



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

TESIS

**Aplicación de Slurry Seal para la Conservación de la Carretera Abancay
– Sañayca, 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

ANGEL YONATAN CALIZAYA ARIAS (ID 0000-0002-3203-8033)

WILFREDO SOTO PALOMINO (ID 0000-0001-5926-8077)

ASESOR:

Mg: CLAUDIA ROSALIA VILLON PRIETO (ID 0000-0003-3787-2120)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

APURIMAC – PERÚ

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en las personas que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
I.2. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	3
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	3
I.3. JUSTIFICACIÓN	3
I.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	5
I.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	5
1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA	5
2 MARCO TEÓRICO	6
2.5 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	6
2.3 ANTECEDENTES LOCALES	12
2.4 BASES TEÓRICAS	13
3 METODOLOGÍA	26
3.2 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	26
3.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
3.2.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	26
3.3 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	27
3.4 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	28
3.4.1 POBLACIÓN	28
3.4.2 MUESTRA	28
3.4.3 MUESTREO	29
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.5.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.5.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.6 PROCEDIMIENTOS	30
3.7 ASPECTOS ÉTICOS	30
4 RESULTADOS	32

4.2	CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO	32
4.3	CARACTERIZACIÓN DE LA EMULSIÓN	35
4.4	ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA	37
4.5	ENSAYO DE COHESIÓN EN HÚMEDO	38
4.6	ENSAYOS DE SLURRY SEAL	41
4.7	ENSAYO DE PÉRDIDA DE ABRASIÓN EN HÚMEDO, 1 HORA INMERSIÓN, WTAT (G/M ²)	42
4.8	ENSAYO DE EXCESO DE ASFALTO POR ADHESIÓN DE ARENA, LWT (G/M ²)	44
4.9	DISEÑO FINAL DEL SLURRY SEAL TIPO II DE APERTURA RÁPIDA PARA LA VIAL ABANCAY – SAÑAYCA.	47
5	DISCUSIÓN	49
6	CONCLUSIONES	54
7	RECOMENDACIONES	56
	REFERENCIAS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ritmo de aplicación promedio	23
Tabla 2. Operacionalización de las variables	26
Tabla 3. Estudio granulométrico del agregado para el tratamiento con Slurry Seal de la carretera Abancay- Sañayca	29
Tabla 4. Caracterización de Slurry Seal (EMULTEC CSS-1HP) para el tratamiento de la carretera Abancay- Sañayca	31
Tabla 5. Resumen de la caracterización de Slurry Seal (EMULTEC CSS-1HP)	32
Tabla 6. Caracterización del agua para el tratamiento de la carretera Abancay- Sañayca	32
Tabla 7. Ensayo Equivalente de arena para el mejoramiento de la carretera Abancay- Sañayca	33
Tabla 8. Ensayo de Cohesión en húmedo para el mejoramiento de la carretera Abancay- Sañayca	33
Tabla 9. Análisis de varianza de la Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay- Sañayca	35
Tabla 10. Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de la Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay- Sañayca	35
Tabla 11. Lista de ensayos que se ha realizado para el Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay Sañayca	36
Tabla 12. Composición del mortero asfáltico usada para el mejoramiento de la carretera Abancay Sañayca	36
Tabla 13. Resultados del Ensayo de Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora de inmersión, WTAT (g/m ²)	37
Tabla 14. Análisis de varianza de la Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora de inmersión, WTAT (g/m ²)	38
Tabla 15. Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de la Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora de inmersión, WTAT (g/m ²)	38

Tabla 16. Resultado del Ensayo de Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m ²)	39
Tabla 17. Análisis de varianza de los promedios del Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m ²)	40
Tabla 18. Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad del Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m ²)	41
Tabla 19. Datos para el Diseño final del Slurry Seal tipo II de apertura rápida para la vial Abancay - Sañayca	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Capas genéricas de un pavimento	15
Figura 2. Proceso de obtención del asfalto	19
Figura 3. Curva granulométrica del agregado para el tratamiento con Slurry Seal de la carretera Abancay-Sañayca.	30
Figura 4. Ubicación de la cantera desde donde se ha extraído las muestras de agregado	31
Figura 5. Curva de Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay-Sañayca	34
Figura 6. Comparación gráfica de los promedios de la Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora inmersión, WTAT (g/m^2)	37
Figura 7. Comparación gráfica del promedio de Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m^2)	39
Figura 8. Determinación gráfica de la Emulsión asfáltica óptima de tipo II de apertura rápida para la vial Abancay - Sañayca	42

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo analizar el tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay – Sañayca, se estableció como tipo de investigación de acuerdo al propósito aplicada, diseño experimental y la población se contempló la carretera Abancay – Sañayca, específicamente en el km 100+960.

Se evidenció al aplicar Slurry Seal mejora el tratamiento superficial de la carretera Abancay – Sañayca donde se obtuvo el porcentaje óptimo de emulsión de Slurry Seal que se debe utilizar para el mejoramiento de la carretera y permite una significancia en el mejoramiento de los indicadores de adhesión, para ello se utilizó los promedios de los diferentes tratamientos (T1=11.7%, T2=13.7%, T3=15.7% y T4=17.7%) cada una con cuatro repeticiones. Por otro lado, las características de Slurry Seal de la marca EMULTEC CSS-1HP para el tratamiento de la carretera se ha realizado con cuatro repeticiones para una mayor exactitud de su análisis, en ella se muestra el Residuo asfáltico que por norma ASTM D 244 está permitido como Mínimo 60% y se ha hallado un 61.83% de residuo asfáltico, también se ha realizado el ensayo de Penetración (25°C,100g,5s) para la cual la norma ASTM D 5 permite entre 85 mm hasta 100 mm y se ha encontrado que para este estudio un 95.38 mm por lo tanto permitido por la norma y finalmente se ha realizado el análisis de varianza de la Cohesión en húmedo del Slurry Seal se muestra que el p-valor ($Pr(>F)$) es cercano a cero por lo tanto existe una diferencia significativa entre los promedios de cohesión entre los distintos tratamientos, es decir al menos uno de los tratamientos tienen su cohesión significativa al 99.9% de confiabilidad.

Palabras clave: Calidad del agregado, Slurry Seal y conservación de carretera.

ABSTRACT

The present thesis aimed to analyze the surface treatment using Slurry Seal for the improvement of the Abancay - Sañayca highway, it was established as a type of research according to the applied purpose, experimental design and the population contemplated the Abancay - Sañayca highway, specifically in the km 100 + 960.

It was evidenced by applying Slurry Seal to improve the surface treatment of the Abancay - Sañayca highway, where the optimum percentage of Slurry Seal emulsion was obtained, which should be used for the improvement of the highway and allows a significance in the improvement of the adhesion indicators, For this, the averages of the different treatments were used (T1 = 11.7%, T2 = 13.7%, T3 = 15.7% and T4 = 17.7%) each with four repetitions. On the other hand, the characteristics of Slurry Seal of the EMULTEC CSS-1HP brand for the treatment of the road has been carried out with four repetitions for greater accuracy of its analysis, it shows the asphalt residue that by standard ASTM D 244 is Minimum 60% allowed and 61.83% of asphalt residue has been found, the Penetration test has also been carried out (25 ° C, 100g, 5s) for which the ASTM D 5 standard allows between 85 mm to 100 mm and has found that for this study a 95.38 mm therefore allowed by the norm and finally the analysis of variance of the wet Cohesion of the Slurry Seal has been carried out, it shows that the p-value ($P_r > F$) is close to Zero, therefore, there is a significant difference between the cohesion averages between the different treatments, that is, at least one of the treatments has its cohesion significant at 99.9% reliability.

Keywords: Aggregate quality, Slurry Seal and road maintenance.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Realidad problemática

A nivel mundial se presentan grandes problemas por el deterioro de los pavimentos flexibles y una gran pérdida económica en reparaciones habituales, un caso claro fue en Chile donde el mantenimiento, conservación y reposición de la carpeta de rodadura del pavimento en vías carrozables y urbanas se ejecutaron en distintas partes de la ciudad, según (Gonzalez, 2018, pág. 16) en su tesis metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito, se analizó el incremento de la pavimentación, considerando que le corresponde un mayor porcentaje a la pavimentación con asfalto, existiendo muchos factores que influyen en el deterioro o fallas de los pavimentos en este sentido la conservación y reparación se dan múltiples tácticas y este puede ser un estudio económico-técnico, también se investigó dos tipos de fallas en particular: hoyos y ahuellamiento, estos procedimientos son estudiados con todas las soluciones posibles, para el primer caso el hoyo en su presupuesto total, la reparación del espesor es más económico y para el ahuellamiento el coste total es la solución más económica con la utilización de la base granular y carpeta asfáltica, de esta forma nos muestra el porcentaje de ahorro para cada método y/o tipo de falla, en donde la modelación es independiente. Por otro lado, (Condo & Garzón, 2021) desarrolló el estudio del desempeño de la carretera acceso a los Lojas, a través de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, donde se ha implementado sistemas de red vial, de las carreteras I, II, III, IV y V de acuerdo al tráfico que se proyectó por parte de las instituciones públicas de acuerdo a sus competencias, sin embargo, no se ha realizado los planes de mantenimiento en casi todas las vías del territorio de Guayaquil, lo que provocó el incremento de las patologías en muchos casos.

En el Perú los mayores problemas de nuestras vías urbanas en las pequeñas medianas y grandes ciudades, así como en las avenidas, calles y carreteras el problema de deterioro en la carpeta de rodadura se considera a la alteración de serviciabilidad del pavimento ocasionado por agentes como; movimientos telúricos provocando que los pavimentos sufran ciertos cambios en su estructura y estabilidad,

el agua presente en los pavimentos por infiltración en estado sólido, líquido o gaseoso, por razones climáticas y cotidianas, conlleva a una pérdida de estabilidad del suelo ocasionando fisuras en las losas, otro factor importante son los procesos constructivos, el uso inadecuado de materiales y equipos en el instante de realizar la pavimentación, también cabe mencionar el tránsito equivocado de los vehículos pesados por vías que no están permitidas (Contreras & Mamani, 2020, pág. 19).

En la región Apurímac esta realidad no es ajena, se ve en las carreteras con grandes baches y huecos donde ocasionan embotellamiento de tráfico vehicular, los conductores se tienen que desviar por un costado de la vía o tomar otra ruta, este tipo de problemas genera un malestar general ante la ciudadanía que mayormente es ocasionado por una mala dosificación del asfalto que en menor tiempo y sin cumplir los años de servicio ocasionan este tipo de malestares dentro de la ciudad.

La carretera Abancay – Sañayca es un tramo muy transitado por tal motivo la superficie de rodadura se halla deteriorado debido al daño ocasionado por la circulación de vehículos y por las aguas fluviales, se observa que tiene un desgaste excesivo con baches y grietas. Esto ha generado problemas en el tránsito normal vehicular, ya que los autos como camiones tienen que realizar frenos bruscos en la cual aumenta el deterioro de dicha vía.

Los problemas estructurales más comunes en la superficie de rodadura se presentan debido al tránsito de vehículos pesados y livianos y las condiciones climáticas como la presencia de lluvias y el discurrir del agua a consecuencia de las lluvias. Este deterioro es causado en varias etapas, puede ser de un desperfecto paulatino que no es notorio, hasta que tenga un desperfecto crítico donde se observe la descomposición total de vía, y que involucre la nueva construcción o cambio del pavimento. Razones necesarias que permite identificar los problemas de investigación:

I.2. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 Problema general

- ✓ ¿De qué manera influye la aplicación de Slurry Seal en la conservación de la carretera Abancay – Sañayca?

1.2.2 Problemas específicos

- ✓ ¿Cuáles son las características de la emulsión adecuado de Slurry Seal para mejorar la condición actual de la superficie asfáltica de la carretera Abancay – Sañayca?
- ✓ ¿Cuál es la característica de los componentes del Slurry Seal para el tratamiento superficial de la carretera Abancay – Sañayca?
- ✓ ¿Cuá es el parámetro óptimo de emulsión asfáltico del diseño de Slurry Seal tipo II, de apertura rápida que genera resultados significativos en el mantenimiento de la superficie asfáltica de la carretera Abancay – Sañayca?

I.3. JUSTIFICACIÓN

La investigación se justifica porque se pretende analizar el tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para la conservación de la carretera Abancay - Sañayca.

Las carreteras de la ciudad de Abancay con pavimento flexible y pavimento rígido en su gran parte se encuentran deterioradas actualmente y con las experiencias de las emulsiones asfálticas utilizadas en nuestro país se analiza que el alto porcentaje de los que se emplean corresponden a mezclas convencionales de dosificación de cementos asfálticos, como una alternativa para emplear estos materiales con eficiencia en mejoramiento de la carpeta de rodadura estabilizando con emulsión asfáltica, que tiene un gran significado en reducir los costos del mantenimiento periódico, que hoy realizan con reposición con concreto simple ocasionando deformablemente aun mayor la estética del ornamento de la ciudad. Esta técnica de mejoramiento exige una buena calidad de materiales la resistencia por encima de las exigencias de las normas peruanas, con mayor y mejor calidad.

La tesis se fundamenta en los procedimientos normativos y sustento teórico con respecto al tratamiento superficial empleando Slurry Seal para la conservación de la carretera Abancay - Sañayca km 100 + 960 del distrito Sañayca y provincia de Abancay – Apurímac, 2021 en lo que hace referencia procesos de tratamiento utilizando diferentes aditivos o materiales para mejorar la carretera de acuerdo a la referencia de las normativas propuestas por el Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC) y los manuales vinculados al Slurry Seal.

La tesis favorece en buscar estrategias adecuadas y oportunas para mitigar o solucionar los problemas más álgidos de conservación en la carretera Abancay - Sañayca, utilizando el asfalto en frío Slurry Seal, que repercute en la reducción favorable de los costos de mantenimiento, sabiendo que impermeabiliza el asfalto y demandaría un mantenimiento ligero, además señalar que se beneficiarán de manera directa los pobladores que viven y transitan por la carretera Abancay - Sañayca y los transportistas que circulan con sus vehículos y que tendrá un sistema de tránsito vial favorable, considerando vehículos de pasajeros, carga u otros que transiten por dicha zona, bajo esta estrategia se pretende masificar la tecnología a otros lugares y que el gobierno local, regional o nacional pueda implementar a través de proyectos viables y sostenibles.

La investigación se ampara en la necesidad perenne de un buen estado de las calles y avenidas para garantizar un adecuado servicio de transitabilidad, que permita el tránsito vehicular adecuado, dejando de lado las fisuras y huecos que existen.

Es preciso mencionar **los objetivos del proyecto de investigación** que se define son:

I.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

- ✓ Analizar el tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para la Conservación de la carretera Abancay - Sañayca.

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar las características de la emulsión adecuado de Slurry Seal para mejorar la condición actual de la superficie asfáltica de la carretera Abancay - Sañayca.
- ✓ Determinar las características de los componentes del Slurry Seal para el tratamiento superficial de la carretera Abancay - Sañayca.
- ✓ Determinar el contenido óptimo de emulsión asfáltica del diseño de Slurry Seal tipo II, de apertura rápida que genera resultados significativos en el mantenimiento de la superficie asfáltica de la carretera Abancay - Sañayca.

I.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Hipótesis general

- ✓ El tratamiento superficial mediante Slurry Seal influye favorablemente en la Conservación de la carretera Abancay – Sañayca.

1.5.2 Hipótesis específica

- ✓ Las características de la emulsión adecuado de Slurry Seal para mejorar la condición actual de la superficie asfáltica de la carretera Abancay - Sañayca.
- ✓ Los componentes del Slurry Seal favorece el tratamiento superficial de la carretera Abancay - Sañayca.
- ✓ El contenido óptimo de emulsión asfáltica permite mejorar el diseño de mezcla en el mantenimiento de la superficie asfáltica de la carretera Abancay - Sañayca.

2 MARCO TEÓRICO

2.5 Antecedentes internacionales

Terán & Vásquez (2019), inventario, evaluación y propuesta de mejoramiento de los pavimentos de las vías internas de la ciudadela universitaria de la Universidad Central del Ecuador. Trabajo de investigación básico, nivel descriptivo, diseño no experimental cuya población fueron las vías internas de la ciudadela universitaria. Para el caso se trabajó con la muestra que se evaluó que fueron las vías internas de la ciudadela Universitaria. Los resultados obtenidos, el índice de condición de pavimento (PCI) es de 70 puntos equivalente a regular hasta daño de un área total de 61.08%. Concluyó que el 20.9 % de área total corresponde una calificación de PCI por debajo de 40 puntos (Terán Terán & Vásquez Albaracín , 2019).

Al respecto, menciona que existe numerosas técnicas para realizar el mejoramiento de las vías y para ello es necesario analizar el estado de conservación de los pavimentos, obteniendo un total de 70 puntos equivalente a un pavimento con estado de conservación regular, además, que existe un pequeño porcentaje en promedio de 29.9% con un índice de conservación menores a 40 puntos, es decir que amerita una rehabilitación o reconstrucción dependiendo del nivel de intervención.

Molano & Rodríguez (2016), desarrolló su trabajo de tesis denominado “Material de sellado asfáltico para el mantenimiento rutinario de la red vial”. Universidad Piloto de Colombia. El presente trabajo se propone emplear un material de sellado asfáltico para el mantenimiento rutinario de la red vial en especial para vías de bajos volúmenes de tránsito; con ese propósito, se recopilan antecedentes de experiencias asociadas con la aplicación en el mantenimiento de vías de: tratamientos superficiales, de micro pavimentos, sellos asfálticos y sellos de arena asfalto. Se realizan ensayos con el empleo de emulsión en frío y asfalto en caliente con materiales del río Coello con el propósito de determinar las cantidades de materiales para obtener las proporciones óptimas del material de sellado asfáltico. De igual manera se muestran técnicas y

procesos constructivos útiles para el mejoramiento y conservación de la malla vial nacional.

De acuerdo a la investigación, se precisa que existen diversos materiales de sellado asfáltico que permita mejorar la conservación de los pavimentos, considerando factores que influyen en su uso como el tipo de transporte, volúmenes de tránsito u otros factores, considerando el propósito de la investigación permitió analizar diferentes proporciones de materiales de sellado asfáltico y obtener dosis o proporciones adecuadas que permita estandarizar y poder replicar en otras zonas de estudio.

Coyago (2015), desarrolló su trabajo de tesis denominado “Evaluación de un tratamiento superficial bituminoso con emulsión asfáltica como alternativa de mantenimiento en vías arteriales del Ecuador”. Los métodos de diseño se fundamentan con el centro de investigación de Bélgica, método de Linckenhey, método de McLeold y también con las normas de la ISSA (International Slurry Surfacing Association) para la evaluación de materiales y ensayos respectivos en laboratorio, así también las normas AASHTO American Association of State Highway Officials y ASTM American Standard Testing Materials.

El método conlleva a realizar los seguimientos regulares en los tramos de observación, en Ecuador se tiene al AC-20 que está combinado de agua y emulsificante en comparación con los asfaltos diluidos; los asfaltos emulsionados no son dañinos al medio ambiente ya que solo liberan agua, asimismo los emulsificantes utilizados en el asfalto son aminos y/o poliaminas, estas aminos o poliaminas son populares como MEJORADORES DE ADHERENCIA en el mundo del asfalto, que se incorporan al asfalto emulsionado permitiendo asegurar la óptima adherencia con el agregado.

Creemos que la aplicación de emulsiones asfálticas son las más amigables con el medio ambiente y una alternativa mejor en la elaboración de costos y durabilidad. Concluyendo los diseños de las emulsiones asfálticas en la realidad de Ecuador y de la investigación es el Mc Leod, donde el factor preponderante es el clima y el factor de

tránsito, en donde el factor de cuantía asfáltica es de 1.15 se comportan de mejor manera. La mejor alternativa para obtener vías con costos de inversión bajos y que brinden servicios a las comunidades son las emulsiones asfálticas. Existe una total diferencia con la utilización del micropavimento frente al Slurry Seal en cuanto a las exigencias y la calidad.

Al respecto, con el afán de búsqueda del mejor tratamiento superficial de las vías de comunicación Coyago desarrolló diferentes tratamientos bituminoso con emulsión asfáltica, considerando una de las alternativas que permita mejorar la superficie de las vías de comunicación, además, estas emulsiones permitió mejorar la adherencia entre los agregados y sobre todo su uso permite reducir significativamente los impactos ambientales negativos y lograr un adecuado y eficiente proceso de conservación en las vías arteriales en el país de Ecuador, con las mismas características se puede replicar en países que tienen similares condiciones geomorfológicas.

2.2 Antecedentes nacionales

Torres (2018) Desarrolló su trabajo de tesis denominado “Tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo -2016 desarrollado en la Universidad César Vallejo”.

El estudio es alusivo al tratamiento externo del pavimento para restablecer la serviciabilidad de la carretera mediante el uso de la lechada asfáltica o Slurry Seal. La investigación se realizó entre los años 2016 y 2017, que trajo como consecuencia plantear el empleo de mortero asfáltico formado por 87.36% de arena fraccionada del río Huallaga de color gris, 3.64% de relleno mineral filler de cemento Portland tipo I; y 9% de cemento asfáltico. Para lo cual se desarrolló un cuestionario al centro poblado San Francisco de Rio Mayo jurisdicción del distrito de Tarapoto, provincia y región de San Martín, que sirvió para reconocer el nivel de satisfacción y el estado de la vía para su mejoramiento.

Al respecto, para mejorar las vías o carreteras se utilizó Slurry Seal, que se considera una técnica bastante amigable y de bajo costo y que permitió conocer la percepción de los habitantes del Centro poblado San Francisco del Rio Mayo, además se realizó monitoreos técnicos, utilizando los diferentes compuestos de un mortero asfáltico considerando la arena triturada, cemento portland tipo I entre otros, logrando obtener proporciones adecuadas para mejorar la superficie de las vías.

Mancha (2016), "Análisis comparativo del costo por niveles de serviciabilidad entre el tratamiento superficial Slurry Seal y el tratamiento granular convencional desarrollado en la Universidad Nacional De Huancavelica", tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Huancavelica, el principal fin del estudio es el menor costo de la serviciabilidad en el tiempo haciendo una comparativa de Tratamiento Granular con Slurry Seal, donde se logró analizar los diversos procedimientos de mantenimiento y conservación de vías, utilizando las diferentes normativas que se encuentran vigentes en nuestro país, con el análisis de Slurry Seal por niveles de servicio que esta tecnología se viene aplicado en los países de primer mundo el ingreso de esta tecnología a nuestro país se dio con mucho temor debido a que el costo de inicio es relativamente alto pero luego estos costos son menores, por esta razón se puede considerar una alternativa económica-técnica y ambiental en las red troncal de rutas locales regionales y nacionales dándole una vida útil mayor y presten un mejor nivel de servicio, donde llega a la conclusión que Slurry Seal tienen un mejor comportamiento superficial por las capas granulares debido a que funciona como una capa impermeable el cual protegerá la base granular de la carretera no pavimentada y textura antideslizante que esta proporciona.

Macharé (2019) Desarrolló su trabajo de tesis denominado "Diseño de pavimentos con alternativas de mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa en la vía de evitamiento de la ciudad de Jaén." En este trabajo se definió la conformación y estructuración del pavimento, donde se describe el pavimento y sus diseños que se deben emplear, tomando en cuenta las mezclas asfálticas en caliente y tratamientos de superficie bicapa. La justificación de la investigación se da por la

carencia en la vía del poblado de Jaén. Las limitaciones que se presenta en el área de estudio se dieron primordialmente por lo económico/cultural que se manifiesta en las explotaciones incipientes por el bajo nivel de los ingresos. Es por eso que las vías de comunicación deficientes conllevan al alto costo del transporte a los diferentes mercados. Por este motivo en la población de Jaén la construcción de la vía de evitamiento será de gran importancia para la población en mención.

En relación a la investigación, permitió realizar la comparación de la composición asfáltica en caliente y procedimiento superficial bicapa, considerando que en la actualidad se evidencia problemas significativos en las infraestructuras que generan descontento en los pobladores, transeúntes y todas aquellas personas que hacen uso de las vías, por ello, emplear métodos distintos y sugerir el que presenta las mejores características será muy importante para tomar mejores decisiones.

Torres (2019) Desarrolló su trabajo de tesis denominado “Comportamiento del Slurry Seal para el mantenimiento de la superficie asfáltica, el tambo desarrollado en la Universidad Peruana Los Andes”. tuvo como objetivo general: Determinar los resultados de la aplicación del Slurry Seal para el mantenimiento de la superficie asfáltica de la Av. Evitamiento del distrito de El Tambo, Huancayo, con método científico, investigación aplicada cuantitativa-cualitativa, nivel explicativo, población: Av. Evitamiento, muestreo no probabilístico. Donde la aplicación del Slurry Seal está compuesto con 13% de emulsión asfáltica CQS-1hp, 1.5% de filler (cemento portland tipo I), 10 % de agua y 1% de aditivo (sulfato de aluminio) la apertura del tráfico se dará a los 90 minutos después de colocado el Slurry Seal, lo que genero resultados favorables en el mantenimiento de la superficie asfáltica en la mencionada avenida, la cual garantiza una resistencia al desgaste impuesta por el tráfico, y la adecuada cohesión evitara la exudación ante cargas pesadas de tráfico.

La presente tesis sostiene sobre el funcionamiento y la forma de comportamiento de Slurry Seal aplicando diferentes porcentajes de emulsión, el cual permitió mostrar las diferencias significativas al aplicar Slurry Seal en

los diferentes tratamientos, logrando mejorar las características físicas y mecánicas de los pavimentos superficiales tales como las resistencias ante la acción abrasiva, tráfico de vehículos, cohesión y sobre todo que reduce las patologías en los pavimentos.

Ramírez (2020) Desarrolló su trabajo de tesis denominado “Evaluación técnica y de costo entre los tratamientos superficiales Otta Seal y Slurry Seal, para carreteras de bajo volumen de tránsito en el departamento de San Martín – 2019” desarrollado en la Universidad Científica del Perú – UCP. La presente tesis tuvo como propósito realizar un análisis técnico y los costos que involucre los diferentes tratamientos de la superficie con respecto a Slurry Seal y Otta Seal, considerado para vías con menor aforo de tránsito analizados en el región de San Martín, cuya implementación se dé inicio en año 2011, establecido como componente del proyecto Nacional (Proyecto Perú) convocado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, encaminados al desarrollo de mantenimientos de vías con diferentes emulsiones asfálticas. Entre sus principales conclusiones se muestra la existencia de la severidad de los tratamientos superficiales Otta Seal y Slurry Seal y corresponde un coeficiente de 3.5 de acuerdo al Manual de Diseño AASHTO correspondiente al índice de severidad, en relación a los impactos ambientales generados por los diferentes tratamientos de Otta Seal y Slurry Seal resultaron ser homogéneos por ser materiales termo-plástico, el cual es latente a desarrollar algunas fallas como fisuras, ahuellamiento y hundimientos, finalmente, se concluye que el tratamiento superficial de las vías aplicando Otta Seal es de rápida ejecución en comparación a Slurry Seal, quedando comprobado en los diagramas de ejecución del proyecto (Diagrama de Gantt), al aplicar Otta Seal en la vía Lamas - EMP PE-5N (Puente Bolivia) se realizará en 50 días, mientras que Slurry Seal se realizara en 60 días, teniendo una diferencias promedio de 10 días.

En relación a la investigación, se realiza una comparación entre los tratamientos superficiales Otta Seal y Slurry Seal evaluados para vías de menor afluencia de tráfico, identificando diferencia insignificante en relación a los impactos ambientales negativos que son generados por tener características termo-plásticos, que permite evidenciar cuando se registra las patologías como

las fisuras, hundimientos, ahuellamiento entre otras, además se recomienda la utilización del tratamiento con Otta Seal por el tiempo reducido en la ejecución respecto al Slurry Seal.

2.3 Antecedentes locales

Ccasani & Ferro (2017). Cuyo título de investigación es “Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimento”. Trabajo de investigación tipo básico, nivel descriptivo – explicativo, diseño no experimental, cuya población es la ciudad de Abancay. Para el caso se trabajó con una muestra que se evaluó las principales avenidas pavimentadas de la ciudad de Abancay. Recolectando datos mediante la observación con ayuda de los instrumentos. El resultado obtenido es de un 65 % de deterioros de pavimentos. Concluyó que las Avenidas Seoane y Prado Alto necesitan una reconstrucción. Las Avenidas Venezuela, Perú, Díaz Bárcenas y Jr. (Lima y Arequipa) requieren reparaciones mayores. Las avenidas Núñez y Prado Alto requieren reparaciones menores”.

En caso de Ccasani & Ferro considerado como antecedente local y que se desarrolló en la ciudad de Abancay, región Apurímac. Se evidencia el análisis y la evaluación superficial a los pavimentos de las principales avenidas de la ciudad y que presentan diferentes patologías, cuyo resultado se traduce en un 65% de los pavimentos se encuentran comprometidos con algunas patologías y requieren con urgencia un mantenimiento o en su defecto la reconstrucción del mismo.

Sotomayor (2016), “Diagnóstico del Estado Situacional de la vía: Avenida Perú, por el método: Índice de Condición de Pavimentos”. El fin primordial de la tesis es conocer la situación de la transitabilidad de la Av. Perú del distrito de Abancay, región Apurímac, utilizando el método PCI, basado en la norma ASTM 5340-98. La investigación se realizó haciendo una visita in situ para observar el estado de la vía donde se tomó nota de los tipos de fallas y el nivel de rigidez. Después de este trabajo se realizó el cálculo del PCI, donde se da lugar a que se cumpla con el estándar de

calidad de una vía pavimentada, resultado obtenido es que la ponderación del PCI es de 27 como calificación del mal estado de la vía, en su mayoría estas fallas estructurales son las que afectan el normal tránsito de vehículos, el 32 % de la muestra inspeccionada tiene un estado regular (PCI ENTRE 40 y 55) luego un 25 % presentan fallas (PCI entre 10 y 0); un 21% pésimo estado (PCI entre 25m y 40); un 18% presentan deterioro (PCI entre 25 y 10) y un 6% en buen estado (PCI entre 55 y 70) no presentan fallas en el pavimento (PCI entre 0 y 10) ni excelentes (PCI entre 85 y 100). Llegando a la conclusión que es necesario el cambio de pavimento para que haya mejor fluidez vehicular debido a que la vía de la Av. Perú se encuentra en pésimo estado.

Finalmente, se registra a Sotomayor que realizó el análisis sobre la condición del pavimento en la Av. Perú, utilizando el método del índice de condición de Pavimento, el cual permitió identificar las principales patologías cuyo resultado es un pavimento muy malo con un PCI de 27, en su mayor porcentaje fue identificado las patologías o fallas de carácter funcional y estructural que incide en el normal tránsito de los vehículos y de los peatones, generando desorden y caos, por lo que se recomienda realizar un mantenimiento superficial y en los pavimentos que no son significativos los daños utilizar algún tipo de conservadores como el Otta Seal o Slurry Seal.

2.4. Bases teóricas

Con referencia a las **teorías comprometidas con el tema** se examinaron opiniones relacionadas con las variables y sus respectivas dimensiones

Pavimento

Según el Manual de Carreteras (2014), menciona que la proyección de las estructuras del pavimento de todas las obras civiles debe reunir las condiciones y disposiciones del Manual de Carreteras, considerando las secciones del suelo y pavimentos, previo contenido de los cálculos, planos y otros documentos que sustente la calidad del pavimento en las vías o carreteras y teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Obtener a modo de resumen los factores de diseño en la estructura de los pavimentos.
- ✓ Los datos o resultados del análisis del laboratorio que se ha realizado, además precisar la metodología que se utilizó en cada análisis.
- ✓ Tácticas de conservación o mantenimiento, de acuerdo a las patologías que podrías generar la estructura y las alternativas más apropiadas o correctivas.
- ✓ Síntesis de las acciones a considerar que se tienen que realizar, respetando el cronograma de actividades desde un inicio hasta el final del tiempo de duración de la vía o el proyecto.

Según Montejo (2006), el pavimento dentro de su composición considera un grupo de capas sobrepuestas y generalmente horizontales, que se trazan y edifican en base a las normas vigentes y técnicamente con insumos, materiales oportunos y adecuados, considerando una compactación. Estas obras civiles que se construyen se sostienen en la subrasante de una ruta definida por la inclinación del terreno en la y que han de soportar convenientemente la fatiga que las cargas repetidas imponen durante la circulación que le transmiten durante el periodo para el cual fue trazada la distribución de pavimento. (p.1)

Clasificación de los pavimentos

De acuerdo al Manual de Carreteras (2014) se empodera con los pavimentos flexibles y los pavimentos rígidos, estableciendo que los aspectos más importantes que se tiene que tener en cuenta son los tratamientos superficiales en caso de identificar algunas patologías o fallas en los pavimentos, utilizando diferente emulsión asfáltica.

Según Montejo (2006) los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos rígidos, pavimentos semi-rígidos y pavimentos articulados.

Pavimentos flexibles

Según el Manual de Carreteras (2014) Explican que “Un pavimento flexible, es una estructura formada por estratos granulares (sub-base, base) y como manto de rodadura una carpeta elaborada de elementos bituminosos, aglomerantes, agregados y en muchos casos aditivos.” (p.30).

Este tipo de asfaltos están compuestos por una carpeta pegajosa apoyada universalmente en una o más capas no rigidizadas, la base y la subbase. Por otro lado, puede no ser indispensable cualquiera de estas capas dependiendo de las escaseces del personal en cada labor (Montejo, 2006).

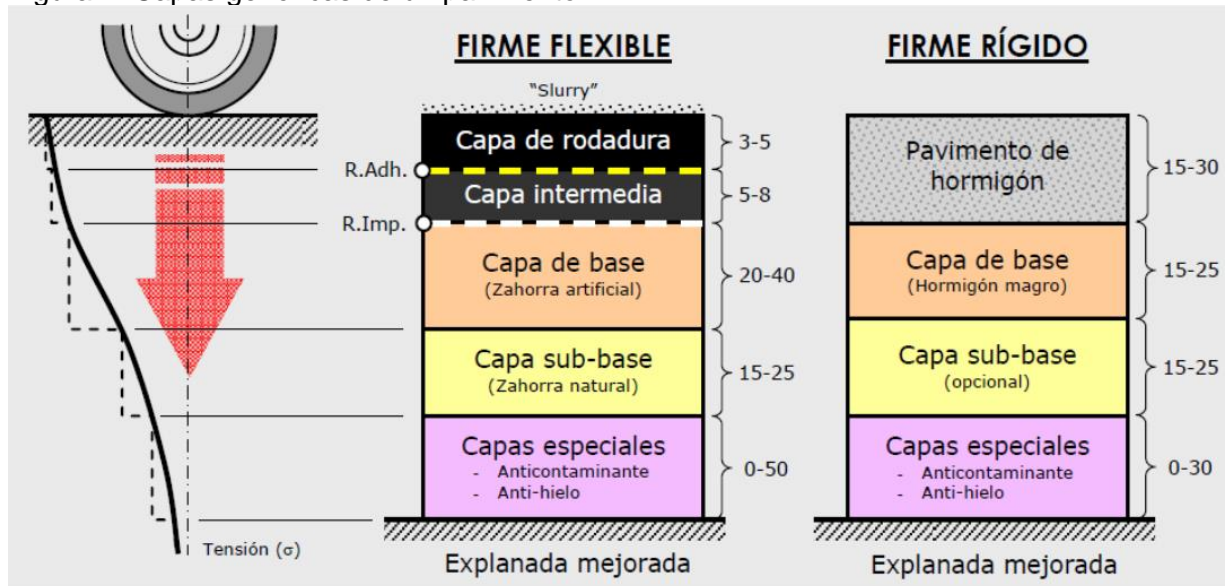
Pavimentos semi- rígidos

El pavimento semi rígido presenta las mismas características o similar estructura que un pavimento flexible, una de sus estructuras (capa) se halla rigidizada de manera artificial por medio de aditivo, pudiendo ser: emulsión, asfalto, cal, cemento, y otros aditivos (Montejo, 2006).

Pavimentos rígidos

Estos tipos de pavimentos rígidos presentan características o están compuestos por losa de concreto hidráulico, que descansa en la subrasante, quiere decir en una capa de materiales de interés (seleccionado), el cuál es llamado subbase del pavimento rígido. Por otro lado, tenemos a los pavimentos articulados, que están contemplados por una capa de rodadura que se construyen con bloques de concretos prefabricados, que se denomina adoquines, estableciendo uniformidad entre los adoquines o presentan características homogéneas entre sí (Montejo, 2006, págs. 2-7).

Figura 1. Capas genéricas de un pavimento



Fuente: (Bañón & Beviá, 2000).

Bañón y Beviá (2000) menciona que los recursos (materiales) utilizados en la construcción de las diferentes capas del pavimento se detalla de la siguiente manera:

- ✓ **Suelos granulares seleccionados.** Los suelos granulados para establecer o confeccionar la planicie que permita mejorar o considerando algunas capas del firme, contribuyendo con ciertos tipos de aditivos como los conglomerantes.
- ✓ **Materiales pétreos.** A razón de los materiales, se considera los áridos o naturales como el triturado que se considera parte importante del firme, toda vez que forma la estructura con mayor resistencia y concede rasgos superficiales más importantes.
- ✓ **Ligantes bituminosos.** Este conjunto de materiales es aquellos que se logran a partir de los destilados del petróleo y que tiene como función la aglomeración. Entre los más importantes tenemos a las emulsiones, emulsiones bituminosas, betunes asfálticos, betunes fluidificados.

- ✓ **Conglomerantes hidráulicos.** Estos materiales se emplean principalmente en la elaboración de capas granulares estabilizadas, establecido como mantos de rodadura en pavimentos rígidos (hormigón), entre los más utilizados Figuran los siguientes: el cemento y la cal aérea, por otro lado, se puede dar materiales de uso industrial tal es el caso de las cenizas volcánicas, escorias granulares entre otros.

- ✓ **Agua:** El agua es un líquido elemento muy importante e Imprescindible para el proceso de humidificación y compactación de los mantos granulares, fabricación o elaboración de mezclas bituminosas y la elaboración de hormigón utilizados en la pavimentación y en las bases de los firmes rígidos.

- ✓ **Materiales auxiliares.** Los materiales de este conjunto incluyen las panoplias de acero, utilizados en la construcción de elementos rígidos, aireantes para los hormigones que permitirá realizar las mezclas de las bituminosas, geotextiles entre otros (p.19).

Mantenimiento del pavimento

Según la Norma Técnica CE. 010 (2010) el mantenimiento de los pavimentos tiene como objetivo normar los factores técnicos que se relaciona con la conservación o mantenimiento de los pavimentos, con el propósito de prolongar su vida útil, conservando su estructura urbana, que permita mejorar el tránsito vehicular, mejorar el orden y la circulación del mismo; por otro lado, permite homogenizar la rehabilitación y el mantenimiento de las vías o carreteras (p.27).

Además, la Norma Técnica CE. 010 (2010) señala que es preciso mencionar que la gestión del mantenimiento es propia de los gobiernos locales, que comprende las siguientes responsabilidades:

- ✓ Programar las actividades de manera anual, que incluye los materiales, recursos y presupuesto que se requerirá en cada actividad.
- ✓ Garantizar que los recursos sean asignados de manera oportuna en cada actividad y se pueda priorizar de acuerdo a la magnitud e importancia.
- ✓ Establer las actividades y autorizar el inicio del mismo.
- ✓ Consignar responsabilidad a cada trabajador, asignandole metas de tal forma se logre las actividades con eficiencia.
- ✓ Supervisar el adecuado cumplimiento y desarrollo de las actividades de mantenimiento.

Tratamientos Superficiales

Bañón y Beviá (2000), menciona a los tratamientos superficiales como toda acción que tiene por finalidad o propósitos de ofrecer al pavimento con determinadas tipologías superficiales, sin considerar algunos incrementos de la firmeza superficial. Y selecciona los procedimientos superficiales a razón de su composición tal como sigue:

a. Riegos sin gravilla

Usualmente conforma las actividades secundarias o auxiliares en la etapa de construcción o mantenimiento del pavimento. Su característica más importante es tener componentes ligantes bituminosas.

b. Riegos con gravilla

Suelen ser evaluados como los procedimientos superficiales por excelencia. Su composición está por la combinación (mezcla) de ligante hidrocarbonado y gravilla, utilizado en la recomposición de las características superficiales del firme, e inclusive como capa de rodadura, considerando bajo tránsito rodado.

c. Lechadas bituminosas

Las lechadas bituminosas son compuestos que contienen combinaciones (mezclas) de fluido bituminosa con granulometrías finas, alcanzando un triturador con características aceptables de las propiedades superficiales (Pág. 3-17).

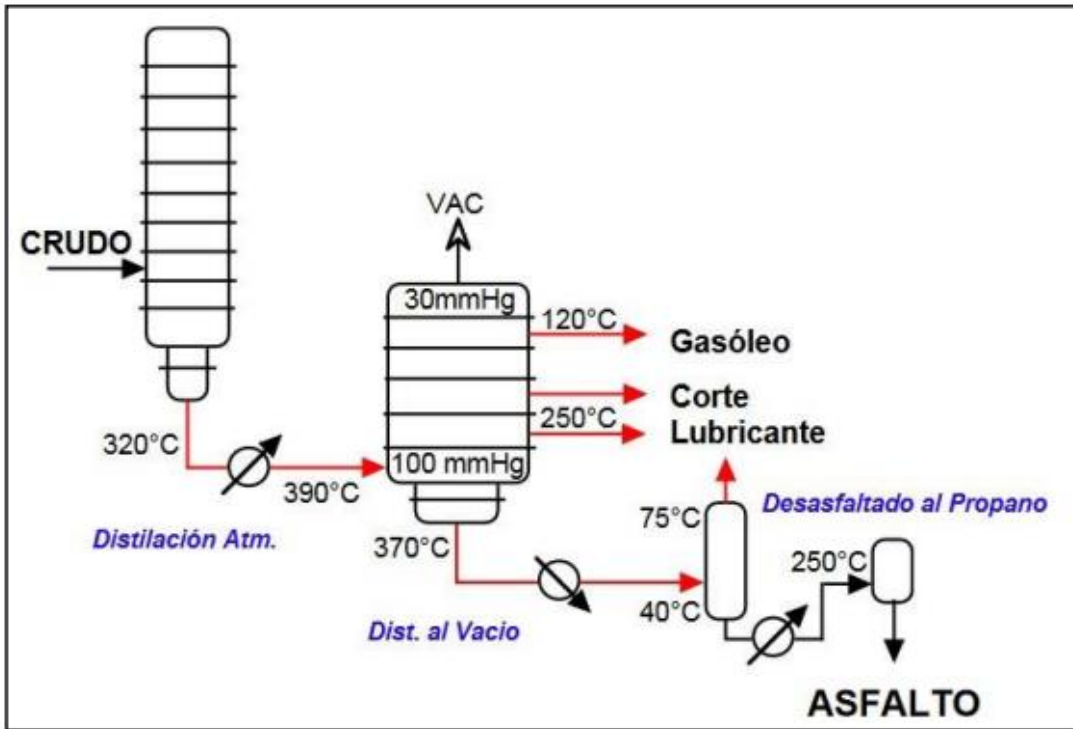
Bañón y Beviá (2000), describe que las lechadas bituminosas también llamadas Slurrys se utilizan con el propósito de incrementar las características superficiales del pavimento que presenta patologías o fisuras que son significativas y que mejora el deslizamiento del mismo.

d. Emulsión asfáltica

El asfalto "El material cementoso, que varía de color negro a marrón oscuro, está compuesto principalmente de betún de origen natural u obtenido de la refinación de petróleo. El betún se comercializa en proporciones variables en la mayoría de los aceites. (Ministerio De Transportes Comunicaciones (MTC, 2013, pág. 6).

Por su manejo y versatilidad es usado en múltiples operaciones de construcción. Por su composición interna, considera que el asfalto es una mezcla muy complicada de elementos químicos como son el Oxígeno, Azufre y Nitrógeno y con un mínimo de metales como es el Níquel y Vanadio. En la mayoría de mezclas asfálticas nos muestran una composición de sales orgánicas solubles en la forma de microcristales. (Mercado, 2008, pág. 1).

Figura 2. Proceso de obtención del asfalto



Fuente: (Mercado, 2008, pág. 1).

e. Pavimento asfáltico

El fundamento de pavimento para Ortega (2004) señala que es una agrupación de capas, considerando materiales de interés que contiene de manera continua las cargas de tránsito y se transfiere a las capas inferiores en forma disipada, generando una superficie de chumacera, que funciones de manera adecuada y eficiente (Ortega, 2004).

Por otro lado, se llama superficie de rodamiento para todos los vehículos, que forma por el grupo de mantos de diferentes materiales propuestos a repartir y transferir las cargas impuestas por el tránsito a la estructura del terraplén. Considerando dos tipos de pavimentos los rígidos (concreto hidráulico) y los flexibles (de asfalto). Una de las diferencias que existe entre ambos tipos de pavimentos se considera básicamente la resistencia que tiene a la flexión (Ortega, 2004).

f. **Slurry Seal**

“Es una mezcla preparada con emulsión asfáltica convencional y agregados granulometría definida, filler mineral, agua, y algunas veces aditivos químicos con relaciones que permitan conseguir una combinación cremosa, fluida y homogénea de fácil extensión. Esta combinación de agregados pétreos (tamaño máximo del agregado) conforma la estructura de soporte que aporta el espesor de la capa construida, siendo el mastic formado con la combinación de filler y asfalto contribuyendo a la cohesión necesaria de la estructura una vez evaporada el agua” (Herencia, 2010).

Tipos de Slurry Seal

Según Herencia (2010) los tipos de **Slurry Seal** se clasifica en tipos, de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- a. Tipo I (Características de peso) = 3.25-5.4 kg/m²
- b. Tipo II (Características de peso) = 5.4-8,1 kg/m²
- c. Tipo III (Características de peso) = 8,1-15,5 kg/m²

De acuerdo a Silva (2012) menciona sobre las lechadas asfálticas (**Slurry Seal**) pertenecen a las utilizations de fluidos asfálticos con agregados, aplicados básicamente en el mantenimiento de los pavimentos de asfalto. Es utilizado adecuadamente en las superficies de los pavimentos, que se identifica el principal problema sobre la oxidación excesiva y robustez del asfalto existente (Silva, 2012).

Por otro lado, de acuerdo a Silva (2012) las características más trascendentales de Slurry Seal se detalla según las siguientes especificaciones:

- ✓ Metodologías de sostenimiento preventivo y reposición de superficies.
- ✓ Se obtiene muy poca o casi nula con respecto al mejoramiento estructural.
- ✓ Se debe considerar para los pavimentos que tienen capacidades de carga remanente, oportuno para realizar las cargas de diseño vehicular de acuerdo a la necesidad.

- ✓ Se considera estableciendo un sello superficial para mejorar algunas irregularidades, tales como oxidación, desprendimiento en pavimentos u otras patologías que se relacionan con las pérdidas de las propiedades.
- ✓ Se obtuvieron resultados adecuados para incrementar las características de la superficie y básicamente de la fricción superficial u otras patologías que se pueda identificar tanto en vías de bajo volumen de tránsito o alto volumen de tránsito.

De acuerdo a Silva (2012) **identifica las siguientes ventajas:**

- ✓ Son de aplicación rápida y así admiten la pronta reapertura del pavimento al tráfico.
- ✓ Imposibilitan que el agregado esté desprendido.
- ✓ Dotan de excelente textura superficial y resistencia a la fricción.
- ✓ Tiene la cualidad de restaurar irregularidades superficiales menores.
- ✓ Tratamiento recomendable de bajo costo para calles urbanas. Su empleo es de un espesor de 3 a 9 mm. (1/8 a 3/8 pulg). El mezclado se realiza con cantidades predeterminadas de agregado, emulsión asfáltica, filler mineral, aditivos y agua. Los equipos utilizados para la mezcla y aplicación será una unidad independiente de mezcla y flujo continuo.

Contiene unidades de combinaciones de manera continua con algunos elementos con agitadores ya sea simple o doble, el mortero es descargado de la mezcladora, la caja de distribución tiene el ancho que se puede ajustar, la caja de distribución es equipada con escariadores hidráulicos que ayuda a tener mayor uniformidad en todo lo ancho.

Preparación de la superficie

En la aplicación del Slurry Seal, en la superficie se deben de eliminar todo tipo de materiales que sean invasivos como son aceite, espesura para la correcta utilización de este pavimento. Es aceptable tener un método adecuado de limpieza estándar. Cuando utilizamos agua, se debe esperar que las grietas estén bien secas antes de aplicar el Slurry. En cuanto al servicio de Slurry se deben de proteger las cajas de válvula rejillas y otros utilizando un método adecuado. Antes de su utilización se autorizará al personal autorizado preparar el área a aplicar antes de la aplicación del Slurry (ISSA A105, 2010, pág. 9).

Generalmente, no es necesario una capa ligante, a no ser que el área a cubrir se halle extremadamente seca y fragmentada sea de ladrillo o concreto. El asfalto recomendado es el SS, CSS o en su defecto la emulsión de Slurry Seal, se deberá consultar al suministrador de la emulsión para definir su estabilidad. El ligante puede estar formado por 1 : 3 asfalto : agua y debe esparcirse con un distribuidor estándar, tal distribuidor será capaz de aplicar la dilución en forma homogénea de 0,05-0,15 gal/yd² (0,23-0,68 l/m²) será necesario dejar que la capa ligante cure el área antes de aplicar el Slurry Seal (ISSA A105, 2010, pág. 9).

Ritmo de aplicación

En algunos casos, la recomendación es poner una tira de ensayo en terrenos que cuenten con las condiciones muy parecidas a las que se encontrar en el proyecto (ISSA A105, 2010, pág. 10).

Para utilizar la esparcidora la superficie debe echarse agua. Esta aplicación de agua debe regularse durante el transcurso del día para que se obtenga una temperatura y textura en la superficie adecuada. No se debe utilizar agua de pozo. El slurry antes de su aplicación esta debe tener la consistencia adecuada. Para lograr la cobertura completa se debe poner el material suficiente para el trabajo adecuado de la espaciadora. No se permite la utilización sobrecargas en la espaciadora, aglomeraciones y mezclas no debidas (ISSA A105, 2010, pág. 10).

Si se hallaren vetas excesivas durante la aplicación, se paralizará el trabajo hasta hallar las causas del problema, se evitará vetas significativas producidas por el excesivo tamaño del agregado en la superficie terminada. De ser necesario se deberá tamizar el agregado antes de mezclarlo en las unidades y transportarlo a obra (ISSA A105, 2010, pág. 10).

De acuerdo a ISSA A105 (2010), nos indica que Slurry Seal que en todo momento la consistencia de la mezcla debe ser adecuada, con la finalidad de brindar una aplicación requerida por la superficie a tratar. El ritmo de aplicación promedio se halla en la siguiente Tabla:

Tabla 1. ritmo de aplicación promedio

TIPO DE AGREGADO	UBICACIÓN	RITMO DE APLICACIÓN SUGERIDO
Tipo 1	Áreas de estacionamiento Calles urbanas y residenciales Pistas en aeropuertos	8 - 12 lb/yd ² (4,3 - 6,5 kg/m ²)
Tipo II	Calles urbanas y residenciales Pistas en aeropuertos	10 - 18 lb/yd ² (5,4 - 9,8 kg/m ²)
Tipo III	Rutas principales e interestatales	15 - 22 lb/yd ² (8,1 - 12,0 kg/m ²)

Fuente: (ISSA A105, 2010, pág. 10).

Las opciones para su utilización son condicionadas por el peso unitario seco del agregado y la gradación del mismo, y la superficie que se aplicara el Slurry Seal (ISSA A105, 2010, pág. 10).

Control de calidad

Los supervisores que estén a cargo del proyecto deben de conocer los materiales a utilizar y la aplicación del Slurry Seal. Las inspecciones deben de exigir una consistencia de la mezcla adecuada, si estas están muy secas al momento de la aplicación presentaran bultos, si están demasiado húmedas no conservaran líneas rectas y/o ricas en asfalto con segregación (ISSA A105, 2010, pág. 12).

Si los ensayos no cumplen con las especificaciones se deberá notificar al contratista, y se realizarán los ensayos necesarios a cargo del comprador, será competencia del contratista de contrastar el contenido de humedad del agregado y configurar la máquina correctamente, las muestras representativas para los ensayos se realizarán del agregado y la emulsión (ISSA A105, 2010, pág. 12).

Se tomarán especímenes representativos del Slurry Seal directamente de las unidades, si se solicita. Los ensayos de consistencia (ISSA TB No. 106) y el contenido del asfalto residual (ASTM D2172) se realizarán en las muestras. Los ensayos de consistencia pueden no ser aplicables a ciertos sistemas de fraguado rápido, debido a resultados erróneos que se producen por las peculiaridades del fraguado. De realizarse este ensayo se realizará inmediatamente después de caracterizar la muestra, los ensayos serán a cuenta del comprador y deberá avisar al contratista si existe algún ensayo que no cumple con las especificaciones, los resultados hallados pueden servir para definir las proporciones y cantidades de los materiales de manera individual (ISSA A105, 2010, pág. 12).

3 METODOLOGÍA

3.2 Tipo y diseño de investigación

3.2.1 Tipo de investigación

De acuerdo al propósito es de tipo aplicada tiene como finalidad la obtención y recopilación de información para ir construyendo una base de conocimiento que se va agregando a la información previa existente, Según Sánchez (2016) “se denomina utilitaria y/o constructiva, se describe por su interés en el estudio de conocimiento teórico a una situación determinada y los resultados prácticos que esta se deriva. Además, indica que la investigación-aplicada busca conocer para actuar, para modificar; se preocupa de la realidad inmediata antes del valor universal. Podemos afirmar que las investigaciones ordinarias se realizan a menudo por los investigadores educacionales, sociales y psicología-aplicada” (p.41).

3.2.2 Diseño de investigación

El diseño a considerarse en el presente proyecto de investigación será experimental debido a que se someterá a la variable dependiente a ciertos tratamientos para observar los efectos o reacciones que se producen en él, tal como afirma (Arias, 2012).

3.3 Variables y Operacionalización

Tabla 2. Operacionalización de las variables

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Aplicación de SLURRY SEAL	Es una técnica válida de mantenimiento preventivo o correctivo, es una mezcla de agregados de granulometría cerrada, aditivos y agua. La mezcla se aplica como tratamiento de superficie. Las lechadas asfálticas pueden ser tanto una técnica de mantenimiento preventiva como correctiva. ASPHALT INSTITUTE (Manual Básico de Emulsión Asfáltica, p.41)	DeLa aplicación de micropavimento o conocido también como lechada de asfáltica o SLURRY SEAL, primero vamos hacer la clasificación de las emulsiones asfálticas que según los estudios y resultados de las pruebas de laboratorio de los componentes suelo y cantera que son los elementos fundamentales para determinar el tipo de emulsiones a ser colocado y que serán medidos mediante fichas técnicas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Clasificación de las emulsiones asfálticas ✓ Componentes de la emulsión 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Emulsiones aniónicas ✓ Emulsiones catiónicas ✓ No iónicas ✓ Asfalto ✓ Agua ✓ Agentes emulsivos 	<p>Pruebas de laboratorio</p> <p>Ficha técnica</p>
Conservación de la carretera	Es un tratamiento superficial simple puede emplearse por una de varias razones: -Como una medida provisoria, a la espera de una aplicación de mezcla asfáltica -Para corregir desprendimientos en la superficie y oxidación de viejos pavimentos. -Para proveer una superficie impermeable, resistente al deslizamiento, sobre una estructura de pavimento existente. ASPHALT INSTITUTE (Manual Básico de Emulsión Asfáltica, p.37)	Para la conservación de la carretera afirmada, primero se planifica, se gestiona y luego se define el proceso constructivo a seguir mediante la utilización de los equipos necesarios para este fin. La conservación es una técnica mediante el cual se hace el tratamiento superficial simple o múltiple a la capa afirmada de una carretera de bajo volumen de tránsito aplicando los diferentes procedimientos y métodos según la intensidad del tráfico y diseño de la estructura vial para un periodo dado, y que las características serán medidas mediante fichas de observación.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proceso constructivo ✓ Tratamiento superficial simple y múltiple 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Distribuidor de asfalto ✓ Distribuidor de agregados ✓ Compactadores ✓ Aplicación de mezcla asfáltica ✓ Procedimiento de mantenimiento preventivo o provisorio ✓ La intensidad y las condiciones del tráfico ✓ Diseño y construcción riguroso ✓ Aplicación de lechada asfáltica ✓ Diseño del SLURRY SEAL 	<p>Ficha técnica</p> <p>Pruebas de laboratorio</p>

Fuente: elaboración propia

3.4 Población, muestra y muestreo

3.4.1 Población

Según Lerma (2009), “la población es el conjunto de todos los elementos de la misma especie que presentan una característica determinada o que corresponden a una misma definición y a cuyos elementos se le estudiarán sus características y relaciones” (p.72).

Con la finalidad de realizar la delimitación de la presente investigación, la población se delimita en la carretera Abancay – Sañayca, específicamente en el km 10.

3.4.2 Muestra

Según Hernández et al (2014) considera que la muestra “es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que delimitarse de antemano con precisión, este deberá ser representativo de dicha población” (p.174).

En la presente investigación la muestra estará constituida por el siguiente cálculo:

Por lo tanto, para determinar la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

Cálculo de la muestra

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N - 1) + Z^2pq}$$

Donde:

n : tamaño de la muestra

N : tamaño de la población o universo

P : prevalencia del fenómeno en estudio 60%

Q : 1-P

Z : es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos.

Valor de Z_{α}	1.28	1.65	1.69	1.75	1.81	1.88	1.96
Nivel de confianza	80%	90%	91%	92%	93%	94%	95%

$$n = \frac{10,000 (1.96)^2 0.05 (1 - 0.05)}{0.05^2(10,000 - 1) + (1.96)^2 0.05 (1 - 0.05)}$$

$$n = \frac{1920.8 (0.95)}{24.9975 + (1.96)^2 0.05 (0.95)}$$

$$n = \frac{1920.8 (0.95)}{24.9975 + 0.182476}$$

$$n = \frac{1824.76}{25.179976}$$

$$n = 72$$

3.4.3 Muestreo

Según Hernández et al (2014) considera “que el muestreo de tipo no probabilístico o dirigida consiste en un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación” (p.176).

En la presente investigación se determinará a criterio no probabilístico, teniendo en cuenta las diferentes dosificaciones Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay – Sañayca.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

La técnica consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis, sobre la carpeta de rodadura con Emulsión Asfálticas con sus diferentes dosis.

“La aplicación para la toma de datos más común en la ingeniería de caminos es la observación, observación directa que va relacionada directamente con la realidad” (Corros B, Urbáez P, & Corredor M, 2009)

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Los materiales que se utiliza en la presente investigación los instrumentos que utiliza el investigador para recoger y archivar toda la información obtenida, para nuestra investigación se utilizó el formato de exploración de condición para superficies asfálticas del método PCI, Manual de especificaciones técnicas para la construcción EG 2013 y Metodología de la ISSA A 105 - Ensayos establecidos por la ISSA A 105.

3.6 Procedimientos

El instrumento que se utilizará es Normas de rendimiento recomendadas para SLURRY SEAL de asfalto emulsionado A105 (Revisado en febrero de 2010) y el manual de carreteras diseño geométrico DG-2014. El Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”, forma parte de los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC y constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio, por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.

3.7 Aspectos éticos

En el presente proyecto de investigación se garantiza que las fuentes son confiables, que bajo ninguna circunstancia se incurra el plagio, por lo que se ha

respetado estrictamente la norma internacional para citar y referenciar considerando a la norma ISO 690 edición actualizada, además la Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis para la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Universidad César Vallejo, aprobado por el Vicerrectorado de Investigación.

4 RESULTADOS

En el presente capítulo se describe los resultados de acuerdo a los objetivos que se ha planteado, para ello se caracterizó el agregado, analizando el peso y el porcentaje mínimo-máximo de acuerdo a la granulometría del agregado.

4.2 Caracterización de agregado

Tabla 3. Estudio granulométrico del agregado para el tratamiento con Slurry Seal de la carretera Abancay-Sañayca

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO.RET (gr)	PESO.RET (%)	PESO.RET.A (%)	Agregado (%)	Mínimo	Máximo
3/8"	9.53	0	0	0	100	100	100
# 4	4.76	446.04	4.2	4.2	95.8	90	100
# 8	2.38	2453.22	23.1	27.3	72.7	65	90
# 16	1.19	1954.08	18.4	45.7	54.3	45	70
# 30	0.59	1752.3	16.5	62.2	37.8	30	50
# 50	0.3	1263.78	11.9	74.1	25.9	18	30
# 100	0.15	987.66	9.3	83.4	16.6	10	21
# 200	0.07	785.88	7.4	90.8	9.2	5	10
< # 200	(ASTM C-117)	977.04	9.2	100	0	0	5

La Tabla (3) muestra el Estudio granulométrico del agregado para el tratamiento con Slurry Seal de la carretera Abancay - Sañayca, en ella se ha realizado para la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas del material que ha sido incluidos en el mortero asfáltico las cuales se ha realizado según la norma MTC E 107-2000 que describe el método para determinar los porcentajes de material pétreo que pasan por los distintos tamices de la serie desde 3/8" equivalente a 9.53 mm, hasta el de 74 mm (N° 200).

Curva granulométrica del agregado

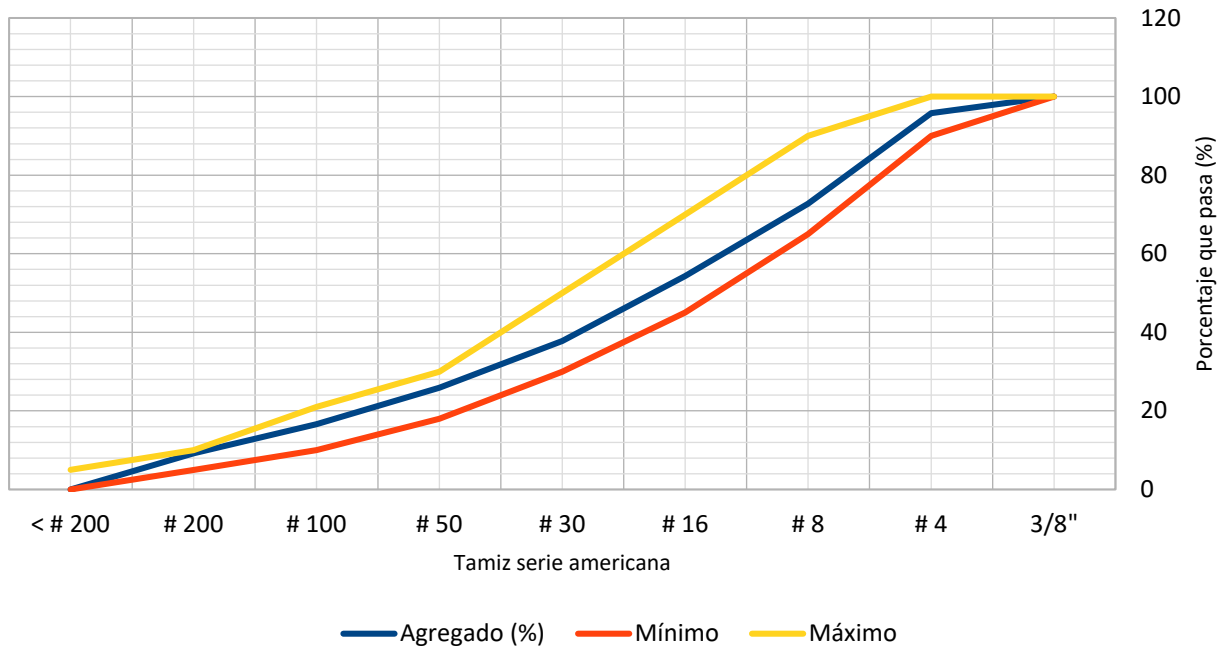


Figura 3. Curva granulométrica del agregado para el tratamiento con Slurry Seal de la carretera Abancay- Sañayca.

La Figura (3) muestra la Curva granulométrico del agregado que se ha utilizado en el tratamiento con Slurry Seal de la carretera Abancay - Sañayca la cual se ha realizado siguiendo la norma ASTM C-136 que especifica el análisis granulométrico Slurry Seal Tipo II, en ella se puede observar que la curva de color rojo representa el mínimo porcentaje de material que pasa por los diferentes tamices, mientras la curva de color amarillo representa el porcentaje de material que pasa por cada tamiz y la curva de color azul representa los porcentajes de material que se ha determinado para el material que se ha usado en esta investigación la cual como se puede apreciar se encuentra limitada por los máximos y mínimos permitidos por norma en cada una de los tamices permitidos siguiendo estrictamente los protocolos en laboratorio para este estudio.

La muestra se ha recogido de la cantera que se encuentra a 100 km de la ciudad de Abancay aproximadamente cuya ubicación se puede observar en la Figura (2).



Figura 4. Ubicación de la cantera desde donde se ha extraído las muestras de agregado

Las muestras de agregado se han obtenido de las canteras del sector de Rio Pachachaca, que se encuentra a una altura en promedio de 2,377 msnm, afluente del mismo nombre, la zona se caracteriza por tener montaña seca y clima cálido casi todo el año.

4.3 Caracterización de la emulsión

Tabla 4. Caracterización de Slurry Seal (EMULTEC CSS-1HP) para el tratamiento de la carretera Abancay - Sañayca

Muestra	Residuo asfáltico (evaporación)	Penetración (25°C, 100g, 5 seg)	Recuperación Elástica por Torsión	Nombre
R1	61.64 %	95.08	14.1	EMULTEC CSS-1HP
R2	61.93	96.44	14.61	EMULTEC CSS-1HP
R3	61.99	94.16	15.2	EMULTEC CSS-1HP
R4	61.76	95.84	13.75	EMULTEC CSS-1HP
Total	247.32	381.51	57.66	
Promedio	61.83	95.38	14.41	
Varianza	0.03	0.97	0.39	

La Tabla (4) muestra las características de Slurry Seal de la marca EMULTEC CSS-1HP para el tratamiento de la carretera Abancay - Sañayca, la cual se ha realizado con cuatro repeticiones para una mayor exactitud de su análisis, en ella se muestra el Residuo asfáltico que por norma ASTM D 244 está permitido como Mínimo 60% y se ha hallado un 61.83% de residuo asfáltico, luego también se ha realizado el ensayo de Penetración (25°C, 100g, 5s) para la cual la norma ASTM D 5 permite entre 85 mm hasta 100 mm y se ha encontrado que para este estudio un 95.38 mm por lo tanto permitido por la norma y finalmente se ha practicado la Recuperación Elástica por Torsión según la norma NLT 329 la que señala como mínimo un 12% y se ha hallado en las muestras en promedio de 14.41% el cual también se encuentra dentro de lo permitido por la norma técnica, por lo tanto la emulsión EMULTEC CSS-1HP satisface la normatividad en consecuencia se aprueba su utilización para el tratamiento de la carretera Abancay - Sañayca en beneficio de los usuarios y aumentar su tiempo de vida de la misma.

Tabla 5. Resumen de la caracterización de Slurry Seal (EMULTEC CSS-1HP)

	Residuo asfáltico	Penetración (25°C,100g,5 seg)	Recuperación Elástica por Torsión
Emulsión EMULTEC CSS-1HP hallada	61.83	95.38	14.41
Permitido por norma	Si	Si	Si
Norma	ASTM D 244	ASTM D 5	NLT 329

La Tabla (5) muestra el Resumen de la caracterización de Slurry Seal (EMULTEC CSS-1HP) que se ha presentado en la Tabla (4).

Tabla 6. Caracterización del agua para el tratamiento de la carretera Abancay- Sañayca

Ensayo	M1	M2	M3	Promedio	Especificación Norma
Potencial hidrógeno (pH)	7.7	7.6	7.6	7.63	5.5 – 8 ASTM D 1293
Dureza (ppm)	298	289	294	293.67	380 ppm máximo ASTM D 1126

La Tabla (6) muestra la Caracterización del agua que se ha utilizado para el tratamiento de la carretera Abancay - Sañayca provenientes de los riachuelos cercanos a la vía, en ella se observa que el agua posee el Potencial hidrógeno (pH) promedio de 7.63 la cual satisface o cumple con lo establecido por la norma ASTM D 1293 que especifica que el agua que permite resultados significativos en el uso de un mortero asfáltico es entre 5.5 a 8 de pH, mientras la dureza en ppm se ha encontrado que es 293.67 ppm que también cumple con la norma ASTM D 1126 que permite un máximo de 380 ppm, por lo tanto las características del agua que es usado para preparar el mortero asfáltico es adecuado para el tratamiento de la carretera Abancay-Sañayca que mejore su usabilidad y su durabilidad.

4.4 Ensayo Equivalente de arena

Tabla 7. Ensayo Equivalente de arena para el mejoramiento de la carretera Abancay-Sañayca

N.º de Muestra	M1(gr)	M2(gr)	M3(gr)
Muestra seca pasante la mal N° 4	1500	1500	1500
Lectura de arcilla	7.8	7.5	7.7
Lectura aparente de arena	15	14.5	14.9
Lectura de arena	5	6.1	5.4
Equivalente de arena	64.1	81.33	70.13

La Tabla (7) muestra los resultados del Ensayo Equivalente de arena para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca, en ella se observa que para dicho estudio se ha realizado con 3 muestras de agua y considerando la especificación mínima es 45% la cual para la norma AASHTO 176 - ASTM D 2419, mientras que es el 40% como mínimo es para la norma MTC E 114, en ambos casos siguiendo el protocolo reguladas por estas normas se ha encontrado que el equivalente de arena es de 71% lo que quiere decir que satisface ambas normas. El cálculo de este indicador se ha realizado por la siguiente formula:

$$\text{Equivalente de Arena (EA)} = \frac{\text{Lectura de arena}}{\text{Lectura de arcilla}} \times 100$$

y reemplazando los datos encontrados en las muestras se obtiene:

$$EA = \frac{64 + 81 + 70}{3} = 71$$

4.5 Ensayo de cohesión en húmedo

Tabla 8. Ensayo de Cohesión en húmedo para el mejoramiento de la carretera Abancay-Sañayca

Tratamiento	Cohesión (kg-cm)				Norma técnica
	30 min	60 min	90 min	120 min	
T1=11.7%	16.59	18.74	20.63	21.51	ISSA TB 139
T2=13.7%	17.07	19.21	21.13	22.03	ISSA TB 139
T3=15.7%	17.93	19.97	21.91	22.85	ISSA TB 139
T4=17.7%	19.05	21.14	23.06	23.93	ISSA TB 139

La Tabla (8) muestra los datos del Ensayo de Cohesión en húmedo para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca, para la cual se ha tomado cuatro porcentajes de emulsión con muestras en cada una (T1=11.7% de emulsión, T2=13.7% de emulsión, T3=15.7% de emulsión y T4=17.7% de emulsión) y en la que se ha determinado según las especificaciones de la norma ISSA TB 139, la cual permite el estudio de cohesión en 30 min, 60 min, 90 min y 120 min, en ella se observa que la emulsión a mayor porcentaje permite mayor cohesión, también a mayor tiempo de análisis de emulsión mayor cohesión superando con facilidad a lo dispuesto por la norma de análisis en 30 minutos de realizado el trabajo un mínimo de 12 kg/cm, y el análisis a los 60 minutos un mínimo de 20 kg/cm, por lo tanto podemos concluir que todos los tratamiento satisfacen la norma técnica.

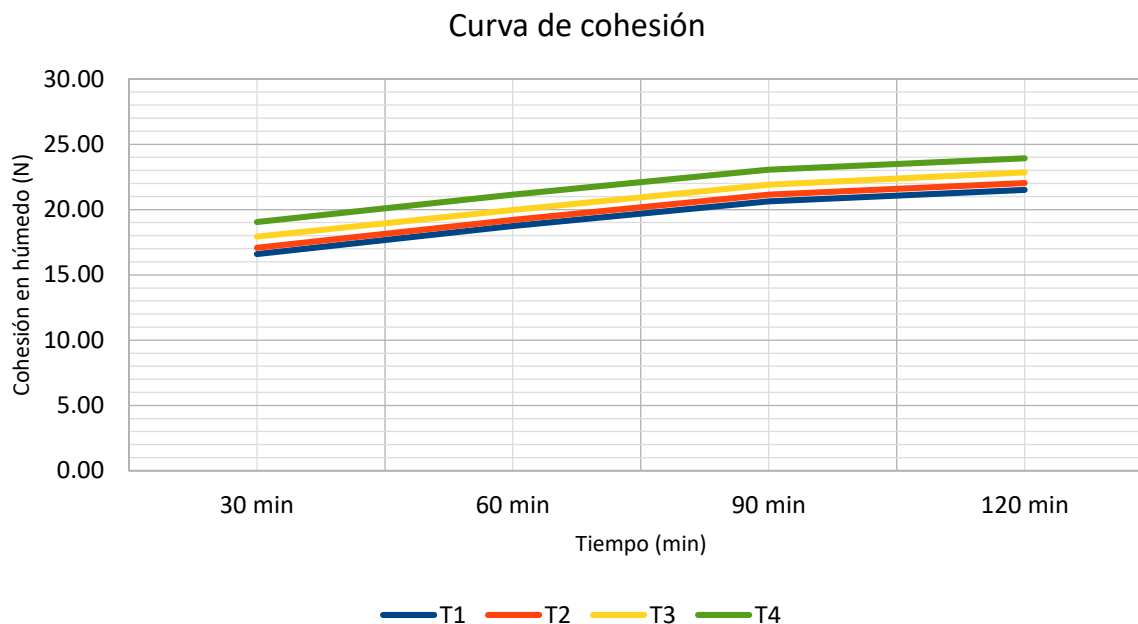


Figura 5. Curva de Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay-Sañayca.

La Figura (5) muestra la Curva de Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca, en ella se observa que el tratamiento T4 con 17.7% de emulsión permite mayor cohesión en los diferentes tiempos que permite evaluar la norma EG 2013 respecto a los demás tratamientos, seguido por T3 con 15.7%, luego por T2 con 13.7% y finalmente por T1 con el 11.7% de emulsión, también se observa que todos los tratamientos cumplen con la norma es decir se encuentran aptas para su uso, sin embargo se tiene que realizar los demás estudios para garantizar la significancia en su uso para mejorar la carretera Abancay - Sañayca.

Tabla 9. Análisis de varianza de la Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay-Sañayca.

Origen	GL	SC	CM	Fc	Pr(>F)	Sig.
Tratamiento	3	13.88	4.63	51.65	0,00	si
Residuales	12	1.08	0.09			

La Figura (9) muestra el Análisis de varianza de la Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca, en ella se muestra que el p-valor ($Pr(>F)$) es cercano a cero por lo tanto existe una diferencia significativa entre los promedios de cohesión entre los distintos tratamientos, es decir al menos uno de los tratamientos tienen su cohesión significativa al 99.9% de confiabilidad, sin embargo, se requiere el análisis de comparación múltiple de Tukey.

Tabla 10. Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de la Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca

Tratamiento	Diferencia	Mínimo	Máximo	P-valor Adjunto
T2-T1	0.49	-0.14	1.11	0.15
T3-T1	1.34	0.71	1.96	0.00
T4-T1	2.45	1.82	3.08	0.00
T3-T2	0.85	0.22	1.48	0.01
T4-T2	1.97	1.34	2.60	0.00
T4-T3	1.12	0.49	1.75	0.00

La Tabla (10) muestra la Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de la Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca, en ella se observa que entre los tratamientos T2 y T1 no existe significancia es decir da lo mismo usar el tratamiento T1 o el tratamiento T2 mientras que el tratamiento T4 es superior a los demás significativamente y el tratamiento T3 es significativamente superior que los tratamientos T1 y T2 por lo tanto los tratamientos T3 y T4 son los tratamientos que

se tienen que tomar muy en cuenta para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca.

4.6 Ensayos de Slurry Seal

Tabla 11. Lista de ensayos que se ha realizado para el Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay Sañayca

Ensayo	Permitido	Norma
Tiempo de mezclado (s)	Mínimo 180 seg.	ISSA TB 113
Cohesión en húmedo - 30 minutos mínimo (N)	12 kg-cm mínimo	ISSA TB 139
Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora inmersión, WTAT (g/m ²)	Máximo 807 g/m ²	ISSA TB 100
Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m ²)	Máximo 538 g/m ²	ISSA TB 109

La Tabla (11) muestra la Lista de ensayos que se ha realizado para el Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca con sus respectivas normas y sus especificaciones que nos ha permitido hacer el estudio de este trabajo de investigación.

Tabla 12. Composición del mortero asfáltico usada para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca

Tratamiento	Emulsión (%)	Filler (%)	Agua (%)	Asfalto	Agregado (%)	Tiempo de mezclado (s)
T1	11.7	0.5	15	9.7	63.1	204.85
T2	13.7	0.5	15	9.7	61.1	206.79
T3	15.7	0.5	15	9.7	59.1	208.37
T4	17.7	0.5	15	9.7	57.1	200.80

La Tabla (12) muestra la Composición del mortero asfáltico que ha sido usada en este estudio para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca con la aplicación de Slurry Seal en ella se muestra los porcentajes de cada componente por cada tratamiento y aproximadamente el tiempo de mezclado que se ha realizado, y para que el estudio sea lo más objetivo posible se mantiene constante la Emulsión (%), Filler (%), Agua (%) y el Asfalto por lo tanto queda variada la

cantidad de Agregado (%) y que el tiempo de mezclado se ha tomado lo especificado por la norma que permite como mínimo 180 segundos.

4.7 Ensayo de Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora inmersión, WTAT (g/m²)

Tabla 13. Resultados del Ensayo de Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora de inmersión, WTAT (g/m²)

	T1	T2	T3	T4
R1	759.6	516.6	448.2	395.2
R2	757.69	522.96	446.36	388.57
R3	761.21	521.42	440.22	393.08
R4	760.38	511.98	449.37	393.61
Total	3038.88	2072.96	1784.14	1570.46
Promedio	759.72	518.24	446.04	392.62
Varianza	2.26	24.73	16.57	8.07

La Tabla (13) muestra los datos observados en el ensayo de Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora de inmersión, WTAT (g/m²) para los distintos tratamientos (T1=11.7%, T2=13.7%, T3=15.7% y T4=17.7%) con 4 repeticiones de cada una y además se muestra los promedios y las varianzas de cada tratamiento, en ella se muestra que la Pérdida de abrasión en húmedo en promedio del tratamiento T1 con 759.72 g/m² es superior a la del Tratamiento T2 con 518.24 g/m², seguido por el tratamiento T3 con 446.04 g/m² y finalmente T4 con 392.62 g/m². Todos los tratamientos satisfacen la norma técnica ISSA A 105 – EG 2013 que especifica un mínimo de 538 g/m² y máximo 807 g/m².

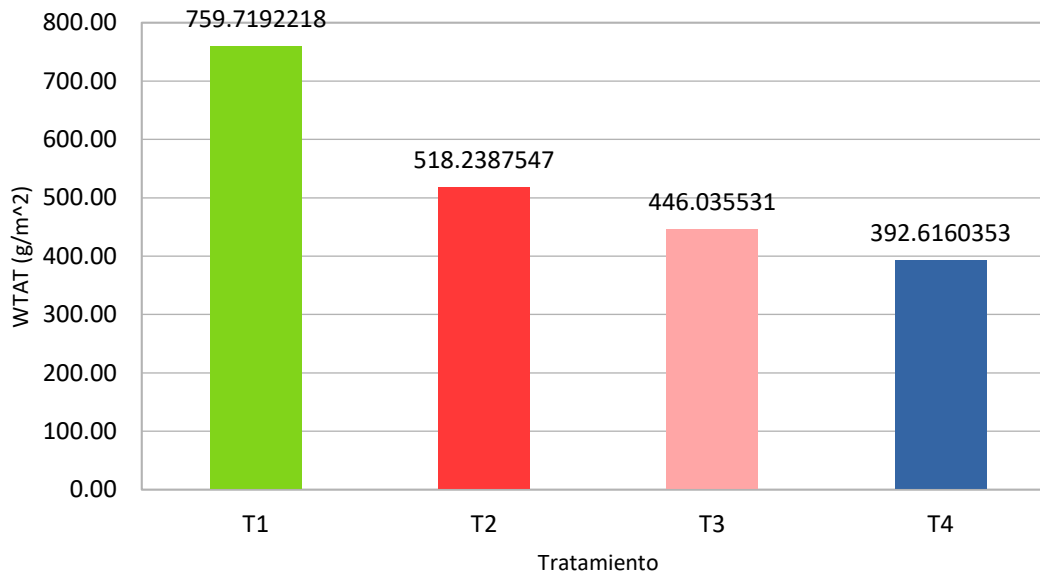


Figura 6. Comparación gráfica de los promedios de la Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora inmersión, WTAT (g/m^2)

La Figura (6) muestra gráficamente la Comparación gráfica de los promedios de la Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora inmersión, WTAT (g/m^2) en la que se ve que el tratamiento T1 tiene pérdida de abrasión en húmedo y notablemente significativa a los demás la cual será corroborada por el siguiente análisis de varianza que a continuación se muestra.

Tabla 14. Análisis de varianza de la Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora de inmersión, WTAT (g/m^2)

Origen	GL	SC	CM	Fc	Pr(>F)	Sig.
Tratamiento	3	315324	105108	8135	0,00	Si
Residuales	12	155	13			

La Tabla (14) muestra el Análisis de varianza de la Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora de inmersión, WTAT (g/m^2) en la que se muestra que entre los promedios de la Pérdida de abrasión en húmedo de los distintos tratamientos considerados en este trabajo de investigación existe una diferencia significativa, es decir en base a la información de la Figura (6) aparentemente el tratamiento T1 es

superior en la Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora de inmersión notado por WTAT (g/m^2), información que será corroborada en la siguiente Tabla.

Tabla 15. Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de la Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora de inmersión, WTAT (g/m^2)

Tratamiento	Diferencia	Mínimo	Máximo	P-valor Adjunto
T2-T1	-241.48	-249.03	-233.93	0,00
T3-T1	-313.68	-321.23	-306.14	0,00
T4-T1	-367.11	-374.65	-359.56	0,00
T3-T2	-72.2	-79.75	-64.66	0,00
T4-T2	-125.63	-133.17	-118.08	0,00
T4-T3	-53.42	-60.97	-45.88	0,00

La Tabla (15) muestra la Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de la Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora de inmersión, WTAT (g/m^2), en ella se observa que realmente existe una diferencia significativa entre los tratamientos comparados dos a dos sin embargo el tratamiento con mayor Pérdida de abrasión en húmedo es el tratamiento T1 con 759.72 g/m^2 y el tratamiento con menor Pérdida de abrasión en húmedo es el tratamiento T4 con 392.62 g/m^2 .

4.8 Ensayo de Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m^2)

Tabla 16. Resultado del Ensayo de Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m^2)

	T1	T2	T3	T4
R1	238.1	315.8	413.1	472.6
R2	237.7	317.39	408.76	474.92
R3	235.31	319.5	411.3	474.07
R4	237.19	318.69	409.11	471.74
Total	948.29	1271.38	1642.27	1893.33
Promedio	237.07	317.85	410.57	473.33
Varianza	1.52	2.62	4.12	2.05

La Tabla (16) muestra los datos observados en el Ensayo de Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m^2) para los distintos tratamientos (T1=11.7%, T2=13.7%, T3=15.7% y T4=17.7%) con 4 repeticiones de cada una, los promedios y las varianzas de cada tratamiento, en ella se muestra que el Exceso

de asfalto por adhesión de arena en promedio del tratamiento T4 es de 473.33 g/m² seguido por el Tratamiento T3 con 410.57 g/m² , luego por el tratamiento T2 con 317.85 g/m² y finalmente por T1 con 237.07 g/m² . Todos los tratamientos satisfacen la norma técnica ISSA A - 105 – EG 2013 que especifica un mínimo de 538 g/m² y máximo 807 g/m².

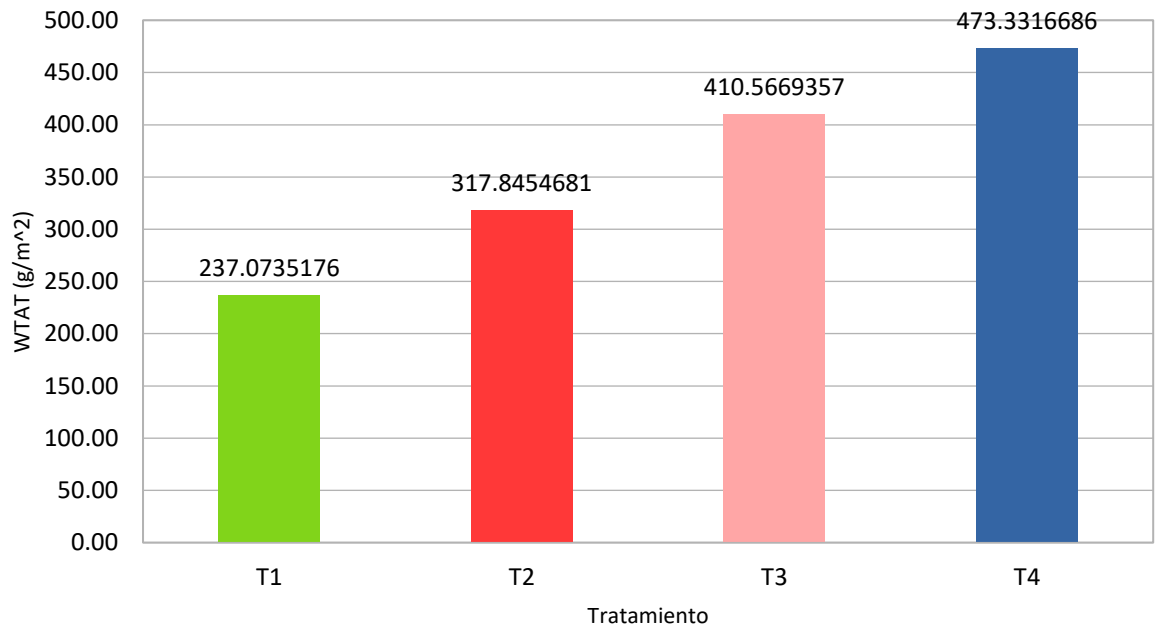


Figura 7. Comparación gráfica del promedio de Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m²)

La Figura (7) muestra Comparación gráfica del promedio de Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m²), en ella se observa que el tratamiento T4 que corresponde al 17.7% de emulsión con 473.33 g/m² es considerablemente superior a los demás tratamientos es decir tiene el mejor Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m²) seguido por el tratamiento T3 que corresponde al 15.7% de emulsión y en ella se observa que la diferencia es considerablemente diferenciada y que finalmente el tratamiento T1 que corresponde al 11.7% de emulsión posee el menor Exceso de asfalto por adhesión de arena. La información que muestra esta Figura sugiere que el tratamiento T1 es superior respecto al Exceso de asfalto por adhesión de arena, pero deberá ser corroborada por el análisis de varianza que se muestra a continuación.

Tabla 17. Análisis de varianza de los promedios del Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m²)

Origen	GL	SC	CM	Fc	Pr(>F)	Sig.
Tratamiento	3	129154	43051	16724	0,00	Si
Residuales	12	31	3			

La Tabla (17) muestra el Análisis de varianza de los promedios del Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m²) , en la que se puede visualizar que el p-valor es <2e-16 por lo tanto existe una diferencia altamente significativa entre el promedio de los tratamiento en cuanto se refiere al Exceso de asfalto por adhesión de arena lo que confirma que al menos uno de los tratamientos tiene el promedio de Exceso de asfalto por adhesión de arena significativamente diferente al 99.9% de confiabilidad, sin embargo no permite visualizar cual es la que posee el mejor Exceso de asfalto por adhesión de arena para lo cual se realizará la comparación múltiple de Tukey.

Tabla 18. Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad del Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m²)

Origen	GL	SC	CM	Fc
T2-T1	80.77	77.4	84.14	0,00
T3-T1	173.49	170.12	176.86	0,00
T4-T1	236.26	232.89	239.63	0,00
T3-T2	92.72	89.35	96.09	0,00
T4-T2	155.49	152.12	158.86	0,00
T4-T3	62.77	59.4	66.13	0,00

La Tabla (18) muestra la Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad del Exceso de asfalto por adhesión de arena, simbolizado por LWT (g/m²), en ella se observa que la comparación del promedio de Exceso de asfalto por adhesión de arena entre los tratamientos es altamente significativa es decir la comparación de una a otra la diferencia es significativa por lo tanto el mejor tratamiento en cuanto se refiere a Exceso de asfalto por adhesión de arena es el tratamiento T4 que corresponde al 17.7% de emulsión.

4.9 Diseño final del Slurry Seal tipo II de apertura rápida para la vial Abancay – Sañayca.

Tabla 19. Datos para el Diseño final del Slurry Seal tipo II de apertura rápida para la vial Abancay - Sañayca

Tratamiento	Emulsión (%)	WTAT (gr/m ²)	LWT (gr/m ²)	WTAT máximo	LWT máximo
T1	11.7	759.72	237.07	807	538
T2	13.7	518.24	317.85	807	538
T3	15.7	446.04	410.57	807	538
T4	17.7	392.62	473.33	807	538

La Tabla (19) muestra los Datos para el Diseño final del Slurry Seal tipo II de apertura rápida para la vial Abancay - Sañayca en la que se muestra los promedios de WTAT (gr/m²), LWT (gr/m²), WTAT máximo y LWT máximo que nos permitirá determinar la emulsión óptima para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca. Para la determinación de dicho porcentaje óptimo se ha utilizado los promedios de los diferentes tratamientos (T1=11.7%, T2=13.7%, T3=15.7% y T4=17.7%) cada una con cuatro repeticiones.

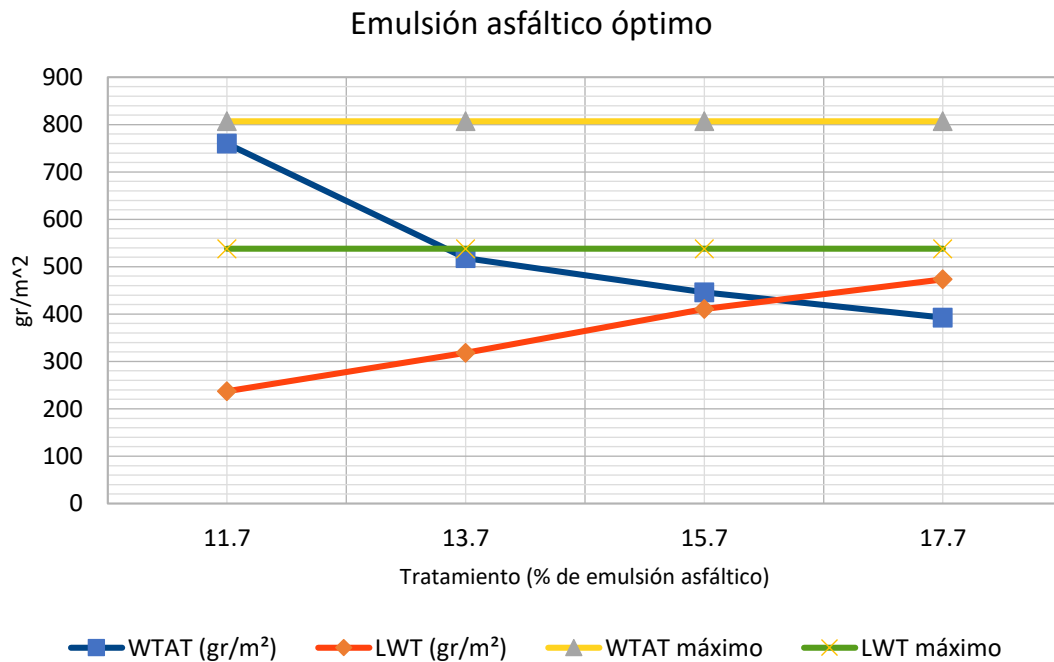


Figura 8. Determinación gráfica de la Emulsión asfáltica óptima de tipo II de apertura rápida para la vial Abancay - Sañayca

La Figura (8) muestra el gráfico para la Determinación gráfica de la Emulsión asfáltica óptima de tipo II de apertura rápida para la vial Abancay - Sañayca en la que se muestra representada por la flecha roja el porcentaje óptimo de emulsión que se debe utilizar para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca que permite una significancia en el mejoramiento de los indicadores de adhesión de las llantas de los vehículos a la pista, la durabilidad y la economía ya que el tratamiento de mantenimiento de una carretera resulta más económico realizar su mantenimiento con Slurry Seal.

5 DISCUSIÓN

En el presente capítulo se cuestiona los resultados obtenidos y analizados o corroborados con los resultados de los antecedentes internacional, nacional o local. Además, corroborar o discutir con las respectivas normas vinculados.

El estudio granulométrico del agregado para el tratamiento con Slurry Seal de la carretera Abancay - Sañayca, en ella se ha realizado para la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas del material que ha sido incluidos en el mortero asfáltico las cuales se ha realizado según la norma MTC E 107-2000 que describe el método para determinar los porcentajes de material pétreo que pasan por los distintos tamices de la serie desde 3/8" equivalente a 9.53 mm, hasta el de 74 mm (N° 200), resultado que corrobora con **Molano & Rodríguez (2016)** de acuerdo a la investigación, se precisa que existen diversos materiales de sellado asfáltico que permita mejorar la conservación de los pavimentos, considerando factores que influyen en su uso como el tipo de transporte, volúmenes de tránsito u otros factores, considerando el propósito de la investigación permitió analizar diferentes proporciones de materiales de sellado asfáltico y obtener dosis o proporciones adecuadas que permita estandarizar y poder replicar en otras zonas de estudio.

Por otro lado, según **Coyago (2015)** con la finalidad de buscar el mejor tratamiento superficial de las vías de comunicación, Coyago desarrolló diferentes tratamientos bituminoso con emulsión asfáltica, considerando una de las alternativas que permita mejorar la superficie de las vías de comunicación, además, estas emulsiones permitió mejorar la adherencia entre los agregados y sobre todo su uso permite reducir significativamente los impactos ambientales negativos y lograr un adecuado y eficiente proceso de conservación en las vías arteriales en el país de Ecuador, con las mismas características se puede replicar en países que tienen similares condiciones geomorfológicas.

Además, según el **MTC (2016)** menciona "En agregados con tamaño máximo nominal de 12,5 mm (1/2") o menores utilizar la misma muestra de ensayo para MTC E 202 y este ensayo. Primero, ensayar la muestra de acuerdo con MTC E 202

completando operación de secado final y luego tamizar la muestra en seco como indica los numerales 6.2 hasta 6.8 del presente ensayo. Agregado grueso. La cantidad de muestra de agregado grueso, después de secado, debe ser de acuerdo a lo establecido” (MTC, 2016).

Las características de Slurry Seal de la marca EMULTEC CSS-1HP para el tratamiento de la carretera Abancay-Sañayca, la cual se ha realizado con cuatro repeticiones para una mayor exactitud de su análisis, en ella se muestra el Residuo asfáltico que por **norma ASTM D 244** está permitido como Mínimo 60% y se ha hallado un 61.83% de residuo asfáltico, luego también se ha realizado el ensayo de Penetración (25°C,100g,5s) para la cual la norma ASTM D 5 permite entre 85 mm hasta 100 mm y se ha encontrado que para este estudio un 95.38 mm por lo tanto permitido por la norma y finalmente se ha practicado la Recuperación Elástica por Torsión según la norma NLT 329 la que señala como mínimo un 12% y se ha hallado en las muestras en promedio de 14.41% el cual también se encuentra dentro de lo permitido por la norma técnica, por lo tanto la emulsión EMULTEC CSS-1HP satisface la normatividad en consecuencia se aprueba su utilización para el tratamiento de la carretera Abancay - Sañayca en beneficio de los usuarios y aumentar su tiempo de vida de la misma. Por su parte **Salazar (2011)** menciona que, las especificaciones para emulsiones asfálticas catiónicas. La cantidad de muestra necesaria para la realización de las pruebas es de un galón (3,78 Litros) de emulsión asfáltica. Se recomienda tener una muestra adicional del mismo asfalto para utilizarlo como testigo. El objetivo es el control de calidad por lo que se verifica el cumplimiento de los resultados de ensayo contra el tipo de emulsión fabricada por el proveedor (Salazar, 2011).

La caracterización del agua que se ha utilizado para el tratamiento de la carretera Abancay - Sañayca provenientes de los riachuelos cercanos a la vía, en ella se observa que el agua posee el Potencial hidrógeno (pH) promedio de 7.63 la cual satisface o cumple con lo establecido por la **norma ASTM D 1293** que especifica que el agua que permite resultados significativos en el uso de un mortero asfáltico es entre 5.5 a 8 de pH, mientras la dureza en ppm se ha encontrado que

es 293.67 ppm que también cumple con la norma ASTM D 1126 que permite un máximo de 380 ppm, por lo tanto las características del agua que es usado para preparar el mortero asfáltico es adecuado para el tratamiento de la carretera Abancay-Sañayca que mejore su usabilidad y su durabilidad, por su parte **Salazar (2011)** menciona “Como parámetro de calidad y asumiendo que el asfalto rebajado está compuesto por asfalto y aceite como queroseno o diésel para fluidificarlo, se controla el contenido de agua presente en esa mezcla”.

Los resultados del Ensayo Equivalente de arena para el mejoramiento de la carretera Abancay-Sañayca, en ella se observa que para dicho estudio se ha realizado con 3 muestras de agua y considerando la especificación mínima es 45% la cual para la norma **AASHTO 176 - ASTM D 2419**, mientras que es el 40% como mínimo es para la norma MTC E 114, en ambos casos siguiendo el protocolo reguladas por estas normas se ha encontrado que el equivalente de arena es de 71% lo que quiere decir que satisface ambas normas.

Los datos del Ensayo de Cohesión en húmedo para el mejoramiento de la carretera Abancay-Sañayca, para la cual se ha tomado cuatro porcentajes de emulsión con muestras en cada una (T1=11.7% de emulsión, T2=13.7% de emulsión, T3=15.7% de emulsión y T4=17.7% de emulsión) y en la que se ha determinado según las especificaciones de la norma **ISSA TB 139**, la cual permite el estudio de cohesión en 30 min, 60 min, 90 min y 120 min, en ella se observa que la emulsión a mayor porcentaje permite mayor cohesión, también a mayor tiempo de análisis de emulsión mayor cohesión superando con facilidad a lo dispuesto por la norma de análisis en 30 minutos de realizado el trabajo un mínimo de 12 kg/cm, y el análisis a los 60 minutos un mínimo de 20 kg/cm, por lo tanto podemos concluir que todos los tratamiento satisfacen la norma técnica.

El Análisis de varianza de la Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay-Sañayca, en ella se muestra que el p-valor ($Pr(>F)$) es cercano a cero por lo tanto existe una diferencia significativa entre los promedios de cohesión entre los distintos tratamientos, es decir al menos uno de los tratamientos tienen su cohesión significativa al 99.9% de confiabilidad, sin

embargo, se requiere el análisis de comparación múltiple de Tukey. Al respecto **Torres (2018)** utilizó Slurry Seal, que se considera una técnica bastante amigable y de bajo costo y que permitió conocer la percepción de los pobladores del Centro poblado San Francisco del Rio Mayo, además se realizó monitoreos técnicos, utilizando los diferentes compuestos de un mortero asfáltico considerando la arena triturada, cemento portland tipo I entre otros, logrando obtener proporciones adecuadas para mejorar la superficie de las vías.

La Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de la Cohesión en húmedo del Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca, en ella se observa que entre los tratamientos T2 y T1 no existe significancia es decir da lo mismo usar el tratamiento T1 o el tratamiento T2 mientras que el tratamiento T4 es superior a los demás significativamente y el tratamiento T3 es significativamente superior que los tratamientos T1 y T2 por lo tanto los tratamientos T3 y T4 son los tratamientos que se tienen que tomar muy en cuenta para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca. Los datos observados en el Ensayo de Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m^2) para los distintos tratamientos (T1=11.7%, T2=13.7%, T3=15.7% y T4=17.7%) con 4 repeticiones de cada una, los promedios y las varianzas de cada tratamiento, en ella se muestra que la Exceso de asfalto por adhesión de arena en promedio del tratamiento T4 es de $473.33 \text{ g}/\text{m}^2$ seguido por el Tratamiento T3 con $410.57 \text{ g}/\text{m}^2$, luego por el tratamiento T2 con $317.85 \text{ g}/\text{m}^2$ y finalmente por T1 con $237.07 \text{ g}/\text{m}^2$. Todos los tratamientos satisfacen la norma técnica ISSA A -105 – EG 2013 que especifica un mínimo de $538 \text{ g}/\text{m}^2$ y máximo $807 \text{ g}/\text{m}^2$.

Los Datos para el Diseño final del Slurry Seal tipo II de apertura rápida para la vial Abancay - Sañayca en la que se muestra los promedios de WTAT (gr/m^2), LWT (gr/m^2), WTAT máximo y LWT máximo que nos permitirá determinar la emulsión óptima para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca. Para la determinación de dicho porcentaje óptimo se ha utilizado los promedios de los diferentes tratamientos (T1=11.7%, T2=13.7%, T3=15.7% y T4=17.7%) cada una con cuatro repeticiones. De acuerdo al **Ramírez (2020)** realizó una comparación

entre los tratamientos superficiales Otta Seal y Slurry Seal evaluados para vías de bajo volumen de tránsito, identificando diferencia insignificante en relación a los impactos ambientales negativos que son generados por tener características termo-plásticas, que permite evidenciar cuando se registra las patologías como las fisuras, hundimientos, ahuellamiento entre otras, además se recomienda la utilización del tratamiento con Otta Seal por el tiempo reducido en la ejecución respecto al Slurry Seal.

6 CONCLUSIONES

- ✓ Se evidenció evaluar el tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Abancay – Sañayca donde se obtuvo el porcentaje óptimo de emulsión de Slurry Seal que se debe utilizar para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca que permite una significancia en el mejoramiento de los indicadores de adhesión, para ello se utilizó los promedios de los diferentes tratamientos (T1=11.7%, T2=13.7%, T3=15.7% y T4=17.7%) cada una con cuatro repeticiones.

- ✓ Las características de Slurry Seal de la marca EMULTEC CSS-1HP para el tratamiento de la carretera Abancay - Sañayca, la cual se ha realizado con cuatro repeticiones para una mayor exactitud de su análisis, en ella se muestra el Residuo asfáltico que por norma ASTM D 244 está permitido como Mínimo 60% y se ha hallado un 61.83% de residuo asfáltico, luego también se ha realizado el ensayo de Penetración (25°C,100g,5s) para la cual la norma ASTM D 5 permite entre 85 mm hasta 100 mm y se ha encontrado que para este estudio un 95.38 mm por lo tanto permitido por la norma y finalmente se ha practicado la Recuperación Elástica por Torsión según la norma NLT 329 la que señala como mínimo un 12% y se ha hallado en las muestras en promedio de 14.41% el cual también se encuentra dentro de lo permitido por la norma técnica, por lo tanto la emulsión EMULTEC CSS-1HP satisface la normatividad en consecuencia se aprueba su utilización para el tratamiento de la carretera Abancay - Sañayca en beneficio de los usuarios y aumentar su tiempo de vida de la misma.

- ✓ Se ha determinado las características de las componentes del Slurry Seal para el tratamiento superficial de la carretera, como el estudio granulométrico del agregado para determinar los porcentajes de material pétreo que pasan por los distintos tamices de la serie desde 3/8" equivalente a 9.53 mm, hasta el de 74 mm (N° 200), en relación al equivalente arena se ha encontrado que

el equivalente de arena es de 71% lo que quiere decir que satisface ambas normas, con respecto al ensayo a la cohesión en húmedo se ha tomado cuatro porcentajes de emulsión con muestras en cada una (T1=11.7% de emulsión, T2=13.7% de emulsión, T3=15.7% de emulsión y T4=17.7% de emulsión) y en la que se ha determinado según las especificaciones de la norma ISSA TB 139, la cual permite el estudio de cohesión en 30 min, 60 min, 90 min y 120 min, en ella se observa que la emulsión a mayor porcentaje permite mayor cohesión, también a mayor tiempo de análisis de emulsión mayor cohesión superando con facilidad a lo dispuesto por la norma de análisis en 30 minutos de realizado el trabajo un mínimo de 12 kg/cm, y el análisis a los 60 minutos un mínimo de 20 kg/cm, por lo tanto podemos concluir que todos los tratamiento satisfacen la norma técnica.

- ✓ Los datos para el diseño final del Slurry Seal tipo II de apertura rápida para la vial Abancay - Sañayca en la que se obtuvo los promedios de WTAT (gr/m²), LWT (gr/m²), WTAT máximo y LWT máximo que nos permitió determinar la emulsión óptima para el mejoramiento de la carretera Abancay - Sañayca. Para la determinación de dicho porcentaje óptimo se ha utilizado los promedios de los diferentes tratamientos (T1=11.7%, T2=13.7%, T3=15.7% y T4=17.7%) cada una con cuatro repeticiones.

7 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda utilizar Slurry Seal como una solución básica, puesto que económicamente es más rentable en comparación con un asfalto definitivo, además mejora la conservación de serviciabilidad de la carretera Abancay – Sañayca.

- ✓ En relación al empleo de los materiales como agregado, agua entre otros, se recomienda que se utilizase respetando las especificaciones técnicas de las normas, puesto que el empleo de manera inadecuada conllevaría al deterioro acelerado de la carretera Abancay – Sañayca u otras carreteras con similares características, peor aún los gastos incrementarían el mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción de las carreteras.

- ✓ Al aplicar Slurry Seal se demostró que es un emulsificante que favorece en la conservación de la carretera, por lo que se recomienda realizar otras investigaciones con otros emulsificantes y otros porcentajes que existe la posibilidad de optimizar aún más los resultados y que favorezca como precedente en la elaboración o formulación de futuros proyectos de inversión pública o trabajos de investigación.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación*. Caracas: Episteme.
- Bañón, L., & Beviá, J. (2000). *Manual de Carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento*. Valencia, España: Contratista de Obras, S.A.
- Ccasani, M. J., & Ferro, Y. I. (2017). Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimentos. (tesis para optar al título de ingeniería civil) *Univesidad Tecnológica De Los Andes*.
- Condo, L. R., & Garzón, C. V. (2021). *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*, 253. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4359/1/T-ULVR-3580.pdf>
- Contreras, M. C., & Mamani, V. D. (2020). Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados. Tesis: "Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados.". UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Lima, Perú. doi:<http://doi.org/10.19083/tesis/651885>
- Corros B, M., Urbáez P, E., & Corredor M, G. (2009). *Manual de Evaluación de Pavimentos*. Venezuela: Instituto Venezolano del Asfalto (INVEAS). Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-evaluacion1.pdf>
- Coyago Vega, G. M. (2015). Evaluación de un tratamiento superficial bituminoso con emulsión asfáltica como alternativa de mantenimiento en vías arteriales del Ecuador. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9699/TESIS%20DEFINITIVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gonzalez, D. (2018). *Metodologías de reparación para pavimentos*. Obtenido de http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/7090/a123191_Gonzalez_D_Metodologias_de_reparacion_para_pavimentos_2018_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Herencia, W. (2010). *Diseño de Slurry Seal, tecnología de materiales presentación*. Lima.

Hernández-Sampieri, Roberto; Torres, Christian Paulina Mendoza. *Metodología de la investigación*. México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana, 2018.

ISSA A105. (2010). Normas de rendimiento recomendaciones para SLURRY SEAL de asfalto emulsuonado A105 (Revisado en febrero de 2010). *International Slurry Surfacing Association*, pág. 18.

Lerma, G. (2009). *Metodología de la investigación* . Bogotá: Ecoe.

Macharé Aquino , P. A. (2019). Diseño de pavimentos con alternativas de mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa en la vía de evitamiento de la ciudad de Jaén. *Universidad Nacional Federico Villareal*, 120. Obtenido de <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3694/MACHAR%C3%89%20AQUI%C3%91O%20PIERO%20ALEXIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mancha de la Cruz, R. A. (2016). Análisis comparativo del costo por niveles de serviciabilidad entre el tratamiento superficial SLURRY SEAL y el tratamiento granular convencional. *Universidad Nacional De Huancavelica.*, 133. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1929/TESIS%20MANCHA%20DE%20LA%20CRUZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Manual de Carreteras. (2014). Manual de carreteras diseño geométrico dg-2014. *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*, 329. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3580.pdf

- Mercado, R. (2008). *Emulsiones asfálticas. Usos-rompimiento*. Mérida – Venezuela.
- Ministerio de Transporte y Comunicacion. (2014). Manual de carreteras de suelos geología, geotecnica y pavimento.
- Ministerio De Transportes Comunicaciones (MTC). (2013). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima.
- Molano Cardoso , J., & Rodríguez González, H. (2016). Material de sellado asfáltico para el mantenimiento rutinario de la red vial. *Universidad Piloto de Colombia*, 69. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5652/TESES%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montejo Fonseca, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Bogota, Colombia: Agora.
- Montejo, A. (2006). *Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño*.
- MTC. (2016). Manual de ensayo de materiales. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf
- Norma Técnica CE. 010. (2010). Pavimentos urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones. 75. Obtenido de https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf
- Ortega , A. (2004). *Pavimentos Flexibles. Monografía*. . Obtenido de <http://www.construaprende.com>
- Ramírez Trigozo, Á. (2020). Evaluación técnica y de costo entre los tratamientos superficiales OTTA SEAL y SLURRY SEAL, para carreteras de bajo volumen de tránsito en el departamento de san martín – 2019. *Universidad Científica del Perú*, 89. Obtenido de http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1017/TESES_%20ING.CIVIL_ALVARO%20RAMIREZ_TITULO_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y

RNE. (2014). REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES C-010. LIMA, PERU.

Salazar , D. J. (2011). Guía para la realización de ensayos y clasificación de asfaltos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados según el Reglamento Técnico Centroamericano. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-GuiaParaLaRealizacionDeEnsayosYClasificacionDeAsfa-6240952.pdf

Sanchez Carlesi, H. (1998). *Metodología y Diseño en la Investigación Científica*. . Lima - Perú: Mantaro.

Silva, J. (2012). *Pavimentos económicos mantenimiento de zonas urbanas con el uso de emulsiones*. Lima.

Sotomayor Morales, G. G. (2016). Diagnóstico del Estado Situacional de la vía: Avenida Perú, por el método: Índice de Condición de Pavimentos. *Universidad Alas Peruanas*, 150. Obtenido de <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/722?offset=240>

Terán Terán , S. J., & Vásquez Albaracín , K. F. (2019). Inventario, evaluación y propuesta de mejoramiento de los pavimentos de las vías. (*tesis para optar el título de ingeniero civil*). *Universidad Central del Ecuador*. Quito, Ecuador.

Torres Ccoyllar, Y. (2019). Comportamiento del SLURRY SEAL para el mantenimiento de la superficie asfáltica, el Tambo. *Universidad Peruana Los Andes*., 131. Obtenido de <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/1050/TORRES%20CCOYLLAR%20YVONNE%20HELEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres Córdova , M. J. (2018). Tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo - 2016. *Universidad César Vallejo*, 153. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27129/Torres_CMJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

**"RESUMEN DE LOS ENSAYOS
REALIZADOS PARA LA TESIS:
APLICACIÓN DE SLURRY SEAL PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA
ABANCAY - SAÑAYCA**

JUNIO - 2021


Osca Alberto Morán Romero
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 29005
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" PP.JJ.
Celular: 996057804 - 976987990 y 945848366

Abancay - Abancay - Apurímac.
Teléfono fijo: (083) 207871
RUC N° 20604807175



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción.

El ensayo de equivalente de arena es un método que establece de manera rápida un procedimiento para determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino, material arcilloso, en los suelos y agregados finos; en el caso de hormigones (concreto) que pueden afectar de manera negativa a la resistencia y durabilidad del hormigón, mientras que en pavimentos es necesario conocer que la cantidad de finos sea la menor posible si se trata de la cimentación de la misma estructura de pavimento ya que estos materiales al entrar al contacto con el agua causan gran daño. Este procedimiento es rápido que se utiliza en campo. La normativa que se utiliza para este ensayo es la Normas Técnicas: MITC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176.

1.2 Marco Teórico.

La base y sub-base Granular desempeña una función estructural específica. El normal funcionamiento de un pavimento está directamente relacionado con el correcto desempeño de estas bajo condiciones normales de servicio. Dicho desempeño es definido por las características físicas, químicas y mecánicas del material granular y sobre las cuales es preciso definir un control.

La fracción fina de los materiales granulares y en particular de la fracción arcillosa define en forma relevante el comportamiento mecánico del conjunto. Por ello es necesario caracterizarla y clasificarla mediante métodos cuantitativos que permiten tener un criterio más claro de la naturaleza cualitativa de la misma. Debido a que una buena cimentación de un camino necesita la menor cantidad de finos posible, sobre todo de arcillas, que son los materiales que en contacto con el agua causan un gran daño al pavimento, pues es necesario saber si la cantidad de finos que contienen los materiales que serán utilizados en la estructura del pavimento es la adecuada por tal motivo se hizo necesario el plantear una manera fácil y rápida que nos arroje dichos resultados; sobre todo cuando se detectarán los bancos de materiales.

El equivalente de Arena es una prueba de laboratorio, que se realiza con el objeto de determinar que porcentaje de una muestra se puede considerar como arena. De manera muy simple lo que se hace es separar por medio de una solución química las partículas finas o polvos de las arenas. Se considera que una arena tiene una excelente calidad si tiene un equivalente superior al 90 %.

Se pretende que este ensayo rápido de campo sirva para investigar la presencia de materiales finos o de apariencia arcillosa, que sean perjudiciales para los suelos y para los agregados pétreos tanto para la Sub base, Base Granular o Carpeta Asfáltica al igual para las obras de concreto hidráulico.

2. Objetivo del estudio

Este método de ensayo se propone servir como una prueba de correlación rápida de campo. El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las

Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" PP. JJ.
Celular: 996057804 - 976987990 y 945848366



Abancay - Abancay - Apurímac.
Teléfono fijo: (083) 207871
Oscar Alberto Morales Obregon
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85018
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N°4 (4,75mm). El término "equivalente de arena", expresa el concepto de que la mayor parte de los suelos granulares y agregados finos son mezclas de partículas gruesas deseables, arena y generalmente arcillas o finos plásticos y polvo, indeseables. Nota 1. Algunos realizan la prueba sobre material con un tamaño máximo más pequeño que el tamiz N°4 (4,75mm). Esto se hace para evitar que se atrapen los finos arcillosos o plásticos y el polvo en las partículas comprendidas entre los tamices N°4 a 8 (4,75mm a 2,36 mm). El ensayo de materiales con tamaño máximo más pequeño, puede disminuir los resultados numéricos de la prueba.

3. ENSAYOS DE LABORATORIO

EQUIPOS

Un cilindro graduado, transparente de plástico acrílico, tapón de jébe, tubo irrigador, dispositivo de pesado de pie y ensamblaje del sifón, confortantes de las especificaciones respectivas y las dimensiones mostradas en la Fig. 1. Véase Anexo A.1 para aparatos alternativos.

Horno, de suficiente tamaño, y capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

Agitador mecánico para equivalente de arena, diseñado para sostener el cilindro plástico graduado requerido, en una posición horizontal mientras está siendo sujeto a un movimiento recíprocante paralelo a su longitud y teniendo una trayectoria de $203,2 \pm 1,0$ mm ($8 \pm 0,04$ pulg) y operando a 175 ± 2 rpm. En la Fig. 2 se muestra un aparato típico. El agitador deberá ser asegurado a una montura firme y nivelada.

Nota 3. El movimiento de las partes del agitador mecánico deberá estar provisto con una reja de seguridad para la protección del operador.

Agitador de operación manual para equivalente de arena, (Opcional),

INSUMOS

Stock de Solución: Se van a requerir los siguientes materiales:

- Cloruro cálcico Anhidro, 454g (1,00 lb) de grado técnico
- Glicerina USP, 2050g (1 640 mL).
- Formaldehído, (40 volumen % solución) 47g (45 mL).
- Disolver los 454 g (1,00 lb) de cloruro en 1,9 L (0,5 gal) de agua destilada. Enfriar a la temperatura ambiente y filtra a través de un papel filtro. Añadir 2050 g de glicerina y 47 g de formaldehído a la solución filtrada, mezclar bien, y diluir a 3,8 L (1,0 gal).

Solución de trabajo de cloruro cálcico

Muestra

- ✓ Obtener como mínimo 1500 g de material pasante el tamiz N°4 (4,75mm) de la siguiente manera:

4. CALCULOS.

Oscar Alberto Morán Romero
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85005
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" Pp.JJ.
Celular: 996057804 - 976987990 y 945848366

Abancay - Abancay - Apurímac.
Teléfono fijo: (083) 207871
RUC N° 20604807175



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

Calcule el equivalente de arena de acuerdo con la fórmula siguiente, aproximando al 1%:

$$EA(\%) = (Na / Nt) \cdot 100$$

Donde:

EA: Equivalente de arena (%).

Na: Nivel superior de la arena (mm).

Nt: Nivel superior de la arcilla (mm)

Se calcula el equivalente de arena de cada muestra como el promedio aritmético de los resultados de tres ensayos paralelos, con aproximación al 1 % superior.



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. Mediante esta prueba conocemos el contenido de finos que tiene el material y en base a esto saber si es adecuado para utilizarlo en la construcción del pavimento, ya que un alto contenido de material fino y arcillas puede significar un gran cambio en su comportamiento mecánico debido a la presencia de agua, y con esto deteriorando la calidad y/o durabilidad de las carreteras) por ello que conocer estos porcentajes es muy importante ya que en base a esta se puede deducir si utilizar o No el material de acuerdo a las características del proyecto.
2. Las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000), deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:
Equivalente de Arena: 20% mín.
3. En función al equivalente de Arena, define:

EQUIVALENTE DE ARENA	CARACTERÍSTICA
Si: $EA > 40$	El suelo no es plástico, es de arena
Si: $40 > EA > 20$	El suelo es poco plástico y no heladizo
Si: $EA < 20$	El suelo es plástico y arcilloso



Abancay, junio del 2021

Osvaldo Alberto Morán Romero
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85000
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" PP.JJ.
Celular: 996057804 - 976987990 y 945848366

Abancay - Abancay - Apurímac.
Teléfono fijo: (083) 207871
RUC N° 20604807175



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

SLURRY SEAL Y MICROPAVIMENTOS

1. Diseño de Slurry Seal y Micropavimento Metodología ISSA
2. *Sobre el slurry seal y micropavimento*
 - ✓ Técnicas de mantenimiento preventivo y rehabilitación de superficies. • Se logra poco o ningún incremento estructural.
 - ✓ Deben de ser consideradas solo para aquellos pavimentos que poseen capacidad de carga remanente, necesaria para soportar las cargas de diseño vehicular.
 - ✓ Se utilizan como un sello superficial para corregir irregularidades tales como pérdida de propiedades anti-derrapantes (alisamiento), oxidación y desprendimientos en pavimentos.
 - ✓ Han mostrado buenos resultados para mejorar las características de fricción superficial, recuperación de ahuellamientos y pequeñas irregularidades, en vías tanto de alto como de bajo volumen de tráfico.
3. *Definición SLURRY.*- Es un sistema formado por:
 - ✓ Agregado mineral
 - ✓ Filler
 - ✓ Agua
 - ✓ Emulsión de rotura lenta ó emulsión de rotura lenta modificada con polímero
TODOS DEPENDEN UNO DEL OTRO
4. *Definición MICROPAVIMENTO.*- Es un sistema formado por:
 - ✓ Agregado mineral
 - ✓ Filler
 - ✓ Agua y otros aditivos debidamente proporcionados
 - ✓ Emulsión de rotura controlada modificada con polímero TODOS DEPENDEN UNO DEL OTRO
5. *Caracterización de agregados.* - Ensayos:
 - ✓ Granulometría
 - ✓ Durabilidad
 - ✓ Abrasión
 - ✓ Forma de partícula
 - ✓ Equivalente de arena
 - ✓ Azul de Metileno
 - ✓ Slurry Seal Tipo I, II, III 15% máx. Na₂SO₄ 35% máx. 100% triturada 45% mín. ninguno
 - ✓ Micro pavimento Tipo II, III 15% máx. Na₂SO₄ 30% máx. 100% triturada 65% mín. 15 mg/g máx. * * Este valor representa la máxima cantidad de azul de metileno comúnmente permitido para este ensayo. Pocos laboratorios realizan esta prueba.
6. *FILLER*
 - ✓ Normalmente usado hasta 2% con respecto al peso del agregado seco.
 - ✓ Cemento Portland, Cal hidratada ó cualquier otro fino que ayude en alguno de los tres propósitos, para los cuales es usado: I. Aditivo para iniciar la reacción

Dirección: Av. Centenario Ms "B" Lt. "9" PP.JJ.
Celular: 996057804 - 976987990 y 945848366



Abancay - Abancay - Apurímac.
Teléfono fijo: (083) 207871
Oscar Alberto Morán Romero 20604807175
INGENIERO CIVIL
C.I.R. N° 85005
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

2. Agente tixotrópico 3. Corrige deficiencias en los finos que pasan la malla # 200
7. **AGUA**
- ✓ Componente intermedio en diseño
 - ✓ Potable (de preferencia)
 - ✓ No debe contener sólidos en suspensión
8. **Ensayo de COHESION ISSA TB 139**
- ✓ Clasifica el sistema en términos de cuán rápido la mezcla desarrolla una adecuada cohesión a fin de poder aperturar el tráfico.
9. **Consideraciones finales**
- ✓ La buena calidad de los materiales es importante para el rendimiento apropiado de las mezclas de slurry seal y micropavimentos.
 - ✓ Sin embargo, no es suficiente que los materiales sean de buena calidad pues ello no asegura una mezcla satisfactoria ya que pueden ser incompatibles entre ellos.
 - ✓ Los diseños de slurry seal y micropavimentos son hechos a medida del agregado, teniendo en cuenta las condiciones climáticas a las que serán sometidas las mezclas y las facilidades o limitantes del sector de aplicación.



Oscar
Oscar Alberto Moran Romero
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85000
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



ENSAYOS DE LABORATORIO DE BANCAYCA DE ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
 DIRECCIÓN: Av. Cienfuegos No "B" Lt "B", PP.LJ
 Correo: ghuacoprativodregenera@gmail.com



Solicitante : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Tema : Aplicación De Slurry Seal Para La Conservación De La Carretera Abancay - Sañayca
 Sector : Vía: CARRETERA ABANCAY SAÑAYCA KM 100 + 000
 Evaluado por: WILFREDO SOTO PALOMINO
 Fecha: 22 de mayo de 2021

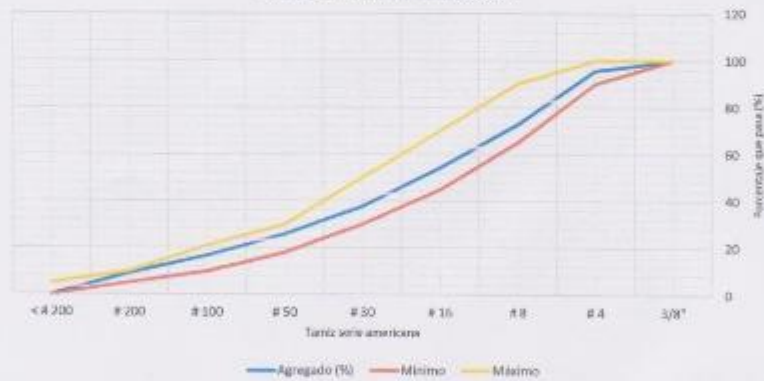
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)

ESPECIFICACIÓN SLURRY SEAL TIPO II

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO.RET (gr)	PESO.RET (%)	PESO.RET.A (%)	Agregado (%)	Mínimo	Máximo
3/8"	9.525	0	0	0	100	100	100
# 4	4.76	446.04	4.2	4.2	95.8	90	100
# 8	2.38	2453.22	23.1	27.3	72.7	65	90
# 16	1.19	1954.08	18.4	45.7	54.3	45	70
# 30	0.59	1752.3	16.5	62.2	37.8	30	50
# 50	0.297	1263.78	11.9	74.1	25.9	18	30
# 100	0.149	987.66	9.3	83.4	16.6	10	21
# 200	0.074	785.88	7.4	90.8	9.2	5	10
< # 200	FONDO	977.04	9.2	100	0	0	5

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO (ASTM C-136)
 ESPECIFICACIÓN : ASTM C-136
 RESULTADO :

Curva granulométrica del agregado



Carlos Alberto Morán Romero
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 85005
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



GRUPO DE LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
 DIRECCIÓN: Av. Costanera Mz. "B" Lt "B", PP. JJ
 Quito - grupo@oscaralbertomoránrogers.com



Solicitante : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Tema : Aplicación De Slurry Seal Para La Conservación De La Carretera Abancay – Sañayca
 Sector : Vía: CARRETERA ABANCAY SAÑAYCA KM 100 + 000
 Evaluado : WILFREDO SOTO PALOMINO
 Fecha : 22 de mayo de 2021

ANÁLISIS DE EQUIVALENTE ARENA (EA) ASTM 2419

$$EA = \frac{\text{Nivel de arena}}{\text{Nivel de arcilla}} * 100$$

N.º de Muestra	M1	M2	M3
Muestra seca pesante la mal N° 4	1500	1500	1500
Lectura de arcilla	7.8	7.5	7.7
Lectura aparente de arena	15	14.5	14.9
Lectura de arena	5	6.1	5.4
Equivalente de arena	64.10	81.33	70.13





 Oscar Alberto Morán Romero
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 85006
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD DE LA AMBA FORMAS DE RESERVA EN PAVIMENTOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
 DIRECCIÓN: Av. Centenario No. "B" 51 "B", PP. JJ
 Correo: grupoconsultor@grupogco.com



Solicitante : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Tema : Aplicación De Slurry Seal Para La Conservación De La Carretera Abancay – Sañayca
 Sector : Via: CARRETERA ABANCAY SAÑAYCA KM 100 + 000
 Evaluado por: WILFREDO SOTO PALOMINO
 Fecha: 22 de mayo de 2021

CARACTERIZACION DE SLURRY SEAL (EMULTEC CSS-1HP)

EMULTEC CSS-1HP	Residuo asfáltico	Penetración (25°C, 100g, 5 seg)	Recuperación Elástica por Torsión
R1	61.6401325	95.0767275	14.1026282
R2	61.9330754	96.4404512	14.6064182
R3	61.9870458	94.1594506	15.1950097
R4	61.7556746	95.8354718	13.7532698
Total	247.315926	381.512101	57.657326
Promedio	61.8289816	95.3780253	14.4148915
Varianza	0.02561909	0.97123692	0.39350579
Resultado	61.80 %	95 dmm	- 15.00 %
Permitido	Mínimo 60%	85-100 dmm	Mínimo 12%
Norma	ASTM D 244	ASTM D 5	NLT 329

	Residuo asfáltico	Penetración (25°C, 100g, 5 seg)	Recuperación Elástica por Torsión
Emisión EMULTEC CSS-1HP hallada	61.83	95.38	14.41
Permitido por norma	0	0	0
Norma	0	0	0



Oscar Alberto Morán Romero
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 15502
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS Y OBRAS DE OBRAS DE OBRAS
 DIRECCIÓN: Av. Centenario Ms "B" Lt "D", PPJJ
 Correo: grupooperativobregon@bolivia.com



Solicitante : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Tema : Aplicación De Slurry Seal Para La Conservación De La Carretera Abancay – Sañayca
 Sector : Vía: CARRETERA ABANCAY SAÑAYCA KM 100 + 000
 Evaluado por : WILFREDO SOTO PALOMINO
 Fecha : 22 de mayo de 2021

ENSAYO DE SLURRY SEAL (EMULTEC CSS-1HP)

Tratamiento	Repetición	Emulsión (%)	Filler (%)	Agua (%)	Asfalto	Agregado (%)	Tiempo de mezclado (s)	Cohesión en húmedo - 30 minutos mínimo (N)	Pérdida de abrasión en húmedo, 1 hora inmersión, WTAT (g/m ²)	Exceso de asfalto por adhesión de arena, LWT (g/m ²)
T1	R1	11.7	0.5	15	9.7	63.1	204.85	16.10	759.60	238.10
T1	R2	11.7	0.5	15	9.7	63.1	207.21	16.69	757.69	237.70
T1	R3	11.7	0.5	15	9.7	63.1	201.74	16.68	761.21	235.31
T1	R4	11.7	0.5	15	9.7	63.1	205.68	16.90	760.38	237.19
T2	R1	13.7	0.5	15	9.7	61.1	206.79	17.22	516.60	315.80
T2	R2	13.7	0.5	15	9.7	61.1	201.14	16.87	522.96	317.39
T2	R3	13.7	0.5	15	9.7	61.1	201.22	17.09	521.42	319.50
T2	R4	13.7	0.5	15	9.7	61.1	204.02	17.13	511.98	318.69
T3	R1	15.7	0.5	15	9.7	59.1	208.37	18.00	448.20	413.10
T3	R2	15.7	0.5	15	9.7	59.1	203.70	17.79	446.36	408.76
T3	R3	15.7	0.5	15	9.7	59.1	203.03	17.83	440.22	411.30
T3	R4	15.7	0.5	15	9.7	59.1	207.59	18.09	449.37	409.11
T4	R1	17.7	0.5	15	9.7	57.1	200.80	18.40	395.20	472.60
T4	R2	17.7	0.5	15	9.7	57.1	208.36	19.36	388.57	474.92
T4	R3	17.7	0.5	15	9.7	57.1	207.22	19.32	393.08	474.07
T4	R4	17.7	0.5	15	9.7	57.1	208.08	19.10	393.61	471.74
Promedio		14.7	0.5	15	9.7	60.1	204.9871646	17.66051641	529.1523857	359.7043975
Permitido							Minimo 180 seg.	17 kg-cm minimo	Máximo 807 g/m ²	Máximo 538 g/m ²
Norma							ISSA TB 113	ISSA TB 139	ISSA TB 100	ISSA TB 109


 Oscar Alberto Morán Romero
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 85005
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



ENSAJOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASesoramiento TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
 DIRECCIÓN: Av. Centenario Mz "B" L1 "V", PP JJ
 Correo: grupocooperativobregonesci@hotmail.com



Solicitante : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Tema : Aplicación De Slurry Seal Para La Conservación De La Carretera Abancay – Sañayca
 Sector : Vía: CARRETERA ABANCAY SAÑAYCA KM 100 + 000
 Evaluado por: WILFREDO SOTO PALOMINO
 Fecha: 22 de mayo de 2021

ANÁLISIS: COHESION EN HUMEDO

Tratamiento	Repetición	Cohesión en húmedo - 30 minutos mínimo (N)	Cohesión en húmedo - 60 minutos mínimo (N)	Cohesión en húmedo - 90 minutos mínimo (N)	Cohesión en húmedo - 120 minutos mínimo (N)			
T1	R1	16.10	18.40	20.35	21.19	2.29	1.95059059	0.8388171
T1	R2	16.69	18.76	20.64	21.46	2.06	1.88613195	0.8189689
T1	R3	16.68	18.74	20.62	21.50	2.07	1.8791880	0.87560734
T1	R4	16.90	19.05	20.92	21.88	2.15	1.86683515	0.95966928
T2	R1	17.22	19.27	21.25	22.24	2.05	1.97851051	0.99659356
T2	R2	16.87	19.04	20.92	21.76	2.17	1.8746994	0.83695744
T2	R3	17.09	19.28	21.34	22.06	2.20	1.85942157	0.92026809
T2	R4	17.13	19.23	21.22	22.06	2.10	1.98889694	0.84077109
T3	R1	18.00	20.03	21.97	22.97	2.03	1.94124898	0.9969064
T3	R2	17.79	19.86	21.73	22.60	2.07	1.86972155	0.86888105
T3	R3	17.83	19.88	21.81	22.79	2.04	1.93028344	0.98287898
T3	R4	18.09	20.12	22.12	23.03	2.03	1.99598216	0.91072016
T4	R1	18.40	20.52	22.36	23.16	2.12	1.83826004	0.80403356
T4	R2	19.36	21.45	23.39	24.33	2.09	1.940357	0.94270263
T4	R3	19.32	21.33	23.29	24.18	2.01	1.95790131	0.89147579
T4	R4	19.10	21.26	23.21	24.03	2.16	1.94200507	0.8206561

Cohesión (kg-cm)				
Tratamiento	30 min	60 min	90 min	120 min
T1	16.59	18.74	20.63	21.51
T2	17.07	19.21	21.13	22.03
T3	17.93	19.97	21.91	22.85
T4	19.05	21.14	23.06	23.93





 Oscar Alberto Morón Romero
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 85005
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

PANEL FOTOGRAFICO

FOTO N° 1.- VISTA DEL TAMIZADO PARA LA GRANULOMETRIA.



FOTO N° 2.- VISTA DE LA GRANULOMETRIA DE LA ARENA.



Osorio
Osorio Alberto Morán Romero
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85006
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

FOTO N° 3.- PREPARADO DE LAS MUESTRAS DE ARENA.



FOTO N° 4.- ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA.




[Signature]
César Alberto Morán Romero
INGENIERO CIVIL
CIP N° 25403
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

Dirección: Av. Centenario Ms "B" Lt. "9" PP.JJ.
Celular: 996057804 - 976987990 y 945848366

Abancay - Abancay - Apurímac.
Teléfono fijo: (083) 207871
RUC N° 20604807175



METROLAB Y CALIDAD S.A.C.
Laboratorio de Metrología - Servicio con Tecnología y Calidad

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 169- LM - 2020

LABORATORIO DE MASA

Página 1 de 4

Expediente	:014-MYC-2020	
Solicitante	:MORON ROMERO OSCAR ALBERTO	La incertidumbre reportada en el presente informe es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición".
Dirección	:Av. Caramerito Mza. B. Lte. 9, P.J. Caramerito Apurimac - Abancay	
Instrumento de Medición	:BALANZA Electrónica 500 g.	
Marca	:OHAUS	
Modelo	:174.902	
Numero de Serie	:8462401076	Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Identificación	:SN	
Ubicación	:	
Tipo	:	
Alcance de Indicación	:0 g- 600 g	La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
División de Escala	:0.01 g	
Div. Verificación (escala(s))	:0.01 g	
Clase de Exactitud	:0	Este Certificado de Calibración, no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio emisor.
Procedencia	:U.S.A	
Fecha de Calibración	:2020-06-25	
Lugar de Calibración	:Av. Caramerito Mza. B. Lte. 9, P.J. Caramerito Apurimac - Abancay	

Método de Calibración

La Calibración se realizó según el método descrito en el PC-011 "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOP, Cuarta Edición.

Sello Fecha de Emisión Jefe de Laboratorio de Metrología



2020/06/27

METROLAB Y CALIDAD S.A.C.
FRENTE LABOR Y SERVICIO
DE CALIBRACION



METROLAB Y CALIDAD S.A.C.
Laboratorio de Metrología - Servicio con Tecnología y Calidad

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 169-LM-2020

LABORATORIO DE MASA

Página 2 de 4

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24.4	24.9
Humedad Relativa (%RH)	44.8	42.8

Patrones de Referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de masa de la Dirección de Metrología - INACAL, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Peso (Clase de Exactitud E1) METTLER TOLEDO M1122 / 942700601	Peso (Clase de Exactitud M0)	METROL - INACAL LM-0054-2019 EXP. 70280 2019
Peso (Clase de Exactitud E1) METTLER TOLEDO M1122 / 942700600	Peso (Clase de Exactitud M0)	METROL - INACAL LM-0055-2019 EXP. 70280 2019
Peso (Clase de Exactitud E1) METTLER TOLEDO M1122 / 942700600	Peso (Clase de Exactitud M0)	METROL - INACAL LM-0056-2019 EXP. 70280 2019
Peso (Clase de Exactitud E1) METTLER TOLEDO M1122 / 942700600	Peso (Clase de Exactitud M0)	METROL - INACAL LM-0058-2019 EXP. 70280 2019

RESULTADOS

INSPECCION VISUAL

Estado de Cero	SI
Condición Línea	SI
Plataforma	SI
Sistema de Tarea	SI

Exhibe	SI
Cupon	SI
Revisión	SI



METROLAB Y CALIDAD S.A.C. - LABORATORIO DE METROLOGIA
Avenida PROSPERIDAD 404 A, LITE N° 2, 34700000 SUCO - PERU, Teléfono: (084) 20172 Fax: 20144 040
www.metrolabycalidad.com | info@metrolabycalidad.com | ventas@metrolabycalidad.com | info@inacal.gob.pe



METROLAB Y CALIDAD S.A.C.
Laboratorio de Metrología - Servicio con Tecnología y Calidad

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 169-LM-2020

LABORATORIO DE NESA

Página 1 de 6

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	24.1 °C	24.6 °C

Medida N°	Carga LT = 200 (g)			
	1 (g)	10 (g)	100 (g)	200 (g)
1	200.0	2.00	0.00	
2	200.0	2.00	0.00	
3	200.0	2.00	0.00	
4	200.0	2.00	0.00	
5	200.0	2.00	0.00	
6	200.0	2.00	0.00	
7	200.0	2.00	0.00	
8	200.0	2.00	0.00	
9	200.0	2.00	0.00	
10	200.0	2.00	0.00	
11	200.0	2.00	0.00	
12	200.0	2.00	0.00	
Diferencia Máxima				0.00
Error Máximo Permisible				± 0.200

Medida N°	Carga LT = 400 (g)			
	1 (g)	10 (g)	100 (g)	400 (g)
1	400.0	2.00	0.00	
2	400.0	2.00	0.00	
3	400.0	2.00	0.00	
4	400.0	2.00	0.00	
5	400.0	2.00	0.00	
6	400.0	2.00	0.00	
7	400.0	2.00	0.00	
8	400.0	2.00	0.00	
9	400.0	2.00	0.00	
10	400.0	2.00	0.00	
11	400.0	2.00	0.00	
12	400.0	2.00	0.00	
Diferencia Máxima				0.00
Error Máximo Permisible				± 0.200

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

1	2	3	4

Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	22.8	22.9

Posición de Carga	Carga (g)	Determinación del Error en Caso E0				Determinación del Error en Caso E2			
		1 (g)	10 (g)	100 (g)	E0 (g)	1 (g)	10 (g)	100 (g)	E2 (g)
1	200.0	2.00	0.00	0.00	200.0	1.00	10.00	100.00	0.00
2	200.0	2.00	0.00	0.00	400.0	1.00	0.00	0.00	0.00
3	200.0	2.00	0.00	0.00	400.0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	200.0	2.00	0.00	0.00	400.0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	200.0	2.00	0.00	0.00	400.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Diferencia Máxima				0.00	Error Máximo Permisible				± 0.200

* Verificación 2 y 11 s.



METROLAB Y CALIDAD S.A.C. LABORATORIO DE METROLOGIA
Dirección: PASEO SANTIAGO N° 6, 2012 N° 2, SANTIAGO CAROLINA - AREQUIPA, Teléfono: 054 444 444, Fax: 054 444 444
www.metrolabycalidad.com.pe | correo@metrolabycalidad.com.pe | contacto@metrolabycalidad.com.pe | telefono@metrolabycalidad.com.pe



METROLAB Y CALIDAD S.A.C.
Laboratorio de Metrología - Servicio con Tecnología y Calidad

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 169-LM - 2020

LABORATORIO DE MASA

Página 4 de 4

ENVAYO DE PESAJE

Temperatura Inicial Final
24.1 °C 24.5 °C

Carga [g]	Prueba de Ajuste					Prueba de Desajuste					M.P.P. [10 ⁻³ g]
	I	AL	E	Et	Ec	I	AL	E	Et	Ec	
2.0	0.42	0.20	0.00								0.20
1	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00	1.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20
3	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20
10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20
50	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20
100	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20
100	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20
200	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20
500	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20
1000	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20

Donde: $M.P.P.$ Error Máximo Permisible para Balanzas de Funcionamiento Automático Con Clase de Exactitud

- I: Lectura o Indicación de la Balanza
- AL: Carga Añadida
- E: Error Encuentado
- Et: Error en Cero
- Ec: Error Corregido

Lectura Corregida: $Acumulado [g] = 0.0000000133000126$

Incertidumbre de Medición: $U(g) = 1.9 \sqrt{0.00000034 + 0.000000002128 \cdot g^2}$

Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación de Calibrado y el número de Certificado de Calibración.

Final del Documento





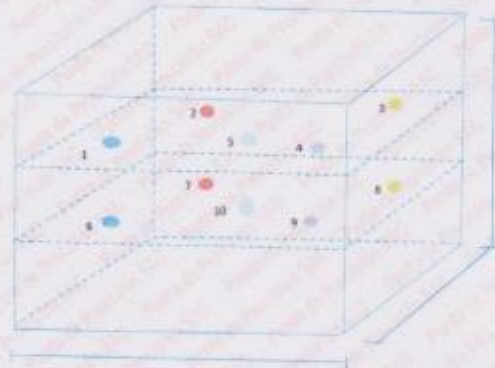
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 032 - 2017

Página : 4 de 4

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demás sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura más alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Raquel Y. Irujo Capcha
GERENTE

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



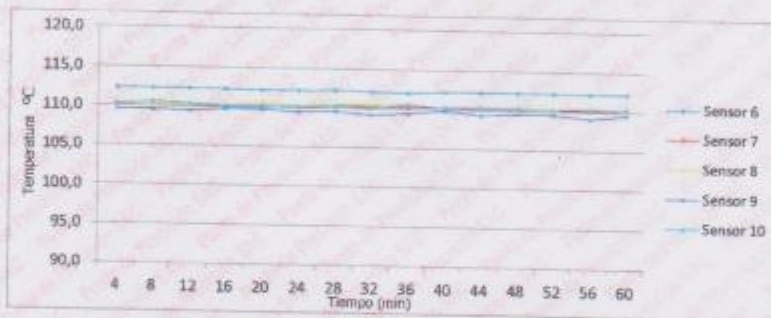
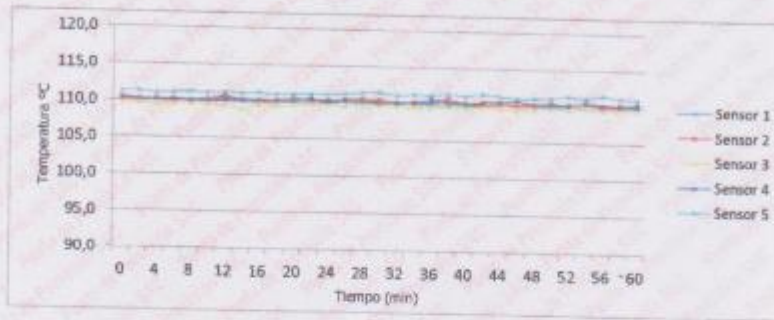
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 032 - 2017

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Raquel Y. Lindza Capcha
GERENTE



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 032 - 2017

Página : 2 de 4

CALIBRACIÓN PARA 110°C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔT Max. Y Min. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	110,5	110,3	109,6	110,5	111,3	112,6	110,5	110,8	109,8	110,6	110,7	3,0
2	110	110,3	110,2	109,8	110,3	111,3	112,5	110,3	110,8	109,8	110,5	110,8	2,7
4	110	110,2	110,3	109,5	110,2	111,1	112,3	110,2	110,3	109,8	110,3	110,4	2,8
6	110	110,3	110,2	109,8	110,3	111,2	112,6	110,3	110,8	109,5	110,2	110,5	3,1
8	110	110,2	110,1	109,7	110,2	111,3	112,3	110,2	110,2	109,8	110,6	110,4	2,7
10	110	110,3	110,3	109,6	110,1	111,2	112,3	110,5	110,6	109,4	110,6	110,5	2,9
12	110	110,8	110,6	109,5	110,3	111,3	112,3	110,3	110,2	109,5	110,4	110,5	2,8
14	110	110,3	110,3	109,0	110,2	111,2	112,5	110,1	110,5	109,8	110,3	110,4	3,5
16	110	110,3	110,2	109,8	110,3	111,3	112,3	110,2	110,3	109,8	110,2	110,5	2,5
18	110	110,2	110,3	109,5	110,2	111,1	112,1	110,3	110,2	109,3	110,3	110,4	2,8
20	111	110,3	110,5	109,6	110,3	111,2	112,2	110,2	110,6	109,8	110,2	110,5	2,6
22	111	110,6	110,4	109,8	110,5	111,2	112,3	110,3	110,2	109,6	110,3	110,5	2,7
24	110	110,0	110,3	109,8	110,3	111,2	112,2	110,2	110,3	109,5	110,2	110,4	2,7
26	110	110,4	110,5	109,6	110,4	111,3	112,1	110,3	110,2	109,5	110,6	110,5	2,6
28	110	110,2	110,6	109,9	110,3	111,5	112,3	110,3	110,8	109,8	110,3	110,8	2,7
30	112	110,3	110,5	109,8	110,3	111,8	112,2	110,2	110,2	109,3	110,3	110,5	2,9
32	110	110,3	110,2	109,7	110,2	111,2	112,2	110,3	110,5	109,2	110,2	110,4	3,0
34	110	110,3	110,3	109,6	110,3	111,4	112,3	110,2	110,2	109,3	110,5	110,4	3,0
36	109	110,2	110,6	109,5	110,6	111,3	112,1	110,3	110,8	109,5	110,8	110,5	2,6
38	110	110,6	110,8	109,7	110,3	111,5	112,3	110,5	110,3	109,0	110,3	110,5	3,3
40	110	110,1	110,3	109,8	110,2	111,3	112,3	110,3	110,3	109,9	110,3	110,5	2,7
42	111	110,2	110,2	109,9	110,5	111,6	112,3	110,6	110,3	109,6	110,3	110,5	2,7
44	110	110,3	110,3	109,6	110,8	111,3	112,3	110,3	110,2	109,4	110,2	110,5	2,9
46	110	110,2	110,2	109,5	110,6	111,1	112,2	110,5	110,3	109,5	110,6	110,5	2,7
48	110	110,3	110,3	109,8	110,2	111,2	112,3	110,3	110,2	109,6	110,3	110,4	2,7
50	109	110,2	110,5	109,8	110,3	111,3	112,5	110,2	110,3	109,5	110,5	110,5	3,0
52	112	110,3	110,3	109,6	110,3	111,5	112,3	110,2	110,2	109,6	110,3	110,5	2,7
54	110	110,6	110,6	109,9	110,6	111,3	112,1	110,3	110,5	109,6	110,2	110,6	2,5
56	110	110,2	110,1	108,8	110,4	111,6	112,3	110,2	110,6	109,1	110,3	110,4	3,2
58	110	110,3	110,3	109,8	110,3	111,3	112,2	110,6	110,3	109,5	110,3	110,5	2,7
60	110	110,5	110,2	109,6	110,2	111,2	112,3	110,3	110,2	109,6	110,3	110,4	2,7
T. PROM	110,2	110,3	110,3	109,6	110,3	111,3	112,3	110,3	110,4	109,5	110,4	110,5	
T. MAX	112,0	110,8	110,8	109,9	110,8	111,8	112,8	110,8	110,8	109,9	110,8	110,8	
T. MIN	109,0	110,0	110,1	109,0	110,1	111,1	112,1	110,1	110,2	109,0	110,2	110,2	
DTT		3,0	0,8	0,7	0,9	0,7	0,5	0,5	0,5	0,6	0,9	0,4	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,8	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,8	0,3
Estabilidad Media (±)	0,45	0,02
Uniformidad Media	3,6	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Raquel Y. Loayza Capcha
GERENTE

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 032 - 2017

Página : 1 de 4

Expediente : T 030-2017
Fecha de emisión : 2017-01-25

1. Solicitante : MORON ROMERO OSCAR ALBERTO

Dirección : AV. CENTENARIO MZA. B LOTE. 9 P.J. CENTENARIO -
ABANCAY - APURIMAC

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : LVA

Temperatura calibrada : 110 °C

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento; ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
25 - ENERO - 2017

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del Indecopi.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 10 SENSORES TIPO K	DIGI-SENSE	LT - 544 - 2015	SAT - INACAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,5	19,6
Humedad %	62	62

7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



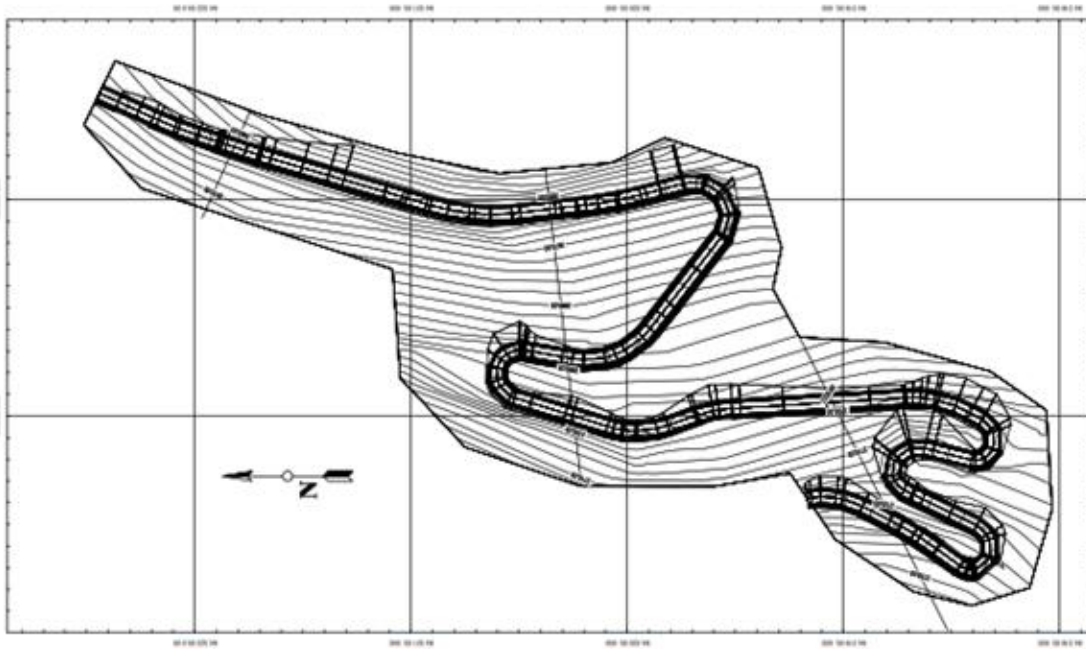
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Raquel Y. Loayza Capcha
GERENTE

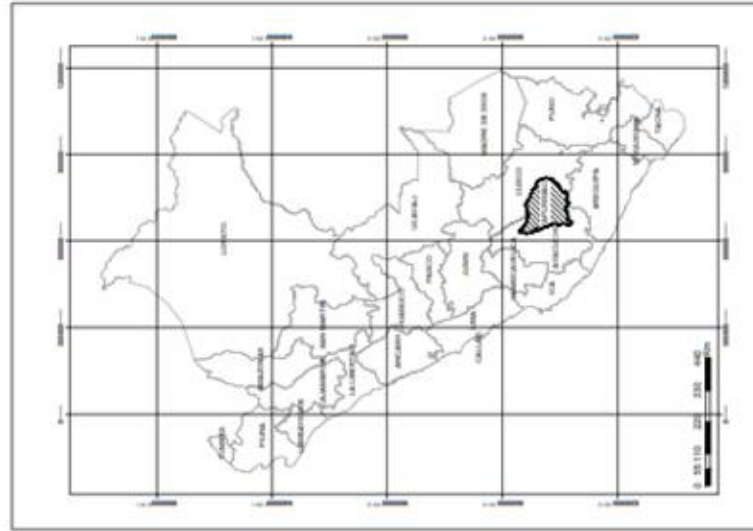
Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

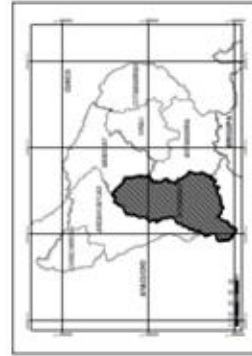
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PLANO DE UBICACIÓN
IDENTIFICACION DEL SITIO



PLANO DE UBICACION GEOGRAFICA NACIONAL
IDENTIFICACION DEL DEPARTAMENTO



PLANO DE UBICACION PROVINCIAL
IDENTIFICACION DEL MUNICIPIO

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
SEDE TRUJILLO

"UBICACION DE SLURRY SEAL PARA LA CONSTRUCCION
DE LA CARRETERA AMBICOP - SAMBOCA"
AMBICOP - SAMBOCA

PLANO DE UBICACION

PU-1

FECHA	DESCRIPCION

PROYECTO	UBICACION