

UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“COMPARACIÓN DE COSTOS DE
MANTENIMIENTO ENTRE EL AFIRMADO
CONVENCIONAL Y USANDO ADITIVOS
QUÍMICOS EN LA CARRETERA SOCOS -
AYACUCHO”**

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

**Presentado por el Bachiller:
José Carlos Galindo Galindo**

ASESORES:

Dr. José Luis León Untiveros

Ing°. Melquiades Elmer Hinostroza Bartolo

Huancayo - Perú

2021

MIEMBROS DEL JURADO

.....
Dr. José Luis León Untiveros
PRESIDENTE

.....
Ing°. Melquiades Elmer Hinostroza Bartolo
CIP. 90853
SECRETARIO

.....
Ing°. Raúl Curasma Ramos
CIP. 130642
VOCAL

ASESORES DE TESIS

.....
Dr. José Luis León Untiveros
ASESOR

.....
Ing°. Melquiades Elmer Hinostroza Bartolo
CIP. 90853
ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación dedico en especial a mis hijos: José Paulo, José Ramón y mi esposa Jackeline, quienes me dieron el apoyo incondicional para seguir adelante y conseguir mis objetivos.

A mis progenitores Virgilio, Maura y hermanos David, Juan y Rosa por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1.PROBLEMA GENERAL	2
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	2
1.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	3
1.4. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	3
1.5. OBJETIVOS	3
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.6. HIPÓTESIS.....	4
1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	4
1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. MARCO FILOSÓFICO O EPISTEMOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.2. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	7
2.3. BASES TEÓRICAS	8
2.4. MARCO CONCEPTUAL O GLOSARIO	8
CAPÍTULO III	11
3. METODOLOGÍA	11
3.1. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	11
3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO	12
3.3. TAMAÑO DE MUESTRA	12
3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	12
3.4.1 MATERIALES.....	12
3.4.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	13
CAPÍTULO IV.....	15
4. DESARROLLO DEL TEMA	15
4.1. METODOLOGÍA	15

4.2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN	16
4.2.1. ESTUDIOS BÁSICOS DEL ÁREA DEL ESTUDIO	16
4.2.2. ANÁLISIS DE TRÁFICO	17
4.2.2.1. ESTUDIOS DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA	17
4.2.2.1.1 ESTUDIOS DE CANTERA	17
4.2.2.1.2 FUENTES DE AGUA	18
4.2.2.1.3. DRENAJE	198
4.2.2.1.4. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS.....	19
4.2.3. CLASIFICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS	19
4.2.4. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS	19
4.2.5. N.P.T. NORMAS TÉCNICAS PERUANAS	19
4.2.5.1. LAS BONDADES DE CLORURO DE CALCIO DELICUESCENCIA	20
4.2.5.2. APLICACIONES	20
4.2.5.3. IMPACTO AMBIENTAL	20
4.2.5.4. ACTIVIDADES EN BASE A CLORUROS	20
4.2.5.5. CLORURO DE CALCIO	21
4.2.5.6. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	21
4.2.5.7. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS	22
4.2.5.8. ENZIMA PZ-22X	22
4.2.5.8.1. ADITIVOS EN BASE A ENZIMAS	22
4.2.5.8.1. ADITIVOS EN BASE A ENZIMAS	22
4.2.5.8.3. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	23
4.2.6. ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)	23
4.2.6.1. DEFINICIÓN	23
4.2.6.2. VENTAJAS	23
4.2.7. ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DE LA VÍA NO PAVIMENTADA	23
4.2.8. LOS EFECTOS DE LOS ADITIVOS EN EL DISGREGAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA	24
4.2.9. DISEÑO DEL EXPERIMENTO	24
4.2.10. CARRETERAS NO PAVIMENTADAS	25

4.2.10.1. DEFINICIÓN	25
4.2.10.1.2. CLASIFICACIÓN	25
4.2.10.1.3. CIMENTAR ARACTERÍSTICAS	25
4.2.11. DETERIORO DE CARRETERAS SIN PAVIMENTAR	26
4.2.11.1. DESCRIPCIÓN DEL MECANISMO DE DETERIORO	26
4.2.11.2. DEFECTOS COMUNES EN VÍAS SIN PAVIMENTAR	26
4.2.12. CONSERVACIÓN VIAL	27
4.2.12.1. DEFINICIÓN	27
4.2.12.1.2. ENFOQUE ACTUAL	27
4.2.12.1.3. IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN VIAL	27
4.2.12.1.4. CICLO DE VIDA DE UN CAMINO	28
4.2.12.1.5. EL MANTENIMIENTO VIAL Y SU RELACIÓN CON LA RUGOSIDAD.....	28
4.2.12.1.5.1. COMPORTAMIENTO TÍPICO DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL EN FUNCIÓN DEL (IRI)	29
4.2.12.1.5.2. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE UNA VIA	29
4.2.12.1.5.3. NIVELES DE INTERVENCIÓN	30
CAPÍTULO V	31
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
5.1. ANÁLISIS , INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADO.....	31
5.2. PUEBAS DE HIPÓTEISIS.....	31
5.3. PRESENTACIÓN DE RESUTADOS	32
CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS	37
ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

ANEXO 1 Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	39
Tabla 1. Matriz de consistencia.....	40
Tabla 2. Relación humedad –densidad	41
Tabla 3. Análisis granulométrico por tamizado	42
Tabla 4. Ensayo de constantes físicas	43
Tabla 5. Resistencia de desgaste por abrasión	44
Tabla 6. Presupuesto con aditivos químicos	45
Tabla 7. Análisis de precios unitarios con aditivo químico	46
Tabla 8. Presupuesto sin aditivos químicos	49
Tabla 9. Análisis de precios unitarios sin aditivos químicos	50
Tabla 10. Conteo de tráfico diario 1	52
Tabla 11. Conteo de tráfico diario 2	53
Tabla 12. Conteo de tráfico diario 3	54
Tabla 13. Conteo de tráfico diario 4	55
Tabla 14. Conteo de tráfico diario 5	56
Tabla 15. Conteo de tráfico diario 6	57
Tabla 16. Resumen semanal del conteo de tráfico diario	58

ÍNDICE DE FIGURAS - PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.	58
Figura 2. Progresiva 0+00 Ampuccasa – Socos – Pucaloma Km. 5.00	59
Figura 3. Lugar Ampuccasa zona de la cantera del afirmado	60
Figura 4. Lugar del material afirmado para el proceso del zarandeo y carguío	60
Figura 5. Carguío al volquete.	61
Figura 6. Batido y tendido del material afirmado ya preparado	61
Figura 7. Proceso de combinación del cloruro de calcio en la cisterna.	62
Figura 8. Proceso de regado con el líquido de cloruro de calcio	62
Figura 9. Ciclo de compactación a nivel de rasante con rodillo liso de 12 toneladas	63

Figura 10. Vista del acabado final de la superficie de rodadura	63
---	----

RESUMEN

Se propone como una alternativa de solución para el mantenimiento de carreteras afirmadas de mantenimiento convencional; sustituyendo con el uso de aditivos químicos de cloruro de calcio se dejaría de realizar el mantenimiento anual de las carreteras afirmadas en cualquier región del país, por un período de vida útil de seis años según los investigadores que me anteceden. Mientras de manera convencional se realiza periódicamente cada año después del periodo de las precipitaciones pluviales. Lo cual genera al Estado peruano un desembolso de varios millones de soles anuales a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Todas las carreteras nacionales, vecinales y locales están comunicadas a través de carreteras asfaltadas y afirmadas que contribuye un corredor económico y social de mucha importancia en nuestro país. Sabemos que existe un presupuesto anual para el mantenimiento de las carreteras afirmadas, para su mantenimiento en los meses de marzo y abril, por ende, se plantea una alternativa de solución, para reemplazar lo convencional del afirmado por otro que es un estabilizador del afirmado con el uso de aditivos químicos cloruro de calcio. Ya existen carretas afirmadas con el uso de aditivos químicos en servicio Obra: Mantenimiento de carretera Ayacucho – Andahuaylas, Puente Sahuito, con resultados muy positivos, a nivel nacional en pocos lugares han construido este sistema afirmado con aditivos químicos de igual manera a nivel local, por lo que se plantea extender este sistema de afirmado.

Palabra clave: Comparación de costos de mantenimiento entre el afirmado convencional y usando los aditivos químicos.

SUMMARY

It is proposed as a solution alternative for the maintenance of conventionally affirmed roads, replacing with the use of chemical additives of calcium chloride, it would stop carrying out the annual maintenance of the affirmed roads in any region of the country, for a period of six-year lifespan according to the researchers that preceded me. While conventionally, it is carried out periodically each year after the period of rainfall. Which causes the Peruvian state a disbursement of many millions of soles annually through the Ministry of Transport and Communications.

All the national, local and local highways are communicated through asphalted and affirmed roads that contributes an economic and social corridor of great importance in our country. We know that there is an annual budget for the maintenance of the affirmed roads, for their maintenance in the months of march and april, therefore an alternative solution is proposed to replace the conventional of the affirmed of a quarry by another that is a stabilizer of the affirmed with the use of chemical additives Calcium Chloride. There are already established carts with the use of chemical additives in service. Work: Road maintenance Ayacucho - Andahuaylas, Puente Sahuito, with very positive results, in a few places they have built this system affirmed with chemical additives in the same way locally, so it is proposed to extend this affirmed system.

Key word: Comparison of maintenance costs between the conventional claim and using the chemical additives.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El presente trabajo de investigación se realiza en la comunidad del distrito de Socos, se encuentra en la parte oeste de la ciudad de Ayacucho, en altitudes que varían entre 3,000 y 3,394 m.s.n.m, entre las coordenadas 13° 12' 39" S, 74° 17' 15" O, con una población actual de 5,952 habitantes, en el tramo de la Carretera "Los Libertadores" Ramal Ampuccasa –Socos Pucaloma de la ruta nacional Ayacucho – Lima, Km 14+000 (PE-28A), que está categorizado como carretera vecinal, tiene una longitud de **5 Km**.

En épocas de precipitaciones pluviales la carretera se encuentra con muchas dificultades de tránsito, tanto peatonal como vehicular, mientras en época de estiaje se encuentra en un lugar contaminante de polvareda, sabemos esto influye en la calidad de vida de las personas.

Por lo expuesto, se propone el uso de aditivos químicos como un estabilizador del suelo de mayor durabilidad ante las precipitaciones pluviales que deterioran la rasante o superficie de rodadura

1.2. Formulación del problema

De qué manera se puede mejorar la estructura del afirmado de la carretera de mantenimiento periódico convencional Ampuccasa - Socos - Pucaloma, del distrito de Socos, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

Al sustituir el material convencional con un estabilizador de suelos de aditivos químicos (cloruro de calcio y enzimas Pz-22x) como base se lograría resultados positivos.

Será posible optimizar los costos de mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos. Sabemos la limitada aplicación y bondades de los materiales de aditivos químicos en las carreteras afirmadas de mantenimiento periódico, debido a que se trata de materiales con antecedentes recomendables en nuestro entorno.

1.2.1. Problema general

¿De qué manera el mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos mejora en la carretera Socos- Ayacucho?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo el mantenimiento con afirmado convencional mejora la carretera - Socos – Ayacucho?
- b) ¿De qué manera el mantenimiento con aditivos químicos mejora la carretera Socos - Ayacucho?
- c) ¿Cuál es la mejora en la reducción de costos de mantenimiento de la carretera Socos – Ayacucho?

1.3. Justificación teórica

Actualmente las carreteras vecinales o de tercer orden se encuentran en mal estado de conservación hacia las distintas comunidades de la región de Ayacucho. Una de ellas es la comunidad de Socos por mucho tiempo ha sufrido el tránsito vehicular, especialmente en las épocas de las precipitaciones pluviales, causando mucha preocupación y molestia en el trajinar diario.

Por consiguiente, la alternativa de solución con uso de aditivos químicos como estabilizador del suelo mejorará la vía de circulación vehicular por un periodo de 6 años, de acuerdo a las investigaciones que me anteceden en las distintas regiones como Junín carretera Huancayo – Imperial – Pampas - Churcampa, Cuzco, Yanaoca - Churipampa, Ayacucho Puquio - Cora Cora, Ancanch, Conococha - Antamina. Estos problemas estructurales y superficiales se presentan debido a la acción del tráfico y a las condiciones climáticas (lluvias, presencia de hielo, efecto del deshielo). El deterioro ocurre en varias etapas,

desde un deterioro lento que no se percibe hasta un deterioro crítico donde se evidencia en una descomposición total del camino que involucra una nueva conformación o rehabilitación de la vía.

Los aditivos químicos son materiales fabricados a base de cloruros (sales), los cuales son usados para mejorar la estabilidad e impermeabilidad de la superficie de rodadura.

1.4. Justificación práctica

La presente investigación propone una comparación de costos de mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos en la carretera Socos-Ayacucho, con la finalidad de reducir el costo de mantenimiento periódico, durabilidad y una transitabilidad vehicular en buenas condiciones.

La necesidad de implementar este sistema es poner en práctica que las instituciones responsables como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los gobiernos regionales y locales que deben tomar en consideración.

El presente trabajo está dirigido a incentivar a los gobiernos regionales y locales como una alternativa de solución técnica en el mejoramiento de sus carreteras afirmadas convencionales, usando para ello aditivos químicos por su rentabilidad económica y mayor periodo de duración.

Además, se realiza una sola inversión para un periodo de seis años, que sustituye al mantenimiento periódico convencional.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar de qué manera el mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos mejora en la carretera - Socos - Ayacucho.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar cómo el mantenimiento con afirmado convencional mejora en la carretera Socos-Ayacucho.
- b) Conocer de qué manera el mantenimiento con aditivos químicos mejora en la carretera Socos-Ayacucho.
- c) Evaluar cuál es la mejora en la reducción de costos de mantenimiento de la carretera Socos-Ayacucho.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis general

El mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos mejora positivamente la carretera Socos - Ayacucho.

1.6.2 Hipótesis específicas

- a) El mantenimiento con afirmado convencional mejora significativamente en la carretera Socos- Ayacucho.
- b) El mantenimiento con aditivos químicos mejora de manera significativa en la carretera Socos – Ayacucho.
- c) La reducción de costos de mantenimiento mejora positivamente en la carretera Socos - Ayacucho.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco filosófico o epistemológico de la investigación

La preocupación de profundizar el conocimiento sobre el uso de aditivos químicos en las carreteras afirmadas de bajo volumen de tránsito, surge de la necesidad que tiene el investigador en conocer la importancia y la aplicación como estabilizador del suelo, según las normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones recomienda como una solución a los problemas viales.

Para la realización de este trabajo de investigación comparación de costos de uso de aditivos químicos específicamente cloruro de calcio, se ha tomado en cuenta las siguientes tesis y trabajos de investigación, que darán a conocer los beneficios logrados relacionados a lo investigado.

- **Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el año 2008**

Recomienda en su manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, que autoriza y recomienda el uso de aditivos químicos en el mantenimiento de carreteras afirmadas por su mayor período de duración y conservación aceptable.

- **(Héctor Martín y Choque Sánchez 2009)**

“Se considera” en la experimentación y ejecución de mantenimiento de carretera afirmada Ayacucho-Andahuaylas-Puente Sahuito, dieron resultados exitosos con aditivos químicos de componente cloruro de calcio, para la conservación de

superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas, económicas y en condiciones óptimas.

▪ **(Víctor Hugo Vargas 2011)**

“Los autores consideran” que la problemática de hoy día en los suelos (carreteras) a nivel nacional como es la inestabilidad y poca durabilidad, fue el motivo que dio origen a esta investigación a la incorporación de un aditivo para la estabilización de carreteras no pavimentadas con el producto químico cloruro de calcio, para brindar al suelo un mejor comportamiento en servicio, soporte y reducir el impacto ambiental. La tesis tuvo como objetivo evaluar la estabilización de la base, en carreteras no pavimentadas, para su aplicación en carreteras, sus cambios en las propiedades de capacidad de soporte, durabilidad, permeabilidad y estabilidad volumétrica, ya que son características principales las que se tienen que tener en cuenta durante la realización de una estabilización de suelos. Para ello se realizaron ensayos de laboratorio, los cuales permitieron determinar sus propiedades físicas, mecánicas en el comportamiento del suelo después de la aplicación del aditivo.

▪ **(Teodomiro Rojas Zamora 2005)**

“Los autores consideran” el objetivo general de la investigación viene a ser la evaluación del comportamiento y los efectos producidos por la adición del cloruro de calcio en la estabilización de suelos empleados como afirmado en las carreteras de la selva de nuestra región. La hipótesis general, en la que se basa el trabajo es como sigue: La aplicación del cloruro de calcio en la estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas mejorará las propiedades físico-mecánicas de nuestras vías. La metodología empleada fue descriptiva y el diseño de investigación es experimental puro, para lo cual se han necesitado realizar distintas pruebas exigidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones basadas en las normas ASTM. Los sujetos de la muestra constituido por el material de afirmado de las canteras del tramo Llochegua - Periavente Alta, del distrito de Llochegua, se han realizado ensayos de granulometría, límites de Atterberg, ensayo de proctor modificado, pruebas de California Ratio Bearing, abrasión con la máquina Los Ángeles, medición del pH, salinidad y conductividad, para el suelo natural y con adiciones de cloruro de calcio en cristales en 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 y 2,5% en peso. El tipo de suelo

de la cantera N° 1 y N° 2 se han identificado utilizando dos sistemas AASHTO y SUCS. Los resultados más importantes del proceso de investigación donde los ensayos de proctor modificado y California Ratio Bearing se emplearon para determinar la dosificación adecuada de cloruro de calcio, en donde se observaron que al adicionar cloruro de calcio se incrementa la densidad máxima seca y los valores del C.B.R., se han encontrado un rango óptimo de cloruro de calcio entre 1,4 y 1,6% en peso del suelo seco. Las conclusiones a que se arribaron son que el cloruro de calcio adicionado incrementa la densidad y la resistencia al corte de suelo, debido a su efecto floculante. Finalmente se han hecho análisis de los costos de la estabilización química y su comparación a afirmados tradicionales. También se realiza un estudio de los procesos constructivos de la estabilización usando este compuesto químico

2.2. Antecedentes de la investigación

Desde hace varios años se vienen construyendo carreteras en las comunidades en el ámbito de la regional de Ayacucho, con el único objetivo de mejorar las vías de integración como corredores económicos, el cual trabaja ejes de desarrollo para llevar los niveles de competitividad en zonas rurales, redes viales nacionales, departamentales y vecinales. Establece la contratación en la conservación vial a empresas que controlen por niveles de servicios en este caso especial es un mantenimiento periódico, por un período de 6 años desarrollando así un mantenimiento preventivo de tal manera que evite el deterioro prematuro de las vías, mejorando el nivel de vida de la población.

Muchas de las carreteras desde su construcción no cuentan con el mantenimiento respectivo, debido al elevado costo anual, que le ocasiona a nuestro gobierno.

La molestia a todos los transeúntes al borde de la carretera especialmente los niños que caminan de lunes a viernes a sus centros escolares, muchos de ellos han adquirido problemas respiratorios.

AASHT: Asociación americana de oficiales de carreteras estatales y transporte

SUCS: Sistema unificado de clasificación del suelo.

2.3. Bases teóricas

Aditivos químicos

En este acápite se esboza todo lo relacionado a la parte teórica de la “Ingeniería del proyecto”.

Al reemplazar el material tradicional de afirmado con estabilizador de aditivos químicos se logrará un resultado de menor costo de mantenimiento, de mayor durabilidad y menor emisión de polvo. Para el logro de los resultados positivos, tiene que ceñirse a todas las especificaciones técnicas constructivas y al manual de carreteras EG-2013 Tomo I.

Se debe tomar en cuenta para su elección, el índice de plasticidad y porcentaje que pasa la malla N° 200. Su aplicación puede ser superficial (típicamente rociada) y la aplicación íntima (mezclada in situ). Las enzimas del aditivo PZ-22X incrementa el proceso humectante del agua provocando una acción aglutinante sobre los materiales plástico-arcillosos, disminuyendo la relación de vacíos, incrementando así la densidad del material. Los compuestos a base de cloruros tienen propiedades higroscópicas y deliquescentes dándole al suelo un estado de humedad y resistencia ayudando así a la compactación del suelo. Aumentan la tensión superficial lo que provoca una aparente cohesión dentro de la matriz del suelo aumentando así su resistencia y reduciendo la presión de vapor quedando el suelo con mayor humedad.

Estos medios o procesos van desde la incorporación a los suelos de materiales o nuevos elementos que proporcionan estabilidad hasta la formación de verdaderos mecanismos de defensa contra la acción de los esfuerzos climáticos.

2.4. Marco conceptual o glosario

La falta de conocimiento y/o investigación en las universidades, ingenieros, constructores, etc., sobre suelos tratados con aditivos químicos, el cual conlleva a que sigamos aplicando nuestras tecnologías convencionales donde su vida útil es menor a un año aproximadamente y con un costo muy elevado. En el Perú se está usando los aditivos químicos en escala mínima. La utilización de este nuevo aporte técnico del uso de aditivos químicos se debe difundir en mayor escala.

Abrasión: Se denomina abrasión a la acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido.

Calicatas: Las calicatas o catas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno. Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizada manualmente las calicatas que permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, que normalmente entrega la información más confiable y completa del sub suelo mediante pruebas en laboratorio.

CBR:(California Bearing Ratio) Es un parámetro del suelo que cuantifica su capacidad resistente o portante como su rasante, sub base y base. También nominar como un ensayo empírico que se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

Suelos: Desde el punto de vista de ingeniería, suelo es el sustrato físico sobre el cual se realiza las obras civiles, arquitectónica, viales etc. Para poder definir el comportamiento del suelo ante la obra que en el incide se consideran en tres grupos de identificación y estrictamente geo mecánicos.

Sub rasante: el plano superior del movimiento de tierras y que se ajusta a requerimientos específicos de geometría y que ha sido conformada para resistir los efectos del medio ambiente y las sollicitaciones que genera el tránsito. Sobre la sub rasante se construye el pavimento y las bermas.

Rasante: Línea de una calle o camino considerada en su inclinación o paralelismo con respecto al plano horizontal, dicho de otra manera, la rasante no es más que la pendiente de la carreta o superficie de rodadura.

Nivel freático: Freático significa libre o en contacto con la atmósfera. La precipitación pluvial sobre la tierra sigue dos caminos. El primero escurre por la superficie terrestre formando ríos, arroyos etc. Y el segundo pierde por la filtración, parte de ello es retenida en los primeros metros del suelo formando humedad de aprovechamiento agronómico.

Higroscopicidad: La higroscopicidad es la capacidad de los materiales para absorber la humedad atmosférica. Para cada sustancia existe una humedad que se llama de equilibrio, es decir un contenido de humedad de la atmósfera con el material ni capta ni libera humedad del ambiente. El cloruro de calcio es capaz

de captar agua de la atmósfera en cualquier condición, porque su humedad de equilibrio es muy baja. Sustancias como estas son usadas como secadoras.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

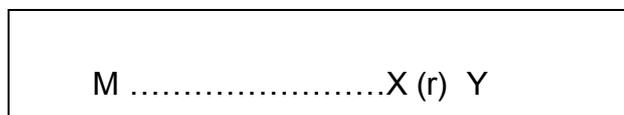
3.1. Tipo de diseño de investigación

El presente diseño de investigación a desarrollar es de tipo cuantitativo porque permite determinar la comparación de costos entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos, en la carretera Socos - Región Ayacucho, se propone como una solución de rentabilidad económica con la diferencia de costos considerables y progresivo a mayores longitudes de carretera, para mejorar la transitabilidad a mayor periodo de tiempo de los vehículos motorizados.

El estado actual de las carreteras a nivel nacional en su estado de conservación periódico y rutinario, deben ser priorizados en su mantenimiento y conservación por el deterioro prematuro de la rasante que deja los bacheos y ahuellamientos con la circulación vehicular y la presencia de las precipitaciones pluviales. Por consiguiente, en la carretera afirmada convencional Socos-Ayacucho se plantea una solución técnica y económica para resolver este caso álgido por consiguiente brindar un servicio en condiciones óptimas y transitables. Cuidando la salubridad de las personas y desperfectos mecánicos de los vehículos que brinda servicio hacia a la comunidad de Socos.

Se pretende evaluar el comportamiento del afirmado y la rentabilidad económica en cuanto al costo de mantenimiento considerado un valor agregado al afirmado convencional, que nos permitirá establecer ciertas relaciones de las variables dependientes e independientes, sobre el problema planteado.

El esquema a emplearse es el siguiente que no tiene implicancia en la investigación.



Dónde:

M: Muestra de estudio

X: Variable independiente

Y: Variable dependiente

(r): Correlación entre variables

Variable independiente: El afirmado convencional de la carretera y el afirmado de la carretera con el uso aditivos químicos.

Variable dependiente: La diferencia de costos tanto en el afirmado convencional como con el uso de aditivos en el afirmado de la carretera.

3.2. Población de estudio

En el presente trabajo de investigación toma como una unidad de estudio la comparación de costos de mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos en la carretera Socos, región Ayacucho, distrito de Socos, provincia de Huamanga.

La comunidad de Socos, está ubicado al sur oeste de la ciudad de Ayacucho, tiene una población de 5,952 habitantes beneficiarios y está considerado como un distrito rural.

3.3. Tamaño de muestra

Se toma en consideración la población total de 5,952 habitantes como beneficiarios directos por qué no vincula con el tipo de investigación.

3.4. Técnica de recolección de datos

3.4.1. Materiales.

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Computadora

- Impresora
- Bolígrafos
- Papel bond.

3.4.2. Técnicas e instrumentos.

Para desarrollar el presente trabajo se ha tomado en cuenta las siguientes herramientas y materiales tal como se puede mencionar a continuación.

- Cámara fotográfica
- Cuaderno de apuntes.
- Herramienta y material. Lampa, pico y saco

Cobertura:

El trabajo de campo se realizó en la carretera afirmada progresiva **0+00 Km** Ampuccasa - Socos - Pucaloma y la progresiva final **5+00 Km.** región de Ayacucho.

Población objetivo

La comunidad de Socos tiene una población actual de 5,952 habitantes.

Muestra:

No se ha realizado población de muestra.

Técnica	Instrumento
Experimentación	Prueba de ensayo de laboratorio

Tabla 1.

Cuadro comparativo de costos del metrado y presupuesto: 5 Km. de longitud

TIPO DE ESTRUCTURA	COSTO EN SOLES S/.
AFIRMADO CON ADITIVO	254,980.43
AFIRMADO SIN ADITIVO	73,480.43
1.- Costo de mantenimiento convencional (periódica)..... = S/. 73,480.43 2.- Costo de mantenimiento con aditivo químico (6 años).... = S/.254,980.43 3.-Afirmado sin aditivos químicos por 6 años: 73,480.43 x 6 = S/. 440,882.58 4.-Diferencia de costo..... 440,882.58 – 254,980.43 = S/.185,902.15	

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL TEMA

4.1. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se ha empleado la siguiente metodología, con el fin de dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados:

Se ha definido los estados actuales del conocimiento relativo al uso de los aditivos químicos que son utilizado en obra de ingeniería y, en especial, orientados el uso en las carreteras afirmadas (mantenimiento periódico). Para ello se ha recopilado información bibliográfica referente a este tema, extraídos de las diversas páginas web de interés científico. A continuación, se procede a describir en cada una de las tres etapas indicadas.

A) Trabajo de campo

Con el objetivo de determinar las características físico-mecánicas del material afirmado existentes en la zona, se ha extraído material de muestra en cantidad de 20 Kg.

B) Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizaron por el proctor modificado, los cuadros y resultados están en el anexo.

Las muestras de suelos fueron clasificadas y relacionadas con la práctica del A.S.T.M D-2488 “práctica recomendada para la descripción de suelos”

Las muestras fueron sometidas a los ensayos de laboratorio.

C) Labores de gabinete

En base al material extraída de campo se realizaron los trabajos de ensayo de laboratorio para obtener los resultados-

4.2. Desarrollo de la investigación e interpretación de la información

4.2.1 Estudios básicos del área del estudio

La selección del estabilizante depende de un análisis técnico económico. Desde el punto de vista técnico debe realizarse la incorporación de aditivos químicos a la muestra de suelo para ver como varían las principales propiedades como son:

- Granulometría de acuerdo a ----- MTC.E 107-2000
- Límite líquido ----- MTC E 110-2000
- Ensayo de proctor modificado de acuerdo a----- MTC. E115-2000
- Límite plástico e índice de plasticidad de acuerdo a---- M.T.C. 111-2000
- CBR. De acuerdo a -----. M.T.C. E 132-2000

Para calcular la relación de soporte CBR (California Baering Ratio) se deberían efectuar los respectivos ensayos a las muestras representativas del suelo componentes del afirmado base.

Agua. - según norma STM-D-1293 deberá estar entre 5.5 a 8 PH y el contenido de sulfato, expresado como S04 no podría ser superior a un gramo por litro (1gr/lt)

Las características técnicas que deben cumplir para el afirmado, son:

- Máxima densidad seca = 2.06gr/cm²
- Óptima densidad de humedad = 6.3 %
- CBR. Al 95 % de la máxima densidad seca = 69 %
- CBR. Al 100 % de la máxima densidad seca = 81.5 %

Estado de las vías no pavimentadas según rugosidad:

Estado	Rugosidad
Bueno	IRI menor o igual a 6
Regular.....	6 menor IRI menor o igual 8
Malo.....	8 menor IRI menor o igual 10
Muy mal	10 menor o igual IRI

El C.B.R es un parámetro de ensayo que se practica para determinar la resistencia al corte del terreno en condiciones de humedad y densidad óptima. La ASTM denomina a este tipo de ensayo como la “Relación de soporte” y está normado con el número ASTM 1883-73. Ensayo de CBR. (Nch. 1852 of.81) carga unitaria Kg/cm² o Lbs/P², (PSI) a una cierta profundidad de penetración del pistón (con un área de 19.4 cm²)

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100$$

$$\text{CBR} = 65 / 1000 \times 100 = 6.5 \%$$

C.B.R. Es la carga necesaria para una penetración en el suelo, por lo que se recomienda suelos con CBR igual o mayor a 6.0 %, en este caso el CBR es igual a 6.5 % cumple con las consideraciones establecidas por el MTC.

4.2.2 Análisis de tráfico los cuadros están en el anexo.

Durante los días de trabajo empleado de los estudios respectivos se observó que el tráfico que circula entre Ampuccasa – Socos – Pucaloma, es el tránsito vehicular tipo cúter (2 ejes, 6 ruedas) es mayor de lo que comúnmente circulaban anteriormente, por tanto se ha visto por conveniente la aplicación de métodos aproximados para el análisis de tránsito, siendo el método convencional para el análisis y diseño de este proyecto el desarrollo de carretera de bajo volumen de tránsito por la TRB, es de carácter informativo los parámetros que se menciona a continuación son tablas que están en el anexo.

Índice medio diario (IMD)	35 veh/día
Tasa de crecimiento.....	3.5 %
Periodo de vida útil	6 años

4.2.2.1 Estudios de cantera y fuentes de agua

4.2.2.1.1 Estudios de canteras

Con la finalidad de establecer los diversos materiales que han de ser usados para la conformación del espesor del afirmado y de la preparación del mismo. Se tuvo que realizar la búsqueda de canteras para análisis de laboratorio, de las

cuales se encontró que las probables áreas explotables (definidas sobre la base de poseer características geotécnicas adecuadas respecto al uso requerido, volúmenes disponibles, acceso, procedimientos de explotación y distancia de transporte) para cumplir con dicho fin, son las siguientes:

Cantera 01 Lugar Ampuccasa

Esta cantera está constituida por material existente en la zona denominado Ampuccasa, que se ubica a 2 Km. del proyecto, acceso a través de una carretera vía Los Libertadores Ayacucho-Lima.

Se trata de un depósito fluvial, constituido por un material que tiene las características necesarias para el uso de la carretera afirmada. Adjunto los cuadros de análisis de laboratorio en el anexo.

Respecto a sus usos y aplicaciones

El material afirmado base para poder utilizar debe ser zarandeado y mezclado (piedra, arena y ligante) de tal forma que cumpla con los requerimientos de gradación respectivos en concordancia con las especificaciones técnicas.

4.2.2.1.2 Fuentes de agua

Dentro del área de estudio encontramos dos fuentes de agua que cruzan gran parte del área de estudio, por medio de canales rústicos de tierra, que los pobladores han construido con fines de consumo e irrigación, ante la falta del líquido elemento.

Estos recursos son provenientes del río Cachi, limpios y libres de sustancias perjudiciales para los diferentes usos que se les quiera dar, por lo cual la explotación de este elemento se puede realizar con cierta facilidad.

4.2.2.1.3 Drenaje

Como ya se ha mencionado, dentro del área de estudio se tiene dos fuentes de agua, por lo cual es necesario tomar ciertas consideraciones desde el punto vista de drenaje superficial, a fin de que el afirmado proyectado tenga una vida útil adecuada, por ello se recomienda la construcción de cunetas, encauzando estos cursos de agua tomando todas las precauciones necesarias a fin de proyectar una adecuada infraestructura vial.

4.2.2.1.4 Consideraciones constructivas

- La estructura del afirmado convencional es una mezcla de materiales como piedra chancada, arena y arcilla-ligante. La estructura de suelos afirmados con aditivos químicos (cloruro de calcio y enzima Pz-22x) con el uso de material de cantera.
- El material de cantera a utilizar debe cumplir con las especificaciones técnicas de la norma vigente del MTC. (E-107/ASTMD-422) de acuerdo a los requisitos mínimos que recomienda el fabricante de los aditivos químicos.
- Tomar en consideración los indicadores del sistema IRI para la medición de niveles de servicio.

4.2.3 Clasificación de aditivos químicos

Existen varios tipos de aditivo químicos como son las sales, que vienen a ser los estabilizadores del suelo. En este caso específico se utiliza (cloruro de calcio, Ca C12).

4.2.4 Criterios para la selección de aditivos químicos

Dentro de los aditivos químicos que existe en el mercado nacional, se ha utilizado cloruro de calcio más enzima Pz-22x, estos dos componentes se han tomado para la preparación del suelo estabilizado para la superficie de rodadura o rasante.

Para los aditivos químicos deben analizarse básicamente dos características principales del suelo.

- Índice de plasticidad
- Porcentaje que pasa la malla N°200

4.2.5 N.T.P. Norma Técnica Peruana

Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013) R.D. N° 22-2013-M.T.C. (Edición marzo de 2014)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Sección 301 D suelos estabilizados con cloruro de calcio.

4.2.5.1 Las bondades de cloruro de calcio- delicuescencia

- El cloruro de calcio tiene la capacidad de absorber humedad del aire y disolverse en esta humedad para formar una solución líquida, absorbe agua en función a la temperatura y humedad relativa, por ejemplo, a 25°C (77°F), proceso que cesa cuando la presión de vapor de la atmósfera cuando la temperatura es menor a términos ya indicados, Además, el cloruro de calcio tiene la capacidad de retener la humedad absorbida por un tiempo prolongado, el cual depende de las condiciones climáticas prevalecientes. La cantidad de agua absorbida es proporcional a la superficie expuesta de la sal, a la humedad relativa del aire y a la concentración de (Ca_ C12) en solución.
- La presión del vapor de soluciones de cloruro de calcio es significativamente menor que la del agua a cualquier temperatura y humedad relativa, reduciendo la tasa de evaporación del agua.
- La carretera tratada con aditivo químico mantiene la pérdida de humedad y densidad por que las aleaciones atraen la humedad del medio ambiente.

4.2.5.2 Aplicaciones

- Generalmente se debe realizar 1 a 2 aplicaciones por sesión
- Aplicación inicial: a granel de 0.5 a 1.1 Kg/ m² (a 2 Lb/ Yd², típica aplicación de 0.9 Kg/ m² (1.7 Lb/Yd² con 77° de pureza.
- Líquido: 35 a 38 % residual, que va de 0.9 a 1.6 L/m² (0.20 a 0.35gr/ Yd² por lo tanto la aplicación típica es de 38 % de residual de concentración.
- Viene en tres presentaciones en granos y líquido, y la pureza en porcentaje %.

4.2.5.3 Impacto ambiental

- No afecta al medio ambiente natural, está comprobado y autorizado por los Ministerios de Medio Ambiente y de Transportes y Comunicaciones.
- Impacto en la calidad de agua: generalmente insignificante si en la zona existe entre áreas tratada de agua.

4.2.5.4 Aditivo en base a cloruros

El aditivo químico en base a cloruros contiene propiedades higroscópicas que aporta al suelo un estado de humedad y resistencia, ayuda a la compactación como un material ligante de las partículas del material afirmado y reduce la

fricción de las partículas finas entre ellas y el espaciamiento, que contribuyen a su mayor resistencia y la tensión superficial del suelo.

Los cloruros tienen otra propiedad de reducir la presión de vapor en su estructura interna, manteniendo con mayor humedad, que es uno de los factores que impide el deterioro a corto plazo la degradación de la superficie de rodadura de la carretera. El uso de estos aditivos ha demostrado resultados eficientes de atraer y mantener la humedad en el rango de 29 a 40 % y se relaciona con la temperatura del medio ambiente.

4.2.5.5 Cloruro de calcio

El cloruro se obtiene del derivado de procesos industriales de salmuera, también se obtiene de algunos pozos naturales, siendo la fuente más común de la elaboración de carbonato de sodio mediante procedimientos químicos. La solubilidad del cloruro de calcio es de 60 gr. aproximadamente, por cada 100 c.c. de agua destilada.

Se ha encontrado en una información bibliográfica las bondades del cloruro que aporta un incremento en los pesos volumétricos hasta en un 11% con la adición de 0.5 a 3% de cloruro de calcio, según el tipo de suelo. Existen informaciones que reportan disminuciones en el peso volumétrico con respecto a un suelo arcilloso que no contenga el cloruro de calcio.

El cloruro de calcio tiene la propiedad de absorber hasta 10 veces su propio peso cuando las condiciones de humedad son altas en el medio ambiente, lo que permite mantener dicha humedad durante el día de calor, evitando la formación de polvareda. Sin embargo, existen limitaciones para el empleo del cloruro de calcio, conociendo que aporta lo siguiente:

En el medio ambiente se tenga una humedad relativa superior al 30%.

Los minerales que pasan la malla N° 200 y que estos reaccionen favorablemente con el cloruro de calcio.

4.2.5.6 Especificación del producto

- Producto comercial en nuestro medio: QUIM KD 40, requerimientos especiales.
- Fabricante: Quimpac S.A.

- Especificación del fabricante: el cloruro de calcio es un compuesto de aditivo químico que permite darle al producto final el aspecto, equilibrio y calidad para cumplir eficazmente con las aplicaciones específicas en el uso.

4.2.5.7 Requerimientos mínimos

Los materiales que deben cumplir ciertos parámetros para añadir los aditivos químicos para el proceso constructivo.

Requerimientos mínimos para el aditivo de cloruro de calcio

Requerimiento	Resultado
% finos mayores al 18 %	22.44%
IP (entre 4 y 10%)	9.12 %
PH agua	7.03

Fuente: Especificaciones Técnicas Cloruro de Calcio - QUIMPAC S.A.

4.2.5.8 Enzima Pz- 22X

4.2.5.8.1. Aditivos en base a enzimas

Las enzimas son sustancias moleculares de proteínas derivados de las plantas y animales, que tiene la propiedad de acelerar las reacciones químicas, dicho de otra manera son células vivas biodegradables, funcionan agregando la molécula del sustrato. Luego, el enlace químico que mantiene unido el sustrato se debilita en el complejo activado del sustrato de la enzima y la molécula del sustrato se fragmenta en productos más pequeños.

4.2.5.8.2. Enzima Pz-22X

Es un producto químico que se utiliza para estabilizar los suelos plásticos-arcillosos, donde actúan como catalizadores, debido a que la estructura molecular contiene partes activas que aceleran el proceso de aglutinamiento de las arcillas, incrementa el proceso de humedad y provoca una reacción aglutinante, disminuyendo los vacíos sobre los materiales finos, formando finalmente un estrato resistente y permanente. Un suelo tratado con Pz-22X que cuente con la suficiente cantidad de partículas finas cohesivas, que no es afectado por los cambios de humedad, debido a que la acción de enzimas genera que se aglutinen y disminuye parte de la relación de vacíos,

4.2.5.8.3. Especificación del producto

- Producto comercial en nuestro medio: zymplex PZ-22x
- Fabricante: World Wide Enzymes Inc.
- Especificación del fabricante.

La enzima es un producto químico que tiene la propiedad de incrementar el proceso humectante del agua y aglutinante sobre los materiales plástico-arcillosos y disminuye la relación de vacíos.

4.2.6. Índice de rugosidad internacional (IRI)

4.2.6.1. Definición

Es un indicador estadístico de las fallas superficiales de un pavimento que representa la diferencia entre el perfil teórico y uno real en el momento de la medida. En este caso especial se relaciona al perfil de una carretera recién construida que tiene un IRI mayor a cero o sea en estado cero, cuando entra en servicio al paso de tránsito va elevando dicho valor, representando mayores irregularidades. Finalmente se determina mediante cálculos matemáticos.

4.2.6.2. Ventajas

Demuestra una confiabilidad en las técnicas o equipos de la frecuencia del muestreo. La precisión de los equipos es un tema amplio para la medición de la rugosidad.

La longitud mínima para los tramos de prueba se recomienda 320 m y puede ser calculado para cualquier longitud de una carretera.

4.2.7. Índice de la condición de la vía no pavimentada

Es un índice numérico que determina la condición de la vía no pavimentada, basada en una escala que varía de cero a cien. Indica la integridad de la vía y la condición de operatividad del servicio.

Se puede evaluar y determina a través de la medición de los defectos de la superficie de la vía.

El método más apropiado es la evaluación técnica en el campo, lo cual ha demostrado su eficacia para la determinación de las necesidades de mantenimiento de la infraestructura rural no pavimentada, la priorización

posterior de las alternativas que más ajusten a las limitaciones de orden económico.

Para calcular este índice se siguen los siguientes pasos:

- Calcular la densidad para cada tipo de defecto como: sección transversal, drenaje, ondulaciones, baches y surcos de rueda.
- $Densidad = Cantidad\ de\ defectos \times K \times 100 / \text{área de la unidad simple}$ - utilizando las curvas de deducción de valores, se buscan valores deducibles para cada tipo de defectos y el nivel de gravedad.

4.2.8. Los efectos de los aditivos en el disgregamiento de la superficie de rodadura

Los aditivos químicos se clasificarse en orgánicos e inorgánicos. Se debe tomar en cuenta para su elección, el índice de plasticidad y porcentaje que pasa la malla N°200. Su aplicación puede ser superficial (típicamente rociada) y la aplicación íntima (proceso de mezclado a pie de obra)

Los compuestos a base de cloruros tienen propiedades higroscópicas y deliquescentes dándole al suelo un estado de humedad y resistencia ayudando así a la compactación del suelo. Aumentan la tensión superficial lo que provoca una aparente cohesión dentro de la matriz del suelo aumentando así su resistencia y reduciendo la presión de vapor quedando el suelo con mayor humedad.

4.2.9. Diseño del experimento

El diseño del presente trabajo fue realizado de acuerdo a los siguientes parámetros:

- 1) Geometría de la carretera
- 2) Morfología
- 3) Tránsito vehicular

La longitud es de 5+000 Km, ancho promedio de 5 metros, el espesor mínimo del afirmado con aditivos químicos cloruro de calcio se debe considerar 20 cm.

La granulometría de los materiales de la cantera Ampuccasa fueron analizados en laboratorio con resultados que cumplen con las especificaciones establecidas. Asimismo, estos materiales cumplen con los siguientes

requisitos: Desgaste de los Ángeles, límite Líquido, el Índice de plasticidad, con CBR y con el equivalente de arena, los resultados están en el anexo.

4.2.10. Carreteras no pavimentadas

4.2.10.1. Definición

Es una carretera afirmada, y muchos de ellos son construidos sin tomar en cuenta las especificaciones técnicas de construcción de una carretera o sea de manera empírica, dicho de otra manera, que no cuenta la superficie de rodadura asfaltado o pavimentado.

4.2.10.1.2. Clasificación

Las carreteras no pavimentadas se clasifican en cuatro categorías:

- Carreteras de tierra, constituidas con suelos naturales, grava seleccionada y zarandeada la granulometría.
- Carreteras con grava, constituidas por una capa de material natural granular sin procesar que es seleccionado manualmente.
- Carreteras afirmadas, son aquellas superficies cuya capa de rodadura está constituida con material seleccionado de una cantera previo un análisis de laboratorio que cumple con los estándares de tamizado de granulometría.
- Carreteras con superficies estabilizadas con materiales de origen industrial.

4.2.10.1.3. Características

Los principales elementos que componen este tipo de carretera son:

La plataforma, sección mínima, talud, grado de compactación o proctor modificado al 100%, pendiente longitudinal y transversal mínimo de 2 %, bombeo con dos pendientes, obras de arte, cunetas, badenes y radio de curvatura etc.

- Tomar en consideración el manual del ministerio de transportes y comunicaciones para la construcción y mantenimiento periódico para la red vial departamental no pavimentada de las carreteras.

- Las obras de drenaje: construir con pendiente mínimo de 2% para que escurra el agua de las precipitaciones pluviales por la superficie para evitar el empozo miento y filtración hacia el interior de la superficie de rodadura.

4.2.11. Deterioro de carreteras sin pavimentar.

4.2.11.1. Descripción del mecanismo de deterioro.

Generalmente las carreteras no asfaltadas y pavimentadas se deterioran a corto plazo, debido a falta de mantenimiento, mala calidad de obra y la presencia de las precipitaciones pluviales, con el crecimiento de caudal de los ríos, huaycos deslizamiento de taludes generalmente sucede en toda la sierra, y la Amazonía peruana.

Otro factor que deteriora las carreteras son los vehículos de altos tonelajes que rompe la superficie de rodadura que no tiene la estructura adecuada de material afirmado y el grado de compactación al 100% del proctor modificado, dejando baches ondulaciones a desgastarse de manera progresiva.

Estos problemas estructurales y superficiales se presentan debido a la acción del tráfico y a las condiciones climáticas (lluvias, presencia de hielo, efecto del deshielo). El deterioro ocurre en varias etapas, desde un deterioro lento que no se percibe hasta un deterioro crítico donde se evidencia en una descomposición total del camino que involucra una nueva conformación o rehabilitación de la vía.

4.2.11.2. Defectos comunes en vías sin pavimentar

Defectos más comunes que se puede identificar son las siguientes:

- **Sección transversal.** En este caso la carretera estará propensa a sufrir deterioro por problemas de circulación y de drenaje, por lo que se debe diseñar y replantear una pendiente transversal mínima de 2 %, para que las aguas superficiales sean evacuadas de manera correcta.
- **Drenaje inadecuado.** Se caracteriza por la acumulación de agua superficial por falta de mantenimiento en las obras de arte, como cuneta, badén y canales de riego.

- **Ondulaciones.** Son las deformaciones que presentan en la superficie de rodadura, en intervalos. Su origen se debe a una serie de factores tales como: continuo tráfico de vehículos, pérdida de finos, deficiencias en la capacidad de soporte, pendiente inadecuada y mala calidad del afirmado.
- **Exceso de polvo.** Se origina por la pérdida de la fracción fina de la base. Produce incomodidad y que afecta la salud de las personas específicamente el sistema respiratorio.
- **Baches.** Son deformaciones por el desgaste de la superficie de rodadura por la mala calidad de los afirmados y la compactación adecuados. También son resultados de los altos tonelajes de los vehículos que tienden a romper la compactación de la superficie.
- **Surcos o ahuellamiento.** Son depresiones que ocurren longitudinalmente al eje del camino. Se originan generalmente con la presencia de la precipitación pluvial, donde ocurre la plasticidad de la superficie de rodadura.

4.2.12. Conservación vial

4.2.12.1. Definición

Es la conservación y mantenimiento permanente de las carreteras a lo largo y ancho de nuestro país, se puede señalar que son las carreteras reconocidas por el ministerio de transporte y comunicaciones y no así las carreteras afirmadas. Esta actividad generalmente consiste en la limpieza de las cunetas, badenes, deslizamiento de taludes, parchado de los asfaltos y la reposición de las señalizaciones.

4.2.12.1.2. Enfoque actual

Es garantizar que las carreteras nacionales y vecinales tengan una conservación en condiciones óptimas para la circulación vial durante toda época del año.

4.2.12.1.3. Importancia en la conservación vial

Es importante mantener en condiciones de transitabilidad porque permite:

- Garantizar un confort adecuado y seguridad al usuario.
- Ahorro en los costos de operación de vehículos.
- Disminuye el tiempo perdido en el viaje.

4.2.12.1.4. Ciclo de vida de un camino

El ciclo de vida de una carretera o camino se puede extender con la conservación y mantenimiento periódico y rutinario de manera sostenible. Con otros materiales de la tecnología actual por ejemplo con el uso de aditivos químicos tal como se plantea en el presente trabajo, con la finalidad de minimizar los costos.

Fase 1: Construcción

Toda obra nueva los primeros años está en condiciones óptimas de transitabilidad y a satisfacción de los usuarios de la vía.

Fase 2: Deterioro de poca importancia.

La carretera presenta un desgaste que no es significativo después de un tiempo de uso, durante esta fase el camino se encuentra en buen estado.

Fase 3: Deterioro acelerado

En esta fase la carretera presenta mayor desgaste en la superficie de rodadura y en los demás elementos de la carretera. Se evidencia el deterioro acelerado y cada vez resiste menos al tránsito vehicular. Los daños comienzan a hacerse puntuales debido a falta de mantenimiento periódico o rutinario. A falta de mantenimiento y a mayor tiempo se convierte intransitable.

▪ Fase 4: Deterioro Total

Es una de las etapas críticas por falta de una conservación de las carreteras, donde los conductores elevan sus costos de operación y mantenimiento, tienen dificultades para circular.

4.12.1.5. El mantenimiento vial y su relación con la rugosidad

Las vías generan gran incidencia en las condiciones de seguridad y comodidad, lo que afecta económicamente a los costos de operación y mantenimiento de los vehículos. Las irregularidades afectan la velocidad, el desgaste de las

llantas y el consumo de combustible por ende elevan el costo de desplazamiento de las personas afectando la precaria economía familiar

4.12.1.5.1. Comportamiento típico de la condición superficial en función del IRI

El factor fundamental que afectan la condición superficial (de manera sustancial es el tráfico de vehículos y las precipitaciones pluviales) ocasionando una disminución no lineal en la calidad superficial en función de la rugosidad lo cual se divide en tres etapas, la primera tiene un deterioro poco significativo en los primeros años; la segunda presenta desgaste más significativo y la tercera es la etapa de deterioro acelerado, en pocos años el nivel de servicio cae de forma importante, por esta razón llega a un costo significativo de mantenimiento periódico y rutinario de las carreteras o caminos y como límite llega a ser necesaria una reconstrucción total del mismo.

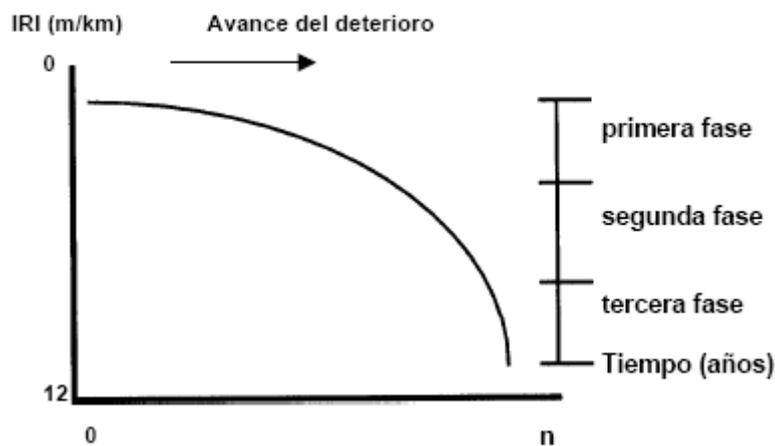


Figura 1. Avance del deterioro de un camino respecto al tiempo

4.12.1.5.2. Evaluación de las condiciones de una vía

Una evaluación de una vía se debe realizar recorriendo toda la longitud, evaluando desde la progresiva 0+000 hasta el final, condición actual de la superficie de rodadura, las cunetas, pontones, badenes y otras obras de arte, que está relacionado directamente con la calidad de construcción y los años de

uso, son los dos factores importantes en todas las vías. Finalmente se determina las fallas o defectos y el nivel de deterioro.

La evaluación cualitativa y/o cuantitativa de algunos factores puede exigir uso de equipos mecánicos. Estos factores pueden evaluarse de manera empírica mediante la observación, para esto se debe tener en cuenta la experiencia en el campo.

Estas observaciones pueden plasmarse en el índice de la condición de la vía no pavimentada (ICVNP), basado en una escala que va desde 0 hasta 100. Por consiguiente, se determina a través de la medición de los defectos de la superficie de rodadura de la vía.

4.12.1.5.3. Niveles de intervención

Son las actividades que se realizan en la vía con la finalidad de evitar el deterioro de la infraestructura de la carretera o camino, previo una evaluación minuciosa.

- **Carreteras de conservación rutinaria.** Actividades de carácter preventivo que se ejecutan para conservar la calzada en condiciones transitables, el sistema de drenaje, la señalización y obras de arte. Estas actividades se realizan durante todo el año para evitar el deterioro de la vía.
- **Carreteras de conservación periódico.** Acciones que se realizan para restablecer las características originales de la superficie de rodadura y las obras complementarias. Generalmente se realizan anualmente de acuerdo al estado actual de la evaluación y la prioridad en función de la demanda del tráfico.
- **Carreteras de conservación puntual.** Son trabajos aislados que corrigen un defecto funcional o estructural. De la misma forma, también sirve para eliminar un riesgo que se pueda prevenir.
- **Trabajos de emergencia.** Conjunto de actividades que se realizan en el acto para devolver la transitabilidad en una vía donde ha sido afectada por eventos naturales como huaycos, deslizamiento de taludes en grades volúmenes, colapso de un puente etc. Trabajos extraordinarios por fuerza mayor.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis e interpretación y discusión de resultado

Con la presente investigación se logra obtener un ahorro significativo de **30.78 %** a precios privados y **a 31.49 %** a precios sociales, realizando una comparación de costos de mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos en la carretera Socos-región-Ayacucho. Llegando a la conclusión que el factor determinante es el uso de aditivos químicos por sus bondades de estabilizar el suelo y la duración por un periodo de seis años, mientras el mantenimiento convencional tiende a deteriorarse prematuramente la superficie de rodadura. Existen ciertos parámetros a seguir si se desea lograr el objetivo.

5.2. Pruebas de hipótesis

Analizando los resultados luego de la elaboración del presente trabajo de investigación, se puede concluir que se obtuvo una concepción clara y útil acerca del uso de aditivos químicos cloruro de calcio en carreteras de mantenimiento periódico. En primer lugar se ha realizado el análisis de precios unitarios, mitrado y presupuesto para ver la diferencia de costos entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos; en segundo lugar el cuadro comparativo del valor actual de costos netos, donde resulta una inversión anual para el mantenimiento convencional periódico, mientras, usando aditivos

químicos en el mantenimiento periódico se realiza una inversión única para un periodo de seis años, también se ha realizado el análisis de laboratorio del afirmado, siendo su importancia de que cumpla sus componentes para tal fin.

También cumple con la normatividad y especificaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para su aplicación en carreteras afirmadas de mantenimiento periódico.

5.3. Presentación de resultados

La investigación del presente trabajo sirvió para lograr resultados positivos, sobre la comparación de mantenimiento convencional y usando aditivos químicos cloruro de calcio, logrando una rentabilidad económica recomendable tal como se puede apreciar en los cuadros y el resumen interpretativo del ahorro que se puede generar, en un tramo de longitud de 5 Km. de afirmado.

Resumen interpretativo de valor actual de los costos (VAC).

a) Para un particular, el realizar afirmado con aditivos químicos cloruro de calcio le genera un ahorro de..... **S/. 113,388.36**

En porcentaje de ahorro que genera..... **30.78 %**

b) Para el Estado, el realizar afirmado con aditivos químicos cloruro de calcio le genera un ahorro de..... **S/. 92, 572.00**

En porcentaje de ahorro que genera..... **31.49 %**

Resultados de laboratorio a través del ensayo de proctor modificado.

1. Relación humedad – densidad (ASTM D-1557-MTC. E 115-2000)

▪ Máxima densidad seca **2.00 Kg/cm³**

▪ Óptima cantidad de humedad **6.20 %**

2. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D- 422)

▪ Parámetros de granulometría por tamizado y límites de consistencia permisible

▪ Característica física, tamaño máximo nominal **2"**

3. Ensayo de consistencias físicas (ASTM D-4318- MTC.E 110-2000)

▪ Límite líquido de los suelos **33.05 %**

- Límite plástico..... **25.22 %**
 - Índice plástico..... **7.83 %**
4. Resistencia al desgaste por abrasión (ASTM C-131)
- El ensayo de resistencia por abrasión es de..... **5 %**
- Está dentro del límite permisible y cumple con las especificaciones técnicas.

LA LONGITUD DE LA CARRETERA ES 5 KMS							
LOS AHORROS DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR, SON LOS MISMOS. RAZÓN POR LO QUE NECESARIO DETERMINAR LOS BENEFICIOS POR AHORRO EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR, SÓLO HACER UN COMPARATIVO DE COSTOS.							
AFIRMADO CONVENCIONAL (A PRECIOS DE MERCADO)				AFIRMADO CONVENCIONAL (A PRECIOS SOCIALES)			
AÑO	INVERSIÓN	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO NETO	AÑO	INVERSIÓN	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO NETO
0	0.00		0.00	0	0.00		0.00
1		73,480.43	73,480.43	1		55,110.32	55,110.32
2		73,480.43	73,480.43	2		55,110.32	55,110.32
3		110,220.65	110,220.65	3		82,665.48	82,665.48
4		73,480.43	73,480.43	4		55,110.32	55,110.32
5		73,480.43	73,480.43	5		55,110.32	55,110.32
6		110,220.65	110,220.65	6		82,665.48	82,665.48
TD= 10%		VACN =	368,368.79	TSD= 8%		VACSN =	294,006.99

PARÁMETROS DE PROYECTOS DE TRANSPORTE (TERRESTRE, AEREO, FLUVIAL)

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA CONVERTIR PRECIOS PRIVADOS EN PRECIOS SOCIALES

Nombre del parámetro	Valor
Factor de corrección para la Inversión	0.79
Factor de corrección para los costos de Mantenimiento y Operación	0.75

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

A.S.T.M.: Sociedad americana para pruebas y materiales

OPERACIÓN REALIZADA POR LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE BENEFICIO Y COSTO QUE ESTABLECE EL MTC.

AFIRMADO CON ADITIVOS QUÍMICOS (A PRECIOS DE MERCADO)				AFIRMADO CON ADITIVOS QUÍMICOS (A PRECIOS SOCIALES)			
AÑO	INVERSIÓN	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO NETO	AÑO	INVERSIÓN	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO NETO
0	254,980.43		254,980.43	0	201,434.54		201,434.54
1		0.00	0.00	1		0.00	0.00
2		0.00	0.00	2		0.00	0.00
3		0.00	0.00	3		0.00	0.00
4		0.00	0.00	4		0.00	0.00
5		0.00	0.00	5		0.00	0.00
6		0.00	0.00	6		0.00	0.00
TD= 10%		VACN =	254,980.43	TSD= 8%		VACSN =	201,434.54

DETALLE	VAC AFIRMADO CONVENCIONAL	VAC AFIRMADO CON ADITIVOS	DIFERENCIA	INTERPRETACIÓN
A PRECIOS PRIVADOS	368,368.79	254,980.43	113,388.36	PARA UN PARTICULAR, EL REALIZAR AFIRMADO CON ADITIVOS LE GENERA UN AHORRO DE S/. 113,388.36
A PRECIOS SOCIALES	294,006.99	201,434.54	92,572.45	PARA EL ESTADO, EL REALIZAR AFIRMADO CON ADITIVOS LE GENERA UN AHORRO DE S/. 92,572.00

LEYENDA:

TD = TASA DE DESCUENTO

TSD = TASA SOCIAL DE DESCUENTO

VAC = VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS.

VACN = VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS NETOS.

VACSN = VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS SOCIALES NETOS.

Fuente: Elaboración propia

M.T.C.: Ministerio de transportes y comunicaciones

CONCLUSIONES

1. El uso del afirmado con aditivos químicos permite generar un ahorro de **S/. 113, 388,36** soles que representa un **30.78%** si la carretera es realizada por empresas particulares.
2. El uso del afirmado con aditivos químicos permite generar un ahorro de **S/. 92, 572,00** soles que representa un **31.49%** si la carretera es realizada por el Estado.
3. La duración del mantenimiento de la carretera con afirmado convencional es como máximo de un año, mientras que al usar aditivos químicos la duración se extiende a seis años.

RECOMENDACIONES

- Es importante emplear una selección más adecuada y minuciosa de los materiales de afirmado, acompañado de un estudio previo de laboratorio que permitirán que el uso de aditivos químicos en el mantenimiento de las carreteras afirmadas sea eficaz.
- Es recomendable el uso de aditivos químicos en el mantenimiento periódico de las carreteras en las diferentes comunidades, para de esta forma reducir significativamente los costos de mantenimientos, a diferencia de que se use materiales convencionales.
- Es fundamental seguir con la investigación del uso de otros aditivos químicos que puedan emplearse en otros tipos de carreteras y de esta forma sustituir al afirmado convencional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Addo J., Sanders T., Chenard M. (2004). Road Dust Suppression: Effect on Maintenance Stability, Safety and the Environment, 340. USA.
2. Bosco. (2005). Estabilización de Suelos, 144. Argentina.
3. Ballarin Z. (2006). Mejoramiento de caminos no pavimentados en el Departamento de Huánuco mediante la estabilización de suelos comparando el estabilizador orgánico Permazyme 22x, 45-96. Perú.
4. Bolander P., Yamada A. (1999). San Dimas Technology and Development Center. San Dimas California. USA.
5. Badillo J., Rodríguez R. Mecánica de Suelos Tomo I, 66. México.
6. Consorcio Andahuaylas. (2010). Informe Técnico de la situación inicial. Vol. 2, 89. Perú.
7. Fratelli, M. (1993). Fundaciones y Muros. Venezuela.
8. Geométrico. (2001), 78. Lima Perú.
9. Choque, H. (2012). Evaluación de aditivos químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodaduras en carreteras no pavimentadas, 39-40. Lima -Perú.
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Norma Especificaciones, 49. Lima-Perú.
11. Meléndez, J. (2003). Oficina Internacional del Trabajo. Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario con Microempresas, 145. Lima-Perú.
12. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Norma Peruana de Diseño. Lima-Perú.
13. Moncayo J. (2014). Manual de Pavimentos Folleto, 145. Venezuela.
14. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 126. Lima Perú.
15. Melanie, E. (2004). Road Suppression: Effect on Maitenance Stability, Safety and the Environment (Phases 1-3), 346. USA.
16. Rugosímetro M. (1999). X Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, 288. Sevilla – España.
17. Sayers M., Gillespie T., Quiroz C. The International Road Roughness Experiment. Paper technical number 45 World.

18. TX-55. Facultad de Ingeniería Civil. UNI, 220. Lima-Perú.
19. Universidad Nacional de Ingeniería. (1998). Manual de Pavimentos, 245. Lima Perú.

ANEXOS

ANEXO 1



Figura 2. Mapa de ubicación de zona de estudio. Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones de Ayacucho

Tabla 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “comparación de costos de mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos en la mejora de la carretera socos - Ayacucho”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>1. PROBLEMA GENERAL ¿De qué manera el mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos mejora en la carretera Socos - Ayacucho?</p> <p>2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cómo el mantenimiento con afirmado convencional mejora la carretera socos - Ayacucho?</p> <p>b) ¿De qué manera el mantenimiento con aditivos químicos mejora la carretera Socos - Ayacucho?</p> <p>c) ¿Cuál es la mejora en la reducción de costos de mantenimiento de la carretera Socos - Ayacucho?</p>	<p>1. OBJETIVO GENERAL Evaluar de qué manera el mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos mejora en la carretera Socos - Ayacucho.</p> <p>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Determinar cómo el mantenimiento con afirmado convencional mejora en la carretera socos - Ayacucho.</p> <p>b) Conocer de qué manera el mantenimiento con aditivos químicos mejora en la carretera Socos - Ayacucho.</p> <p>c) Evaluar cuál es la mejora en la reducción de costos de mantenimiento de la carretera Socos - Ayacucho.</p>	<p>1. HIPÓTESIS GENERAL El mantenimiento entre el afirmado convencional y usando aditivos químicos mejora positivamente en la carretera Socos - Ayacucho.</p> <p>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) El mantenimiento con afirmado convencional mejora significativamente en la carretera socos - Ayacucho.</p> <p>b) El mantenimiento con aditivos químicos mejora de manera significativa en la carretera Socos - Ayacucho.</p> <p>c) La reducción de costos de mantenimiento mejora positivamente en la carretera Socos - Ayacucho.</p>	<p>1. VARIABLE DEPENDIENTE La diferencia de costos tanto en el afirmado convencional como con el uso de aditivos en el afirmado de la carretera.</p> <p>2. VARIABLES INDEPENDIENTES: El afirmado convencional de la carretera y el afirmado de la carretera con el uso de aditivos químicos.</p>	<p>1. Espesor del afirmado, diseño de mezcla del afirmado y volumen de tránsito Inversión.</p> <p>2. Resultados</p> <p>a) Resultado de laboratorio.</p> <p>b) Valor actual de los costos significativo.</p> <p>c) Costo de operación y mantenimiento periódico.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativa.</p> <p>MÉTODO Trabajo de campo, laboratorio, gabinete y obtención de resultados.</p> <p>POBLACIÓN Tiene una población actual de 5952 habitantes según el último censo nacional, que serán beneficiarios con el presente trabajo.</p> <p>MUESTRA: No se ha tomado en consideración porque no vincula el tipo de investigación.</p>

TABLA 2

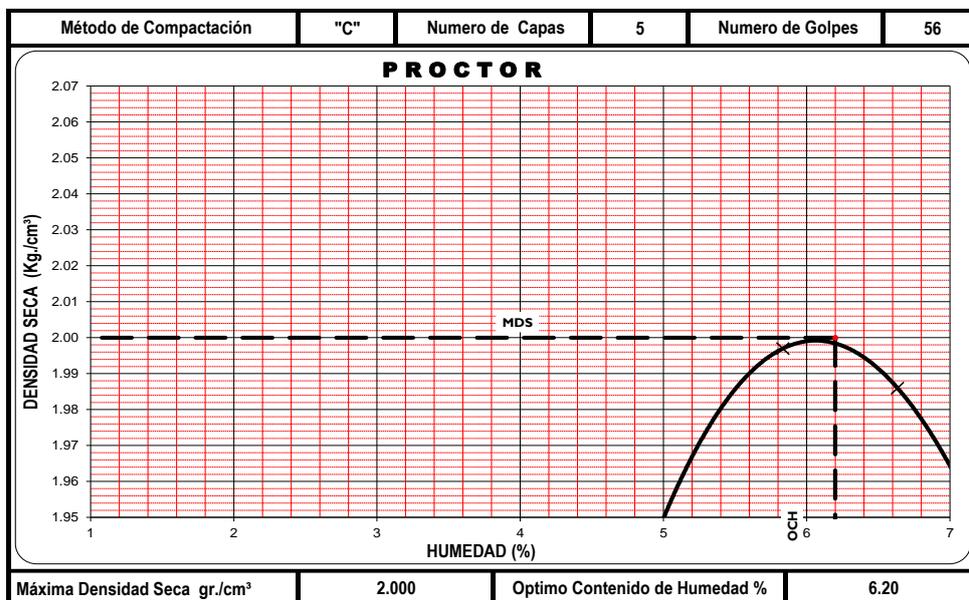
RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD

(ASTM D-1557, MTC E 115-2000)

Proyecto **AFIRMADO CON ADITIVOS REPARTICON PUCALOM SOCOS**Solicitante **JOSE CARLOS GALINDO GALINDO**Cantera **AMPUCCASA**Material **AFIRMADO**Fecha **JUNIO DE 2021**Lugar **AMPUCCASA - SOCOS**

DESCRIPCIÓN	NUMERO DE PUNTOS			
	01	02	03	04
Determinación N°	01	02	03	04
Peso Molde + Suelo Húmedo gr.	6,820	7,092	7,100	6,850
Peso Molde gr.	2,738	2,738	2,738	2,738
Peso Suelo Húmedo gr.	4,082	4,354	4,362	4,112
Volumen de Molde cm ³	2,059	2,059	2,059	2,059
N° Tarro	5	14	5	14
Peso Tarro + Suelo Húmedo gr.	72.45	84.17	92.00	91.42
Peso Tarro + Suelo Seco gr.	71.12	81.81	88.88	87.68
Peso de Agua gr.	1.33	2.36	3.12	3.74
Peso de Tarro gr.	41.85	41.36	41.85	41.36
Peso Suelo Seco gr.	29.27	40.45	47.03	46.32
% de Humedad %	4.54	5.83	6.63	8.07
Densidad Suelo Húmedo gr./cm ³ .	1.98	2.11	2.12	2.00
Densidad Seca gr./cm ³ .	1.896	1.997	1.986	1.848



OBSERVACIONES :

Fuente: Elaboración propia

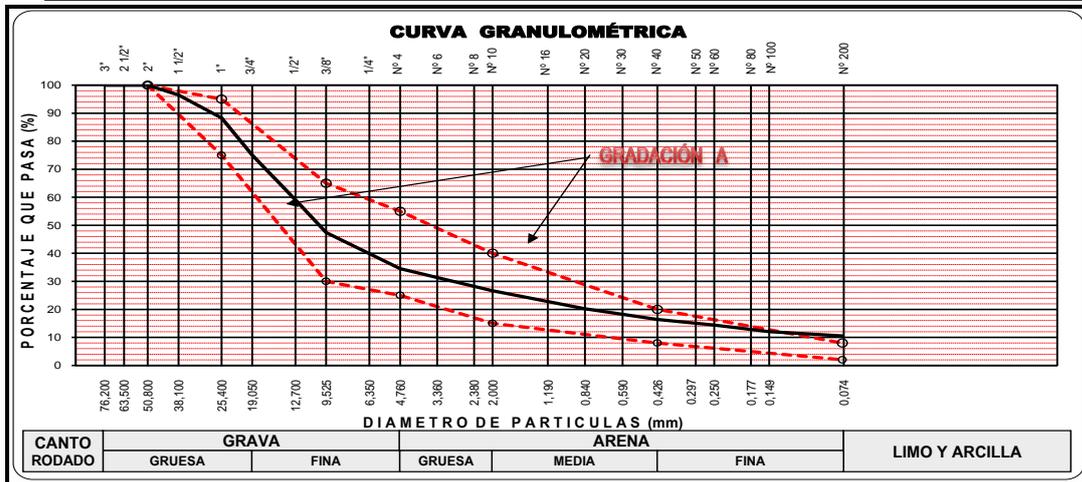
Tabla 3.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D 422)

Proyecto **AFIRMADO CON ADITIVOS REPARTICION PUCALOMA SOCOS**
 Solicitante **JOSE CARLOS GALINDO GALINDO** Departamento: **AYACUCHO**
 Cantera **CANTERA AMPUCCASA** Provincia: **HUAMANGA**
 Material **ESTRATO 02** Distrito: **SOCOS**
 Fecha: **Junio del 2021** Lugar: **AMPUCCASA**

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO Retenido (gr.)	% RETENIDO Parcial	% RETENIDO Acumulado	% QUE Pasa	HUSO GRADACIÓN B	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	76.200	-	-	-	100.00		PESOS DE LA MUESTRA ENSAYADA
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00		Peso seco inicial 2066.00
2"	50.800	-	-	-	100.00	100 - 100	Peso seco lavado 1851.40
1 1/2"	38.100	71.68	3.47	3.47	96.53	75 - 95	Pérdida por lavado 214.60
1"	25.400	170.45	8.25	11.72	88.28		PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA
3/4"	19.050	274.16	13.27	24.99	75.01		% Grava 65.5
1/2"	12.700	330.76	16.01	41.01	58.99		% Grava gruesa 3.5
3/8"	9.525	239.22	11.58	52.59	47.41	30 - 65	% Grava fina 62.0
1/4"	6.350	-	-	52.59	47.41		% Arena 24.0
Nº 4	4.760	266.51	12.90	65.49	34.51	25 - 55	% Arena gruesa 7.8
Nº 6	3.360	74.47	3.61	69.09	30.91		% Arena media 10.2
Nº 8	2.380	64.53	3.12	72.22	27.78		% Arena fina 5.9
Nº 10	2.000	23.08	1.12	73.34	26.66	15 - 40	% de Finos 10.5
Nº 16	1.190	90.15	4.36	77.70	22.30		CLASIFICACIÓN DE SUELOS
Nº 20	0.840	42.88	2.08	79.78	20.22		Clasificación SUCS GP-GM
Nº 30	0.590	47.09	2.28	82.06	17.94		Nombre de Grupo
Nº 40	0.426	31.15	1.51	83.56	16.44	8 - 20	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARCILLA
Nº 50	0.297	24.31	1.18	84.74	15.26		ARCILLA
Nº 60	0.250	18.22	0.88	85.62	14.38		ENSAYOS ESTÁNDAR
Nº 80	0.177	15.61	0.76	86.38	13.62		LIMITES DE CONSISTENCIA
Nº 100	0.149	32.15	1.56	87.93	12.07		Límite Líquido 33.05
Nº 200	0.075	32.02	1.55	89.48	10.52	2 - 8	Límite Plástico 25.22
Fondo		2.62	0.13	89.61			Índice de Plasticidad 7.83
Lavado		214.6	10.39	100.00			CARACTERÍSTICAS FÍSICA
TOTAL		2065.7	100.0				Tamaño Máximo Nominal 2"



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.

ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

(ASTM D-4318, MTC E 111, MTC E 110)

Proyecto AFIRMADO CON ADITIVOS REPARTICION PUCALOMA SOCOS

Solicitante JOSE CARLOS GALINDO GALINDO

Departamento : AYACUCHO

Cantera CANTERA AMPUCCASA

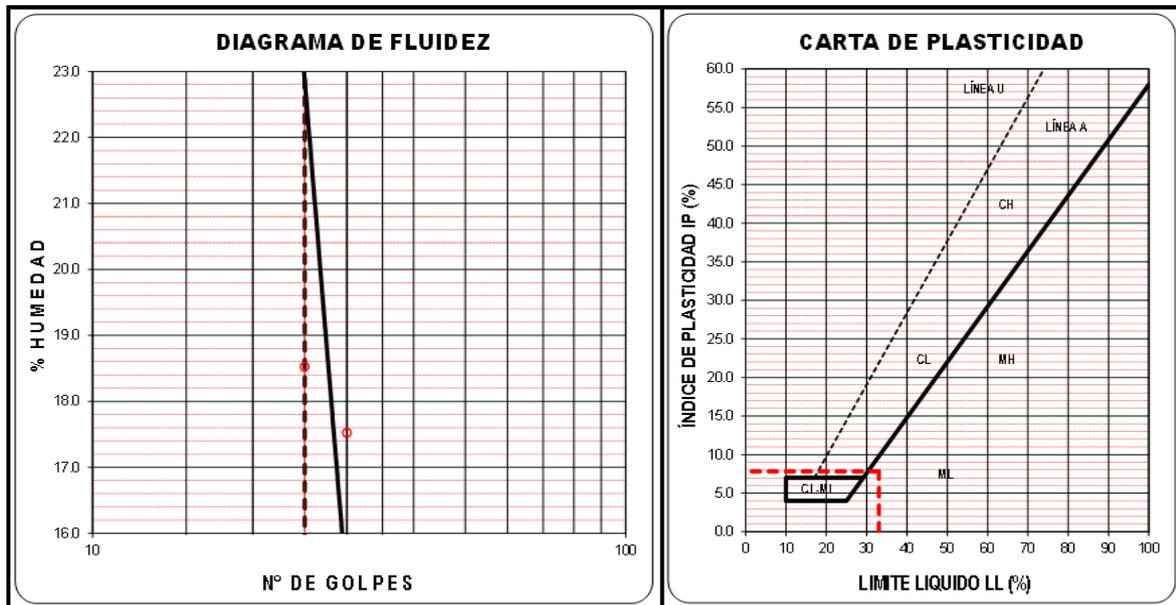
Provincia : HUAMANGA

Material ESTRATO 02

Distrito SOCOS

Lugar AMPUCCASA

DESCRIPCIÓN		LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LIQUIDO		
		1	2	1	2	3
Ensayo N°	(N°)	1	2	1	2	3
Capsula N°	(N°)	8	20	5	17	4
Peso Capsula + Suelo Húmedo	(gr.)	11.90	11.48	88.84	82.35	85.80
Peso Capsula + Suelo Seco	(gr.)	11.37	11.08	77.36	72.51	75.11
Peso Agua	(gr.)	0.53	0.40	11.48	9.84	10.69
Peso de la Capsula	(gr.)	9.60	9.40	43.90	42.34	42.15
Peso Suelo Seco	(gr.)	1.77	1.68	33.46	30.17	32.96
Contenido de Humedad	(%)	29.94	23.81	34.31	18.52	17.52
Número de Golpes				20	25	30

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Limite Liquido (%)	33.05	Limite Plástico (%)	25.22	Índice Plástico (%)	7.83
--------------------	-------	---------------------	-------	---------------------	------

OBSERVACIONES :

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C-131

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION ASTM C - 131		
(MAQUINA DE LOS ANGELES)		
Proyecto:	Afirmado con aditivo Repartición Ampuccasa – Socos-Pucaloma	
Lugar:	Ampuccasa	
Estructura:	Afirmado	
Investigador:	José Carlos Galindo	
Ensayo:	Galindo	
	Agregado Grueso	
Pasa el Tamiz	Retenido en el Tamiz	Peso Retenido
2"	1 1/2"	
1 1/2"	1"	187
1"	3/4"	1795
3/4"	1/2"	495.16
1/2"	3/8"	1839
3/8"	1/4"	477
Platillo		2181.84

Porcentaje de Desgaste

1 tipo de gradación	: Gradación A (500Rev, 12 esferas)
2 Peso de la Muestra al Comenzar (gr)	: 6975
3 Peso del material retenido en tamiz N° 12 (gr)	: 3416
4 peso del material que pasa el tamiz N° 12 (gr)	: 3559
5 % de desgaste	: 51.03

Observación: El ensayo de resistencia por desgaste por abrasión arroja un resultado que se encuentra dentro de lo permisible.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Presupuesto con aditivos químicos

PRESUPUESTO CON ADITIVO QUIMICO					
Presupuesto	0201003 COMPARACION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE EL AFIRMADO CONVENCIONAL Y USANDO ADITIVOS QUIMICOS EN LA CARRETERA SOCOS, REGION AYACUCHO				
Cliente	S10 S.A.C.	Costo al	28/01/2019		
Lugar	AYACUCHO - HUAMANGA - SOCOS				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	AFIRMADO CON ADITIVO				57,235.35
01.01	TRAZO Y REPLANTEO	km	5.00	317.12	1,585.60
01.02	PREPARACION DE MATERIAL DE CANTERA	m3	2,850.00	4.96	14,148.77
01.03	CARGUIO DE MATERIAL SELECCIONADO DE CANTERA	m3	2,850.00	2.67	7,623.20
01.04	TRANSPORTE DE MATERIAL SELECCIONADO	m3	2,850.00	7.71	21,961.89
01.05	REPOSICION DE AFIRMADO	m3	2,000.00	89.63	179,267.97
01.06	RECONFORMACION DE LA PLATAFORMA	m2	3,600.00	1.74	6,262.96
01.07	CURADO DE MATERIAL	m2	25,000.00	0.04	950.00
	Costo Directo				231,800.39
	Gastos Generales (10 %)				23,180.04
	Total Presupuesto				254,980.43
SON : DOCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y 43/100 SOLES					

01.06		RECONFORMACION DE LA PLATAFORMA						
m2/DIA	3,220.0000	EQ.	3,220.0000	Costo unitario directo por : m2		1.74		
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
CAPATAZ		hh	1.0000	0.0025	24.10	0.06		
PEON		hh	4.0000	0.0099	15.82	0.16		
						0.22		
	Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		5%	0.22	0.01		
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSA		hm	0.9500	0.0024	190.00	0.46		
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	0.9500	0.0024	250.00	0.60		
CAMION CISTERNA DE AGUA 4 X 2, POTENCI/		hm	0.9500	0.0024	190.00	0.46		
						1.52		
01.07		CURADO DE MATERIAL						
m2/DIA	13,281.0000	EQ.	13,281.0000	Costo unitario directo por : m2		0.04		
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Equipos							
CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	0.2500	0.0002	190.00	0.04		
						0.04		

Tabla 8. Presupuesto sin aditivos químicos**Presupuesto sin aditivo químico**

0201003 COMPARACION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE EL AFIRMADO CONVENCIONAL Y
USANDO ADITIVOS QUIMICOS EN LA CARRETERA SOCOS, REGION AYACUCHO

S10 S.A.C.

Costo al 28/01/2019

AYACUCHO - HUAMANGA - SOCOS

Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
AFIRMADO SIN ADITIVO				57,235.35
TRAZO Y REPLANTEO	km	5.00	317.12	1,585.60
PREPARACION DE MATERIAL DE CANTERA	m3	2,850.00	4.96	14,148.77
CARGUIO DE MATERIAL SELECCIONADO DE CANTERA	m3	2,850.00	2.67	7,623.20
TRANSPORTE DE MATERIAL SELECCIONADO	m3	2,850.00	7.71	21,961.89
REPOSICION DE AFIRMADO	m3	2,000.00	7.13	14,267.97
RECONFORMACION DE LA PLATAFORMA	m2	3,600.00	1.74	6,262.96
CURADO DE MATERIAL	m2	25,000.00	0.04	950.00
Costo Directo				66,800.39
Gastos Generales (10 %)				6,680.04
Total Presupuesto				73,480.43

SON : SETENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y 43/100 SOLES

01.04							TRANSPORTE DE MATERIAL SELECCIONADO								
m3/DIA	263.4000		EQ.	263.4000	Costo unitario directo por : m3	7.71									
Descripción Recurso				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.							
Mano de Obra															
PEON				hh	1.0000	0.0304	15.82	0.48							
								0.48							
Equipos															
VOLQUETE 6 x4 , POTENCI DE 420 HP Y CAPA				hm	0.9500	0.0289	250.00	7.23							
								7.23							
01.05							REPOSICION DE AFIRMADO								
m3/DIA	800.0000		EQ.	800.0000	Costo unitario directo por : m3	7.13									
Descripción Recurso				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.							
Mano de Obra															
CAPATAZ				hh	1.0000	0.0100	24.10	0.24							
OFICIAL				hh	1.0000	0.0100	17.55	0.18							
PEON				hh	6.0000	0.0600	15.82	0.95							
								1.37							
Equipos															
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		5%	1.37	0.07							
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSA				hm	0.9500	0.0095	160.00	1.52							
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP				hm	0.9500	0.0095	250.00	2.38							
CAMION CISTERNA DE AGUA 4 X 2, POTENCI				hm	0.9500	0.0095	190.00	1.81							
								5.77							
01.06							RECONFORMACION DE LA PLATAFORMA								
m2/DIA	3,220.0000		EQ.	3,220.0000	Costo unitario directo por : m2	1.74									
Descripción Recurso				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.							
Mano de Obra															
CAPATAZ				hh	1.0000	0.0025	24.10	0.06							
PEON				hh	4.0000	0.0099	15.82	0.16							
								0.22							
Equipos															
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		5%	0.22	0.01							
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSA				hm	0.9500	0.0024	190.00	0.46							
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP				hm	0.9500	0.0024	250.00	0.60							
CAMION CISTERNA DE AGUA 4 X 2, POTENCI				hm	0.9500	0.0024	190.00	0.46							
								1.52							
01.07							CURADO DE MATERIAL								
m2/DIA	13,281.0000		EQ.	13,281.0000	Costo unitario directo por : m2	0.04									
Descripción Recurso				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.							
Equipos															
CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)				hm	0.2500	0.0002	190.00	0.04							
								0.04							

Tabla 10. Conteo de tráfico diario 1

CONTEO DE TRÁFICO DIARIO

INSTITUCIÓN : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

SECTOR DE MANTENIMIENTO : CARRETERA AMPUCCASA - SOCOS - PUCALOMA REGIÓN, AYACUCHO

UBICACIÓN : AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: SOCOS

ESTACIÓN : DV. AMPUCCASA

SENTIDO : Ida y Vuelta

FECHA DE CONTEO : 04 de Diciembre de 2018

INVESTIGADOR : JOSÉ CARLOS GALINDO GALINDO

HORA	TRANSPORTE LIGERO				Transporte de carga	
	AUTOS Y PICK UP	MICROS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 EJES	CAMIONES 3 EJES
	 					
00 - 01						
01 - 02						
02 - 03						
03 - 04						
04 - 05						
05 - 06						
06 - 07						
07 - 08						
08 - 09						
09 - 10						
10 - 11						
11 - 12						
12 - 13						
13 - 14						
14 - 15						
15 - 16						
16 - 17						
17 - 18						
18 - 19						
19 - 20						
20 - 21						
21 - 22						
22 - 23						
23 - 24						
TOTAL	15	7			6	

Observaciones:

Fecha de Conteo : 03 de Diciembre al 09 de Diciembre de 2018

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Cuento de tráfico diario 2

CONTEO DE TRÁFICO DIARIO

INSTITUCIÓN : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

SECTOR DE MANTENIMIENTO : CARRETERA AMPUCCASA- SOCOS- PUCALOMA REGIÓN, AYACUCHO

UBICACIÓN : AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: SOCOS

ESTACIÓN : DV. AMPUCCASA

SENTIDO : Ida y Vuelta

FECHA DE CONTEO : 05 de Diciembre de 2018

INVESTIGADOR : JOSÉ CARLOS GALINDO GALINDO

HORA	TRANSPORTE LIGERO		MICROS	MICROS	BUSES	Transporte de carga	
	AUTOS Y PICK UP					CAMIONES	CAMIONES
			2 EJES	3 EJES			
							
00 - 01							
01 - 02							
02 - 03							
03 - 04							
04 - 05							
05 - 06							
06 - 07							
07 - 08							
08 - 09							
09 - 10							
10 - 11							
11 - 12							
12 - 13							
13 - 14							
14 - 15							
15 - 16							
16 - 17							
17 - 18							
18 - 19							
19 - 20							
20 - 21							
21 - 22							
22 - 23							
23 - 24							
TOTAL		14	7			6	

Observaciones:

Fecha de Cuento : 03 de Diciembre de 2018 al 09 de Diciembre de 2018

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Conteo de tráfico diario 3

CONTEO DE TRÁFICO DIARIO

INSTITUCIÓN : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

SECTOR DE MANTENIMIENTO : CARRETERA AMPUCCASA - SOCOS- PUCALOMA REGIÓN, AYACUCHO

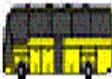
UBICACIÓN : AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: SOCOS

ESTACIÓN : DV. AMPUCCASA

SENTIDO : Ida y Vuelta

FECHA DE CONTEO : 06 de Diciembre de 2018

INVESTIGADOR : JOSÉ CARLOS GALINDO GALINDO

HORA	TRANSPORTE LIGERO		MICROS	MICROS	BUSES	Transporte de carga	
	AUTOS Y PICK UP					CAMIONES	CAMIONES
						2 EJES 	3 EJES 
00 - 01							
01 - 02							
02 - 03							
03 - 04							
04 - 05							
05 - 06							
06 - 07							
07 - 08							
08 - 09							
09 - 10							
10 - 11							
11 - 12							
12 - 13							
13 - 14							
14 - 15							
15 - 16							
16 - 17							
17 - 18							
18 - 19							
19 - 20							
20 - 21							
21 - 22							
22 - 23							
23 - 24							
TOTAL		12	6			4	

Observaciones:

Fecha de Conteo : 03 de Diciembre de 2018 al 09 de Diciembre de 2018

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Conteo de tráfico diario 4

CONTEO DE TRÁFICO DIARIOINSTITUCIÓN : **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.**

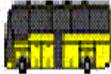
SECTOR DE MANTENIMIENTO : IÓ, : CARRETERA AMPUCCASA- SOCOS -PUCALOMA REGIÓN, AYACUCHO

UBICACIÓN : AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: SOCOS
ESTACIÓN : DV. AMPUCCASA

SENTIDO : Ida y Vuelta

FECHA DE CONTEO : **07 de Diciembre de 2018**

INVESTIGADOR : JOSÉ CARLOS GALINDO GALINDO

HORA	TRANSPORTE LIGERO				Transporte de carga	
	AUTOS Y PICK UP	MICROS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 EJES	CAMIONES 3 EJES
	 					
00 - 01						
01 - 02						
02 - 03						
03 - 04						
04 - 05						
05 - 06						
06 - 07						
07 - 08						
08 - 09						
09 - 10						
10 - 11						
11 - 12						
12 - 13						
13 - 14						
14 - 15						
15 - 16						
16 - 17						
17 - 18						
18 - 19						
19 - 20						
20 - 21						
21 - 22						
22 - 23						
23 - 24						
TOTAL	10	10			5	

Observaciones:

Fecha de Conteo : 03 de Diciembre de 2018 al 09 de Diciembre de 2018

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Conteo de tráfico diario 5

CONTEO DE TRÁFICO DIARIO

INSTITUCIÓN : MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIÓN.

SECTOR DE MANTENIMIENTO : CARRETERA AMPUCCASA - SOCOS - PUCALOMA REGIÓN, AYACUCHO

UBICACIÓN : AYACUCHO Provincia: HUAMNAGA Distrito: SOCOS

ESTACIÓN : DV. AMPUCCASA

SENTIDO : Ida y Vuelta

FECHA DE CONTEO : 08 de Diciembre de 2018

INVESTIGADOR : JOSÉ CARLOS GALINDO GALINDO

HORA	TRANSPORTE LIGERO				Transporte de carga	
	AUTOS Y PICK UP	MICROS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 EJES	CAMIONES 3 EJES
	 					
00 - 01						
01 - 02						
02 - 03						
03 - 04						
04 - 05						
05 - 06						
06 - 07						
07 - 08						
08 - 09						
09 - 10						
10 - 11						
11 - 12						
12 - 13						
13 - 14						
14 - 15						
15 - 16						
16 - 17						
17 - 18						
18 - 19						
19 - 20						
20 - 21						
21 - 22						
22 - 23						
23 - 24						
TOTAL	21	10			5	

Observaciones:

Fecha de Conteo: 03 de Diciembre de 2018 al 09 de Diciembre de 2018

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Conteo de tráfico diario 6

CONTEO DE TRÁFICO DIARIO

INSTITUCIÓN : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES AYACUCHO
 SECTOR DE MANTENIMIENTO : CARRETERA AMPUCCASA - SOCOS- PUCALOMA AYACUCHO
 UBICACIÓN : AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: SOCOS
 ESTACIÓN : DV. AMPUCCASA
 SENTIDO : Ida y Vuelta
 FECHA DE CONTEO : 09 de Diciembre de 2018
 INVESTIGADOR : JOSÉ CARLOS GALINDO GALINDO

HORA	TRANSPORTE LIGERO				Transporte de carga	
	AUTOS Y PICK UP	MICROS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 EJES	CAMIONES 3 EJES
	 					
00 - 01						
01 - 02						
02 - 03						
03 - 04						
04 - 05						
05 - 06						
06 - 07						
07 - 08						
08 - 09						
09 - 10						
10 - 11						
11 - 12						
12 - 13						
13 - 14						
14 - 15						
15 - 16						
16 - 17						
17 - 18						
18 - 19						
19 - 20						
20 - 21						
21 - 22						
22 - 23						
23 - 24						
TOTAL	10	5			4	

Observaciones:

Fecha de Conteo : 03 de Diciembre de 2018 al 09 de Diciembre de 2018

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Resumen semanal del conteo tráfico diario

RESUMEN SEMANAL DEL CONTEO DE TRÁFICO DIARIO

INSTITUCIÓN : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES AYACUCHO

SECTOR DE MANTENIMIENTO RUTINARIO : CARRETERA AMPUCCASA -SOCOS -PUCALOMA REGIÓN, AYACUCHO

UBICACIÓN: Departamento: AYACUCHO Provincia: HUAMNAGA Distrito: SOCOSESTACIÓN: DV. AMPUCCASAMES DE REGISTRO : Diciembre de 2018SENTIDO: Ida y Vuelta

DÍAS	Transporte Ligero		Transporte Urbano			Transporte de carga	
	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 EJES	CAMIONES 3 EJES
	1		1.5		2	2	2.5
							
LUNES	16		8			6	
MARTES	15		7			6	
MIÉRCOLES	14		7			6	
JUEVES	12		6			4	
VIERNES	10		10			5	
SÁBADO	21		10			5	
DOMINGO	10		5			4	
SUB TOTAL	98		53	0	0	36	
SUMATORIA :	98		53		0	36	0
TOTAL : (veh. Mix. 1 sem)	98		79.5		0	72	0

IMD	36.00
-----	-------

PERIODO DEL CONTEO: 07 DÍAS Y 24 HORAS DIARIAS

Observaciones:

98 x 1 = 98 vehic	Transporte ligero
53 x 1.5 = 79.5 vehículos	Combis - Micros
36 x 2 = 72 vehic	Camiones de 2 ejes
Total de vehículos = 249.5	
IMD = 249.5 % 7 días = 36	

Fuente: Elaboración propia

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 01: Ubicación de la zona de estudio y la presencia del investigador



Foto 02: Km 0+000 Ampucasa-Socos-Pucaloma Km 5+000

PROCESO DE PREPARACIÓN DEL MATERIAL AFIRMADO



Foto 03: Lugar Ampuccasa zona de la cantera del afirmado



Foto 04: Vista del Proceso de Zarandeo del material afirmado



Foto 05: Vista del proceso de carguío al volquete



Foto 06: Batido y tendido del material afirmado ya preparado.



Foto 07: Proceso de preparación del cloruro de calcio en la cisterna



Foto 08: Proceso de regado con aditivo químico de cloruro de calcio



Foto 09: Ciclo de compactación a nivel de rasante, con rodillo liso de 12 toneladas



Foto 10: Vista del acabado final a nivel de rasante