



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LIMALLA
DE ACERO EN EL C.P RANRA, AV. TAYACAJA, COLCABAMBA,
HUANCAVELICA -2021”**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
BACH. PEREZ MIESES MARIA ISABEL**

**ASESOR:
Ing. BILL OLAYA TRIEMSTRA**

LIMA, OCTUBRE 2021

Dedicatoria

Se lo dedico a Dios porque sin Él no hubiera llegado hasta donde estoy ahora y por todas las bendiciones que me dio, tengo y tendré; se lo dedico a mis padres Oscar y Karina por todas las cosas que hicieron para poder realizarme profesionalmente; se lo dedico a abuelita Betty por su amor incondicional y a mis hermanos por el apoyo y motivación que me han dado.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión, proyecto y a su amor incondicional. Gracias por creer en mí y gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, gracias a Bill por sus aportes, consejos, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa y adorada familia.

RESUMEN

El objetivo de nuestra investigación fue calcular la influencia de la adición de limalla de acero del concreto para losa de pavimento rígido de tránsito pesado en la resistencia mecánica mediante ensayos en el laboratorio comparándola con un concreto patrón, para ello la adición de lima de acero consistió en 5% y 7%.

Asimismo, aportamos en la atenuación de la contaminación ambiental proponiendo el uso de un material poco reciclable por poseer pequeñas dimensiones, por tal motivo el trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo con diseño de investigación: experimental y de tipo de investigación básica.

El encuentro para obtener un concreto con mejoras en sus propiedades mecánicas en el proceso de endurecimiento. En la búsqueda de algún material o componente que viene de manera fácil, y sobre todo en parte económica. Ha inspirado, la investigación presente: experimental estudio para mejorar las resistencias o esfuerzos a la compresión, flexión y un ensayo para prever la velocidad de la corrosión del concreto; al adicionar limalla de acero, usando la limalla de acero, el cual es común y corriente encontrarlo a diario en las rectificadoras y tornos donde se trabaja piezas automotrices, donde se procesan corte y rectificado, Al mismo tiempo, se encuentra en lugares de reciclaje, aprovechando el material para una mayor resistencia y durabilidad.

Palabras claves: limalla de acero, pavimento rígido

Abstract

The objective of our research was to calculate the influence of the addition of steel filler concrete for heavy traffic rigid pavement slab on the mechanical resistance by means of tests in the laboratory comparing it with a standard concrete, for this the addition of steel file consisted at 5% and 7%.

We also contribute to the mitigation of environmental pollution by proposing the use of a material that is not very recyclable due to its small dimensions, for this reason the research work is quantitative in focus with research design: experimental and basic research type.

The meeting to obtain a concrete with improvements in its mechanical properties in the hardening process. In the search for a material or component that comes easily, and especially in part economical. It has inspired, the present investigation: experimental study to improve the resistance or efforts to the compression, flexion and a test to anticipate the speed of the corrosion of the concrete; When adding steel filing, using steel filing, which is common and common to find daily in grinding machines and lathes where automotive parts are worked, where cutting and grinding are processed, At the same time, it is found in recycling places, taking advantage of the material for greater resistance and durability.

Keywords: steel filings, rigid pavement

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos... ..	iii
Resumen... ..	iv
Abstract.....	v
Introducción.....	10
Capítulo I: Planteamiento del problema... ..	11
1.1. Descripción de la situación problemática	11
1.2. Formulación del problema de investigación... ..	12
1.2.1 problema principal... ..	12
1.2.1 Problema específico.....	12
1.3. Objetivos de investigación	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos... ..	12
1.4. Justificación de la investigación... ..	13
1.4.1. Importancia de la investigación.....	13
1.4.2. Viabilidad de la investigación... ..	13
1.5. Limitaciones del estudio... ..	13
Capítulo II: Marco teórico.....	14
2.1. Antecedentes de la investigación.....	14
2.1.1 Antecedentes nacionales	14
2.1.2 Antecedentes internacionales	16
2.2. Bases teóricas	18
2.2.1. Pavimento... ..	18
2.2.2. Pavimento rígido.....	20

2.2.2.1	Ventajas de pavimento rígido...	20
2.2.3.	Limalla de acero.....	21
2.2.3.1	Características y propiedades físicas.....	22
2.2.3.2	Beneficio de la adición de limalla metálica en el concreto para losa de pavimento rígido	22
2.3	Definición de términos fundamentales.....	24
Capítulo III: Hipótesis y variables.....		25
3.1.	Formulación de hipótesis general y específica.....	25
3.1.1.	Hipótesis general.....	25
3.1.2.	Hipótesis específica	25
3.2.	Variables y definición operacional.....	25
3.2.1.	Variable independiente.....	25
3.2.2.	Variable dependiente.....	25
Capítulo IV: Metodología		27
4.1.	Diseño metodológico	27
4.2.	Diseño muestral... ..	27
4.2.1.	Universo muestral... ..	27
4.2.2.	Unidad de estudio	28
4.3.	Técnicas de recolección de datos	28
4.3.1.	Técnicas.....	28
4.3.2.	Instrumentos... ..	28
4.3.3.	Técnicas estadísticas para el procesamiento de información... ..	29
4.3.4.	Ubicación geográfica del proyecto de investigación... ..	29
4.4.	Procedimientos... ..	31

4.4.1.	Identificación del área de estudio...	31
4.4.2.	Obtención del material suelo – calicatas...	33
4.4.3.	Ensayo de suelos / laboratorio...	34
4.4.3.1.	Perfil estratigráfico ASTM D 2488.....	34
4.4.3.1.1.	Procedimiento	34
4.4.3.2.	Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107	34
4.4.3.2.1.	Procedimiento...	35
4.4.3.3.	Determinación del límite líquido MTC E 110	35
4.4.3.3.1.	Procedimiento	35
4.4.3.4.	Determinación del límite plástico MTC E 111	35
4.4.3.4.1.	Procedimiento	35
4.4.3.5.	Proctor modificado MTC E 115.....	36
4.4.3.5.1.	Procedimiento	36
4.4.3.6.	CBR del suelo (laboratorio) MTC E 132.....	36
4.4.3.6.1.	Procedimiento	36
4.4.4.	Estudio del levantamiento topográfico	37
4.4.4.1.1.	Personal	37
4.4.4.1.2.	Equipos y materiales	37
4.4.4.1.3.	Equipos de gabinete	37
4.4.4.2.	Procedimiento	38
4.4.5.	Estudio de tráfico	41
4.4.5.1.	Metodología	41
4.4.5.1.1.	Tasa de crecimiento anual de tránsito	41
4.4.5.1.2.	Carga por eje de vehículos pesados	41
4.4.5.2.	Resultado del estudio de tráfico realizado	43

4.4.6. Estudio de diseño de pavimento	48
4.4.6.1. Datos para el diseño del pavimento rígido.	48
4.4.7. Propuesta de solución con la aplicación de limalla de acero.....	51
Capítulo V: Resultados...	53
Conclusiones	57
Recomendaciones	58
Referencias	60

Índice de tablas

Contenido	Pág.
Tabla 1 Categoría de Sub rasante	<u>19</u>
Tabla 2 Operacionalización de las variables.....	<u>26</u>
Tabla 3 Desviación estándar normal	<u>48</u>
Tabla 4 Desviación estándar normal s	<u>48</u>
Tabla 5 Perdida de serviciabilidad.....	<u>48</u>
Tabla 6 coeficiente de transferencia de carga	<u>49</u>
Tabla 7 coeficiente de drenaje	<u>49</u>
Tabla 8 Rangos típicos de los factores de perdida de soporte.....	<u>50</u>
Tabla 9 capacidad de soporte de CBR SUELO – Limalla de acero.....	<u>52</u>

Índice de figuras

Contenido	Pág.
Figura 1. Espesores de capa del pavimento.....	20
Figura 2. producto Limalla de Acero.....	<u>21</u>
Figura 3. Ubicación geográfica, distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja, Región Huancavelica.	30
Figura 4. Zona del proyecto Cp. RANRA	31
Figura 5. Inicio del tramo de la zona del proyecto	<u>32</u>
Figura 6. <i>Final de la vía del proyecto</i>	32
Figura 7. calicatas n° 1 y n° 2	<u>33</u>
Figura 8. perfil estratigráfico.....	<u>34</u>
Figura 9. Análisis granulométricos por tamizado	34
Figura 10. Límite líquido	35
Figura 11. Ensayo de límite plástico	35
Figura 12. Ensayo de Proctor modificado.....	<u>36</u>
Figura 13. Ensayo de CBR del suelo o.....	36
Figura 14. Equipos empleados en la elaboración de la tesis.	<u>37</u>
Figura 15. Realizando el levantamiento topográfico en el centro poblado Ranra.....	<u>39</u>
Figura 16. Dibujo de planta de AV. Tayacaja.	40
Figura 17 Realizando el perfil longitudinal.	40
Figura 18. Cálculo de los factores de equivalencia de carga legal por eje de vehículo	42
Figura 19. Resumen: cantidad de vehículos por cada día de evaluación del conteo vehicular	<u>43</u>
Figura 20. Cantidad de vehículos por cada día de evaluación del conteo vehicular	44
Figura 21. Resultados de la determinación del IMD: (1) Resumen aforo de tráfico, (2) Transito medio semanal (TDMS).	<u>45</u>
Figura 22. (3) Transito medio diario anual, (4) Proyección del tránsito medio diario	<u>46</u>
Figura 23. (5) Calculo de tránsito vehicular acumulado, (6) Índice medio diario (IMD).	<u>47</u>
Figura 24. Calculo W18.....	47
Figura 25. Estructura de pavimento rígido	52

Índice de anexos

Contenido	Pág.
Anexo 1 "EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LIMALLA DE ACERO EN EL C.P RANRA, Av. TAYACAJA, COLCABAMBA, HUANCVELICA -2021"	62

INTRODUCCIÓN

Actualmente la implementación de nuevos materiales como adiciones para la elaboración del concreto ha ido evolucionando considerablemente, siendo estas de diferentes materiales con distintas características, todo esto con la finalidad de obtener mejoras en los elementos que se vayan a construir en él.

El concreto es un compuesto utilizado para la elaboración del pavimento rígido, se menciona esto porque es el principal componente del pavimento y en este se presentan las fallas, las cuales son generadas por diferentes factores propios y externos que lo amenaza como la retracción y el tráfico.

La aplicación de la limalla de acero podría ser una buena opción para aumentar la resistencia del concreto para losa de un pavimento rígido de tránsito pesado o medio, y así también reciclar este tipo de material; pero para poder afirmar esto se deben realizar estudios para evaluar la resistencia mecánica que obtiene el concreto al ser mezclado con este material metálico no convencional.

La aplicación de limalla de acero como componente para el concreto no solamente permitirá aumentar el periodo de vida, sino también a reducir los costos en la aplicación en obra, en mantenimiento y el curado, este último debido a la retracción; también beneficiaría en la resistencia obtenida así un concreto más dúctil capaz de soportar diferentes cargas generadas por el pase de vehículos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática

En el Centro Poblado el Distrito Colcabamba Las vías urbanas se encuentran en una situación de deterioro, es aún más preocupante, toda vez que en temporada de lluvia las condiciones de esta calle son extremas no se puede caminar por el dolosal que se forman, así mismo se forman los montículos de tierra que se han convertido en lodo, que dificulta aún más el tránsito vehicular y peatonal que impiden transitar.

Como se viene evolucionando actualmente la implementación de nuevos materiales como adiciones para preparar el concreto ha ido evolucionando considerablemente, siendo estas de diferentes materiales con distintas características, todo esto con la finalidad de obtener mejoras en los elementos que se vayan a construir en él.

Lo que se busca conseguir con estos materiales es mejorar la reacción del concreto ante los diferentes factores que podrían afectar en su tiempo de vida, para ello algunos le agregan materiales resistentes al concreto sometido a flexión, tracción y compresión.

El pavimento rígido actualmente se sigue construyendo con el concreto convencional, sin adicionar aditivos que mejoren su resistencia y esto por el tiempo puede generar fisura, escalonamientos o deterioro.

Por eso es importante implementar alternativa de solución en la pavimentación de la Av. Tayacaja incorporar un nuevo material en el concreto con el propósito de mejorar sus propiedades y reducir el agrietamiento y mayor tiempo de durabilidad del concreto con fines de pavimentación.

1.2 Formulación del problema de investigación

1.2.1 Problema principal

¿Cuál es la influencia de la adición de limalla de acero en la resistencia del pavimento rígido en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021?

1.2.1 Problemas específicos

- ¿Cuánto incide la adición de Limalla de Acero en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica - 2021?
- ¿En cuánto Incrementa la adición de Limalla de acero en la resistencia a la atracción del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021?

1.3 Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Cuál es la influencia de la adición de la Limalla de acero en la resistencia mecánica del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica - 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

Calcular la incidencia de incidencia de Limalla de acero la resistencia a la compresión del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021.

Determinar en cuanto incrementa la adición de Limalla de acero en la resistencia a la tracción del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Importancia de la investigación

En el presente trabajo de investigación que proponer una alternativa de solución al pavimento rígido, para una mayor durabilidad y con el tiempo evitar fisuras en el pavimento y prevenir otro tipo de falla que se pueden presentar en la Av. Tayacaja del C.P. Ranra del distrito de Colcabamba, las calles se encuentran sin pavimentar y sin veredas, es necesario desarrollar la infraestructura en beneficio de los pobladores.

1.4.2 Viabilidad de la investigación

El proyecto de tesis: “Evaluación del pavimento rígido adicionando limalla de acero en el CP Ranra, Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021” se presenta con una alternativa de propuesta de solución a diferentes problemas de pavimento rígido, donde se realizarán los estudios necesarios para el desarrollo de la investigación y servirá de guía para otros proyectos de la zona.

1.5 Limitaciones del estudio

En el desarrollo del trabajo de investigación en su desarrollo pueden presentar limitaciones en sus estudios y el diseño de pavimento rígido con adición de limalla de acero en diferentes proporciones de mezcla y los estudios de suelos en las calicatas en la Av. Tayacaja del C.P Ranra, cuando se realizaran dichos estudios se pueden presentar posibles dificultades que puedan limitar el alcance, en los estudios y se buscaran alternativas para una solución. Se recopilará información de diferentes autores sobre el tema a desarrollar y conocimientos básicos sobre el desarrollo del tema y los estudios que se realizará en la presente tesis sobre la investigación.

Capítulo II

Marco teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes nacionales

Bernilla & Cubas (2015), “Diseño de pavimentos y veredas para mejorar la Transitabilidad en el Sector III de la localidad de Pucará, distrito de Pucará, provincia de Jaén – 2015”, Se recibió como Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo- Jaén. Propuso utilizar métodos aplicativos y descriptivos como un objetivo el diseño de pavimento rígido en Pucará Sector III. Como resultado, se obtuvo un espesor 28 cm de concreto, según la Norma AASHTO M 145. Llegando a especificar un periodo de 6 meses para el tiempo de ejecución del proyecto de

tesis. Esta tesis es importante para detallar la investigación realizada, el proceso de selección del diseño y el funcionamiento de la práctica. Recibirá las instrucciones que necesita para elaborar y poder refinar su diseño que se necesita

(Pacheco, 2016) En su tesis de pregrado con el título de “Resistencia a compresión axial del concreto $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades” realizado en Cajamarca – Perú, indico como objetivo diagnosticar cómo influye en la resistencia a compresión axial del hormigón al añadir 2%, 4% y 6% de virutas de acero en diferentes edades; su metodología consistió en la realización del diseño de mezcla usando el método del American Concrete Institute para un concreto convencional de $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ y para concretos con incorporación de virutas de acero en tres distintos porcentajes, reemplazando agregado fino por dichas virutas así mismo ensayadas a los 7, 14 y 28 días, obtuvo como resultados que el hormigón con adición del 2% de virutas de acero dio un $F'c = 190.79 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días de curado, es decir que dio un incremento de la resistencia a compresión en un 9%, para el caso de 4% de viruta de

acero en el concreto dio un incremento a compresión del 12.47% y al 6% en un 15.58%, como conclusión según los resultados indican que el concreto con incorporación de virutas de acero presentan más resistencia a compresión axial en comparación al concreto sin adición y ensayadas en las mismas edades del 7, 14 y 28 días.

(MONDRAGÓN, 2016), para optar al título ingeniero civil: “Sustentó en la Universidad señor de sipán; la tesis: comparación entre el concreto convencional y el concreto con barita en polvo como sustituyente del agregado fino” (pág.19). La investigación planteó como objetivo: Determinar las diferencias de las propiedades en estado fresco, rígido y endurecido entre en concreto convencional y el concreto con barita. Concluye: “Las propiedades del concreto convencional y con barita en estado fresco, rígido y endurecido se diferencian de acuerdo con el porcentaje de barita presente en la mezcla de concreto” (MONDRAGÓN, 2016,pág.81). El peso unitario del concreto aumenta a medida que aumenta el porcentaje de barita, a partir de un concreto con 70% de barita como sustituyente del agregado fino se puede considerar como un concreto pesado. También se pudo apreciar que la presencia de barita aumenta la trabajabilidad en la mezcla en estado fresco.

Chapoñan y Quispe (2017) en su Tesis: “Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H. Villamaria-Nuevo Chimbote”, tuvieron como objetivo realizar un análisis del comportamiento del concreto hidráulico y sus propiedades cuando se realiza el diseño de pavimentos rígidos con la adición de fibras de polipropileno en el A.A.H.H. Villa María, Nuevo Chimbote buscando así optimizar el pavimento para el buen comportamiento frente a las cargas recibidas. Entonces los autores llegaron a realizar los ensayos respectivos según la norma establecida. Para así elaborar un patrón que alcance una resistencia de 280 según la metodología existente aplicando fibras en porcentajes distintos así también se ejecutarán testigos que serán probetas para ensayos a compresión y vigas para

ensayos a flexión para así poder determinar la calidad del concreto. Llegaron a la conclusión de que la cantidad óptima de fibras que se le tiene que agregar es de un 115%.

2.1.2 Antecedente internacional

Nasimba12 (2017) realizó en la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, una publicación de su trabajo para optar al título de ingeniería civil denominada “Aplicación de la escoria de fundición de hierro como agregado en las mezclas de hormigón para pavimentos rígidos”. La investigación de tipo aplicada mide la variable por compresión y flexión, de hormigón convencional, y lo compara con un hormigón que contiene escoria de fundición en porcentajes de 5 %, 10 % y 15 %. Los resultados son que el hormigón con 15 % de escoria de hierro fundido obtuvo los mejores resultados con el 39.02 MPa en el ensayo de compresión y 5.35 MPa en el ensayo de flexión. Las características físicas de revenimiento disminuyeron.¹² Evidentemente, se puede evidenciar que se puede analizar diferentes mezclas de concreto con diferentes materiales, en este caso, se trata del aprovechamiento de escoria producida en hornos de fundición, la cual significa un ahorro significativo, trabajar con mezclas de materiales de este tipo.

(**Tejada, A. J. y Valencia, P. A; 2017**) en su tesis de pregrados con el título de “Diseño de mezcla de concreto hidráulico con residuos industriales (limalla) como aditivo para aligerar el peso de elementos estructurales y mejorar su resistencia a la compresión” fijaron como objetivo determinar la resistencia a compresión según el porcentaje de limalla de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% a los 14 y 28 días y compararlas con un concreto patrón, su metodología consistió en la realización de 10 ensayos utilizando limalla metálica en relación al volumen de mezcla de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% con una resistencia de 3000 PSI, como resultados obtuvieron que la mayor resistencia a compresión alcanzada es 18.46 Mpa dada de la mezcla del concreto con adición del 25% de limalla a la edad de 28 días a comparación de las otras mezclas con adiciones del 5%, 10%, 15% y 20% por otro lado se

presentaron reducciones en su peso aunque estas reducciones no tenían ninguna relación con las cantidades de limalla en la mezcla, concluyeron que el uso de limalla en la mezcla del concreto permite obtener una mezcla homogénea, así también que la resistencia de la limalla es directamente proporcional al reemplazo del agregado grueso

(Flores, A. M; 2017) en su trabajo experimental de pregrado titulado “Análisis comparativo de la resistencia a flexión del hormigón armado adicionando fibras comerciales, virutas y limallas de acero” indicó como objetivo diseñar un concreto con adición de limalla, viruta y fibras de acero a 5%, 10%, 15% y 20% con una resistencia a de diseño de $F'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ y el acero con esfuerzo de fluencia de $Fy= 4200 \text{ Kg/cm}^2$, en su metodología fijo la realización de vigas de hormigón con adición de limalla, viruta y fibras de acero de distintos porcentajes para luego ensayarlas a flexión a edades de 14 y 28 días, como resultado el porcentaje óptimo de limalla de acero para una deformación mínima fue del 15% para los 14 días, en el caso de las virutas de acero en el concreto a los 28 días el porcentaje optimo fue el 10% para la mejora de la deformación donde se obtuvo 1,397 mm a comparación con el resto donde la deformación fue mayor; en conclusión la sustitución parcial del cemento con el 15% de virutas de acero fue considerada ideal para la resistencia a flexión

(Angarita, P. A. y Rincón, H. J., 2017) en su tesis de pregrado titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con virutas de acero en porcentajes de 10% y 12% respecto al agregado fino de la mezcla” fijaron como objetivo evaluar las propiedades físicas del agregado y diseñar mezcla de concreto con 10% y 12% de viruta de acero como reemplazo parcial del agregado fino para después llevarlas a ensayos mecánicos la metodología que emplearon fue la realización de probetas cilíndricas para ensayos a compresión en las edades de 7, 14 y 28 días a una resistencia de $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$, para el caso de hallar la resistencia a flexión lo elaboraron en base a la resistencia

a la compresión por medio de una formula, como resultado, la resistencia a la compresión dio 15.35 Mpa, 16.7 Mpa y 9.16 Mpa para la muestra patrón, adición del 10% y del 12% respectivamente, en la resistencia a la flexión dio 3.14 Mpa, 3.18 Mpa y 3.02 Mpa y para el módulo de elasticidad dio 22277.34 Mpa, 23717.23 Mpa y 10033.33 Mpa igualmente para la muestra patrón, adición de 10% y del 12% respectivamente a la edad de 28 días de curado en conclusión el concreto con adición de 12% de viruta evidencia disminución en la resistencias mecánicas del concreto a comparación del testigo patrón.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Pavimento

Para el Manual de carreteras (2014), define al pavimento como “el conjunto de capas diseñadas para soportar el tráfico del día así como también los esfuerzos provenientes de la naturaleza, con el fin de beneficiar a la población” (p.21). Para la Norma CE. 010 Pavimentos Urbanos (2010), el pavimento “se diseña con el fin de soportar las cargas de tránsito por un determinado tiempo, el cual está conformado por capas según el diseño requerido por la obra a cargo, así mismo cuenta con una tabla de calificación y valores de PSI, que indican el parámetro de serviciabilidad de la vía” (p. 43). Tabla n° 1 Granulometría del suelo.

Sub rasante:

Es el elemento de la estructura del pavimento cuya función es soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento. La subbase se encargará de controlar cambios de volumétricos y de elasticidad dañinos para el pavimento. Adicionalmente ayuda para el drenaje y controla el ascenso del agua por capilaridad, generalmente se usan materiales granulares (Zarate, 2019, p. 24). La sub rasante, será clasificada en función al CBR en una de las cinco categorías siguientes:

a) Sub base:

Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ($CBR \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

b) Base:

Es una capa de materiales que se sienta sobre la subbase, generalmente está compuesto por materiales granulares, también puede estar compuestas por mezclas con cal, cemento o materiales bituminosos (base estabilizada). Los materiales que componen la base son de características de calidad más exigentes que los materiales utilizados para la subbase. La capa de base está diseñada para absorber los esfuerzos transmitidos desde la capa de rodadura y que son producidos por las cargas vehiculares. Adicional la base mejora el drenaje evitando que las aguas que ascienden por capilaridad y que atraviesan la subbase o subrasante, y que impide su paso hacia la capa de rodadura. (Zarate, 2019, p. 24).

Tabla n° 1: Categoría de Sub rasante

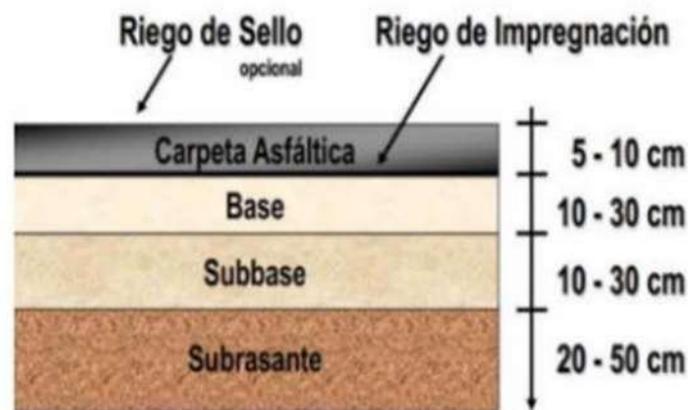
Nombre de la Organización	Tamaño del Grano			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto tecnológico de Massachusetts (MIT)	> 2mm	2 a 0.06mm	0.06 a 0.002 mm	< 0.002 mm
Asociación Americana de Funcionarios del Transporte y Carreteras Estatales (AASHTO)	76.2 a 2 mm	2 a 0.075 mm	0.075 a 0.002	< 0.002 mm
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (U.S Army Corps of Engineers; U.S Bureau of Reclamation; American Society for Testing and Materials)	76.2 a 4.75 mm	4.75 a 0.075 mm	Finos (Es decir limos y arcillas < 0.075 mm)	

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras, Suelos.

2.2.2 Pavimento rígido

Son aquellos pavimentos que tienen como principal componente una losa de concreto sobre una base, y está directamente sobre la sub-rasante. Los pavimentos rígidos transmiten de manera directa los esfuerzos al suelo de forma minimizada, es autoresistente, por lo que la cantidad de concreto debe ser controlada; es por esto por lo que su costo para su construcción es mucho más elevado que el pavimento flexible. Los pavimentos rígidos son conformados por 3 capas que son la subrasante, subbase y la losa o superficie de rodadura de concreto. (D. Centeno, 2010, p.5).

Figura 1: Espesores de capa del pavimento



Fuente: Wong, 2019

2.2.2.1 Ventajas del pavimento rígido

- Pavimento articulado de concreto simple (JPCP); este es el tipo más común de pavimento rígido. El pavimento articulado de concreto simple controla las grietas dividiendo el pavimento en losas individuales separadas por juntas de contracción separadas entre 4.5 y 9.0 m. JPCP no utiliza ningún tipo de refuerzo de acero pero utiliza pasadores o dovelas (dowels) en las juntas transversales y barras de unión (tie bars) en las juntas longitudinales. Existe la posibilidad de prescindir del uso de los dowels; en este caso, la transferencia de carga se logra a través de la trabazón (interlock)

de los agregados entre las caras agrietadas debajo de las juntas formadas. Para que esta transferencia sea efectiva, es necesario que se use un espaciamiento corto entre juntas. Pavimento articulado de concreto reforzado (JRCP); el acero de refuerzo no aumenta la capacidad portante de la estructura; sin embargo, sí permite espaciar las juntas un poco más (alrededor de 9.0 a 30.0m). El refuerzo de acero está diseñado para sostener firmemente juntas las grietas transversales que se desarrollan en la losa. Debido al gran espaciamiento entre paneles, pasadores y barras de unión también se utilizan en todas las juntas transversales y longitudinales, respectivamente. La cantidad de acero de refuerzo necesario incrementa con el aumento del espaciamiento de las juntas; sin embargo, el número de juntas y dowels a usarse decrece cuando esto sucede. De acuerdo con Huang¹⁸, se recomienda un espaciamiento máximo de juntas de 12.2 m lo cual garantiza el diseño más económico para el pavimento en términos de uso del acero de refuerzo, de las juntas y de los dowels.

2.2.3 Limalla de acero

La limalla de acero es un material considerado como un subproducto del proceso de mecanizado de piezas por arranque, en este caso procedente de la fabricación, acabado y comercialización de piezas de metal de la empresa AMERICAN DIESEL MOTORS S.R.L.

Figura n° 2: producto Limalla de Acero



Fuente: dreamstime

2.2.3.1 Características y propiedades físicas

Al describir las características físicas de la limalla de acero nos indican que es un desecho sólido que se obtiene de procesos industriales con el empleo de metales, su tamaño se encuentra distribuido entre la pasante del tamiz N° 4 (4.76 mm) hasta el último tamiz N° 200 (0.075 mm). (p. 41) (Reyes, J. B. y Rodríguez, Y. A., 2014)

Fijo como características positivas del acero la alta resistencia mecánica (resistencia a la tracción y compresión), elasticidad, ductilidad y trabajabilidad; entre sus características negativas esta la oxidación (puede producir corrosión) y el de ser transmisor de calor y electricidad ya que se debilita a altas temperaturas, para estas desventajas se les puede manejar dependiendo el uso de los materiales y el mantenimiento (Revista ARQHYS, 2017)

Como la limalla de acero son residuos sólidos proveniente de industrias de metalmeccánica y sus dimensiones se encuentra distribuido entre el tamiz N°4 (4.76 mm) y N° 200 (0.075 mm); con este dato decidimos realizar el diseño de mezcla con adiciones de estos residuos en remplazo del agregado fino (en diversos porcentajes), pero clasificadas en dos: una donde tomamos toda la limalla de acero (limalla de acero pasante por el tamiz N° 4 – N° 200) y la otra tomamos limalla de acero de partículas menos finas quiere decir limalla de acero pasante por el tamiz N° 4 – N°16.

2.2.3.2 Beneficios de la adición de limalla metálica en el concreto para losa de pavimento rígido.

Al no contar con una amplia información de las ventajas de la limalla metálica en el concreto para losa de pavimento rígido porque se ha realizado pocas investigaciones experimentales enfocadas a ese tema, tomamos como base de referencia las ventajas que presentan: fibras de acero, viruta metálica entre otros materiales semejantes que sí cuenta con un amplio material de información.

(Cárdenas, 2015) Afirmó que añadir fibras de acero al concreto en un porcentaje, se logra mejorar su desempeño mecánico y capacidad portante, también afirmo que la rápida aplicación de las fibras a la mezcla y de prescindir de mallas o varillas como refuerzo en algunos casos, se ha hecho considerar como un refuerzo de alta calidad y económico; (Cárdenas, 2015) enlistó los aportes de las fibras de acero al concreto de la siguiente manera:

- Las fibras de acero dan la acción de zurcir las fisuras del concreto, proporcionando así un control de las fisuras mayores y así también brindar un comportamiento dúctil al concreto endurecido.
- Las fibras de acero mejoran las resistencias (flexión, tracción y corte) en el concreto, generando así un aumento a la capacidad portante.
- Las fibras de acero logran altas resiliencia por ende logran absorber la energía de impacto y resistir a las fuerzas que las provocan.
- Las fibras de acero convierten al concreto fibro-reforzado en un material con igual rendimiento en todas las direcciones.
- Las fibras de acero distribuidas uniformemente en toda la estructura son excelentes para soportar cargas sin punto definido de aplicación.
- Estudios recientes indican que las fibras de acero junto con un reforzado tradicional son increíbles en el comportamiento bajo cargas sísmicas.

La limalla de acero por sus dimensiones es más fácil al incorporarlo en la mezcla del concreto ya que no genera vacíos, ni bolas de erizos como en el caso de las fibras de acero, se distribuye mejor en la mezcla, no tiene costo ya que es un material reciclable, fácil aplicación en obra y en las pocas tesis referenciales internacionales se ha comprobado que mejora la resistencia mecánica del concreto.

2.3 Definición de términos básicos

Concreto

Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas. (MTC, 2013.Pág.10).

CBR (California Bearing Ratio):

Herráez & Moreno(2019) nos dice que “El ensayo de CBR sirve de base al procedimiento comúnmente para dimensionar los espesores de los pavimentos, tratándose en realidad de una prueba de funcionamiento que se le hace al suelo saturado y compactado”.(pag.262). Sanz(1978) nos indica que “ El C.B.R (California Bearing Ratio) es está definida para estudiar y medir la resistencia mecánica del suelo”. (pag.52).

Agregado fino

Según (NTP 339.047, 2006) nos especifica que “Es un material que se forma de las rocas, se obtiene de la desagregación artificial o natural; está normalizado que debe pasar por el tamiz 3/8 pulgadas y que tiene las características que se menciona en la NTP 400.037” (p.3)

Límite líquido

Según el MTC (2016) nos dice que “Límite líquido se le denomina al contenido de humedad, la cual se expresa en porcentajes (%), donde encontramos al suelo en dos estados, estado líquido y estado plástico”. (pag.31).

CAPITULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Formulación de hipótesis general y específica

3.1.1 Hipótesis general

La adición de Limalla de acero influye significativamente en la resistencia del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021

3.1.2 Hipótesis específica

- La adición de limalla acero incide directamente en la resistencia a la compresión del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica - 2021
- La adición de Limalla de acero incrementa considerablemente la resistencia a la tracción del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021

3.2 Variables y definición operacional

3.2.1 Variable independiente

Limalla de acero

3.2.2 Variable dependiente

Pavimento rígido

Tabla N° 02 Operacionalización de las variables

VARIABLES	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	INDICADORES	MÉTODO
Variable independiente: Limalla de Acero	La adición de Limalla de Acero en el pavimento rígido de acuerdo con el diseño de a la compresión, analizando la influencia en su aplicación	-Diseño de Mezcla con Limalla de Acero	Tipo de investigación experimental, mediante la recolección de datos, corroborando la hipótesis planteada.
Variable dependiente: Pavimento rígido	El pavimento rígido es una estructura compuesta de concreto, la cual se apoya sobre una capa de material granular seleccionado y compactado llamado base, para que el concreto tenga un apoyo suficientemente uniforme y estable	<ul style="list-style-type: none"> ○ Perfil estratigráfico ○ Granulometría ○ Contenido de humedad ○ Limite líquido ○ Limite plástico ○ Clasificación SUCS ○ Clasificación AASHTO ○ CBR ○ Resistencia máxima a la compresión 	

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Diseño metodológico

Aplicada: son investigaciones que se lleva a cabo en ambientes como laboratorios y que buscan contribuir al aporte del conocimiento científico, creando o modificando aportes teóricos o experimentales ya existentes” (Carrasco Díaz, 2006)

Nivel de Investigación

El nivel de investigación de este estudio es un nivel descriptivo correlacional, ya que nombra que el nivel descriptivo, trata de demostrar las cualidades, propiedades y perfiles de los artículos, reuniones, grupos, procedimientos, individuos o cualquier otra maravilla que se somete a una investigación. Es decir, simplemente arreglan para cuantificar o recopilar datos de forma autónoma o mutua sobre las ideas o factores a los que aluden, es decir, su motivación no es indicar cómo están conectados Hernández, R. (2010)

Investigación – experimental:

La investigación experimental se basa en la manipulación de uno o más variables que no se ha probado, con la finalidad de describir o porque razón se produce una situación.

4.2 Diseño muestral

4.2.1 Universo muestral

Según los estudios realizados por: Fernández & Pértiga (2010) mencionaron que: La muestra es un subconjunto de la población estudiada. Existen varios tipos de muestreo que suelen ser alertaría, estratificada y sistemática (p. 26)

La muestra será de 02 probetas de concreto a compresión y de la mezcla de concreto de pavimento. Serán probadas a 7 y 28 de edad con distinta adición de limadura con las proporciones que detallara en el trabajo de investigación.

4.2.2 Unidad de estudio

La unidad de estudio es el Centro poblado de Ranra, de la Av. Tayacaja del Distrito de Tayacaja -Huancavelica, el estudio del suelo subrasante donde se realizarán los estudios para verificar el tipo de suelo, CBR, Limite líquido, Índice de Plástico, Índice de plasticidad, Granulometría y también se realizarán los ensayos de concreto a la comprensión adicionando Limalla de acero para mejora la resistencia de concreto para la pavimentación.

4.3 Técnicas de recolección de datos

4.3.1 Técnicas

Estudio topográfico: La topografía es una herramienta importante para determinar la ubicación del terreno sobre la superficie de la tierra, ya sean características naturales o artificiales. De esta forma, recopilamos los datos necesarios para representar el terreno tal cual es, utilizando los detalles de los diferentes planos del área del levantamiento como un gráfico del impacto directo en el proyecto que se está desarrollando.

La mecánica de suelos: Es una herramienta básica en la ingeniería civil, nos permite conocer las características del suelo, permite definir diferentes parámetros y criterios para el diseño de la infraestructura que se quiere lograr en su misma área.

4.3.2 Instrumentos

Estudios de mecánica de suelos, los datos serán procesado por diversos métodos de la ingeniería, para la obtención de datos para el proyecto, haciendo uso de laboratorio y los instrumentos moldes de Proctor, CBR, etc.

Estudio de tráfico, mediante un investigador en puntos claves para el conteo de vehículos determinando la cantidad y tipo de vehículos que circulan considerando también el número de sus ejes para conocer el esfuerzo que soportara.

Estudio Topográfico: Estación total, se utilizará para trasladar los datos tomados en campo, así como un prisma, GPS, estacas, libreta de campo, pintura, etc.

4.3.3 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.

- Datos estadísticos del MTC
- Datos recopilados en campo.
- Datos estadísticos del IVP (Instituto vial provincial).
- Uso del AutoCAD
- Uso del programa Civil 3D
- Uso del programa S10, uso de Microsoft office.

4.3.4 Ubicación geográfica del proyecto de investigación

El proyecto se encuentra ubicado en el centro poblado de Ranra en el distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja y región Huancavelica.

- Ubicación Política.

Distrito : Tayacaja.

Provincia : Tayacaja.

Región : Huancavelica.

- Ubicación Geográfica

Regio : Huancavelica.

Provincia : Tayacaja.

Distrito : Colcabamba.

Lugar : Centro Poblado de Ranra.

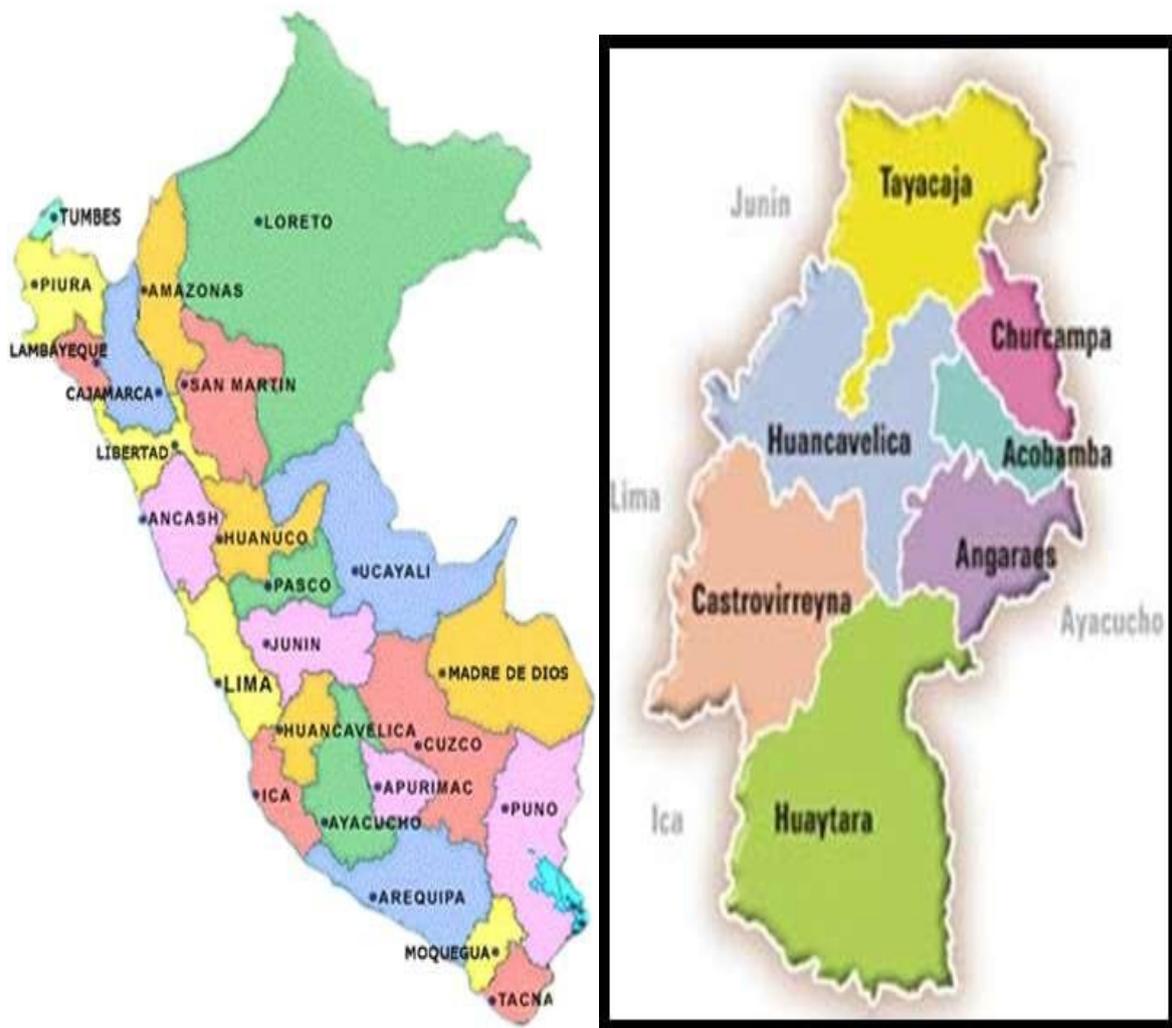
- **Ubicación Geográfica**

Norte: 8635574.310

Este : 528129.872

Altitud: 3157.794 m.s.n.m.

Figura n° 3 Ubicación geográfica, distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja, Región Huancavelica



Fuente Elaboración Propia

Figura n° 4 Zona del proyecto Cp. RANRA



Fuente: elaboración propia

4.4 Procedimientos

4.4.1 Identificación del área de investigación

- Topografía

La zonal de proyecto posee una topografía uniforme con un pendiente promedio del 15% en dirección hacia de este a oeste y una pendiente promedio de 8% de sur a norte. De tal forma ofrece un planteamiento adecuado las pistas y veredas; asimismo, favorece al escurrimiento de las aguas pluviales de una forma eficiente al canal de regadillo.

- Clima

El clima en su totalidad pertenece a un clima de ceja de selva presentado una humedad relativa del 80 a 100% en temporada de invierno los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.

La población del centro poblado de Ranra se dedica a la agricultura y ganadería teniendo la actividad principal a la siembra de pampas, maíz y otros. Asimismo, se dedican a la crianza de animales menores.

También debe señalarse que también unos sectores de la población se dedican al cultivo de frutas oriundos del lugar.

Figura 5 Inicio del tramo de la zona del proyecto



Figura 6 Final de la vía del proyecto



4.4.2 Obtención del material suelo – calicatas

Una vez hecho el reconocimiento de la zona, se procedió a determinar puntos donde se obtuvieron las muestras de suelo de la subrasante, donde se realizaron 02 calicatas con una profundidad de 1.5m

Figura n° 7 calicatas n° 1 y n° 2



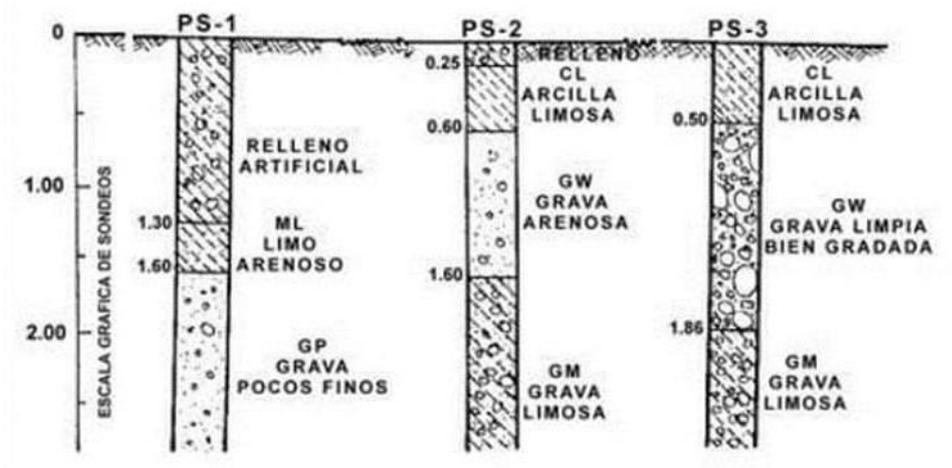
Fuente: elaboración propia

4.4.3 Ensayo de suelos / laboratorio

4.4.3.1 Perfil estratigráfico ASTM D 2488

4.4.3.1.1 Procedimiento

Figura n° 8 perfil estratigráfico



Fuente: Laboratorio de suelos

4.4.3.2 Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107

4.4.3.2.1 Procedimiento



Figura n° 9 análisis granulométricos por tamizado

4.4.3.3 Determinación del límite líquido MTC E 110

4.4.3.3.1 Procedimiento

Figura n° 10 Límite líquido



4.4.3.4 Determinación del límite plástico MTC E 111

4.4.3.4.1 Procedimiento

Figura n° 11 Ensayo de límite plástico



4.4.3.5 Proctor modificado MTC E 115

4.4.3.5.1 Procedimiento

Figura n° 12 Ensayo de Proctor modificado



4.4.3.6 CBR del suelo (laboratorio) MTC E 132

4.4.3.6.1 Procedimiento

Figura n° 13 Ensayo de CBR del suelo



4.4.4 Estudio del levantamiento topográfico

4.4.4.1.1 Personal

- 1 topógrafo, 3 ayudantes

4.4.4.1.2 Equipos y materiales

- Estación total Top Con, Trípode de aluminio, 02 prismas Top con, GPS Garmin, Pintura (blanca), Pico y lampa

4.4.4.1.3 Equipos de gabinete

- 02 laptop Lenovo, 01 Impresora de Planos Hp, 01 Impresora EPSON, 01 Impresora EPSON



Figura n° 14 Equipos empleados en la elaboración de la tesis.

4.4.4.2 Procedimiento

Como actividad de campo, se ubicó vértices auxiliares a partir del vértice de la poligonal de apoyo, para posteriormente realizar con la toma de detalles y relleno topográfico.

Toda la información tomada en el campo fue transferida de la Estación Total a una PC y recepcionará en la misma mediante el Software TopLink

El procesamiento de toda la información de campo se realizó con el Software de Topografía AutoCAD CIVIL 3D.

Concluido los procesamientos de datos se procedió a digitalizar los puntos obtenidos en campo en AutoCAD CIVIL 3D.

CUADRO DE ESTACIONES				
1	EST -1	8635708	528061	3149
2	EST- 2	8635608.1	528069.57	3153.0491
3	EST- 3	8635512	528119.06	3158.0823

Al realizar el levantamiento topográfico se tomó en cuenta 3 estaciones como puntos de referencia donde se ubicaban en las tapas de buzones. Además, se tomaron puntos en las esquinas y veredas.

Al realizar el levantamiento topográfico se tiene en cuenta la rasante de los buzones para su proyección de las vías.

Los buzones no se encontraron con facilidad al realizar el levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico facilitara con los cálculos pertinentes para el desarrollo del proyecto.



Figura 151. Realizando el levantamiento topográfico en el centro poblado Ranra.



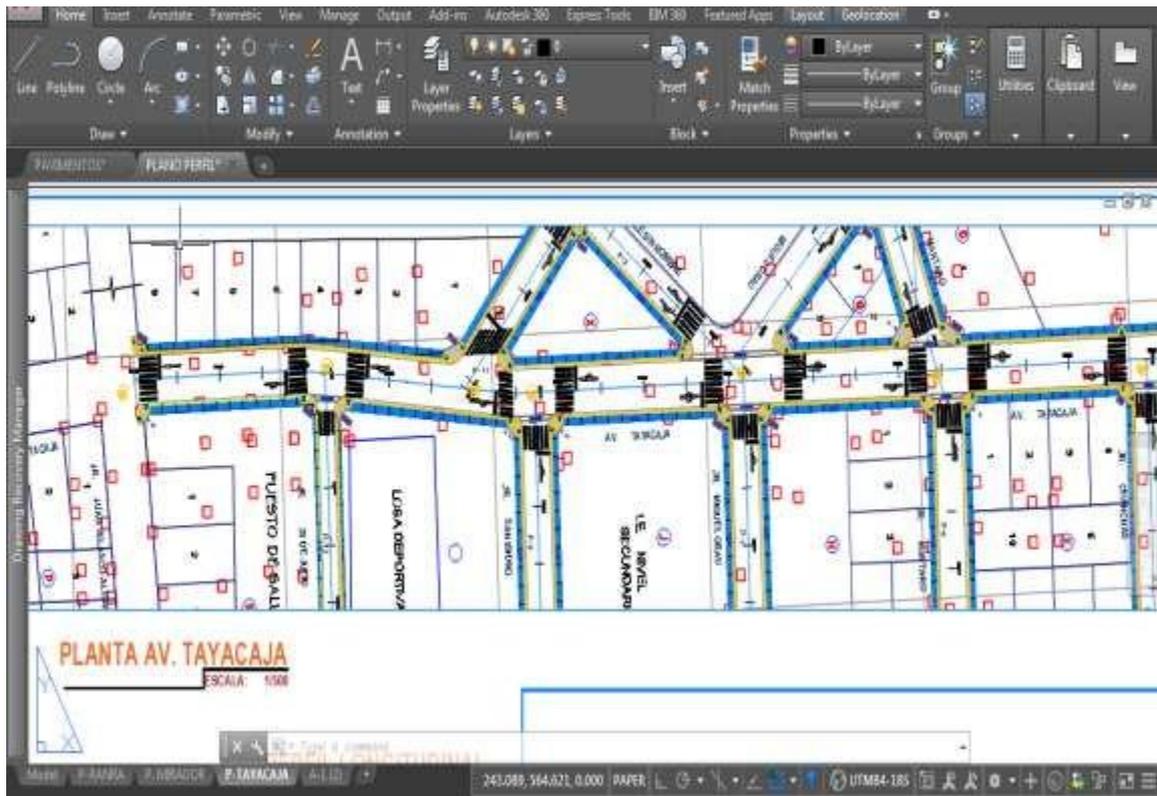


Figura n° 16 Dibujo de planta de AV. Tayacaja.

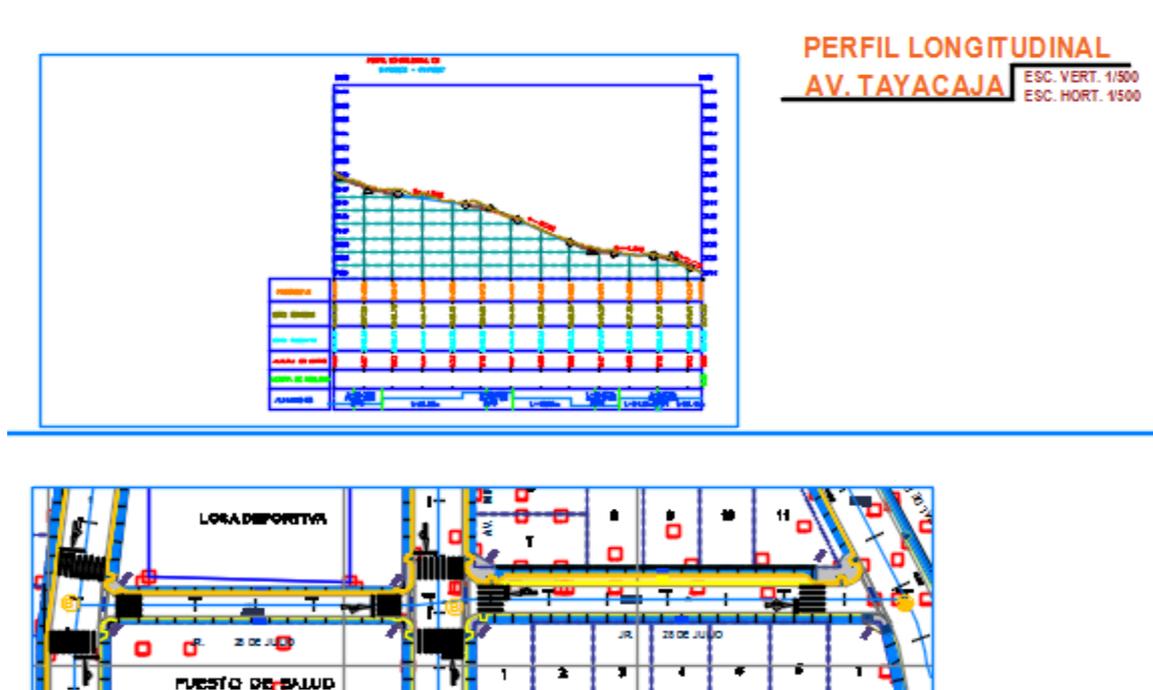


Figura 17. Realizando el perfil longitudinal.

4.4.5 Estudio de tráfico

4.4.5.1 Metodología

El Conteo y clasificación de vehículos en campo se desarrolló durante las 24 horas del día, en un plazo de 7 días, iniciándose el domingo 04 de julio al 10 de julio de 2021.

4.4.5.1.1 Tasa de crecimiento anual de tránsito

PBI anual = 7.2 %

4.4.5.1.2 Carga por eje de vehículos pesados

SIMBOL O	DIAGRAMA	DESCRIPCIO N	EJE DELANTER O	EJE POSTERIOR				TOTAL
				1er. EJE	2do. EJE	3er. EJE	4to · EJE	
B2		CARGA (TON)	7	11				18
		F.EE.	1.2654	3.2383				4.50365
B3		CARGA (TON)	7	18				25
		F.EE.	1.2654	2.0192				3.28458
C2		CARGA (TON)	7	11				18
		F.EE.	1.2654	3.2383				4.50365
C3		CARGA (TON)	7	18				25
		F.EE.	1.2654	2.0192				3.28458
C4		CARGA (TON)	7	25				32
		F.EE.	1.2654	1.4204 2				2.68579
2S1		CARGA (TON)	7	11	11			29
		F.EE.	1.2654	3.2383	3.2383			7.74194
2S2		CARGA (TON)	7	11	18			36
		F.EE.	1.2654	3.2383	2.0192			6.52287

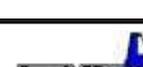
2S3		CARGA (TON)	7	11	25			43
		F.EE.	1.2654	3.2383	1.4204 2			5.92408
3S1		CARGA (TON)	7	18	11			36
		F.EE.	1.2654	2.0192	3.2383			
3S2		CARGA (TON)	7	18	18			43
		F.EE.	1.2654	2.0192	2.0192			
3S3		CARGA (TON)	7	18	25			50
		F.EE.	1.2654	2.0192	1.4204 2			4.70500
2T2		CARGA (TON)	7	11	11	11		40
		F.EE.	1.2654	3.2383	3.2383	3.238 3		10.9802 3
2T3		CARGA (TON)	7	11	11	18		47
		F.EE.	1.2654	3.2383	3.2383	2.019 2		9.76115
3T2		CARGA (TON)	7	18	11	11		47
		F.EE.	1.2654	2.0192	3.2383	3.238 3		9.76115
3T3		CARGA (TON)	7	18	11	18		54
		F.EE.	1.2654	2.0192	3.2383	2.019 2		8.54208

Figura 18 Cálculo de los factores de equivalencia de carga legal por eje de vehículo.

4.4.5.2 Resultados del estudio de tráfico realizado

Tras los trabajos realizados se alcanzaron los siguientes resultados:

ESTUDIO DE TRÁFICO																			
CONTEO VEHICULAR																			
Tramo		CALLE PRINCIPAL											Ubicación		Progresiva 0+000				
Cod. Estación		Estación N° 01											Sentido		Ambos sentidos				
Referencia de Estación		AV. TAYACAJA											Días		Domingo a Sabado				
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DOMINGO	21	32.00	-	-	3.00	-	5.00	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.00	15.47
LUNES	14	23.00	-	-	2.00	-	4.00	11.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54.00	11.76
MARTES	31	26.00	-	-	4.00	-	6.00	16.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83.00	18.08
MIERCOLES	18	23.00	-	-	4.00	-	7.00	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64.00	13.94
JUEVES	29	27.00	-	-	2.00	-	8.00	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78.00	16.99
VIERNES	18	20.00	-	-	3.00	-	7.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51.00	11.11
SÁBADO	14	29.00	-	-	3.00	-	7.00	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58.00	12.64
TOTAL	145	180.00	-	-	21.00	-	44.00	69.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	459.00	100.00
PORC %	31.59	39.22	0.00	0.00	4.58	0.00	9.59	15.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura 19. Resumen: cantidad de vehículos por cada día de evaluación del conteo vehicular



Figura 20 Cantidad de vehículos por cada día de evaluación del conteo vehicular.

ESTUDIO DE TRÁFICO

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

1. RESUMEN DE AFORO DEL TRÁFICO

Medio de Transporte	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total	%
Vehículos Ligeros (V.L.)									
Automóviles	21.00	14.00	31.00	18.00	29.00	18.00	14.00	145.00	32%
Camionetas	32.00	23.00	26.00	23.00	27.00	20.00	29.00	180.00	39%
Micros / Combis	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Total de V.L.	53.00	37.00	57.00	41.00	56.00	38.00	43.00	325.00	71%
Vehículos Pesados (V.P.)									
Omnibus 2 Ejes	3.00	2.00	4.00	4.00	2.00	3.00	3.00	21.00	5%
Omnibus 3 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Camión 2 Ejes	5.00	4.00	6.00	7.00	8.00	7.00	7.00	44.00	10%
Camión 3 Ejes	10.00	11.00	16.00	12.00	12.00	3.00	5.00	69.00	15%
Camión 4 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Total de V.P.	18.00	17.00	26.00	23.00	22.00	13.00	15.00	134.00	29%
Total de Vehículos	71.00	54.00	83.00	64.00	78.00	51.00	58.00	459.00	100%

2. TRÁNSITO MEDIO DIARIO SEMANAL (TMDS)

Se obtiene a través de la siguiente relación

$$TMDS = \frac{TS}{7}$$

TMDS: Tránsito Medio Diario Semanal

TS: Tránsito durante una semana

En función a esta relación, en el siguiente cuadro se indica el TMDS correspondiente a los diferentes tramos del proyecto

Tránsito Diario (TD i)								TMDS
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total	
71.00	54.00	83.00	64.00	78.00	51.00	58.00	459.00	66.00

Figura 21. Resultados de la determinación del IMD: (1) Resumen aforo de tráfico, (2) Tránsito medio semanal (TMDS).

3. TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL (TMDA)												
Lo determinamos a partir de la siguiente fórmula		$TMDA = TMDS \pm K\sigma$ $TMDA = TMDS \pm K \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$										
Donde:	<p>TMDA : Tránsito Medio Diario Anual</p> <p>TMDS : Tránsito Medio Diario Semanal</p> <p>K : Número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado: k = 1.64, para un nivel de confiabilidad del 90% k = 1.96, para un nivel de confiabilidad del 95%</p> <p>σ : Estimación de la desviación estándar poblacional</p> <p>S : Estimación de la desviación estándar muestral</p> <p>N : Número de días al año (N=365)</p> <p>n : Número de días en una semana (n=7 días)</p>											
Días de Aforo "n":	n=	7.00	Días del año "N":	N=	365	Confiabilidad "k":	K=	1.96				
Cálculo de la Desviación Estándar Muestral "S":				S=	12.21							
Cálculo de la Desviación Estándar Poblacional "σ":				σ=	4.58							
Cálculo del Tránsito Medio Diario Anual "TMDA":				Max. (TMDA)=	75.00	Min. (TMDA)=	57.00					
				TMDA =	75.00	vehículos/día						
4. PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO												
Se determina a partir de la siguiente relación:		$TMDA_n = TMDA_i \times (1 + r)^n$										
Donde:	<p>TMDAn : Tránsito Medio Diario Anual en el año n</p> <p>TMDAi : Tránsito Medio Diario Anual inicial</p> <p>r : Razón de crecimiento anual</p> <p>n : Número de años a partir del año inicial</p>											
En el cuadro siguiente se indica la proyección del Tránsito Medio Diario Anual para los diferentes años de vida útil del Proyecto:												
TMDAi	r (%)	TMDAn										
		AÑO 0	PERIODO DE DISEÑO (10 AÑOS)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
2018	n = 1	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	n = 7	n = 8	n = 9	n = 10	n = 11	
75.00	8	81	87	94	102	110	119	129	139	150	162	175
TMDAi	r (%)	TMDAn										
		PERIODO DE DISEÑO (20 AÑOS)										
		2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
2018	n = 12	n = 13	n = 14	n = 15	n = 16	n = 17	n = 18	n = 19	n = 20	n = 21		
75.00	8	189	94	220	238	257	278	300	324	350	378	

Figura 22 (3) Tránsito medio diario anual, (4) Proyección del tránsito medio diario.

5. CÁLCULO DEL TRÁNSITO VEHICULAR ACUMULADO

El Tránsito Acumulado lo obtenemos a través de la siguiente fórmula:

$$TVA = TV_i \times \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right]$$

Donde:
 TVA : Tránsito acumulado de vehículos en n años
 TV i : Tránsito de vehículos en el año inicial
 r : Razón de crecimiento anual (r = 8%)
 n : Número de años del tráfico acumulado (n = 5)

Los resultados del cálculo del Tránsito Vehicular Acumulado son los que se evidencian a continuación

TRAFICO VEHICULAR ACUMULADO EN 10 AÑOS					
TMDA INICIAL (2017)	N° VEH. INICIAL (2017)	TMDA FINAL (2027)	N° VEH. FINAL (2027)	PERIODO DE DISEÑO (n)	N° VEH. ACUM. (2027)
(1)	(2) = (1)x365	(3)	(4) = (3)x365	(5)	(6)=(5)*((2)+(4))/2
81.00	29565.00	175.00	63875.00	10.00	467,200.00

TRAFICO VEHICULAR ACUMULADO EN 20 AÑOS					
TMDA INICIAL (2017)	N° VEH. INICIAL (2017)	TMDA FINAL (2037)	N° VEH. FINAL (2037)	PERIODO DE DISEÑO (n)	N° VEH. ACUM. (2037)
(1)	(2) = (1)x365	(3)	(4) = (3)x365	(5)	(6)=(5)*((2)+(4))/2
81.00	29565.00	378.00	137970.00	20.00	1,675,350.00

6. INDICE MEDIO DIARIO (IMD)

$$IMD = 75.00 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Figura 23. (5) Calculo de tránsito vehicular acumulado, (6) Índice medio diario (IMD).

7 FACTOR DE DIRECCIÓN (FD)

El criterio adoptado para este factor se debe a que la vía tiene un ancho de 7.00 m, en donde los vehículos aforados son en ambos sentidos

$$\text{Factor de Dirección (FD)} = 0.50$$

8 FACTOR DE CARRIL (FC)

Se tendrá las siguientes consideraciones

$$\text{Factor Carril (FC)} = 1.00$$

N° de Carriles en una Sola Dirección	% de ESAL en el Carril de Diseño
1	100
2	80 A 100
3	60 A 80
4	50 A 75

9. CÁLCULO DEL W18:

$$W_{18} = ESAL \times FC \times FD$$

W18: Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2tn en el periodo de diseño.

$$W_{18} = 894,400.00 \times 1.00 \times 0.50 = 8.94E+05$$

Figura n° 24 calculo W18

4.4.6 Estudio del diseño del pavimento

4.4.6.1 Datos para el diseño del pavimento rígido

1. ZR = Desviación Estandar Normal.					
NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO					
Clasificación Funcional	Urbana	Rural		R = 80 %	
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9			
Arterias principales	80 - 99	75 - 95		DESVIACION ESTANDAR NORMAL (ZR)	
Colectoras	80 - 95	75 - 95			
Locales	50 - 80	50 - 80		Zr = -0.841	

Tabla n° 3 Desviación estándar normal

2. So = Desviación Normal del Error Estandar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)					
DESVIACION ESTANDAR (So)				Se recomienda :	0.37 ó 0.38
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO				
0.44 - 0.49	0.34 - 0.39			So = 0.35	
variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito		variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito			

Tabla n° 4 Desviación estándar normal

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial, Po y el índice de serviciabilidad terminal de diseño, Pt.					
PERDIDA DE SERVICIABILIDAD					
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:					
PSI =	índice de Servicio Presente			Po =	4.50
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.			Pt =	2.00
Po =	índice de servicio final (4,5 para pavimentos rígido y 4.2 para flexibles)			ΔPSI = Po - Pt	
Pt =	índice de servicio termina, para el cual aashto maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.			REEMPLAZANDO VALORES	
				ΔPSI = 2.50	

Tabla n° 5 Pérdida de serviciabilidad

4. S'c = Módulo de ruptura, en libras por pulgadas cuadradas (psi), para el concreto de cemento Portland.				
$S'c = 8a10 \sqrt{f'c}$	f'c =	210 kg/cm2		
	f'c =	2940 lb/pulg2	S'c = 542 psi	
5. J = Coeficiente de transferencia de carga				
	Hombros	Asfalto		Concreto
	Dispositivo de transferencia	Si	No	Si No
	Pavimentos con juntas simples y juntas reforzadas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.4 3.6 - 4.2
				J = 3.20

Tabla n° 6 coeficiente de transferencia de carga.

6. Cd = Coeficiente de drenaje						
CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación				CALIDAD DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%		
	Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10	Excelente
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00	Bueno	1 día
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90	Regular	1 semana
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80	Pobre	1 mes
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70	Malo	Agua no drena
					Cd = 0.90	

Tabla n° 7 coeficiente de drenaje

7. Ec = Modulo de Elasticidad, en psi, del concreto de cemento Portland.				
$Ec = 57000 \sqrt{f'c}$	f'c =	2940 lb/pulg2	Ec = 3090641	psi
8. k = Módulo de reacción del subgrado				
Se considera la ejecución de una sub base, para lo cual se hará empleara una ecuación de equivalencia entre CBR y el K para diseño				
Si CBR < 10%				
Ksr =	2.55 + 52.5*Log CBR		Ksr =	43.70 Mpa
			Sub rasante	CBR (%) 6.08
			Sub base	CBR (%) 40.00
Si CBR > 10%				
Ksr =	46 + 9.08*(Log CBR)^4.34		Ksb =	116.21 Mpa

Se empleará una capa granular intermedia como sub base, el cual incrementará el valor K a través de un valor combinado				
Kcombinado	$(1+(h/38)^2*(Ksb/Ksr)^{2/3})*0.5*Ksr$	Kcombinado =	54.08 Mpa	7,842.06 lb/pulg2
Donde:				7,842.06 pci
Ksr = K de la subrasante (Mpa/m)	43.70			
Ksb = K de la sub base (Mpa/m)	116.21			
h = espesor de la capa de sub base en cm	20			
	Pulgadas	8.00	CBR (%) 9.58	
			CBR combinado	

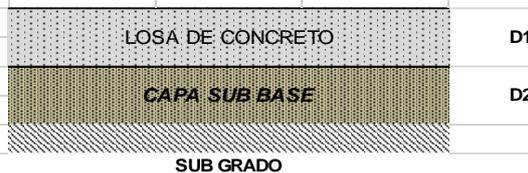
Resultado: (de abaco relación k y CBR)
k = 225 pci

Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1 000 000 a 2 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40 000 a 300 000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20 000 a 70 000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no ligados (E = 15 000 a 45 000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales de subgrado naturales o Suelos de grano fino (E = 3 000 a 40)	2,0 a 3,0

Tabla n° 8 Rangos típicos de los factores de pérdida de soporte.

9. D = Espesor, en pulgadas, de la losa de concreto

Aunque es la incógnita a determinar, se deberá asumir un valor inicial del espesor de losa de concreto; puede considerar 6 in (0,15 m) como mínimo.



10. W18 = Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = w_{18} \left[\frac{(1+g)^t - 1}{g} \right]$$

W18 = 8.94E+05

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO RIGIDO

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right]}{1 + \frac{1624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) \log_{10} \left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1) \cdot 132}{215.03 J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{Ec}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$$

A

B

USO DE CURRUL A VONEL PROCEMIMENLO		DISEÑO TEORICO			
W18	8.94E+05	LOSA DE CONCRETO	D1 =6.71 pulg	16.76	cm
Zr	-0.841	CAPA SUB BASE	DSB =8.00 pulg	20.00	cm
So	0.35	SUB GRADO			
ΔPSI	2.50	DIMENSIONES FINALES			
S'c	542	LOSA DE CONCRETO	D1 =8.00 pulg	20.00	cm
Cd	0.90	CAPA SUB BASE	DSB =8.00 pulg	20.00	cm
Ec	3090641	SUB GRADO			
k	225.00				
J	3.20				
Pt	2.00				
D	6.71				
IGUALDAD					
A =	5.952				
B =	5.952				

En el diseño de pavimentos nos da un resultado de 17.80 cm pero por condiciones de diseño y criterio técnico se da una aproximación al siguiente valor entero lo que nos da un diseño final de 20 cm o 8 pulg.

4.4.7 Propuesta de solución con la aplicación de Limalla de acero.

Con la aplicación de limalla de acero, se logró mejorar el concreto a la compresión de 210 kg/c² con la adición de Limalla de acero en 5% y 7% dando un resultado como se indica en el cuadro:

Tabla 9
Resumen de proporción en peso del diseño

Diseño de Mezcla	Proporción en eso				
	Cemento	Agregado fino	Agregado Grueso	Limalla	Agua
Limalla 5%	1	1.93	1.94	0.068	20.4
Limalla 7%	1	1.92	1.93	0.0952	20.5

Se muestra un resumen de las cantidades de los componentes en volumen, del diseño de mezcla del concreto con adición y sin adición de limalla.

Tabla 10

Resultado del concreto a la compresión 210kg/cm ²			
Diseño de Mezcla	7, 14 y 28 días		
	7 días F'c Promedio Kg/cm ²	14 días F'c Promedio Kg/cm ²	28 días F'c Promedio Kg/cm ²
Patrón	179.26	215.25	237.00
Limalla 5%	184.11	222.75	247.51
Limalla 7%	166.51	214.5	221.99

Resultado del ensayo a compresión a los 28 días

A los 28 días los testigos deben estar a un 100% de la resistencia efectiva de 210 kg/cm² o más, se puede observar que varios diseños llegaron a la resistencia esperada, pero también se sigue apreciando que el diseño con 5% de limalla de acero tiene una resistencia mayor de 247.51 kg/cm², y también se sigue apreciando que los diseños con 7% de adición de limalla pasante de la malla N°4 también llegó a la resistencia 221.99 kg/cm², se observa que si se adicionan más proporción de Limalla de acero la resistencia baja



Figura n° 25 Estructura de pavimento rígido

CAPÍTULO V RESULTADOS



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

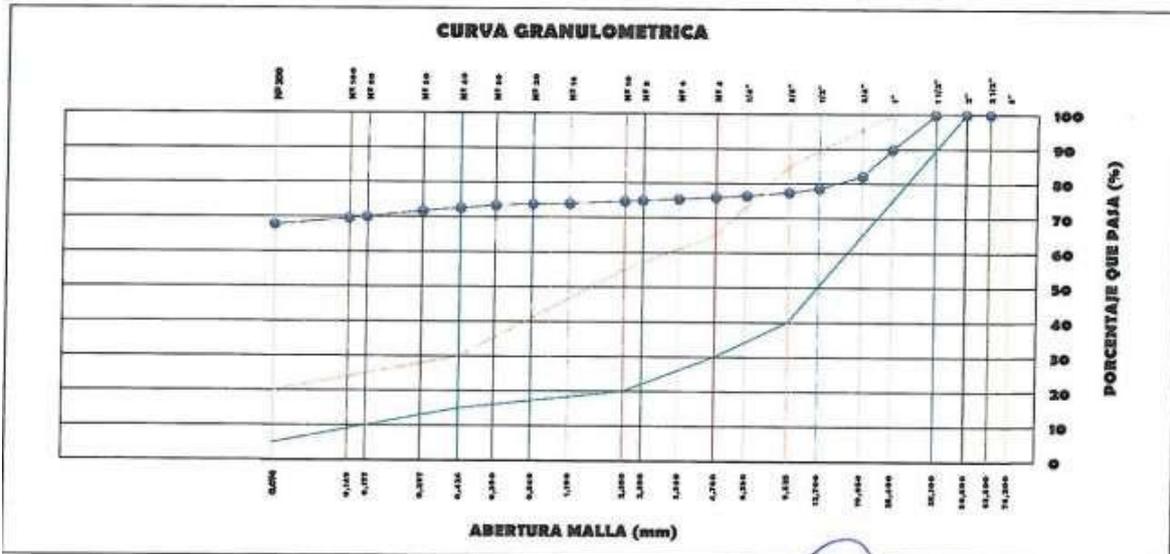
SANTA CRUZ SCRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS GRUESOS Y FINOS (ASTM C-117/136 , AASHTO T-11/17)

TAMICES A.J.T.M.	ANALISIS GRANULOMETRICO					
	ABERTURA (mm)	PEJO RET. (gr.)	RETENIDO (%)	RET. ACUM. (%)	ACUM.PAS A (%)	ESPECIFICA CIONES
3"	76.200					
2 1/2"	63.500				100.00	
2"	50.800				100.00	100
1 1/2"	38.100				100.00	
1"	25.400	164.20	10.07	10.07	89.93	75 100
3/4"	19.050	127.30	7.80	17.87	82.13	
1/2"	12.700	57.40	3.52	21.39	78.61	
3/8"	9.525	19.40	1.19	22.58	77.42	40 85
1/4"	6.350	16.50	1.01	23.60	76.40	
Nº 4	4.760	7.00	0.43	24.02	75.98	30 65
Nº 6	3.360	9.40	0.58	24.60	75.40	
Nº 8	2.380	7.10	0.44	25.04	74.96	
Nº 10	2.000	3.50	0.21	25.25	74.75	20 55
Nº 16	1.190	12.00	0.74	25.99	74.01	
Nº 20	0.840	2.70	0.17	26.15	73.85	
Nº 30	0.590	7.30	0.45	26.60	73.40	
Nº 40	0.426	12.10	0.74	27.34	72.66	15 30
Nº 60	0.297	14.70	0.90	28.25	71.75	
Nº 80	0.177	28.30	1.74	29.98	70.02	
Nº 100	0.149	7.70	0.47	30.45	69.55	
Nº 200	0.074	29.30	1.80	32.25	67.75	5 20
< Nº 200		1104.30	67.75	100.00	-	
PEJO INICIAL		1630				

RESULTADOS DE ENSAYOS		
CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
GRAVAS	ARENAS	FINOS
24.02	8.23	67.75
LIMITES DE ATTERBERG		
LIMITE LIQUIDO (%)		45.45
LIMITE PLASTICO (%)		31.05
INDICE DE PLASTICIDAD		14.41
CLASIFICACION		
USCS	AASHTO	
ML	A-7-5 (9)	
JR. MARICAL CASTILLA		
		



FIRMAS AUTORIZADAS:

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Javier J. Santa Cruz Veliz

JAVIER J. SANTA CRUZ VELIZ
TEC. ESP. EN GEOTECNIA

Juan G. Dionisio Isla

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP. 130103

**PROCTOR MODIFICADO
(ASTM D-1557 , AASHTO T-180)**

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	3,830	4,020	4,000	3,885
PESO MOLDE	(gr.)	2,090	2,090	2,090	2,090
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	1,740	1,930	1,910	1,795
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	940	940	940	940
DENSIDAD HUMEDA	(gr./cc)	1.85	2.05	2.03	1.91
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		10	11	12	13
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	102.30	160.60	134.20	177.60
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	93.00	143.00	118.50	153.80
PESO RECIPIENTE	(gr.)	24.50	30.20	30.20	30.60
PESO DE AGUA	(gr.)	9.30	17.60	15.70	23.80
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	68.50	112.80	88.30	123.20
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	13.60	15.60	17.80	19.30
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.63	1.77	1.72	1.60



RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.78	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.00

FIRMAS AUTORIZADAS	
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES JAVIER J. SANTA CRUZ VELAZ TEG. ESP. EN GEOTECNIA	 Ing. Juan G. Borealis Isla CIP. 130103

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883 , AASHTO T-193)

Humedad Optima	(%)	16.0
Máxima Densidad Seca	(g/cm ³)	1.78

Nº de Molde		3	2	1
Nº de Capas		5	5	5
Golpes por capa		56	25	12
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)	8929	8610	8321
Peso molde	(gr.)	4081	4081	4081
Volumen molde	(gr/cm ³)	2120	2188	2120
Peso Suelo Humedo	(gr.)	4848	4529	4240
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm ³)	2.29	2.14	2.00

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº de recipiente		5	4	3
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)	207.32	205.28	214.91
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)	203.94	201.03	206.56
Peso del Agua	(gr.)	3.38	4.25	8.35
Peso recipiente	(gr.)	40.34	40.35	38.60
Peso Suelo Seco	(gr.)	163.6	160.7	168.0
Humedad	(%)	2.1	2.6	5.0
Densidad Suelo Seco	(gr/cm ³)	2.24	2.08	1.91

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora		Medida	Medida	Medida
30/05/2015	10:00:00 a.m.	(mm)	0.00	0.00	0.00
31/05/2015	10:00:00 a.m.	(mm)	0.10	0.23	0.43
01/06/2015	10:00:00 a.m.	(mm)	0.25	0.56	0.88
02/06/2015	10:00:00 a.m.	(mm)	0.41	0.84	1.25
03/06/2015	10:00:00 a.m.	(mm)	0.57	1.15	1.69
Expansión			0.69	0.95	1.44

DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE

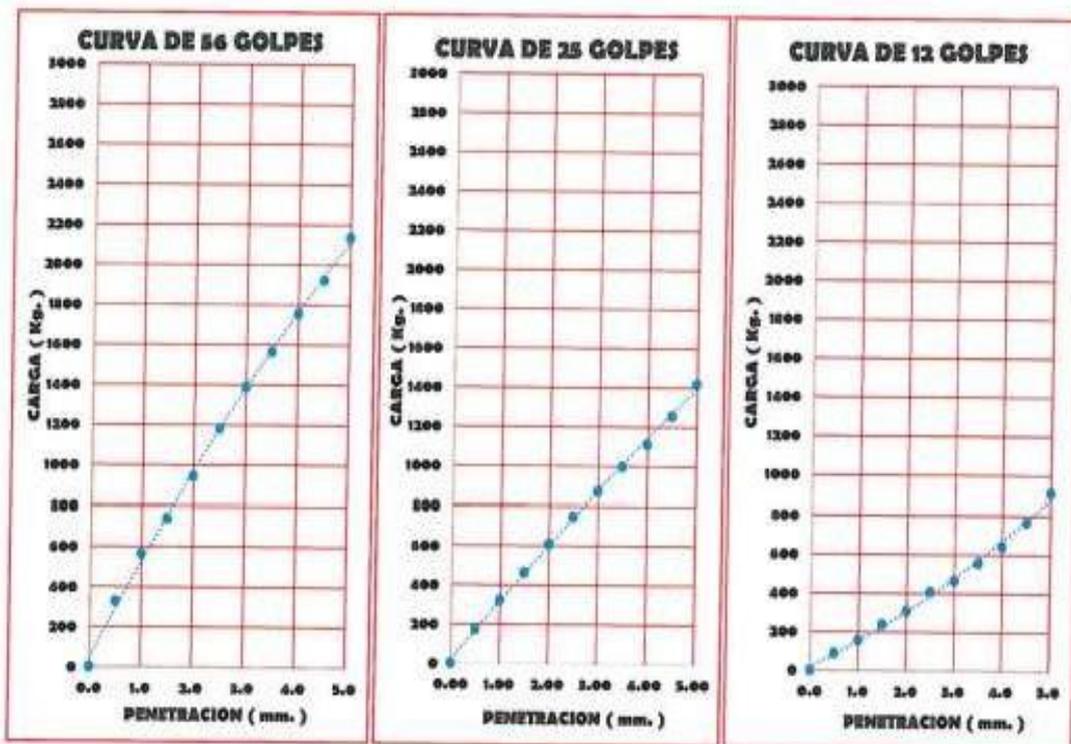
Penetración (mm.)		Leitura dial	Carga (Kg)	Leitura dial	Carga (Kg)	Leitura dial	Carga (Kg)
0.00	(mm)	0	0	0	0	0	0
0.50	(mm)	69	328	35	174	16	88
1.00	(mm)	121	564	68	324	31	156
1.50	(mm)	160	740	99	464	49	238
2.00	(mm)	205	944	131	609	64	306
2.50	(mm)	257	1180	163	790	86	405
3.00	(mm)	303	1388	189	872	99	464
3.50	(mm)	342	1565	217	999	119	555
4.00	(mm)	384	1755	242	1112	138	641
4.50	(mm)	421	1923	274	1257	165	763
5.00	(mm)	468	2136	310	1420	197	908

FIRMAS AUTORIZADAS

LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS Y PAVIMENTOS
JAVIER U. SANTA CRUZ VELIZ
TEC. ESP. EN GEOTECNIA

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP. 130103

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1583, AASHTO T-193)



RESULTADOS			
N° GOLPES	ENERGIA DE COMPACTACION		
	E ₁	E ₂	E _m
12		25	16
DENS. SECA	1.91	2.08	2.24
C.B.R.	6.15	7.12	9.21

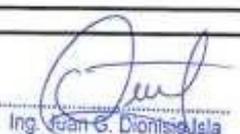
M.D.S. (gr/cc)	1.67
O.C.H.(%)	16.00
C.B.R. 01" al 95 % de M.D.S.	6.56
C.B.R. 01" al 100 % de M.D.S.	7.34
CARGA PATRON	1835

FIRMAS AUTORIZADAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



JAVIER J. SANTA CRUZ MELIZ
T.E.C. ESP. EN GEOTECNIA



Ing. Juan G. Dionisio Jela
CIP. 130103

CONCLUSIONES

- En base a los resultados obtenidos de los ensayos a compresión en el laboratorio, podemos concluir que la adición de limalla de acero EL 5% a la mezcla de concreto, incide directamente de forma positiva en un incremento de la resistencia en 247.51 kg/cm² CBR para losa de pavimento rígido.
- Se concluye que a mayor proporción de adición de Limalla de acero el concreto baja su resistencia, por ejemplo, cuando se le adiciona el 7% de limalla de acero la resistencia es de 221.99 kg/cm²
- En conclusión, la adición de limalla de acero generalmente influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto para losa de pavimento rígido, debido a que genera un cambio en su resistencia mecánica.

RECOMENDACIONES

- Utilizar agregados que cumplan los requisitos según norma, para así obtener mejores resultados en un diseño de mezcla.
- Para mejores resultados hacer uso de aditivos como plastificantes, debido a que ayudan a mejorar la obtención de resistencia en resultados iniciales y finales.
- Realizar estudios con materiales no convencionales en el diseño de concreto para losas de pavimentos, ya que pueden beneficiar la resistencia mecánica y posiblemente reducir o sustituir algún tipo de refuerzo.

Matriz de consistencia

Título: “EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LIMALLA DE ACERO EN EL C.P RANRA, Av. TAYACAJA, COLCABAMBA, HUANCVELICA -2021”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Instrumento	Método
<p>Problema principal: ¿Cuál es la influencia de la adición de limalla de acero en la resistencia del pavimento rígido en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021?</p>	<p>Objetivo principal:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cuál es la influencia de la adición de la Limalla de acero en la resistencia mecánica del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica - 2021. 	<p>Hipótesis general:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La adición de Limalla de acero influye significativamente en la resistencia del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021 			
<p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuánto incide la adición de Limalla de Acero en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica - 2021? - ¿ En cuánto Incrementa la adición de Limalla de acero en la resistencia a la atracción del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica - 2021? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcular la incidencia de incidencia de Limalla de acero la resistencia a la compresión del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica - 2021 - Determinar en cuanto incrementa la adición de Limalla de acero en la resistencia a la tracción del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica - 2021 	<p>Hipótesis específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La adición de limalla acero incide directamente en la resistencia a la compresión del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021 - La adición de Limalla de acero incrementa considerablemente la resistencia a la tracción del del pavimento rígido - en el C.P Ranra en la Av. Tayacaja, Colcabamba, Huancavelica -2021 	<p>Variable independiente: Limalla de acero</p> <p>Variable dependiente: Pavimento rígido</p>	<p>Formatos adecuados en el procesamiento de los ensayos.</p> <p>Pruebas de campo para determinar el estado de la estructura del suelo.</p>	<p>Tipo de investigación experimental, mediante la recolección de datos, corroborando la hipótesis planteada.</p>

REFERENCIAS

Bernilla & Cubas (2015), “Diseño de pavimentos y veredas para mejorar la Transitabilidad en el Sector III de la localidad de Pucará, distrito de Pucará, provincia de Jaén – 2015.

(Pacheco, 2016) En su tesis de pregrado con el título de “Resistencia a compresión axial del concreto $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades” realizado en Cajamarca – Perú.

(MONDRAGÓN, 2016), para optar al título ingeniero civil: “Sustentó en la Universidad señor de sipán; la tesis: comparación entre el concreto convencional y el concreto con barita en polvo como sustituyente del agregado fino” (pág.19)

Chapoñan y Quispe (2017) en su Tesis: “Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H. Villamaria-Nuevo Chimbote.

Nasimba12 (2017) realizó en la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, una publicación de su trabajo para optar al título de ingeniería civil denominada “Aplicación de la escoria de fundición de hierro como agregado en las mezclas de hormigón para pavimentos rígidos”.

(Tejada, A. J. y Valencia, P. A; 2017) en su tesis de pregrados con el título de “Diseño de mezcla de concreto hidráulico con residuos industriales (limalla).

(Flores, A. M; 2017) en su trabajo experimental de pregrado titulado “Análisis comparativo de la resistencia a flexión del hormigón armado adicionando fibras comerciales, virutas y limallas de acero”.

(Angarita, P. A. y Rincón, H. J., 2017) en su tesis de pregrado titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con virutas de acero en porcentajes de 10% y 12% respecto al agregado fino de la mezcla”

MTC (2013) Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Anexo 1
**Ubicación del proyecto de la tesis “EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO
ADICIONANDO LIMALLA DE ACERO EN EL C.P RANRA, Av. TAYACAJA, COLCABAMBA,
HUANCAVELICA -2021”**

