pasa a través del tamiz No. 200). Tenga en cuenta que el método de clasificación AASHTO se usa principalmente para el diseño de carreteras y no para el diseño de cimentaciones en edificaciones. Por lo tanto, los sistemas integrados se utilizan en:

En la actualidad está dada en la Tabla 3.1. Según este sistema, el suelo está categorizado en siete clases principales: A-1 hasta A-7. Los suelos categorizados bajo los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales granulares, de estos el 35% o menos de las partículas llegan a pasar por el tamiz N° 200. De los cuales mayormente pasan el 35% por el tamiz N° 200 se categorizan en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. Estos suelos son mayormente limosos y materiales de tipo arcilloso. Es así que existen criterios que expliquen la clasificación:

- Grava: Porción introductoria en el tamiz de 75 mm (3 pulgadas) y se mantiene en un tamiz digital.  $N^{\circ}10$  (2 milímetros).
- Arena: La parte que pasa por el tamiz  $n$ . Sostenido por 10 (2 mm) y tamiz  $n$ . 200 (0,075 mm).
- Barro y Arcilla: Fracciones que pasan por un tamiz  $n$ . 200

Figura 3 Materiales Limo- Arcilla

Clasificación general	Materiales limo – Arcilla (más del 35% del total de la muestra pasa el tamiz N°200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 <sup>a</sup> A-7-6 <sup>b</sup>
Clasificación de grupo				
Análisis de tamiz (porcentaje que pasa) N° 10 N° 40 N° 200				
Características de la fracción que pasa el tamiz N°200				
Limite liquido Indice de plasticidad	36 min.  40 max. 10 max.	3 min. 6  min 4 . 1 ma 1 0 x.	3 min. 6  ma 4 x. 0 min 1 1 .	36 min.   41 min. 11 min.
Tipos usuales de los materiales constituyentes	Suelos limosos		Suelo arcilloso	
<sup>a</sup> Para A-7-5, IP < LL-30 <sup>b</sup> Para A-7-6, IP > LL-30				

**Plasticidad: el termino limoso (silty)** se usa en el repertorio de plasticidad de grano fino del suelo es 10 o menos. El término arcilla se aplica cuando el porcentaje de polvo fino tiene un índice de plasticidad de 11 o más.

básicamente todas las actividades de geoingeniería. "La forma inicial de este sistema fue propuesta por Casagrande en 1948 y ahora es ampliamente utilizada por ingenieros (ASTM D2487)".

Si se encuentran grava (roca redonda) y cantos rodados (más de 75 mm), se separan del espécimen de suelo a clasificar. Sin embargo, se apunta el porcentaje de este material.

Tanto ASSHTO como el método de clasificación unificado se refiere en la consistencia y plasticidad del suelo. De manera similar, los dos sistemas clasifican el suelo en dos categorías principales, gruesas y finas, separadas por un número de tamiz de 200. En el sistema ASSHTO, el suelo se considera fino cuando el 35% o más pasa a través del tamiz. que no es. 200. En un sistema unificado, el suelo se considera limpio el porcentaje que atraviesa el tamiz 200 es el 50%. El suelo grueso que contiene alrededor de 35 granos finos se comporta como materiales de grano fino. De hecho, hay partículas lo suficientemente finas como para cerrar la brecha

entre las partículas gruesas y las separadas. En este sentido, el sistema ASSTHO aparenta ser confiable. El sistema ASSTHO utiliza el tamiz número 10 para separar la grava de la arena. El tamiz número se utiliza en el sistema integrado. El tamiz número 10 es el límite superior de arena más aceptable en términos de separación de los límites dimensionales del suelo.

Este límite se utiliza en hormigón y carreteras.

Figura 4 Materiales granulados

Clasificación general	Materiales granulados (35% o menos del total de la muestra pasan el tamiz N°200)						
	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
<b>Análisis del tamizado</b> (porcentaje que pasa) N° 10 N° 40 N° 200 características de la fracción que pasa el tamiz N°40 Limite liquido Índice de plasticidad	50 max. 30 max. 15 max.	50 max. 25 max.	51 min. 10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
	6 max.	6 max.	NP	40 max. 10 max.	41 max. 10 min.	40 max. 11 min.	41 min. 11 min.
Tipos usuales de los materiales constituyentes	Fragmento de roca, Grava y arena		Arena fina	Grava con limo o arcilla y arena			
Evaluación general de la subrasante	Excelente a bueno						

En un sistema integrado, la arena y la grava están claramente separadas. Este no es el caso de los sistemas ASSTHO. El grupo A2 es granular y abarca una variedad de medios. Los símbolos como GW, SM y CHH utilizados en sistemas integrados representan mejor las características del suelo que el símbolo A utilizado en los sistemas ASSTHO.

La categorización de suelos orgánicos para OL, OH, Pt es proporcionada por un sistema unificado. Con el sistema ASSTHO, no hay espacio para suelo orgánico.

La turba generalmente tiene un alto contenido de agua, una baja densidad de sólidos del suelo y un peso unitario pequeño. La Figura 3.5 evidencia imágenes microscópicas de cuatro muestras de turba recolectadas en Wisconsin, EE. UU.

**SEGÚN EL ARTÍCULO 32 DE LA NORMA E 0.50** (Duarte Kocfú, 2010) indica que para que suceda esta anomalía de licuefacción los suelos deben presentar ciertas restricciones, siendo estas, el porcentaje de partículas más finas que  $0.005 \text{ m} \leq 15\%$ , límite líquido (LL)  $\leq 35$  y el Contenido de humedad (w)  $> 0,9 \text{ LL}$

En función de la norma 0.50. Suelo y cimentación. La licuefacción del suelo ocurre principalmente en suelos compuestos de arena fina, arena limosa, limo o grava aglomerada incluyendo cualquiera de los anteriores. Todas estas clases de suelos deben estar hundidos. La Figura 1- 2 a continuación muestra los símbolos utilizados en el estándar.

El nivel freático, usualmente llamado capa freática se declara por la similitud de la presión del agua y la presión atmosférica. En términos generales, los niveles de agua subterránea tienen la misma planitud que la superficie, pero pueden ser más finos y elevarse para formar sedimentos libres. Un factor clave en el proceso de licuefacción es el agua subterránea. “El suelo es un material que tiene diferentes tamaños de granos, creando una serie de vacíos interconectados”.

El agua subterránea está por debajo del nivel freático y satura los poros del suelo, además conocida como zona de saturación. El agua que pasa a través de las grietas más gruesas (poros y fisuras) en el suelo se llama agua gravitacional o agua gravídica y generalmente se encuentra en la zona de saturación. Superior al nivel freático, los poros del suelo que pueden contener aire o agua se denominan zonas de ventilación. La zona de aireación contiene agua higroscópica (fijada en una capa delgada alrededor de las partículas del suelo) y agua capilar, que se encuentra incluso en los poros más pequeños. El agua capilar causa estrés capilar en la región de saturación cerca del nivel freático, por encima del cual está parcialmente saturada.

La profundidad del acuífero y su variabilidad estacional en relación con la superficie natural son datos fundamentales que deben ser respaldados por estudios geotécnicos en el diseño de estructuras debajo del acuífero.

Si desea secar la excavación realizada debajo del nivel freático, debe establecer un flujo de filtro de agua a través del suelo que se produce en la profundidad de la excavación o hacia los elementos de drenaje. Para poder laborar en seco en el fondo excavado, se debe drenar el nivel freático. Se trata de una actividad que se engloba en la denominada gestión del agua.

La zonificación urbana implica dividir una ciudad o municipio en secciones dedicadas al uso residencial, comercial o industrial. El propósito de la zonificación es guiar el crecimiento y desarrollo ordenado del área. (PASCUA.R, 2017). La planificación es una herramienta técnica para regular la gestión urbana y para que todas las ciudades regulen el uso del suelo y el uso del suelo en el marco de las acciones y / o intervenciones de planificación del desarrollo, dependiendo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que contengan normas técnicas.

Como sistema interorganizacional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, identificaremos y mitigaremos los riesgos relacionados con las amenazas o mitigaremos sus impactos, evitaremos nuevos riesgos y, en principio, orientaciones políticas. Responderemos a situaciones de desastre estableciendo Componentes, procesos y herramientas para la gestión del riesgo de desastres.

Según **el Artículo 3.- Definición de Gestión del Riesgo de Desastres** La gestión del riesgo de desastres es económica, ambiental, de seguridad sostenible, de defensa y de territorio. El desarrollo del riesgo en desastre se basa en una pesquisa profunda orientado a políticas y planes de trabajo en diferentes características bajo el binomio de gobierno y sociedad en la protección de vida y bienes.

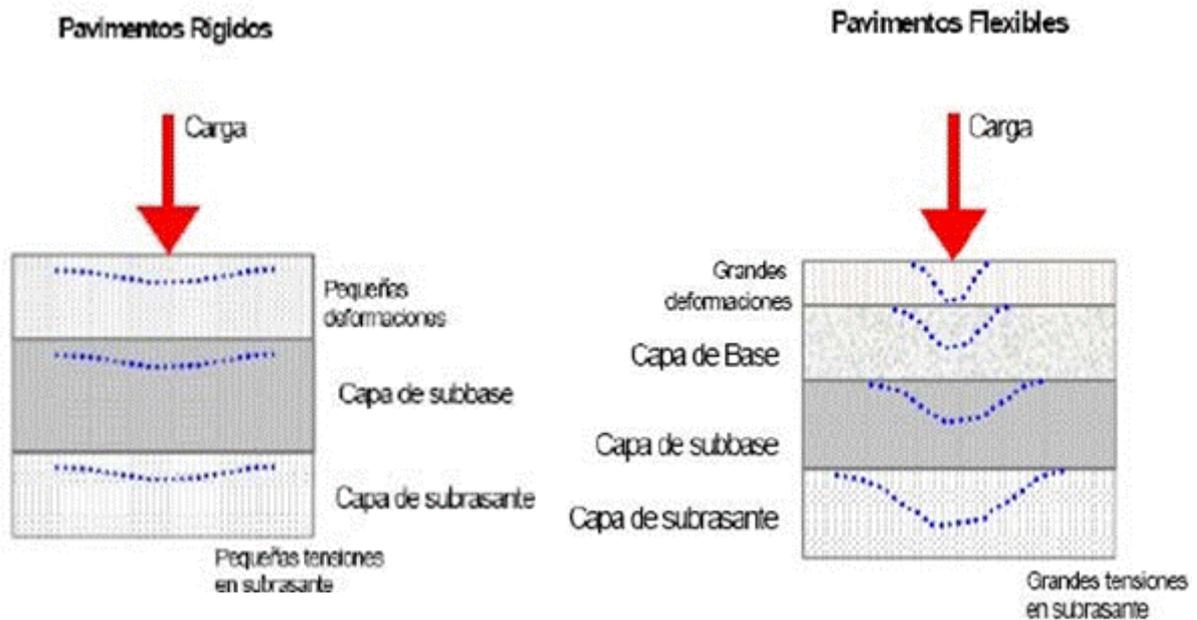
la investigación científica y la documentación que informa y orienta las políticas, estrategias y acciones en todos los niveles del gobierno y la sociedad para proteger vidas y bienes.

- Sobre todo, no se recomienda construir sobre suelos o materiales que hayan demostrado ser muy sensibles a la licuefacción. Para ello, se deben realizar estudios geológicos y geotécnicos con el fin de determinar las características del suelo a construir
- Si la construcción en materiales o suelos sensibles a la licuefacción es inevitable, primero se debe mejorar la condición del suelo. Esto incluye características de resistencia, densidad y drenaje. A continuación, se debe diseñar la estructura de un edificio para responder eficazmente a los terremotos y la licuefacción del suelo,
- La opinión más sencilla de que se deben evitar los efectos de la licuefacción del suelo es evitar construir cualquier tipo de estructura en la zona. Ahora que conocemos la causa de la licuefacción del suelo, es fácil estabilizar el suelo licuado perfeccionando o sustituyendo el suelo en áreas donde es probable que ocurra este fenómeno.

Otra forma de reparación es licuar la estructura de la base debajo del material del suelo.

Este tipo de espacio aglutina dos grandes grupos como flexibles y rígidos. La conducta al colocarle elementos es diversos como se puede observar:

Figura 5 Tensiones en subrasantes



En pavimentos duros, la firmeza de la superficie de rodadura permite una buena distribución de la carga y un asentamiento de la base es muy bajo. Con un pavimento flexible ocurre lo contrario. Debido a la baja rigidez de la superficie de deslizamiento, el deslizamiento se vuelve grande y se aplica una gran tensión a la base.

Se entiende por base al manto inferior de la carpeta (la capa flexible). Su principal ocupación es una alta capacidad de carga, absorbe la mayor cantidad de fuerzas longitudinales, y la rigidez o resistencia a la deformación bajo tensiones de tráfico constante generalmente corresponde a la resistencia del tráfico pesado. Por lo tanto, mientras que los sustratos granulares se usan tradicionalmente para tráfico medio y ligero, los materiales cementosos granulares se han utilizado para tráfico pesado.

Figura 6 Proceso constructivo del suelo para pavimento



Para pavimentos flexibles, la capa debe estar debajo de la base y encima de la subrasante, y debe ser la parte que proporciona un soporte uniforme y duradero al pavimento.

Para pavimentos rígidos, este espacio se ubica directamente debajo de la losa de concreto y puede no ser necesaria si la capa de la base es muy fuerte.

Su función es proporcionar una base uniforme para el pedestal y configurar una plataforma de trabajo adecuada para el posicionamiento y compresión. Comprende un insumo penetrable para el drenaje, lo cual es importante que el material utilizado para ello esté libre de polvo fino, que suele ser una capa de transición necesaria.

Esta capa será insensible al bombeo y servirá como base de trabajo y superficie de rodadura para los adoquines. Para tráfico ligero, en su mayoría vehículos grandes, esta capa se puede quitar y los paneles se pueden apoyar directamente en el contrapiso.

Bases granulares de materiales tamizados o parcialmente triturados, bases segmentadas, etc.

Esta capa se ajusta con la capacidad de soportar fuerzas que se sienten en la carretera. Interfiere con el diseño del espesor del pavimento y afecta el desempeño del pavimento. Proporciona el nivel de protección requerido para soleras y pisos, siempre mantiene su integridad incluso en condiciones muy húmedas y proporciona un soporte constante y duradero. Para los materiales que componen la base, se debe utilizar suelo impermeable y su compresión debe alcanzar al menos 95 %.

*Figura 7 Preparación de subrasante*



La preparación de subrasante está hecha de mezcla de asfalto que proporciona una superficie para el tránsito vehicular. Admite directamente los requisitos de tráfico y proporciona características funcionales. Estructuralmente, las curvas absorben algunas tensiones horizontales y verticales. Ello se deriva por el peso del vehículo distribuida en capa inferior debido a la fricción de los granos de material y el asfalto se dobla en una pequeña deformación de la capa inferior. Las capas que componen un pavimento flexible son: Carpeta asfáltica, base y sub-base, las cuales se construyen sobre la sub rasante.

*Figura 8 Asfalto*



El asfalto es un insumo aglomerante tenebroso que consiste en una mezcla múltiple de hidrocarburos no etéreos de alta densidad atómica proveniente del petróleo crudo, que los disuelve. Esto se obtiene evaporando los vapores naturales de los sedimentos en la superficie de la tierra. Por asfalto natural, o un proceso de destilación industrial que es principalmente betún.

El asfalto separado de petróleo se fabrica mediante destilación al vapor o moldeo por soplado.

La destilación al vapor produce un excelente betún, pero raras veces se aplican al pavimento destilados por soplado o aire.

Según su procedencia del petróleo crudo la composición de base se divide en base asfáltica, base parafínica y base Intermedia

El asfalto a base de betún, es decir, el betún obtenido a partir de petróleos asfálticos se prefiere para carreteras pavimentadas porque tiene buenas propiedades adhesivas y es resistente a la intemperie.

El betún a base de parafina se oxida lentamente al contacto con estos elementos, dejando un residuo en forma de escamas de bajo valor como aglutinante.

La mejor manera de identificar el hundimiento de la tierra y determinar su causa es realizar una encuesta, preferiblemente anualmente y a principios de la primavera. Debe determinar el tipo, la gravedad y el alcance de cada error. También debe determinar si el diseño del piso, las cargas, el agua, la temperatura o la estructura

están causando la falla. Además de la inspección visual, se usan ensayos destructivos y no destructivos para determinar la estructura y el estado del material debajo del pavimento.

Realizar una encuesta, preferiblemente anualmente y a principios de la primavera, donde se determine el tipo, la gravedad y el alcance de cada error. También debe determinar si el diseño del piso, las cargas, el agua, la temperatura, el piso o la estructura están causando la falla. Además de la revisión visual, se pueden utilizar pruebas destructivas y no destructivas para definir la estructura y el estado del material debajo del pavimento.

Los tipos de fallas que se presentan en una estructura de pavimento flexible son fisuras y grietas, deterioro superficial y otros deterioros.

Se detalla cada uno de las fallas y sus posibles causas, esto sustentado a través de un panel fotográfico que permite tener conocimiento de los deterioros que se pueden encontrar.

Las fisuras y grietas por fatigamiento son una serie de grietas interconectadas de forma irregular, generalmente en áreas de carga repetida. Las grietas tienden a comenzar en la parte inferior de la capa de asfalto, maximizando la tensión de tracción bajo carga y desarrollándose como una piel de cocodrilo. Este tipo de daño no es común en alfombras de asfalto.

Es necesario mencionar que la principal causa es la retracción del pavimento asfáltico producto de las variaciones diarias de temperatura que se producen durante el ciclo esfuerzo-deformación de la mezcla. La existencia de este tipo de grietas apunta que el pavimento asfáltico se ha endurecido debido al declive de la mezcla o al uso de tipos de asfalto no aptos para el clima local. Asimismo, refleja las grietas por contracción de un material estable utilizado como soporte.

Las figuras y grietas longitudinales y transversales se acomodan discontinuidades en ambas capas de asfalto en la misma dirección y en la dirección horizontal y vertical. Estos indican que la tensión de tracción está presente en una capa particular de la estructura y excede la resistencia del material asociado. El lugar de las grietas de los rieles es un buen indicador de la causa, ya que las grietas

encontradas en el área cargada pueden estar vinculadas con problemas de fatiga en toda la estructura o partes de esta.

Las causas de las clases de fisuras son el curado de la mezcla bituminosa debido a la pérdida de flexibilidad por superar la carga, o el declive del bitumen ocurre a temperaturas bajas o altas (generalmente por encima de 30 °C). Asimismo, la otra causa es que refleja grietas en la capa subyacente causada por el material estable de la losa de concreto — hidráulica subyacente o grietas y juntas existentes.

Otra causa que conduce a la formación de fisuras longitudinales se desarrolla de manera frecuente fatiga estructural en el tracto circulatorio, asimismo, dependiendo de la dureza del material del sustrato, puede corresponder a la zona de contacto entre el corte y el relleno. El sistema de riego es insuficiente o está completamente ausente, y el grosor de la capa de desgaste no es suficiente.

Este tipo de falla se ocasiona cuando hay una capa de asfalto sobre el pavimento duro. Estas grietas son causadas por protuberancias en la superficie de las juntas del piso, en cuyo caso tienen un patrón regular, o hay grietas en el piso duro, que son reflectantes y están presentes en la superficie, aunque sea un patrón regular.

Se crean por el movimiento de juntas entre losas o adoquines duros compuestos por grietas existentes debido a cambios fuertes de temperatura y humedad. Por lo general, no se deben a cargas de tráfico, pero pueden causar grietas en el área circundante y aumentar la gravedad del daño.

La tecnología usada en infraestructura vial y su correspondiente definición es así que ENSAYO CBR: (California Bearing Ratio) Es el resultado de la capacidad de resistir del material, este es calculada a través de la aplicación de una potencia de la masa del suelo. (Valle, R., 1982, p.139). Seguidamente la ESTABILIZACIÓN DE SUELOS: El equilibrio de suelo se puede definir como una mejora de las propiedades o componentes físicas que contiene a través de procedimientos mecánicos o la integración de productos químicos, naturales etc. (MTC, 2008)

Evaluación IRI: Este término hace referencia a la estimación del índice internacional de rugosidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de calidad de rodadura de un camino. (MTC, 2008)

Del mismo modo la EVALUACIÓN PCI Para (VICUÑA, 2016) Una evaluación de superficie PCI es un procedimiento de evaluación de la calidad numérica que se ocupa de la condición o condición del pavimento, entre 0 y 100, estableciéndose 0 para el peor caso posible y 100 para el mejor caso posible. El índice se divide en varias partes, que, a su vez, también se dividen en secciones.

La INTERVENCIÓN VIAL: Comprende la planificación, organización, implementación, operación, seguimiento o control, con el fin de mantener las carreteras a tiempo, garantizando economía, viabilidad, seguridad y comodidad para los usuarios de la vía. (MTC, Manual de Mantenimiento o Conservación Vial (2014, p.21). (MTC, 2013), Los NIVELES DE SERVICIO Son indicadores visuales que identifican y cuantifican el estado de la superficie de la carretera, a menudo utilizados como el límite permisible dentro del cual se pueden desarrollar las condiciones funcionales, estructurales y de seguridad de la carretera. Las particularidades son específicas de cada vía y pueden variar en función de los parámetros económicos y técnicos en un modelo general de satisfacción del pasajero en la vía. (MTC, 2008)

PAVIMENTO: Está constituido por un grupo de capas superpuestas, de forma horizontal, que se diseñan y siguen procedimientos técnicamente determinados, con materiales de buena calidad y debidamente compactados. (Pérez León, 2016).  
Servicialidad: Esta relacionado a un nivel de prestación y confort que muestra el pavimento de una vía, después de realizarse las actividades mejora, mantenimiento y habilitación. (Rondón y Reyes, 2015, p.329).

Transitabilidad: este término se relaciona con la calidad o grado de servicio de las infraestructuras viales que permitan el flujo vehicular en un periodo determinado. (MTC, 2008)

Mantenimiento Rutinario: Este término hace referencia a un grupo de tareas que se realiza en la carretera de forma regular y su finalidad es mantener un nivel de servicio óptimo. Los procedimientos que se realizan pueden ser de forma natural o mecánica, además esto incluye los servicios de limpieza, mantenimiento de

sistemas de señalización, parcheo, modelado, frotado y la remoción de cortos deslizamientos de tierra, entre otros (MTC, 2008).

**MANTENIMIENTO PERIODICO:** Comprende un conjunto de personas que realizan operaciones programadas en cada tiempo específico para poder mejorar la calidad de servicio más adelante. Las actividades se brindarán por medios mecánicos puesto que se relaciona al mejoramiento de pavimentos, al relleno de juntas de nivelación y rejuntado de juntas desgastadas; mejoramiento o reconstrucción en ocasiones a las capas internas de la carrera, así como también un mejoramiento construcción de obras de arte como túneles, muros, puentes además drenaje y señalización. (MTC,2008)

**REHABILITACIÓN:** la utilización de este término hace referencia a la ejecución de obras obligatorias para poder integrar a la carretera sus propiedades principales, tomando en cuenta el nuevo ciclo de realización del servicio. Además, se utiliza principalmente a la remodelación o construcción de aceras, muros, túneles, puentes etc. Drenaje y señalización, también para las operaciones como movimiento de tierras o excavaciones (zonas críticas, ensanche de tramos) (MTC, 2008)

**MEJORAMIENTO:** La mejora proporciona una referencia a la realización de obras necesarias para poder elevar el estándar de la vía, puesto que la ejecución de obras incluye la modificación total o parcial de la estructura o forma de la vía, además contempla la construcción y modificación de los puentes, estructuras (muros), drenaje, túneles y sistemas de señalización. (MTC, 2013)

Siendo el problema general de la investigación: ¿De qué manera se puede evaluar las patologías provocadas por licuefacción en de los pavimentos flexibles del tramo Canchaque — Serrán (Km 80+000-83+000), además como problemas específicos ¿De qué manera se puede evaluar las características de los suelos del tramo Canchaque — Serrán, así como las propiedades ante la falla por licuación para evitar problemas de deslizamiento y hundimiento? Y ¿De qué manera se puede evaluar los tipos de fallas por licuación en el pavimento del tramo Canchaque – Serán entre las Progresivas 80+000 al 83+000?

Este proyecto de investigación tendrá justificación científica, ya que para modernizar en un futuro las condiciones de Transitabilidad continua, cómoda y segura del pavimento flexible de los tramos Canchaque — Serán entre las Progresivas 80+000 al 83+000, se aplicarán métodos que permitirán evidenciar de manera clara dicha investigación.

Es una justificación teórica cuando el objetivo del estudio para crear reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, debatir una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente.

Es una investigación práctica ya que tiene una justificación práctica, ya que su desarrollo propone ayudar a poner solución en un problema en la zona de estudio y, por lo menos proponemos estrategias para aplicarlas contribuyendo con el sector de construcción.

Es una justificación metodológica del estudio ya que como proyecto de investigación proponemos nuevas estrategias para difundir conocimiento válido y confiable, realizando estudios para proponer buscar nuevas técnicas para difundir conocimientos.

Es un análisis donde se estimará el terreno del pavimento flexible y se brindara un diagnóstico de las mejoras para dicho tramo de carretera que se halla en pésimas condiciones y que es muy frecuentada. Por lo tanto, creará un mejor servicio de transporte ayudando en el desarrollo socioeconómico de los habitantes del sector.

Como hipótesis general de la presente investigación es La evaluación de las patologías provocadas por licuefacción en los pavimentos flexibles mejorará los pavimentos flexibles del tramo Canchaque — Serrán (Km 80+000-83+000), además como hipótesis específicas es la evaluación de las características de los suelos del tramo Canchaque — Serrán, así como las propiedades ante la falla por licuación. y además la hipótesis de la evaluación de los tipos de fallas por licuación en el pavimento del tramo Canchaque — Serán entre las Progresivas 80+000 al 83+000.

Como objetivo general de la investigación es evaluar las patologías provocadas por licuefacción en los pavimentos flexibles del tramo Canchaque – Serrán (Km 80+000-83+000). Y como hipótesis específicas es evaluar las características de los suelos del tramo Canchaque – Serrán, así como las propiedades ante la falla por licuación. y evaluar los tipos de fallas por licuación en el pavimento del tramo Canchaque – Serán entre las Progresivas 80+000 al 83+000.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

Este trabajo de investigación presentará un enfoque **CUANTITATIVO, CON UN TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVO, TIPO TRANSVERSAL Y EXPERIMENTAL**, la finalidad de la investigación es buscar una solución que mejora el nivel de vida de las personas involucradas, para **(CARLOS, 2015)** en su artículo de revisión Investigación cualitativa: ***Evaluación Potencial de Licuefacción. Propósitos y Representaciones***, menciona que esta perspectiva nos lleva a describir e interpretar las facetas de investigación, teniendo como finalidad redactar lo evidenciado. Es decir que, al tener este enfoque en la investigación, se debe hacer reflexión de las experiencias que se observan en el campo, para así realizar un texto que ejemplifica el estudio.

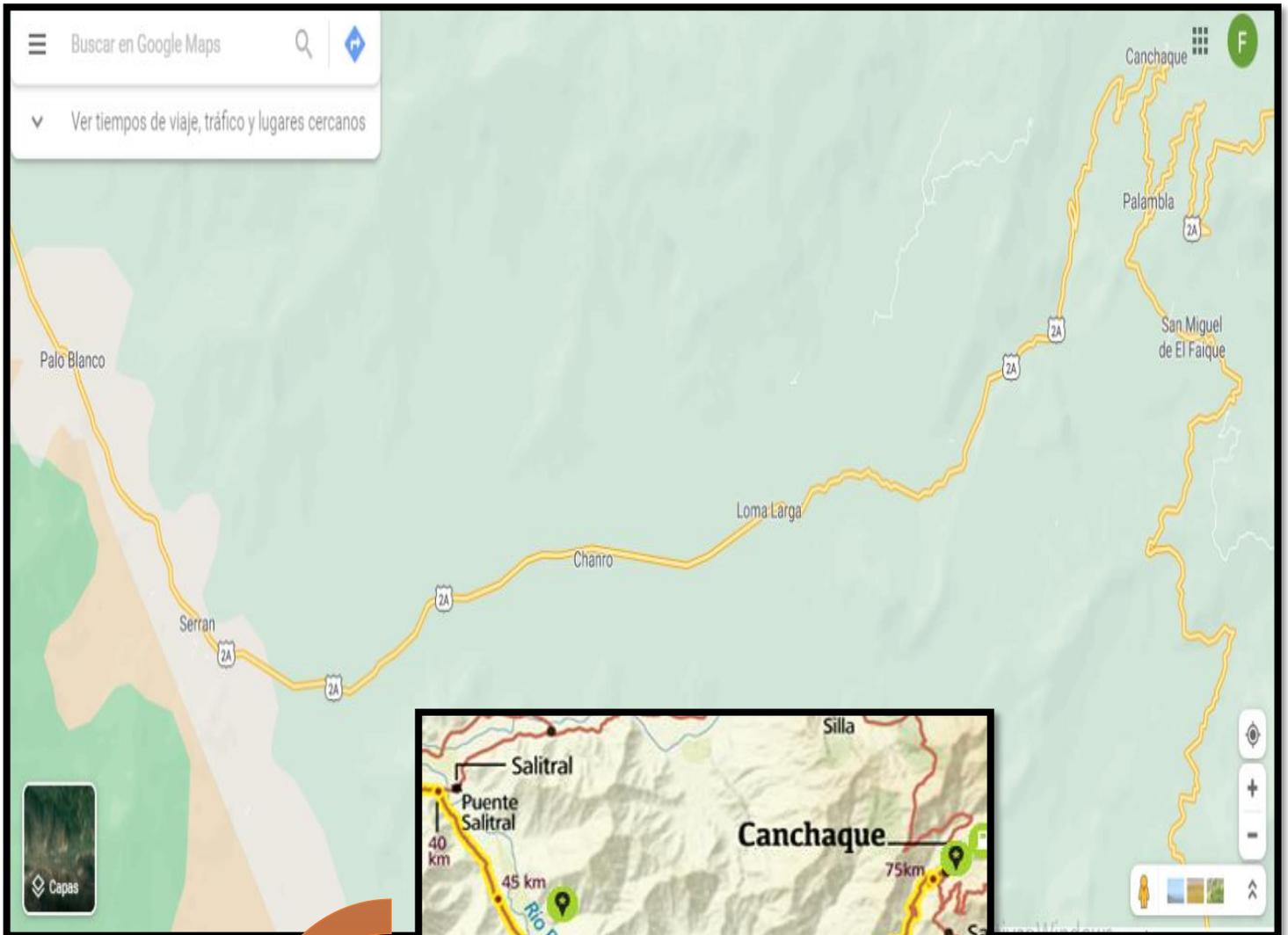
Para esta investigación se usará un tipo de investigación aplicada, por lo que **(JORGE, 2016)** señalan que el uso de la investigación aplicada despejó argumentos científicos y teóricos para así estructurar categorías e instrumentos. Con esto quiere decir que la investigación de tipo aplicada sirve para la elaboración de técnicas que despejen el rol científico.

En esta parte se explicará, desde el punto de vista de importancia lo que los factores de potencialidad **DE LAS PATOLOGIAS DE LOS PAVIMENTOS** de las fallas por licuación que influyen en los pavimentos a causa de los terremotos ocasionando problemas en la superficie del suelo 2020, y así poder realizar un enfoque basado en los estudios.

La vía de ejecución de esta obra comprende el asfaltado a nivel de carpeta asfáltica, y cuenta con una calzada de doble vía, bermas laterales y canaletas.

Tabla 1 Ancho de calzada

ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD(m)
6m	(3 km) por Carretera 2A



**ANCHO DE CALZADA  
6 METROS**

**Progresivas 80+000 al 83+000.  
CANCHAQUE – SERRAN**

### 3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN. -

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE: LICUEFACCIÓN EN LOS SUELOS**

(Parra, 2017) en su proyecto **“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN EN SUELOS ”** desarrolla un proyecto para demostrar que el mal comportamiento del suelo suelto durante un terremoto, en particular la licuefacción no cohesiva, provoca importantes pérdidas humanas y económicas en las zonas de. Por esta razón, se han realizado considerables esfuerzos para desarrollar métodos para evaluar la susceptibilidad de los suelos a la licuefacción y mitigar este fenómeno.

(ESTEBAN, 2018) en su proyecto **EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DEL MATERIAL DE RELAVE EN LA PRESA ZONA NORTE EN LA MINA COBRIZA - PERÚ** muestra los resultados de “El análisis de ingeniería de suelos del área de estudio muestra que el suelo pavimentado a una profundidad de 8-10 metros tiene un alto riesgo de licuefacción, por lo que la cimentación puede funcionar correctamente durante la construcción antes del terremoto. Se determinó que el suelo en toda la cimentación El área debe tratarse con microchips a base de cemento para crear una masa mejorada de suelo”.

(Gil, 2017)), en su proyecto **LICUACIÓN DE SUELOS DURANTE EL SISMO PISCO** demuestra que “Discute una gama de soluciones de diseño post-terremoto basadas en estudios de campo y aplicaremos experimentos y técnicas para evaluar la capacidad de licuefacción del suelo debajo de las áreas afectadas. La capacidad de carga de la base se redujo significativamente. una solución diseñada para minimizar los posibles impactos post-licuefacción en la zona”.

(Ochoa-Cornejo, 2017) en su proyecto **UNA NANOTECNOLOGÍA QUE RETARDA LA LICUEFACCIÓN** “Señala que las posibles soluciones son: "La idea de utilizar bentonita para mejorar el suelo y minimizar la licuefacción está respaldada por el efecto positivo de la resina fina sobre la resistencia a la licuefacción de la arena. Observaciones de laboratorio y de campo Se ha demostrado que la presencia de resina fina en la matriz de arena previene la licuefacción Este efecto es indirecto en el gráfico de resistencia a la

licuefacción, basado en el valor normalizado (N1) 60 de la prueba de penetración estándar”.

### **VARIABLE DEPENDIENTE: PATOLOGÍAS EN LOS PAVIMENTOS**

Según investigaciones previas acerca del peligro en relación a los sismos y consecuencias que estas producen, (TAVARA, 2015) en su artículo breve historia del fenómeno de licuación “Evalúa los eventos sísmicos de identificaremos áreas vulnerables a daños directos y abordaremos los efectos de licuefacción, deslizamientos de tierra y deslizamientos de tierra en pendientes pronunciadas. Al mismo tiempo, se sabe que una de las áreas propensas a terremotos de gran magnitud es la costa del Perú”

(HURTADO, 2015) en su artículo breve historia del fenómeno de licuación “Sostiene que la licuefacción es uno de los fenómenos más devastadores y describe la evolución de la licuefacción básica de suelos como Chimbote (1970), Piura (1967) y Pisco (2007). Estas áreas consisten en arena, valles costeros y suelos fuertemente derretidos”

(MARIO, 2015) en su proyecto de análisis del potencial de licuefacción de suelos “Se enfocan principalmente en el análisis y evaluación del grado de licuefacción de suelos en áreas costeras, realizando investigaciones e interpretaciones de áreas estratificadas. Luego realizan análisis sensoriales para analizar y monitorear el grado de licuefacción del suelo”

(HERNANDEZ-PAREDES, 2016), en su artículo ingeniería de pavimentos “Desde el punto de vista de la ingeniería de suelos, el foco está en el comportamiento mecánico del suelo, en este caso la consecución de la representación de la cimentación y de laminación en el diseño estructural del pavimento flexible, y en el tema de la licuefacción, estudios. Demostrar que el pavimento de diseño ha ido cambiando gradualmente del arte a la ciencia. (HERNANDEZ-PAREDES, 2016) En la década de 1920, el diseño de espesores era empírico y, a lo largo de los años, se desarrollaron diferentes métodos mediante diferentes objetos experimentales y mecánicos. Incluso hoy, el empirismo juega un papel importante en comparación con los métodos mecanicistas. Sin embargo, en las últimas décadas se han desarrollado

métodos experimentales de diseño mecánico. En otras palabras, los investigadores y las instituciones tienden a intentar formar una verdadera teoría de la mecánica del pavimento”

(Pérez León, 2016) **en su proyecto “Evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfáltico en la av. Los Tréboles- Distrito de Chiclayo** “No tiene en cuenta la mecánica de la red de drenaje, teniendo en cuenta situaciones en las que se observa un deterioro persistente, como tráfico de vehículos pesados, falta de juicio y planificación (documentación técnica). Otros problemas son diversas afecciones mecánicas, como grietas y deformidades. Pérdida de capa de textura, daño superficial provocando pérdida de pavimento, para determinar la forma patológica del pavimento asfáltico, determinar los factores que provocan daño directo al pavimento plástico y determinar el estado físico de la estructura. Se determinará una investigación de las características del pavimento, sub-base, contrapiso, y capa de asfalto para examinar cómo esto afecta a los sectores económicos y sociales. Los métodos de investigación utilizados fueron observaciones, estudios de tráfico, pruebas de laboratorio y revisión de la literatura”.

Tabla 2 Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítems
VI: LICUEFACCIÓN EN LOS SUELOS	La licuefacción como fenómeno geológico inducido a partir del estudio de los suelos y analizar su comportamiento como líquidos ante sismos fuertes, Se realizó con el objetivo evaluar las condiciones ingeniero geológicas de los suelos (JORGE, 2016)	PROGRAMACION	CONSERVACION RUTINARIA  CONSERVACION PERIODICA	Trabajos efectuados de manera cotidiana para preservar la funcionalidad de las carreteras, actuando sobre: (i) las obras de drenaje y subdrenaje; (ii) pavimentos y (iii) señalamiento y dispositivos de seguridad; incluyendo en todos los casos corona, terracerías y derecho de vía, estos se harán cada 3 a 6 meses (rutinarios) y cada 1 a 2 años (periódicos)
VI: LICUEFACCIÓN EN LOS SUELOS	La licuefacción como fenómeno geológico inducido a partir del estudio de los suelos y analizar su comportamiento como líquidos ante sismos fuertes, Se realizó con el objetivo evaluar las condiciones ingeniero geológicas de los suelos (JORGE, 2016)	PROGRAMACION	REHABILITACION	El proceso de rehabilitación está ligado al monitoreo permanente del pavimento construido con el fin de determinar el estado en que se encuentra y recomendar así una adecuada rehabilitación.
VI: LICUEFACCIÓN EN LOS SUELOS	La licuefacción como fenómeno geológico inducido a partir del estudio de los suelos y analizar su comportamiento como líquidos ante terremotos fuertes, Se realizó con el objetivo evaluar las condiciones ingeniero geológicas de los suelos (JORGE, 2016)	TIPOS DE EVALUACION	EVALUACION VISUAL  EVALUACION TACITA	Una evaluación de la visión es un procedimiento organizado para obtener información sobre el problema y el funcionamiento. Las evaluaciones pueden hacerse de forma tácita y de forma general.
VD: PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO	De acuerdo a un análisis podemos determinar el estado real del pavimento, las fallas más perjudiciales para dicho estado y teniendo el valor de la fisura, esto es posible determinar el tipo de mantenimiento y rehabilitación (M&R (JORGE, 2016))	MONITOREO	CONSERVACIÓN RUTINARIA	La conservación vial rutinaria consiste en un conjunto de actividades dirigidas a conservar la calzada, bermas, sistema de drenaje, señalización y seguridad vial, eliminando todo lo que represente peligro para el usuario y problemas de deterioro de la vía.

VD: PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO	De acuerdo a un análisis podemos determinar el estado real del pavimento, las fallas más perjudiciales para dicho estado y teniendo el valor de la fisura, esto es posible determinar el tipo de mantenimiento y rehabilitación (M&R (JORGE, 2016))	MONITOREO	MONITOREO - NIVELES DE SERVICIO	. La Gestión de Nivel de Servicios es un proceso encargado de llevar a cabo un ciclo continuo de acuerdos; monitoreo e informes estadísticos sobre el logro de los objetivos; con el fin de mantener e incluso mejorar la calidad de los servicios
VD: PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO	De acuerdo a un análisis podemos determinar el estado real del pavimento, las fallas más perjudiciales para dicho estado y teniendo el valor de la fisura, esto es posible determinar el tipo de mantenimiento y rehabilitación (M&R (JORGE, 2016))	PATOLOGIAS EN LOS PAVIMENTOS	TIPOS DE PATOLOGIAS	En el periodo de vida de los pavimentos flexibles se presenta problemas de fallas, los cuales pueden ser: Fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales, entre otros que producen la pérdida del pavimento.
VD: PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO	De acuerdo a un análisis podemos determinar el estado real del pavimento, las fallas más perjudiciales para dicho estado y teniendo el valor de la fisura, esto es posible determinar el tipo de mantenimiento y rehabilitación (M&R (JORGE, 2016))	PATOLOGIAS EN LOS PAVIMENTOS	ORIGEN EN LAS PATOLOGIAS	La patología de los pavimentos rígidos de Asunción, como estudio amplio, nos permite echar luz sobre ciertos fenómenos involucrados en la generación de los deterioros y a la vez establecer un esquema de soluciones preventivas y correctivas de los daños observados

### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la población se analizó la longitud Canchaque-Serrán de 23 km, ubicada en el departamento de Piura, puesto que presentan distintas singularidades de altitud, clima, geografía, etc.

La muestra seleccionada para este estudio tiene una longitud de 3 km, que forma además parte de la extensión de la carretera Canchaque-Serrán, entre 80.000 y 83.000 operaciones; esta muestra es de NO PROBABILÍSTICO, también conocida como muestra dirigida donde se asume todo el proceso de selección que se determina por las características de la prospección actual, y no según criterios estadísticos, dependiendo principalmente del estado de la calzada, en condiciones meteorológicas. normas, aspectos geotécnicos de la zona y cuestiones de

licuefacción 2.6 técnicas e instrumentos para la obtención de datos, que presenten validez y confiabilidad.

Para la siguiente investigación se utiliza el método de recolección de información o datos siguiendo los respectivos pasos:

- Se emplea eficientemente la recopilación de información o datos en relación con el problema planteado y además con las fases previas a la investigación.
  - Así como también optar por un instrumento o método de recolección de datos.
  - Aplicar el instrumento o método con el que se va a evaluar
  - Finalmente, después de realizar los pasos concernientes se obtiene la información y los datos requeridos.
- ✓ Métodos o procesos de información de datos conceptuaos, basados en preguntas para preparar a análisis correspondiente. Para recolectar datos y materias primas para este estudio, diseñaron e instalación de técnicas de muestreo de campo no manual técnico para a evaluación de pavimentación mediante cuestionario. Para realizar un inventario rodante de pavimentos flexibles se utilizará la tecnología de análisis documental, donde la herramienta a utilizar será el Manual de Mantenimiento Vial - más precisamente el formato que trata los defectos: “Calificaciones por cada tipo de daño o avería en el Sitio” Calzada de tramos a lo largo de 200 metros con aceras lisas”, así lo ratificó el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú.

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	FUENTES	TÉCNICA	INTRUMENTO	LOGRO
Evaluar las patologías provocadas por licuefacción en los pavimentos flexibles del tramo Canchaque – Serrán (Km 80+000-83+000).	<b>CALZADA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL TRAMO CANCHAQUE – SERRAN</b>	<b>DESCRIPCCION VISUAL , WINCHAS, REGLAS , ODOMETROS</b>	<b>RECOLECCION DE DATOS</b>	<b>A TRAVEZ DE UN ESTUDIO DE SUELOS Y DE TRAFICO se identificara todos estos problemas EN EL TRAMO DE CARRETERA</b>
Evaluar las características de los suelos del tramo Canchaque – Serrán, así como	<b>FALLAS DEL TRAMO CANCHAQUE – SERRAN</b>	<b>DESCRIPCCION VISUAL , WINCHAS, REGLAS , ODOMETROS</b>	<b>RECOLECCION DE DATOS</b>	<b>A TRAVEZ DE UN ESTUDIO DE SUELOS Y DE TRAFICO se identificara todos</b>

las propiedades ante la falla por licuación para evitar problemas de deslizamiento y hundimiento.				estos problemas EN EL TRAMO DE CARRETERA
Evaluar los tipos de fallas por licuación en el pavimento del tramo Canchaque – Serán entre las Progresivas 80+000 al 83+000.	<b>CALZADA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE</b>	<b>DESCRIPCION VISUAL , WINCHAS, REGLAS , ODOMETROS</b>	<b>RECOLECCION DE DATOS</b>	<b>A TRAVEZ DE UN ESTUDIO DE SUELOS Y DE TRAFICO se identificara todos estos problemas EN EL TRAMO DE CARRETERA</b>

MATRIZ GENERAL DE CONSISTENCIA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGIA MUESTRA
PROBLEMA GENERAL:} DE QUÉ MANERA SE PUEDE EVALUAR LAS PATOLOGÍAS PROVOCADAS POR LICUEFACCIÓN EN DEL PAVIMENTOS FLEXIBLES DEL TRAMO CANCHAQUE – SERRÁN (KM 80+000-83+000)?	OBJETIVO GENERAL: EVALUAR LAS PATOLOGÍAS PROVOCADAS POR LICUEFACCIÓN EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA MEJORAR EL TRAMO CANCHAQUE – SERRÁN (KM 80+000-83+000.	HIPOTESIS GENERAL: LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS PROVOCADAS POR LICUEFACCIÓN EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES MEJORARÁ LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES DEL TRAMO CANCHAQUE – SERRÁN(KM 80+000-103+000	VD: PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO	MONITOREO	EVALUACIÓN VISUAL  EVALUACIÓN INSTRUMENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>FICHAS TÉCNICAS</li> <li>CATALOGO DE FALLAS</li> <li>TABLAS DE MANUAL DE CARRETERAS</li> <li>VISUALIZACION TACITA</li> </ul>	NO PROBABILÍSTICA
PROBLEMA ESPECÍFICOS: 1. ¿DE QUÉ MANERA SE PUEDE EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL TRAMO CANCHAQUE – SERRÁN, ASÍ COMO LAS PROPIEDADES ANTE LA FALLA POR LICUACIÓN PARA EVITAR PROBLEMAS DE DESLIZAMIENTO Y HUNDIMIENTO?	OBJETIVO ESPECIFICOS: EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL TRAMO CANCHAQUE – SERRÁN, ASÍ COMO LAS PROPIEDADES ANTE LA FALLA POR LICUACIÓN.	HIPOTESIS ESPECIFICAS: LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS PROVOCADAS POR LICUEFACCIÓN EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES MEJORARÁ LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES DEL TRAMO CANCHAQUE – SERRÁN(KM 80+000-103+000	VI: LICUEFACCION EN LOS SUELOS	PATOLOGIAS EN LOS PAVIMENTOS  PROGRAMACION	TIPOS DEFALLAS ORÍGEN DE FALLAS CARACTERÍSTICAS DE FALLAS		
2¿DE QUÉ MANERA SE PUEDE EVALUAR LOS TIPOS DE FALLAS POR LICUACIÓN EN EL PAVIMENTO DEL TRAMO CANCHAQUE – SERÁN ENTRE LAS PROGRESIVAS 80+000 AL 83+000?	2. EVALUAR LOS TIPOS DE FALLAS POR LICUACIÓN EN EL PAVIMENTO DEL TRAMO CANCHAQUE – SERÁN ENTRE LAS PROGRESIVAS 80+000 AL 83+000.	2. LA EVALUACIÓN LOS TIPOS DE FALLAS POR LICUACIÓN EN EL PAVIMENTO DEL TRAMO CANCHAQUE – SERÁN ENTRE LAS PROGRESIVAS 80+000 AL 103+000.		TIPOS DE EVALUACION	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICA – GEOTÉCNICAS		

--	--	--	--	--	--	--	--

### 3.5 MÉTODO Y ANÁLISIS DE DATOS.

Para poder obtener datos e información cuantitativa, se hizo uso de un instrumento de medición, puesto que, para esto, las características necesarias son: Confiabilidad, validez y objetividad siendo así que se debe emplear una observación visual.

La técnica de análisis para la obtención de datos o información del campo se codificará con el tipo de error que existe y los resultados de cada formato en un estudio de suelos y estudio de tráfico. Además, las muestras recolectadas a partir del estudio de suelos, estos serán analizados con tubos de ensayo, puesto a ello los resultados serán entregados en los formatos correspondientes y así ayudar a observar y extender el presente estudio en los tramos de carretera correspondientes. Además, para la investigación se aplicará la técnica de observación directa puesto que ayudará a determinar las patologías existentes en la superficie de rodadura del pavimento flexible. Puesto a ello, para poder llegar a los resultados y conclusiones se tendrá que ir a campo hasta los tramos Canchaque serán, posteriormente se apuntarán los datos teniendo como guía la visualización.

### 3.6 ASPECTOS ÉTICOS

En cuanto a cuestiones éticas, se ha definido claramente la validez del análisis y la validez de los datos e información general adjuntos a este análisis, de manera que puedan servir como referencia y fuente de referencia. Siendo de referencia para los futuros proyectos o investigaciones de análisis de pavimentos, así como también encontrar los daños a defectos según se especifique.

## IV. RESULTADOS

A continuación, presentaremos el análisis del proceso de interpretación en el tramo de carretera **CANCHAQUE – SERRAN (KM 80+000 – 83+000) PIURA-2021**. A fin de mostrar los datos con cierto orden continuamos utilizando las divisiones de criterios y subcriterios, según correspondan y hagan referencia a los objetivos, tanto general como objetivos específicos.

## **PROCESAMIENTO DE DATOS**

En el informe de tesis se puso en práctica un programa básico: Microsoft Word es un programa de procesamiento de textos. sobresalir. PowerPoint es uno de los programas de presentación más completos disponibles. AutoCAD se usa ampliamente en varios esquemas de enseñanza y es reconocido internacionalmente por su extensibilidad que permite el dibujo, la planificación y la visualización en 3D; Es uno de los softwares más utilizados para operaciones de ingeniería.

## **INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

**EL PRESENTE ESTUDIO DE MECÁNICA** de Suelos se ha ejecutado con la finalidad de **EVALUAR LAS PATOLOGÍAS PROVOCADAS POR LA LICUEFACCIÓN DE SUELOS – CARRETERA CANCHAQUE – SERRAN (KM 80+000 – 83+000) PIURA-2021** fue realizado por los tesisistas Carrasco Meza Grey Manuel Cod.Orcid (0000-0001-7747-9222) y Mamani Romero José Antonio Cod.Orcid (0000-0002-0788-756X)., determinando las propiedades físico - mecánicas y químicas de los suelos, con la finalidad de calcular la capacidad de soporte estructural, donde se ha proyectado

En general, el área de estudio tiene un terreno medio a plano, por lo que en el proceso de diseño es necesario prestar atención al drenaje de agua de lluvia mayormente cuando ocurre el fenómeno El Niño de erosión del suelo. Como cuál, lo que no sucede.

El pivote de la pista corta el terreno que consta de franco arenoso y limo a lodo de grava, concreto y lodo de grava. En los pozos excavados a lo largo del eje de la carretera, no se ha comprobado la presencia de agua subterránea.

En general, la arcilla se clasifica como relleno desde el punto de vista del pavimento, a menudo en términos de calidad, según el valor CBR, que es necesario mejorar con un material granular compactado según la escala modificada y el valor CBR del Vecinos de cantera.

El sector nor-este del Perú cuenta con una nueva actividad tectónica muy compleja por el cual se caracteriza, puesto que es típica de la geología estructurada de la región. No obstante, las placas marinas mostraron

importantes movimientos radiales durante la Edad del Hielo, ya que cada Tablazo estaba estrechamente relacionado con la elevación de la playa, un proceso que continúa hasta el día de hoy debido a la aparición de costas.

El cruce que existe entre Cocos y nazca debido a la confluencia de placas tectónicas, que generan un empuje interno puesto a la presencia de las cordilleras Grijalva y sarmiento, además así la presencia de la falla activa de Huaypira y por consiguiente al terremoto; Sismos Históricos (MR.> 7.2) de la región.

*Tabla 3 Concurrencia de sismos históricos*

<b>Fecha</b>	<b>Magnitud Escala Richter</b>	<b>Hora Local</b>	<b>Lugar y Consecuencias</b>
Jul. 09 1587	---	19:30	Sechura destruida, número de muertos no determinado
Feb. 01 1645	---	---	Daños moderados en Piura
Ago. 20 1657	---	---	Fuertes daños en Tumbes y Corrales
Jul. 24 1912	7,6		Parte de Piura destruido
Dic. 17 1963	7,7	12:31	Fuertes daños en Tumbes y Corrales
Dic. 07 1964	7,2	04:36	Algunos daños importantes en Piura, daños en Talara y Tumbes
Dic. 09 1970	7,6	23:34	Daños en Tumbes, Zorritos, Máncora y Talara.

La amenaza sísmica se entiende como una medida del daño que la actividad sísmica puede causar en un área dentro de una estructura o grupo de estructuras en particular, y las personas constituyen la unidad de riesgo.

De acuerdo con el resultado del estudio de riesgo sísmico se determinó la probabilidad de movimientos sísmicos en el lugar y además se evaluó las consecuencias de que ocurran los temblores en la unidad que se estudia o analiza.

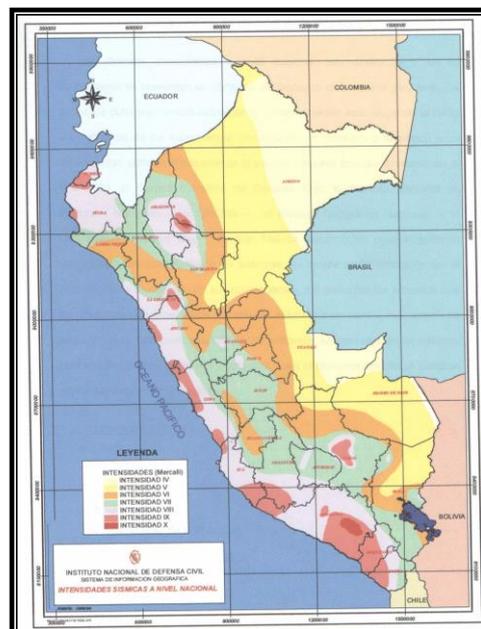
Es fácil deducir la probabilidad de que, durante un tiempo dado, un terremoto de magnitud mayor a  $M$ , cuyo epicentro se encuentre dentro de un cierto margen de una zona sísmica, sea homogéneo. Se puede deducir fácilmente si se considera que el proceso de sismicidad. El proceso del Poisson consiste en la generación del tiempo cuya experiencia toma la forma de la presente ecuación:

$$\text{Log } N = a - bM$$

En relación con ello, el examen o análisis de la amenaza sísmica del área estudiada se estima utilizando criterios probabilísticos y deterministas obtenidos en estudios de áreas con condiciones geológicas similares, como Tumbes, Chimbote y Bayóvar. Aunque los métodos probabilísticos y deterministas tienen limitaciones debido a la escasa información de datos sísmicos, para poder brindar una estimación aproximada sobre el riesgo sísmico existen muchos criterios y resultados en el departamento de Piura.

$$\text{Log } N = 3.35 - 0,68m.$$

*Figura 9 Mapa del Perú*



En principio, esta ley parece preferible a otras leyes, según las cuales la ocurrencia del terremoto  $M = 8$  puede calcularse para períodos históricos. Sobre la base de los períodos de retorno medios determinados por la Ecuación 1, y con razones de estructura a una vida operativa de 50 años, el terremoto corresponde a un período de 50 años, correspondiente a una magnitud = 7,5. A efectos de cálculo, también se mantiene  $M_b = 8$ , que corresponde a un período de retorno de 125 años.

Según Lomnitz (1974), la probabilidad de un terremoto de  $M_b = 7.5$  es del 59% y la ocurrencia de un terremoto de  $M_b = 8$  es del 33%.

De acuerdo con lo anterior, es necesario hacer mención que la limitación del uso del método probabilístico es por las limitaciones impuestas en base a la escasa o poca información sobre sismos, y la limitación del uso del método determinístico es por la falta o escasa acumulación de datos tectónicos. No obstante, la fomentación de criterios para poder llegar a un análisis previo del riesgo sísmico en la parte norte del Perú, es realizando un caculo o procedimiento relacionado a la aplicación de estos métodos, pero sin descuidado las limitaciones que se han hecho mención anteriormente. (J.F Moreno S. 1994) exhorta que se realiza la creación de la ecuación  $\text{Log } N = 2.08472 - 0.51704 + / - 0.15432 M$  cuando se hace uso del método de los mínimos cuadrados (MC) y la ley de recurrencia. La observación del acercamiento de la probabilidad de ocurrencia y el periodo medio de retorno se realiza en la siguiente tabla:

*Tabla 4 Probabilidad de que ocurra un sismo en el territorio del Perú*

<i>Magnitud</i>	<i>Probabilidad de Ocurrencia</i>			<i>Período medio de retorno (años)</i>
	<b>20 (años)</b>	<b>30 (años)</b>	<b>40 (años)</b>	
7.0	38.7	52.1	62.5	40.8
7.5	23.9	33.3	41.8	73.9

De acuerdo con el mapa de zonificación sísmica del territorio del Perú (Norma Técnica de Edificación E.030 de Diseño Sísmico Resistente), el área de estudio se ubica en la Zona 03, con las principales características siguientes:

1. Sismos de Magnitud VII MM
2. Hipocentros de profundidad intermedia y de intensidad entre VIII y IX.
3. El mayor Peligro Sísmico de la Región está representado por 4 tipos de efectos, siguiendo el posible orden (Kusin,1978):
  - Temblores Superficiales debajo del océano Pacífico.
  - Terremotos profundos con hipocentro debajo del Continente.
  - Terremotos superficiales locales relacionados con la fractura del plano oriental de la cordillera de los Andes occidentales.
  - Terremotos superficiales locales, relacionados con la Deflexión de Huancabamba y Huaypira de actividad Neotectónica.

Tabla 5 Parámetros de la Norma 30

<b>Factores</b>	<b>valores</b>
Parámetros de zona	zona 4
Factor de zona	Z (g) = 0.45
Suelo Tipo	S - 3
Amplificación del suelo	S = 1.0
periodo predominante de vibración	Tp = 0.9 – 1.0 seg.
Sísmico	C = 0.60
Uso	U = 1.00

Figura 10 Mapa de zonificación



El factor de reducción por ductilidad y amortiguamiento depende de las características del diseño para LA EVALUACION DE LAS **PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE GENERADAS POR LA LICUEFACCIÓN DE SUELOS – CARRETERA CANCHAQUE – SERRAN (KM 80+000 – 83+000) PIURA-2021**, según los materiales usados y el sistema de estructuración para resistir la fuerza sísmica.

Los procedimientos sobre la geodinámica externa, que alteran la zona de estudio tiene una relación con el fenómeno de "El Niño" (1,925- 1973 – 1983 – 1993 1,998), los sismos (1,953-1,970) y debido a la topografía del terreno plano, tipo de suelos, la vulnerabilidad en la zona de estudio, específicamente, se estima de valor medio.

Además, cuando el suelo es de tipo predominante, en la temporada de crecida, la velocidad de erosión es mayor, pero si se considera que el agua es drenada, para esto es necesario tomar prevención.

Para localizar las calicatas, se procedió a realizar un relevamiento de campo, donde se identifico zonas de gran interés, con secciones transversas de 1,00 x 1,00 y 1,50m. de profundidad.

De acuerdo con la recolección de datos de la realización de análisis del tamaño de grano, límites de Atterberg y la observación de perfiles estratigráficos de tajos y tramo a lo largo de la ruta, se desarrollan los perfiles estratigráficos longitudinales.

De acuerdo a lo anterior se ejecutó un muestreo sobre los horizontes estratigráficos para las partes de terreno donde pertenecen las calicatas excavadas, brinda un resultado de muestras disturbadas para los exámenes granulométricos, CBR, de Proctor modificado, plasticidad etc. Y además exámenes o análisis químicos para poder conseguir el contenido en sales solubles, sulfatos y cloruros, etc.

Los análisis hechos en el laboratorio se realización sobre las muestras derivadas del campo, en concordancia con los estándares establecidos por la sociedad americana para exámenes de materiales (ASTM).

Estos análisis son los siguientes:

- Prueba de granulométrico por tamizado (ASTM D422)
- Prueba química por agresividad al concreto (sales solubles totales, sulfatos, cloruros y carbonatos).
- Prueba de Humedad Natural (ASTM D 2216)
- Relación Densidad humedad (ASTM D1557)
- Prueba de ensayo california bearing ratio c.b.r. (ASTM D1883)
- Limite de Atterberg (ASTM D4318)

De acuerdo con los sondeos inscritos, se ha llegado a conocer que estos contienen limos y arcillas con poca solidez que se da en aumento con la profundidad a la transformación. Con esto se aclara lo siguiente:

En relación con los análisis del laboratorio, los pisos que son de base de pedestal (planta baja) de la pista proyectada, no son flexibles, lo que representa que son muy sensibles a las variaciones o cambios de humedad.

CALICATA N°	DESCRIPCIÓN
C-1	<b>0.00m. a 0.10m.</b> Arcillas con raíces arbustivas.
	<b>0.10m. a 1.50m.</b> Arcilla (CL), color marrón, con bajo contenido de humedad natural, mediana a alta plasticidad, mediana compacidad, paredes de la calicata estables.
C-2	<b>0.00m. a 0.15m.</b> Arcillas con raíces arbustivas.
	<b>0.15m. a 1.50m.</b> Arcilla (CL), color marrón, con bajo contenido de humedad natural, mediana a alta plasticidad, mediana compacidad, paredes de la calicata estables.
C-3	<b>0.00m. a 0.10m.</b> Arcillas con raíces arbustivas.
	<b>0.10m. a 1.50m.</b> Arcilla (CL), color marrón, con bajo contenido de humedad natural, mediana a alta plasticidad, mediana compacidad, paredes de la calicata estables.

**Método de resistencia california Bearing Ratio:** Los presentes ensayos que se ejecutan es para hallar la capacidad portante de los diferentes tipos de suelo del terreno a lo largo del recorrido a mejorar para la construcción de la obra; Seleccionado según modificaciones relevantes (ver cuadros de C.B.R).

#### **CBR C-1**

Nº de golpes	12	25	56	CBR al 100% de la MDS (%)	CBR al 95% de la MDS (%)
% C.B.R. 0.1"	4.54	6.22	8.23	9.80	6.60
% C.B.R. 0.2"	5.88	8.03	10.25		

### CBR C-2

Nº de golpes	12	25	56	CBR al 100% de la MDS (%)	CBR al 95% de la MDS (%)
% C.B.R. 0.1"	4.88	6.55	8.57	10.10	7.35
% C.B.R. 0.2"	6.22	8.23	10.42		

### CBR C-3

Nº de golpes	12	25	56	CBR al 100% de la MDS (%)	CBR al 95% de la MDS (%)
% C.B.R. 0.1"	4.54	6.92	8.94	10.50	6.90
% C.B.R. 0.2"	5.72	8.23	10.73		

## DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

La implementación de este estudio de tráfico es vital necesidad puesto que posee como finalidad brindar la información básica que determina la distribución masiva, clasificación y composición de los vehículos comercializados en la tesis; Para el desarrollo y la revitalización, será una fuente de ingresos para las personas de la zona que afecta directamente y se relaciona con la ciudad de Canchaque.

Académicamente, este estudio nos permitirá aplicar los conocimientos adquiridos a nivel de pregrado y así complementar nuestro conocimiento de la ingeniería de tránsito, aportando experiencia para futuros estudios. De los **EE 257, 929.80 SE LLEGA A LA CONCLUSIÓN QUE ES UNA VÍA DE TRANSITO MEDIO.**

De acuerdo con **EVALUAR LOS TIPOS DE FALLAS POR LICUACIÓN EN EL PAVIMENTO DEL TRAMO CANCHAQUE – SERÁN ENTRE LAS PROGRESIVAS 80+000 AL 83+000** de acuerdo al estudio de suelos realizado en el tramo de Carretera, se tuvieron los siguientes resultados los cuales

<b>Calicata / MUESTRA</b>	<b>c-1</b>	<b>c-2</b>	<b>c-3</b>
<b>% Límite Líquido</b>	41.60	43.20	<b>42.52</b>
<b>% limite plástico</b>	25.59	26.13	<b>26.24</b>
<b>% Índice de Plasticidad</b>	<b>16.01</b>	<b>17.07</b>	<b>16.28</b>



#### **MUESTRA 01**

**Interpretación:** En relación con los suelos arcillosos CL y limosas MH, estos se consideran que son de poca o escasa calidad como subrasante siendo así que se realice de manera obligatoria el mejoramiento de estos con material granular compactado y que este relacionado a los valores de Proctor modificado y CBR derivados de canteras aledañas, los suelos son de poca o nula calidad debido a que estos presentan arcilla según la CBR. Para esto se recomienda el compacto de la subrasante con un material afirmado para que sea aplicado en la base y que cumpla con las especificaciones técnicas y requisitos presentados en las normas peruanas de construcción de carreteras.

De acuerdo al objetivo **EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL TRAMO CANCHAQUE – SERRÁN, ASÍ COMO LAS PROPIEDADES ANTE LA FALLA POR LICUACIÓN**, como resultado del estudio de suelos en el **NIVEL DE SUB RASANTE, EN CORRELACIÓN CON LOS PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y DE ACUERDO AL RESULTADO OBTENIDO DE LOS ENSAYOS EN EL LABORATORIO Y LAS CALICATAS:**

Tabla 6 Resultado de calicatas

CALICATA N°	DESCRIPCIÓN
C-1	0.00m. a 0.10m. Arcillas con raíces arbustivas.
	0.10m. a 1.50m. Arcilla (CL), color marrón, con bajo contenido de humedad natural, mediana a alta plasticidad, mediana compacidad, paredes de la calicata estables.
C-2	0.00m. a 0.15m. Arcillas con raíces arbustivas.
	0.15m. a 1.50m. Arcilla (CL), color marrón, con bajo contenido de humedad natural, mediana a alta plasticidad, mediana compacidad, paredes de la calicata estables.
C-3	0.00m. a 0.10m. Arcillas con raíces arbustivas.
	0.10m. a 1.50m. Arcilla (CL), color marrón, con bajo contenido de humedad natural, mediana a alta plasticidad, mediana compacidad, paredes de la calicata estables.

**INTERPRETACION:** En relación a la tabla, los suelos que tengan una profundidad de 1.50 presentaran valores reducidos en cloruro, sales solubles, sulfatos y carbonatos, esto nos indica que existe una moderada agresividad al concreto, siendo necesario la utilización de cemento tipo MS en el diseño de mezcla, puesto que las medidas del suelo para el diseño sismo resistente en la zona de análisis corresponden a un tipo de suelo S-3 (Suelos blandos y flexibles) teniendo una velocidad de propagación de onda de corte vs, menor o igual a 180 m/s) además le corresponde un factor de amplificación de suelo  $S=1.4$  y periodo predominante de vibración de  $T_p= 0.9$  seg. Puesto a ello quiere decir que son susceptibles al cambio de humedad (generando licuación)

**De acuerdo al OBJETIVO GENERAL EVALUAR LAS PATOLOGÍAS PROVOCADAS POR LICUEFACCIÓN EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA MEJORAR EL TRAMO CANCHAQUE – SERRÁN (KM 80+000-83+000),**

**De acuerdo al estudio de suelos y de tráfico , basados en los resultados se puede decir :**

*Tabla 7 Resultados de calicatas*

CALICATA	N°	DESCRIPCIÓN
C-1		0.00m. a 0.10m. Arcillas con raíces arbustivas.
		0.10m. a 1.50m. Arcilla (CL), color marrón, con bajo contenido de humedad natural, mediana a alta plasticidad, mediana compacidad, paredes de la calicata estables.
C-2		0.00m. a 0.15m. Arcillas con raíces arbustivas.
		0.15m. a 1.50m. Arcilla (CL), color marrón, con bajo contenido de humedad natural, mediana a alta plasticidad, mediana compacidad, paredes de la calicata estables.
C-3		0.00m. a 0.10m. Arcillas con raíces arbustivas.
		0.10m. a 1.50m. Arcilla (CL), color marrón, con bajo contenido de humedad natural, mediana a alta plasticidad, mediana compacidad, paredes de la calicata estables.

**INTERPRETACIÓN:** En relación con los sondeos registrados se puede observar que estos estratos presentan limos y arcillas con un poco o falta de estabilidad que brinda un aumento con la profundidad a la deformación al esfuerzo cortante. Puesto a ello se interpreta lo siguiente: En resultado a los ensayos en laboratorio, se determino que los suelos son susceptibles al cambio de humedad puesto que son de propiedad colapsable y como subrasante se les clasifica como de calidad regular O MALA, ya que es un suelo con alto contenido de compuestos de arenas arcillosas, gravas limosas a arcillosas, hormigón y gravas arcillosas, lo cual SEGÚN EL (MTC) LOS SUELOS ARCILLOSOS CON UN INDICE DE PLASTICIDAD MAYOR A 6%, GENERANDO LICUACIÓN, TAMBIEN SE PUEDE ESTABLECER QUE LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO PROYECTADO SON SUSCEPTIBLES AL CAMBIO PUESTO QUE SON DE PROPIEDAD COLAPSABLE. GENERANDO ASI LICUACION. Por último y no

menos importante con el estudio de tráfico se ha podido concluir que COMO RESULTADO del tramo estudiado nos da un total de 257, 929.80 DE EJES EQUIVALENTES, CONCLUYENDO que es una VÍA DE TRANSITO MEDIO, lo cual se le tiene que dar la importancia del caso para así PODERLE DAR SU MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN, QUE SERVIRÁ COMO FLUJO DE INGRESO A LOS POBLADORES DE SU ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA Y LA CONECTIVIDAD A LA CIUDAD DE CANCHAQUE.

Sabiendo de las propiedades matriciales de estos suelos en contacto con el agua analizadas anteriormente, estos no proporcionan una condición favorable al suelo, pudiendo resolverse de las siguientes formas:

En relación con las propiedades de los materiales utilizados que se hicieron mención, es oportuno optar por la aplicación de un material de base granular de 0.40m de espesor, además que contenga una capacidad de drenante suficiente. El material se debe retirar del suelo cohesivo puesto que cuenta con una gran capacidad de estabilidad o resistencia debido a las propiedades de su matriz al poder centrar las variaciones volumétricas que se origina por los suelos arcillosos al contacto con el agua.

Para poder recopilar las especificaciones presentadas en la AASH-147 se necesita emplear el material de base, la AASH M-147 se efectúa con un número de seis granulometrías. A partir de ello las especificaciones de la AASH M-155 brinda un material de tamaño mayor o igual al tercio de espesor de la capa de la subbase y un tamaño mejor a un 8-5 de finos que pase por el tamiz N°200, en relación a eso para un límite líquido máximo de 25% se indica un plástico máximo de 6%.

Las granulometrías de los materiales que se han hecho mención tienen que ser alcanzados entre las dos primeras seis granulometrías que se indican en la tabla N°01 de las especificaciones AASSHO M-147.

Tabla 8 Resultado de tamizaje

TAMIZ IRAM	CES ASTM	A	B	C	D	E	F
51 m.m.	2"	100	100	--	--	--	--
25 m.m.	1"	--	75 – 95	100	100	100	100
9.5 m.m.	3/8"	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100	--	--
4.8 m.m.	Nº4	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85	55 – 100	70 – 100
2.0 m.m.	Nº10	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70	40 – 100	55 – 100
0.420 m.m.	Nº40	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45	20 – 50	30 – 70
0.074 m.m.	Nº200	2 – 8	5 – 20	5 – 15	5 – 20	6 - 20	8 - 25

En varias ocasiones las deformaciones volumétricas relacionadas a cambio de humedad se observan en la superficie del pavimento a partir de ello nace la necesidad de la utilización de un material base granular, Además que como sabemos el costo que se realiza para realizar una reparación y además los perjuicios que ocasionan estos al tráfico es alto por ende es mejor prevenir.

Luego que se selecciona los materiales de base, lo siguiente es asegurar una mejor compactación que alcanza la densidad especificada.

Los materiales de base granular que no están compactados correctamente, son exhibidas a la depresión por consolidación de los materiales, a partir de ello es vital su compactación a alta densidad.

Cuando hablamos de control de compactación, este se debe de realizar cada 200m<sup>2</sup> del área compactada y ejecutada siempre utilizando los criterios ya establecidos para subbases granulares.

Requisito de compactación: es cuando el suelo es arcilloso, este debe ser no menor a la máxima densidad determinada según AASHOT-180 "A" que es del 95%.

Primeramente, para poder instalar la losa de concreto se debe dar nivelación a la subrasante, luego poder compactarla a un 95% de la densidad máxima del suelo subrasante, a partir de ello se debe aplicar una capa de hormigón de 0.15 – 0.20m. como una subbase, posteriormente aplicar una capa de afirmado de 0.15m. encima de la losa de concreto de 0.15m y posteriormente un 0.05 de espesor de arena anticontaminante, son su respectivo sardinel para así poder impedir que haya una filtración de aguas pluviales y se pueda en un futuro un asentamiento y dañar o perjudicar las estructuras de pavimento.

15 cm.  
15 cm.  
15 – 20 cm.

Figura 11 Resultado de un pavimento óptimo



Para el tema de pavimentar con asfalto, el proceso de diseño que ha sido aplicado de acuerdo con el instituto norteamericano de asfalto nos brinda una capa de pavimento cuyo espesor total es de 16". A partir de eso, el pavimento puede construirse de la siguiente forma:

Figura 12 Diseño de sistema de pavimento



En razón que las lluvias torrenciales son cíclicas, es recomendable realizar un diseño de sistemas de drenaje, aceras, cunetas o canalones que eviten la infiltración de agua de lluvia y puedan causar futuros asentamientos y daños a la estructura en un diseño de mezcla de concreto de  $f_c' = 280 \text{ kg./cm}^2$ . Antes que se realice la construcción de veredas, piso terminado, sardinelas o canaletas, se necesita colocar una caja de afirmado de bajo índice de plasticidad. La evaluación del pavimento para la tesis EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE GENERADAS POR LA LICUEFACCIÓN DE

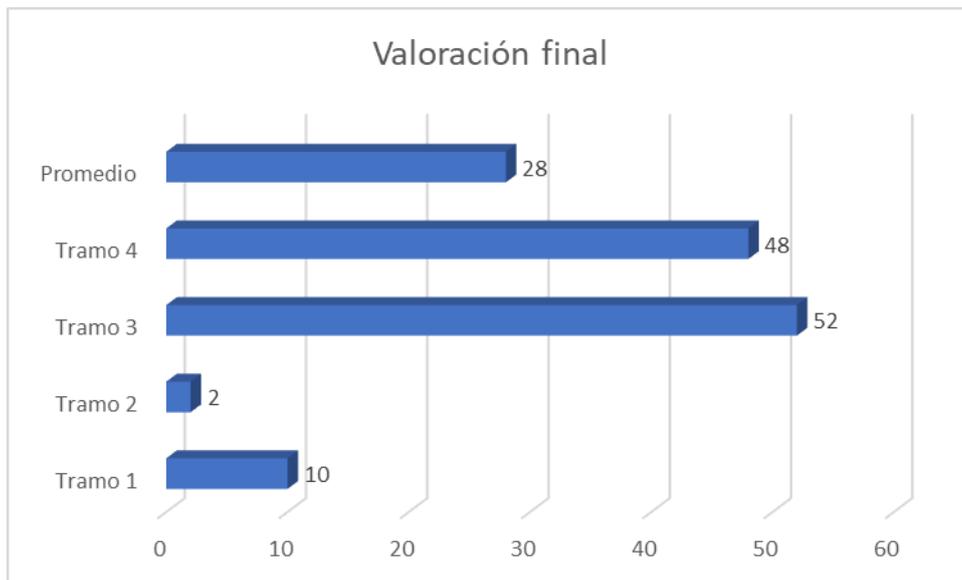
SUELOS – CARRETERA CANCHAQUE – SERRAN (KM 80+000 – 83+000) PIURA-2021, fue realizada por el método PCI, para la evaluación superficial siendo solo un método preliminar que sustenta de forma técnica, la condición final del pavimento que fue consignado dentro del ámbito de estudio, en donde este tiende a ser de preferencia observacional y evaluativo.

Los resultados demostraron que la condición final del pavimento no solo se ha caracterizado por haber estado en una condición entre el 10 – 25 por el método PCI habiendo demostrado una condición “Muy mala”; sino que se ha llegado a exponer una serie de carencias, en cuanto a la condición final, presentando fallas, tales como: depresiones y desprendimiento de agregados en su mayoría, no habiendo descartado a otras existentes que se han encontrado a menor escala o que se han encontrado en otros tramos de investigación.

*Tabla 9 Espesores calculados*

CAPAS	ESPESOR CALCULADO		ESPESOR PLANTEADO	
	in	cm	in	cm
<b>Carpeta asfáltica</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
<b>Base granular</b>	<b>2.2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>16</b>
<b>Subbase granular</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>16</b>
			<b>15</b>	<b>40</b>

Figura 13 Valorización final de tramos



Esto ha demostrado que, los espesores se han encontrado en los dos casos, una pulgada en inferioridad de lo que se ha diseñado, exponiendo en otra oportunidad, la obligación de poner en ejecución el diseño de un pavimento flexible.

## V. DISCUSIÓN

(ANGEL B. P., 2015) En su trabajo EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN LOS RESIDUOS EN LAS PRESAS NORTE DE MINA COBRIZA - PERÚ, tomando como muestra la totalidad de la carretera Canchaque - Serrán (3 km), llegó a la conclusión de que la CBR y el ESTUDIO Se observaron muestras de TIERRA de estratos representativos de lodo y arcilla (generalmente en regiones licuadas) con una pequeña resistencia que aumenta con la profundidad a la deformación en la aplicación. PASIVO, POR (MTC) suelo, 6% INDICADOR PLÁSTICO, CALIDAD GENERADOR. Según la norma técnica general para la construcción de carreteras EG2013 de (MTC, 2013), la capa base debe ser suelo NP. Por tanto, el uso de PI con un porcentaje elevado no garantizará la estabilidad de la resistencia de la capa estabilizadora cuando la humedad aumenta, provocando fractura y hundimiento de la calzada.

(Zapata Vera, 2017). En su proyecto “ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN HACIENDO USO DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE SEED & IDRIS SOBRE ENSAYOS DE SPT EJECUTADOS EN EL SUELO ARENOSO DEL ESTUDIO OUTLET PREMIUM LURÍN MEJORADO CON PILAS DE GRAVA COMPACTADA” Entre sus hallazgos, determinó que al aplicar montones de grava al suelo del proyecto, “es posible reducir la licuefacción inicial que está presente en el suelo. Este resultado se puede comprobar mediante la realización de un ANÁLISIS DEL ANTES Y DESPUES DE LA MEJORA DEL SUELO CON VALORES QUE HAN SIDO MEDIANTE INVESTIGACIÓN MECÁNICA DE SUELOS Y ANÁLISIS CBR, por lo que con la valoración realizada a través de muestras se determinan. Se puede determinar que, ante el Deterioro Acelerado de la estructura del pavimento, es posible analizar el grado de deterioro rápido del pavimento, el cual es muy superior al nivel de servicio de los autores., Por lo que el nivel de servicio del azúcar varía de pobre o regular a excelente.

(ANGEL B. P., 2015)En su trabajo de investigación EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DEL MATERIAL DE RELAVE EN LA PRESA ZONA NORTE EN LA MINA COBRIZA – PERÚ determinó que mediante pruebas de campo como: Calicata, medidas acústicas, pruebas SPT y pruebas de laboratorio como: Humedad Cont., Análisis granulométrico, Límites de Atterberg,

CBR obtuvo el punto característico en el que el material exhibe en no licuefacción, donde la hipótesis es confirmado y, de acuerdo con el método de evaluación, un resultado válido y confiable basado en la evidencia documentada.

## VI. CONCLUSIONES

Se ha realizado ensayos de campo como: **03 CALICATAS, 3 ENSAYOS DE CBR Y ESTUDIO DE TRAFICO** cuyo resultados fueron obtenidos a través DE UN ESTUDIO DE SUELOS determinando que al evaluar las patologías provocadas por licuefacción en los pavimentos flexibles del tramo Canchaque – Serrán Km 80+000-83+000, se concluye que de acuerdo a los resultados observados los estratos que representan los limos y arcillas que se encuentran mayormente en zonas licuables con baja firmeza donde se da el aumento de la profundidad a la imperfección o desintegración del esfuerzo cortante donde crece con la profundidad a la transformación o variación del esfuerzo cortante donde se comprende que:

En relación a los ensayos realizados en el laboratorio, los suelos de pavimento presentan un porcentaje de riesgo que se puedan colapsar, puesto que son susceptibles al cambio de humedad (licuación) por lo que son subrasante se les cataloga desde el punto de vista de pavimentos, como de calidad **regular O MALA**, los SUELOS ARCILLOSOS CON UN INDICE DE PLASTICIDAD MAYOR A 6%, GENERANDO LICUACIÓN, TAMBIEN SE PUEDE DETERMINAR QUE LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO PRESENTAN PROPIEDAD COLAPSABLE PUESTO QUE SON SUSCEPTIBLES A LA VARIACION O CAMBIO DE HUMEDAD FORMANDO LICUACION, puesto que un análisis o examen superficial detallado ayudaría a poder conocer en que grado de magnitud se encuentra el problema y se perfeccionaría a trazar y programar una que otra intervención realizadas en la carretera.

Se logró determinar que al evaluar las características de los suelos del tramo Canchaque – Serrán Km 80+000-83+000, así como las propiedades de los suelos ante la falla por licuación que se presenta en valores moderados con contenidos de cloruro, sales solubles, sulfatos y carbonatos puesto que estos indican un nivel alto de agresividad al concreto, los cuales mediante el estudio de CBR indican **CORRESPONDEN A UN SUELO TIPO S-3(SUELOS BLANDOS Y FLEXIBLES) es decir, SON SUSCEPTIBLES AL CAMBIO DE HUMEDAD (GENERANDO LICUACION).**

Finalmente, Se logró determinar afloramientos de licuación en la carretera CANCHAQUE-SERRAN puesto a la mejor calidad de las arcillas según CBR(alta

plasticidad )esto más la observación de sustratos como limos y arcillas(frecuentemente en zonas licuables), patologías ya que al establecer la evaluación de las fallas del pavimento se encontraron piel de cocodrilo de rangos elevados(mayores a 10 mm) deformaciones(hundimientos) y fisuras entre otros elementos de análisis relacionados concluyendo a que la vía ya cumplió el tiempo de utilización.

## VII. RECOMENDACIONES

Después del análisis, después del análisis de evaluar las patologías provocadas por licuefacción en los pavimentos flexibles del tramo Canchaque – Serrán Km 80+000-83+000, para entonces se necesita que la unidad zonal Piura del Provias Nacional tome en cuenta el análisis efectuado el ESTUDIO DE SUELOS en el cual se ha descrito que las patologías corresponden a fallas del paquete estructural(FISURAS Y HUNDIMIENTOS, PROVINIENTES DE LA LICUEFACCIO, así mismo tener en cuenta el recapeo de 1 pulgada que se deberá hacer para mantener la serviciabilidad de la vía.

Para el análisis que se realiza en campo sobre temas de geología y geotécnicos se recomienda a la Gerencia de Estudios del Provias Nacional, realizar una evaluación total de las características de los suelos del tramo Canchaque – Serrán(23km), debido a la baja resistencia al paso de los vehículos por lo cual se deberá tener en cuentas las características del área de geología y las geotécnicas del entorno, lo que permitirá poder lograr vías mucho mas firmes en los aspectos técnicos, mismo se recomienda a la Unidad ZONAL PIURA mejorar la base de forma exhausta y la colocación de nueva carpeta asfáltica en los tramos más dañados de manera urgente.

En relación al análisis y resultados logrados, se recomienda que la empresa contratista que se encarga de los aspectos de observación o mantenimiento, brinde los tipos de fallas se encontraron como deformaciones y hundimientos entre otros elementos de análisis se deberán de **REEMPLAZAR POR ASFALTO EN CALIENTE MAC 2** para garantizar su serviciabilidad que el pavimento genere seguridad para los usuarios, así como deberá de implementar realizar medidas de asentamientos(ESTUDIO DE SUELOS, CALICATAS,CBR, ESTUDIO DE TRAFICO) cada cierto tiempo para poder ver cómo va funcionando este sistema, que une dos tramos importantes en tema de agricultura y ganadería.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGEL, B. P. (2015). *EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DEL MATERIAL DE RELAVE EN LA PRESA DE ZONA NORTE EN LA MINA COBRIZA - PERÚ*. 2015: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA.

ANGEL, P. C. (2017). *LICUEFACCION DE SUELOS EN ZONAS SISMICAS*.  
Baanante, M. (2018). *Determinacion del modelo Resilente mediante ensayos de Granulometria para Licuefaacion* . Lima.

Campos-Muñoz, D. D. (2016). *Evaluación probabilística de licuación en arenas de la ciudad de Piura en Perú*.

CARLOS, F. M. (2015). *EVALUACION POTENCIAL DE LICUEFACCION DE LOS SUELOS EN LAS ZONAS COSTERAS DE PIMENTEL Y SANTA ROSA. CHICLAYO : TESIS*.

CCASANI BRAVO, M. J. (2017). *“Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay ,para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de Pavimentos. Abancay – Apurímac – Perú* .

Commons, U. (2005). *La Respuesta Sismica de los Suelos* . Mexico : Publicaciones Sismica de Suelos.

DELGADO, J. (2015). *Efectos geotécnicos en los terremotos*.

Duarte Kocfú, P. M. (2010). *NORMA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES*. PERU.

ESTEBAN, R. P. (2018). *EVALUACION DEL POTENCIAL DE LICUEACCION DEL MATERIAL DE RELAVE EN LA PRESA ZONA NORTA DE LA MINA COBRIZA - PERU*.

Fernández-Diéguéz. (2016). *Escenarios susceptibles a la Licuefacción*.

Gil, C. (2017). *LICUACION DE SUELOS DURANTE EL SISMO DE PISCO* .  
HERNANDEZ-PAREDES, E. (2016). *INGENIERIA DE PAVIMENTOS*.

HURTADO, J. E. (2015). *Evaluación Potencial de Licuefacción*.

JORGE, A. H. (2016). *LICUEFACCION DE SUELOS EN EL PERÚ*. LIMA:

JOSE, D. (2015). *EFFECTOS GEOTECNICOS EN LOS TERREMOTOS- ENSEÑANZAS DE LA CIENCIA DE LA TIERRA*. MEXICO.

Leyva, P. L. (2016). *EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AV. LOS TRÉBOLES – DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE*. Chiclayo.

MARIO, F. M. (2015). *EVALUACION DE LICUEFACCION DE SUELOS* .

MIRANDA. (2010). *PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS* . CHILE.

MONKEY, S. (s.f.). *¿Qué es una pregunta dicotómica?* Obtenido de <https://es.surveymonkey.com/mp/que-son-las-preguntas-dicotomicas/>

MTC. (2013). *USO ADECUADO DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES*. LIMA.

NICOLAS, L. Y. (2015). *SUSEPTIBILIDAD DE LICUEFACCIÓN DE LA COMUNA DE DOÑIHE*. CHILE.

Ochoa-Cornejo, F. (2017). *Nanotecnología que retarda la licuacion* .

Parra, D. (2017). *EVALUACION DEL POTENCIAL LICUEFACCION EN SUELOS*.

PASCUA, R. (2017). *SUELOS SATURADOS*.

PERALES, S. C. (2015). *SUELOS INESTABLES*.

Pérez León, J. F. (2016). *EVALUACION Y DETERMINACION DE LAS PATOLOGIAS DE LOS PAVIMENTOS ASFALTICOS EN LA AVENIDA LOS TREBOLES - CHICLAYO*.

PINEDA, K. H. (2015). *ANÁLISIS SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS*. PUNO: UNIVERSIDAD ANDINA.

RAFAEL, F. L.-G. (2016). *ESCENARIOS SUSCEPTIBLES A LA LICUEFACCION INDUCIDA POR SISMOS DE GRAN MAGNITUD EN SANTIAGO DE CUBA*. CUBA.

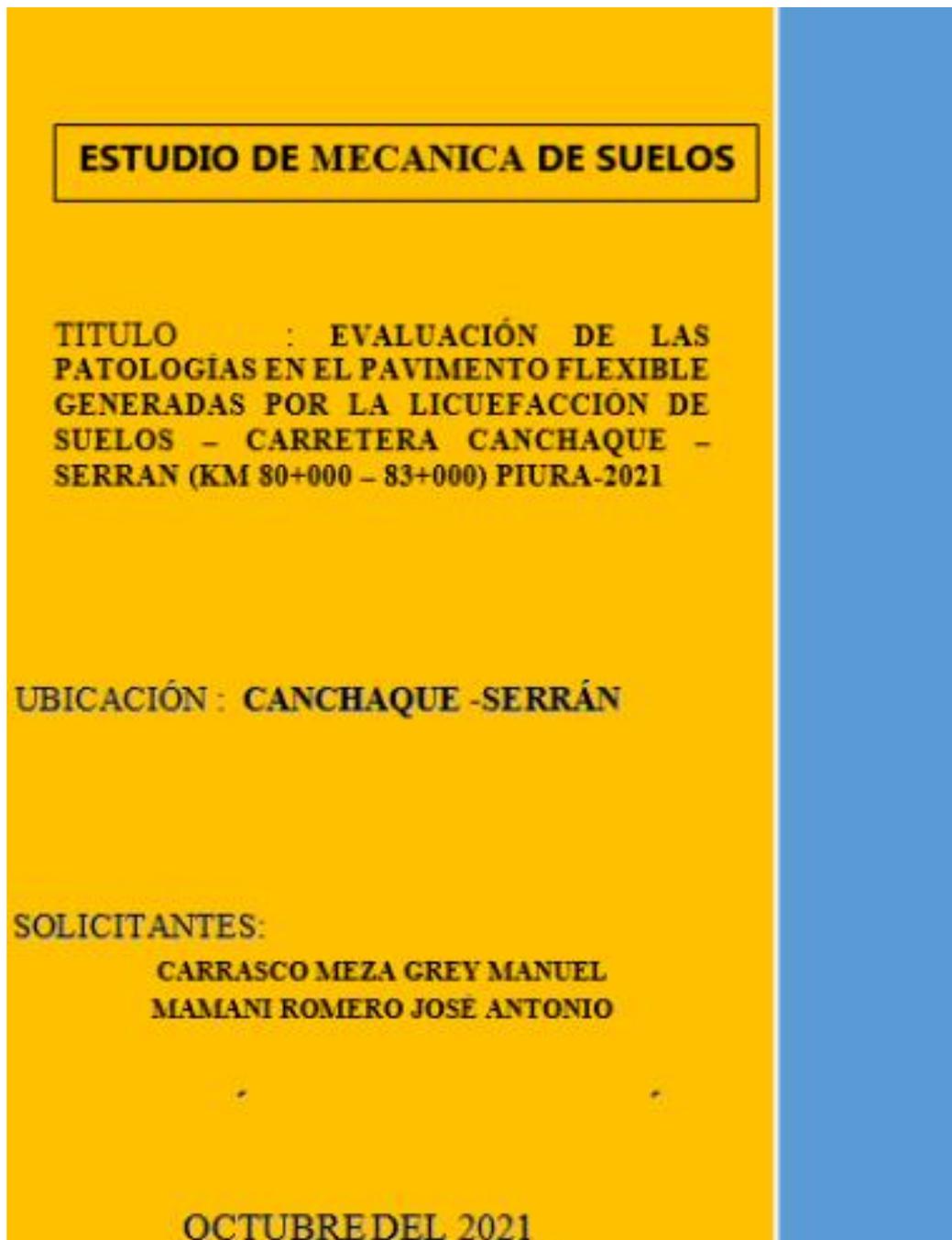
TAVARA. (2015). *HISROTIA DE LA LICUACION*.

VICUÑA, L. V. (2016). *"EVALUACIÓN DEL ESTADO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIEMENTO FLEXIBLE*. HUANCAYO .

Zapata Vera, N. S. (2017). "EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN USANDO LA METODOLOGÍA DEANÁLISIS DE SEED & IDRIS SOBRE ENSAYOS DE SPT REALIZADOS EN EL SUELO ARENOSO DEL PROYECTO OUTLET PREMIUM LURÍN MEJORADO CON PILAS DE GRAVA COMPACTADA" . 124.

## ANEXOS

### INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS CARRETERA – CANCHQUE - SERRÁN



















TRAMO DE UBICACIÓN CANCHAQUE - SERRAN

## VII ANEXO N° 02 PANEL FOTOGRÁFICO



### PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE (MUESTRA 1)



Figura 02. HUNDIMIENTOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE (MUESTRA 2)



Figura 03. HUNDIMIENTOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE



Figura 04. PATOLOGIAS S EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE



Figura 05. HUNDIMIENTO VISIBLE



Figura 06. HUNDIMIENTO VISIBLE



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VALDIVIEZO CASTILLO KRISSIA DEL FATIMA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis Completa titulada: "EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE GENERADAS POR LA LICUEFACCIÓN DE SUELOS – CARRETERA CANCHAQUE – SERRAN (KM 80+000 – 103+000) PIURA-2021", cuyos autores son MAMANI ROMERO JOSE ANTONIO, CARRASCO MEZA GREY MANUEL, constato que la investigación cumple con el índice de similitud 18% establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 11 de Febrero del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VALDIVIEZO CASTILLO KRISSIA DEL FATIMA <b>DNI:</b> 42834528 <b>ORCID</b> 0000-0002-0717-6370	Firmado digitalmente por: KVALDIVIEZOC el 11-02- 2022 13:01:16

Código documento Trilce: TRI - 0289151