



EN LA UAP
TÚ ERES PARTE
DEL CAMBIO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA PISTA DE
ATERRIJAJE DEL AEROPUERTO DE MOQUEGUA, DISTRITO
MOQUEGUA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO
DE MOQUEGUA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

**MIGUEL ANGEL MAMANI COSI
ORCID: 0000-0002-2961-137X**

ASESOR

**MTRO. ING. CESAR JOSE AVENDAÑO JIHUALLANGA
ORCID: 0000-0002-5172-0337**

LIMA-PERÚ, 2022

DEDICATORIA

A Dios

El presente trabajo lo dedicó a Dios, quien estoy seguro me está guiando en cada uno de los pasos que doy en la vida, dando la sabiduría de poder comprender las etapas que uno debe seguir, y sobre todo por dar salud a mí y a todas las personas que quiero, aprecio y fueron muy importantes a lo largo de este ciclo estudiantil.

A mis Padres

Dedico la presente a la mujer que me dio la vida, mi mamita Martina, quien me vio crecer y siempre está conmigo apoyándome en las buenas y malas, a mi padre Ángel, quien me enseñó que detrás de un logro existe sacrificio y perseverancia, gracias a al ejemplo de dedicación y trabajo que me cultivaron mis padres podre lograr cualquier meta que me proponga en la vida.

A mi Familia

Dedico a mi esposa Jesselyn quien está conmigo desde hace 7 años acompañando, alentando y animándome a seguir con las decisiones que tomo, a mi hija Abigail, quien es el motor y motivo de querer seguir y sobresalir en la vida.

AGRADECIMIENTO

A mi Madre

Agradezco infinitamente a mi madre quien supo inculcarme desde muy joven que todo se puede lograr mediante el esfuerzo que uno ponga, quien nunca me abandono y me apoyo incondicionalmente para que pudiese terminar mi carrera profesional, y porque siempre estuvo y está en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi Universidad

Asu vez, agradezco a mi Universidad por permitirme desarrollarme académicamente en su centro de estudios, dónde hoy en día solo quedan gratos recuerdos de todos los momentos vividos, así como también agradezco a su plana administrativa y docente por apoyarme a través de asesoramiento, por su paciencia y pasión a la enseñanza.

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional, tiene como objetivo diseño de pavimento de la pista de aterrizaje del aeropuerto de Moquegua, distrito Moquegua, provincia mariscal nieta, departamento de Moquegua, Moquegua cuenta con una infraestructura aérea a través del Aeropuerto Hernán Turque. Es por esta situación que la presente tesis se va desarrollar, tanto el diseño del pavimento de la pista de aterrizaje, como el estudio de vientos para su orientación, y el estudio del tráfico correspondiente al pavimento del Aeropuerto. Se empleara la metodología propuesta por la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA), utilizando también las recomendaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y las Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP). En vista de la función vital que desempeña el diseño de la pista de aterrizaje en lo que respecta a la seguridad, eficiencia del aterrizaje y despegue de las aeronaves. Es imprescindible tener en cuenta las características operacionales y físicas de los aviones que habrán de utilizar la pista. Para esto se contará con los datos estadísticos que son proporcionados por la Dirección General de Aeronáutica Civil del Perú (DGAC). Se realizará dos tipos de diseño, para pavimentos rígidos y para pavimentos flexibles, según las circulares AC 150/5320-6F y la AC 150/5320-6D. El diseño del pavimento flexible incluye una base de 15 cm y una carpeta asfáltica de 7.5 cm, con emulsión asfáltica CSS-1h, diseño que garantiza una mayor flexibilidad y durabilidad, así como optimizar el costo por m³ y el tiempo de ejecución, en comparación con los procedimientos convencionales (corte y eliminación de pavimento existente, construcción de base y colocación de carpeta asfáltica).

El diseño del pavimento flexible propuesto, incluye el reciclaje del pavimento existente estabilizado con 4.18% de emulsión asfáltica CSS-1h, 0.5% de cemento Portland I y 1.03% de agua. El riego de liga con emulsión asfáltica CSS-1h, se colocó a una tasa de referencia de 0,45 litros/m², sobre la base reciclada y estabilizada compactada al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado según ASTM D-1557, finalmente se colocó una carpeta asfáltica en caliente con un contenido óptimo de 6.5% de cemento asfáltico modificado con polímero.

Por lo tanto, cuanto mayor sea el contenido de material reciclado en el diseño de mezcla asfáltica en caliente, la densidad, estabilidad, dureza, resistencia al desgaste y fuerza compresiva, el flujo disminuye, los vacíos en el conjunto mineral, también evacua el aire, manteniendo el arrastre hacia abajo sensible al agua. Cabe mencionar que los materiales reciclados brindan al asfalto perenne una nueva mezcla, más dura y, por lo tanto, más duradera.

PALABRAS CLAVES: Diseño, Asfaltado, Base, Carpeta Asfáltica.

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency, has as objective the design of the pavement of the runway of the Moquegua airport, Moquegua district, Mariscal Nieto province, Moquegua department, Moquegua has an air infrastructure through the Hernán Turque Airport. It is for this situation that the present thesis will be developed, both the design of the runway pavement, as well as the study of winds for its orientation, and the study of the traffic corresponding to the pavement of the Airport. The methodology proposed by the Administration will be used. Federal Aviation of the United States (FAA), also using the recommendations of the International Civil Aviation Organization (ICAO) and the Aeronautical Regulations of Peru (RAP). In view of the vital role that runway design plays in the safety, efficiency of landing and takeoff of aircraft. It is essential to take into account the operational and physical characteristics of the aircraft that will use the runway. For this, the statistical data provided by the General Directorate of Civil Aeronautics of Peru (DGAC) will be used. Two types of design will be carried out, for rigid pavements and for flexible pavements, according to circulars AC 150/5320-6F and AC 150/5320-6D.

The flexible pavement design includes a 15 cm base and a 7.5 cm asphalt layer, with CSS-1h asphalt emulsion, a design that guarantees greater flexibility and durability, as well as optimizing the cost per m³ and execution time, compared to with conventional procedures (cutting and removal of existing pavement, construction of the base and placement of asphalt layer).

The proposed flexible pavement design includes the recycling of the existing pavement stabilized with 4.18% CSS-1h asphalt emulsion, 0.5% Portland I cement and 1.03% water. The league irrigation with asphalt emulsion CSS-1h, was placed

at a reference rate of 0.45 liters/m², on the recycled and stabilized base compacted to 100% of the maximum dry density of the modified Proctor according to ASTM D-1557, Finally, a hot asphalt layer was placed with an optimum content of 6.5% polymer-modified asphalt cement.

Therefore, the higher the content of recycled material in the hot mix asphalt design, the density, stability, hardness, wear resistance and compressive strength, the flow decreases, the voids in the mineral assembly, the air is also evacuated. , keeping the drag down sensitive to the water. It is worth mentioning that recycled materials provide perennial asphalt with a new, harder and therefore more durable mixture.

KEY WORDS: Design, Asphaltting, Base, Asphalt Carpet.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional, tiene como objetivo diseño de pavimento de la pista de aterrizaje del aeropuerto de Moquegua, distrito Moquegua, provincia mariscal nieta, departamento de Moquegua, Moquegua cuenta con una infraestructura aérea a través del Aeropuerto Hernán Turque. Es por esta situación que la presente tesis se va desarrollar, tanto el diseño del pavimento de la pista de aterrizaje, como el estudio de vientos para su orientación, y el estudio del tráfico correspondiente al pavimento del Aeropuerto. Se empleara la metodología propuesta por la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA), utilizando también las recomendaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y las Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP). En vista de la función vital que desempeña el diseño de la pista de aterrizaje en lo que respecta a la seguridad, eficiencia del aterrizaje y despegue de las aeronaves. Es imprescindible tener en cuenta las características operacionales y físicas de los aviones que habrán de utilizar la pista. Para esto se contará con los datos estadísticos que son proporcionados por la Dirección General de Aeronáutica Civil del Perú (DGAC). Se realizará dos tipos de diseño, para pavimentos rígidos y para pavimentos flexibles, según las circulares AC 150/5320-6F y la AC 150/5320-6D. El diseño del pavimento flexible incluye una base de 15 cm y una carpeta asfáltica de 7.5 cm, con emulsión asfáltica CSS-1h, diseño que garantiza una mayor flexibilidad y durabilidad, así como optimizar el costo por m³ y el tiempo de ejecución, en comparación con los procedimientos convencionales (corte y eliminación de pavimento existente, construcción de base y colocación de carpeta asfáltica).

El diseño del pavimento flexible propuesto, incluye el reciclaje del pavimento existente estabilizado con 4.18% de emulsión asfáltica CSS-1h, 0.5% de cemento Portland I y 1.03% de agua. El riego de liga con emulsión asfáltica CSS-1h, se colocó a una tasa de referencia de 0,45 litros/m², sobre la base reciclada y estabilizada compactada al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado según ASTM D-1557, finalmente se colocó una carpeta asfáltica en caliente con un contenido óptimo de 6.5% de cemento asfáltico modificado con polímero.

Por lo tanto, cuanto mayor sea el contenido de material reciclado en el diseño de mezcla asfáltica en caliente, la densidad, estabilidad, dureza, resistencia al desgaste y fuerza compresiva, el flujo disminuye, los vacíos en el conjunto mineral, también evacua el aire, manteniendo el arrastre hacia abajo sensible al agua. Cabe mencionar que los materiales reciclados brindan al asfalto perenne una nueva mezcla, más dura y, por lo tanto, más duradera.

El trabajo de investigación se divide en ocho capítulos bien definidos.

En el Capítulo I, se describe las generalidades de la empresa, en donde se aplica el proyecto, el mismo que contiene los antecedentes, perfil, misión, visión y objetivos de la empresa.

En el Capítulo II, se describe la realidad problemática, se formulará el problema, se indicarán los objetivos del proyecto, así como la justificación y limitantes de la investigación.

En el Capítulo III, describe el desarrollo del diseño de mezcla asfáltica con el reciclado de la vía existente, indicando las conclusiones y recomendaciones pertinentes de los resultados conseguidos.

En el Capítulo IV se indica la metodología, y el tipo de investigación usada en el trabajo de investigación desarrollado.

En el Capítulo V, se publica la bibliografía usada para el desarrollo del trabajo de investigación, tanto en forma física como electrónica.

En el Capítulo VI, se indica los glosarios de términos, como ayuda al lector del entendimiento de los términos del estado de arte de la especialidad usados.

En el Capítulo VII se ordena el índice, de los materiales usados en la investigación, tales como gráfico, fotos, tablas y direcciones web, etc.

Finalmente, en el Capítulo VIII, se describe los anexos N°1, N°2, N°3

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
INTRODUCCIÓN.....	VI
TABLA DE CONTENIDOS.....	VII
INTRODUCCIÓN	VIII
CAPÍTULO I.....	14
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	14
1.1. Antecedentes de la empresa.....	14
1.2. Perfil de la empresa.....	15
1.3 Actividades de la empresa	15
1.3.1 Misión.....	15
1.3.2 Visión.	15
1.3.3 Proyectos similares	16
CAPITULO II.....	17
REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	17
2.1. Descripción de la Realidad Problemática	17
2.2. Formulación del Problema	18
2.2.1. Problema General	18
2.2.2. Problemas Específicos.....	18
2.3. Objetivos del Proyecto	18
2.3.1. Objetivo General	18
2.3.2. Objetivos Específicos.....	18
2.4. Justificación	19

2.5. Limitantes de la Investigación	20
CAPÍTULO III.....	21
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	21
3.1. Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado.....	21
3.1.1 Requerimientos.....	21
3.1.2 Cálculos	22
3.1.2.6 Evaluación funcional de la macrotextura.....	28
3.1.3 Dimensionamiento.....	52
3.1.4 Equipos utilizados	52
3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto.....	53
3.1.6 Estructura.....	54
3.1.7 Elementos y funciones	54
3.1.8 Planificación del proyecto.....	56
3.1.9 Servicios y Aplicaciones.....	58
3.2 Conclusiones.....	67
3.3 Recomendaciones.....	68
CAPÍTULO IV	70
DISEÑO METODOLÓGICO.....	70
4.1 Tipo y diseño de Investigación	70
4.2 Método de Investigación	70
4.3 Población y Muestra	70
4.4 Lugar de Estudio	71
4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información	72
4.6 Análisis y Procesamiento de datos	73
CAPÍTULO V	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
5.1 Conclusiones.....	74
5.2 Recomendaciones.....	75
CAPÍTULO VI	77

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y REFERENCIAS	77
6.1 Glosario de Términos	77
6.2 Libros y referencias	77
CAPÍTULO VII	80
ÍNDICES.....	80
7.1 Índices de Gráficos	80
7.2 Índice de Tablas	81
CAPÍTULO VIII	82
ANEXOS	82
ANEXO 1	83
ANEXO 2	85

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes de la empresa.

EL HORIZONTE SRL, es una Empresa Constructora que inicia sus actividades desde el año 1997, cuyo objetivo primordial es la contratación de obras, diseño, procura y construcción de obras de edificaciones, obras civiles, obras viales o de infraestructura vial, obras de saneamiento, obras hidráulicas y de riego, obras electromecánicas, obras energéticas, obras de suministro de energía, obras de habilitación urbana, obras subterráneas y puentes, movimiento de tierras y perforaciones, consultoría y supervisión de obras en general, servicios y suministros; contando para ello con un buen soporte técnico y logístico, Profesionales de reconocida capacidad y amplia experiencia, cumpliendo compromisos medio ambientales, con los estándares de calidad, seguridad y salud de nuestros colaboradores y contratistas así como promover los valores éticos en los trabajadores y proveedores de **EL HORIZONTE S.R.L.**, para el desarrollo de una conducta íntegra dentro del ejercicio de sus funciones, de manera que mejore sus relaciones interpersonales así mismo instaurar las bases de una cultura organizacional orientada a la comunicación, trabajo en

equipo, solidaridad, disposición al cambio, rechazo al acoso sexual. Así mismo orientamos a nuestros trabajadores a fin de prevenir que se presenten conflictos de intereses y/o se incurran en actos de soborno.

1.2. Perfil de la empresa.

EL Horizonte S.R.L. cuenta con todos los requisitos para ofrecer servicios de óptima calidad en el campo Ingeniería Civil y mantiene un prestigio de eficiencia en cada una de sus obras ejecutadas al sector público y privado.

1.3 Actividades de la empresa

1.3.1 Misión

Adicionalmente **EL HORIZONTE SRL**, es una empresa cuya misión es brindar servicios de ejecución de proyectos de Arquitectura, Obras Civiles y Electromecánicas en general en el ámbito privado y público contribuyendo de este modo a la satisfacción y éxito de nuestros clientes y el desarrollo de nuestro País.

Nuestro trabajo privilegia la calidad, seguridad, preservación del medio ambiente y con principios que reflejan nuestro actuar en forma responsable, ética y legal desarrollando con nuestros trabajadores las mejores prácticas de trabajo y ampliando nuestros conocimientos en un grato ambiente laboral para lograr una rentabilidad apropiada para la Empresa.

1.3.2 Visión.

Nuestra misión es ser la empresa constructora referente a nivel del mercado nacional con proyección internacional, liderando con responsabilidad, eficiencia, calidad, cumplimiento y ética haciendo que nuestros trabajadores estén siempre motivados y orgullosos de ser parte de nuestra organización.

También ser una empresa diferenciada e integrada, estar comprometida y ser admirada sustentada en el trabajo responsable, dedicado e innovador de sus accionistas y trabajadores, con valores y capacidad comprobada de renovarse para dar respuesta inmediata a los permanentes cambios y tecnología.

1.3.3 Proyectos similares

Se tiene lo siguiente:

ITEM	CLIENTE	DESCRIPCION DE LA OBRA	AÑO	MONTO DE LIQUIDACIÓN S/
01	PROVIAS DECENTRALIZADO	LPNS CONV. N° 085-2018-MTC/21.LPNS: MANTENIMIENTO PERIODICO DEL CAMINO VECINAL; TOXANA - ANDARAPA - UMACA, UBICADO EN EL DISTRITO DE ANDARAPA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS Y DEPARTAMENTO DE APURIMAC LONG.31.91KM (CONSORCIO: 60.00% DE PARTICIPACIÓN)	2019	S/ 2,771,300.86
02	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUCYURA - ANTA - CUSCO	LP N° 001-2016-CE-MDP: MEJORAMIENTO INTEGRAL DE PISTAS Y VEREDAS EN LA LOCALIDAD DE PUCYURA, PROVINCIA DE ANTA - CUSCO (CONSORCIO: 80.00% DE PARTICIPACION)	2017	S/ 2,690,003.25
03	GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO	AS N° 049-2017-GR-CUSCO-DRTCC: MANTENIMIENTO PERIODICO DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL NO PAVIMENTADA CU-124 TRAYEC EMP. PE3S (CHECACUPE) - PITUMARCA, ABRA JAHUAYCATE EMP. CU-125 (MINASCHUPAN) TRAMO ABRA JAHUAYCATE - MINASCHUPAN, L-14.2 KM DEL DISTRITO DE PITUMARCA, PROVINCIA DE CANCHIS - REGION CUSCO (CONSORCIO: 55% DE PARTICIPACION)	2017	S/ 668,118.94
04	GOBIERNO REGIONAL DE LIMA	LP N° 003-2014-GRL/CE: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL, ANILLO ANEXO N° 08 - ANEXO 22 DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE JICAMARCA, DISTRITO DE SAN ANTONIO - HUAROCHIRÍ - LIMA (CONSORCIO: 50.00% DE PARTICIPACIÓN)	2014	S/ 4,853,888.30

CAPITULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1. Descripción de la Realidad Problemática

Moquegua, es una ciudad importante a nivel nacional en importancia, sin embargo, la infraestructura aérea sigue operando como lo hacía hace 20 años atrás, por lo que, es necesario que a futuro se resuelva este déficit.

El cual ha sido concesionado y la aeronavegación está bajo la administración de Corporación de Aeropuertos Comerciales (CORPAC). si se quisiera hacer una futura ampliación, los inconvenientes que tendría sería la ubicación del aeropuerto y la distancia de la pista de aterrizaje.

El diseño estructural del pavimento requiere que la superficie de rodadura tenga las condiciones adecuadas para satisfacer las necesidades del usuario y que sea estable en el tiempo, por lo que la construcción y el mantenimiento deben llevarse a cabo de manera eficiente cuando sea necesario. Los materiales utilizados para la construcción y mantenimiento de pavimentos no rígidos, como la piedra triturada, el asfalto, son cada vez más escasos, además de que las normas ambientales

existentes y que han expirado restringen su explotación, por lo que la producción y recolección de roca los agregados serán cada vez más complejos y costosos.

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

- A. ¿Cuál el diseño estructural del pavimento y espesor del pavimento flexible en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para la pista de aterrizaje del aeropuerto de Moquegua, 2022?

2.2.2. Problemas Específicos

- A. ¿Cuál será el diseño estructural del pavimento flexible en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para la pista de aterrizaje del aeropuerto de Moquegua 2022?
- B. ¿Cómo analizar el diseño estructural del pavimento flexible en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para la pista de aterrizaje del aeropuerto de Moquegua 2022?
- C. ¿Cuál será el espesor del pavimento flexible en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para la pista de aterrizaje del aeropuerto de Moquegua 2022?

2.3. Objetivos del Proyecto

2.3.1. Objetivo General

- A. Determinar el diseño estructural del pavimento y espesor del pavimento flexible en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para la pista de aterrizaje del aeropuerto de Moquegua, 2022.

2.3.2. Objetivos Específicos

- A. Determinar el diseño estructural del pavimento flexible en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para la pista de aterrizaje del aeropuerto de Moquegua 2022.
- B. Analizar el diseño estructural del pavimento flexible en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para la pista de aterrizaje del aeropuerto de Moquegua 2022.
- C. Determinar el espesor del pavimento flexible en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para la pista de aterrizaje del aeropuerto de Moquegua 2022.

2.4. Justificación

Lo mencionado anteriormente demuestra que, en cuanto a la elección de la temática, el presente trabajo se justifica por la necesidad de generar una solución al problema encontrado con respecto al actual estado del aeropuerto, el motivo que se evaluará, determinará y expondrá durante el desarrollo del presente trabajo. Al ser investigado se profundiza el tema propuesto, y a las posibles soluciones generando opciones para poder ayudar a dar respuesta al interrogante planteado con respecto al problema encontrado.

Desde el punto de vista de la problemática académica, el presente trabajo se justifica al ser una herramienta de aprendizaje tanto para los estudiantes del programa de Ingeniería como para los profesionales que requieran de soluciones para los problemas como el hallado y similares. Pues actualmente los aeropuertos no solo permiten el transporte aéreo sino también un medio de comunicación envió de materia prima que se convierte en productos y facilitan o hacen parte de la cadena productiva

de una comunidad, región y país. Siendo el medio más rápido, seguro y económico de unir a personas, brindar servicios y facilitando el transporte de materia prima, productos y mercancías entre empresas de cualquier parte de mundo, lo cual es también un factor clave para el desarrollo de una nación ya que promueve actividades productivas de los diferentes sectores de la economía del país, así como la metodología de esta investigación, servirán de soporte a futuras investigaciones relacionadas de pavimentos flexibles.

2.5. Limitantes de la Investigación

La presente investigación, no considera el diseño de la sub base ni el estudio de tráfico Gracias a las pruebas de laboratorio se obtendrán resultados y porcentaje de cemento asfáltico contenido, características del tamaño de partícula de los materiales, el diseño compuesto teórico utilizará diferentes porcentajes de materiales con proporción de asfalto crudo agregado (Nuevo) mezclado para mejores propiedades mecánicas después entre ellos, la producción de briquetas se llevará a cabo de prueba

Ensayos de Campo y Laboratorios como:

- Deflectómetro de Impacto ASTM D 4694-96.
- Durabilidad de mezclas asfálticas con equipo Marshall (MTC E 504).
- Características de la mezcla asfáltica abierta según la investigación Pérdida de Consumo del Cantábrico (MTC E 515).
- Resistencia a compresión simple (MTC E 503).
- Resistencia al daño del asfalto compactado Según humedad (MTC E 522).

Mezcla asfáltica en caliente probada y comprobada fabricado con material bituminoso tratado de igual o mejor calidad las propiedades mecánicas en comparación con las mezclas asfálticas tradicional.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

3.1.1 Requerimientos

En la presente investigación, se aplicó la siguiente normatividad:

En los ensayos de laboratorio de Asfalto:

- Durabilidad de mezclas asfálticas con equipo Marshall (MTC E 504).
- Características de la mezcla asfáltica abierta según la investigación Pérdida de Consumo del Cantábrico (MTC E 515).
- Resistencia a compresión simple (MTC E 503).
- Resistencia al daño del asfalto compactado Según humedad (MTC E 522).

En los ensayos de laboratorio para el control de calidad de agregados:

- Análisis Granulométrico de Agregado Grueso / MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T27,
- Análisis Granulométrico de Agregado Fino / MTC E206, ASTM C 127, AASHTO T27,

- Límites de Consistencia - Malla N° 40 / MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90,
- Límites de Consistencia - Malla N° 200 / MTC E110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90,
- Determinación de Humedad Natural / MTC E 205 ASTM C 128, AASHO T 84,
- Equivalente de Arena, Suelos y Agregados Finos / MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176,
- Pesos Unitario y Vacío De Los Agregados / MTC E 203, ASTM C 29,
- Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos: MTC E 205, ASTM C 128, AASHTO T 84,
- Gravedad Específica y Absorción de Agregados Gruesos / MTC E 206, ASTM C 127, AASHTO T85,
- Abrasión los Ángeles / MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96,

3.1.2 Cálculos

En la presente investigación, se aplicó la siguiente normatividad:

3.1.2.1 Deflectómetro de Impacto FWD

El Deflectómetro de Impacto FWD (Falling Weigh Deflectometer), es un dispositivo que aplica una carga aplicada a la superficie del pavimento, determinando la flecha longitudinal (copa de flecha) que se produce en el mismo. Se trata de un ensayo no destructivo que simula el comportamiento del pavimento para el paso de vehículos pesados. Se puede utilizar sobre asfalto, hormigón o mezclas de los mismos, y sobre cualquier capa superficial en construcción. A través de este análisis de dispersión se obtiene información sobre la rigidez de la estructura del

pavimento y de la capa del subsuelo, la cual es importante para determinar el estado de la estructura a lo largo del proyecto.

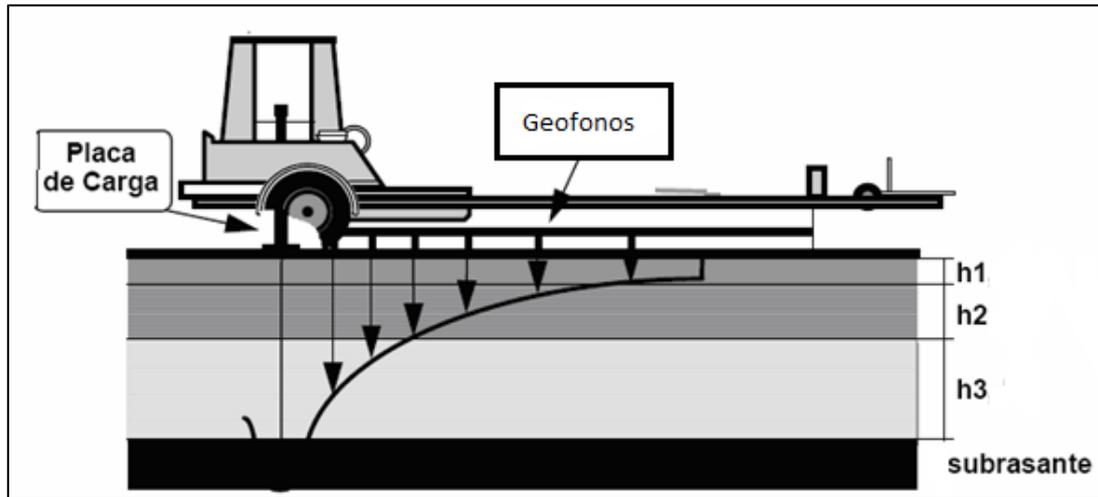


Figura 1. esquema del Deflectómetro de impacto FWD

3.1.2.2 Medición de Deflexiones con FWD

El dispositivo utilizado para medir la deflexión es el deflector de impacto FWD KUAB 150, un dispositivo de carga dinámica acoplado a un remolque transportado por una camioneta que cumple con todos los requisitos estandarizados a la norma ASTM D 4694-96 y el protocolo de calibración SRP para este tipo de instrumento.

La medición de la deflexión superficial de los Tramos I y III fue realizada considerando lo mencionado en los Términos de Referencia del Proyecto, el cual se realizó en ambos carriles, cada 100 metros y en forma alternada como se muestra en la figura de ilustración siguiente:

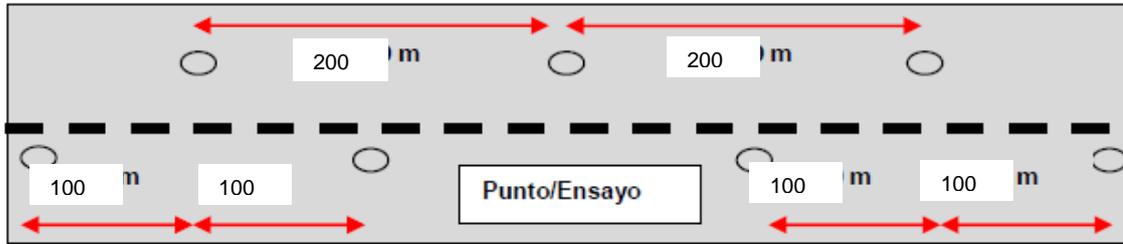


Figura 2. Esquema Para Medición de Deflexiones en Pista

El ensayo se realiza con una primera carga de 40 kN y dos cargas consecutivas de 50 kN para asegurar la reproducibilidad de los resultados dentro de las tolerancias. La distancia que ha recorrido el dispositivo se registra con un odómetro que muestra la ubicación del punto de medición. FWD está equipado con un termómetro infrarrojo que registra automáticamente la temperatura superficial del pavimento en cada punto de medición.

La deflexión resultante fue medida por un grupo de siete (7) sismómetros espaciados 0,30 m para obtener una curva de buje de deflexión completa.

3.1.2.3 Normalización na las deflexiones obtenidas de campo

Los datos de deflexión obtenidos se normalizan para la carga (40 kN), teniendo en cuenta el valor de las cargas a las que se generan y teniendo en cuenta que la respuesta a la aplicación de la carga no siempre es la misma. Este ajuste se realiza a escala utilizando el siguiente factor:

$$d_i = d_0 \times \frac{P_r}{P_0}$$

Dónde:

d_i : Deflexión del sensor i , corregida por la carga P_r

d_0 : Deflexión del sensor i , medida en campo con la carga de aplicación P_0

P_r : Carga a la cual se normalizarán las mediciones, en este caso igual a 40 kN

P_0 : Carga (en kN) aplicada en las mediciones de campo.

Así mismo debido a los cambios en la temperatura del pavimento, las

3.1.2.4 Determinación de la precipitación máxima diaria

Teniendo en cuenta los coeficientes que se presentan en la tablase determinaron las precipitaciones máximas Pd (mm) para diferentes tiempos de duración y periodos de retorno. Se utiliza el término XT (mm), el cual multiplicado por cada uno de los coeficientes corresponde al tiempo de duración

Tabla Coeficientes para una duración de 24 horas de lluvia

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.3	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.8	0.91	1

Fuente: D. F. Campos A., 1978

Tabla: Valores de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración

años		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500
		24 hr	X24	1.6802	4.941	7.0999	9.8276	11.8512
18.5016								
18 hr	X18 =91%	1.529	4.4963	6.4609	7.8621	10.7846	12.6125	16.8364
12 hr	X12 =80%	1.3442	3.9528	5.6799	7.8621	9.481	11.0879	14.8013
8 hr	X8 = 68%	1.1426	3.3599	4.8279	6.6828	8.0588	9.4247	12.5811
6 hr	X6 = 61%	1.025	3.014	4.3309	5.9948	7.2292	8.4545	11.286
5 hr	X5 = 57%	0.9577	2.8164	4.0469	5.6017	6.7552	7.9001	10.5459
4 hr	X4 = 52%	0.8737	2.5693	3.6919	5.1104	6.1626	7.2071	9.6208
3 hr	X3 = 46%	0.7729	2.2728	3.2659	4.5207	5.4516	6.3755	8.5107
2 hr	X2 = 39%	0.6553	1.927	2.7689	3.8328	4.622	5.4054	7.2156
1 hr	X1 = 30%	0.5041	1.4823	2.13	2.9483	3.5554	4.158	5.5505

Tabla 1. Fuente: Elaboración propia

El proceso referente al cálculo de las intensidades de lluvia I (mm) se desarrolló partiendo de los datos de duración de la precipitación máxima diaria Pd (mm) y frecuencia de la misma, mediante la fórmula: $I =$

$\frac{P(mm)}{t_{duracion(hr)}}$ y se verá en la Tabla.

Tabla 2: Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	0.07	0.2059	0.2958	0.4095	0.4938	0.5775	0.7709
18 hr	1080	0.0849	0.2498	0.3589	0.4368	0.5991	0.7007	0.9354
12 hr	720	0.112	0.3294	0.4733	0.6552	0.7901	0.924	1.2334
8 hr	480	0.1428	0.42	0.6035	0.8353	1.0074	1.1781	1.5726
6 hr	360	0.1708	0.5023	0.7218	0.9991	1.2049	1.4091	1.881
5 hr	300	0.1915	0.5633	0.8094	1.1203	1.351	1.58	2.1092
4 hr	240	0.2184	0.6423	0.923	1.2776	1.5407	1.8018	2.4052
3 hr	180	0.2576	0.7576	1.0886	1.5069	1.8172	2.1252	2.8369
2 hr	120	0.3276	0.9635	1.3845	1.9164	2.311	2.7027	3.6078
1 hr	60	0.5041	1.4823	2.13	2.9483	3.5554	4.158	5.5505

Tabla 2. Fuente: Elaboración propia

Mediante un modelo de regresión lineal se extrapoló la ecuación generada.

A esta ecuación se le aplicó la siguiente modificación:

Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno:

$$KT^m$$

$$I =$$

_____ D_n Dónde:

k, m y n son constantes de regresión lineal múltiple

T = Periodo de retorno en años

D = Duración en minutos u horas

I = Intensidad de la precipitación en mm/hr.

Realizando un cambio de variable $d = KT^m$.

Esta metodología requiere de varios pasos para lograr el valor de los parámetros, coeficientes y constantes de regresión que son los siguientes:

- Se obtiene los logaritmos naturales de estos dos valores, y sus respectivas sumas.
- La multiplicación entre ellos y su adición.
- El cuadrado del logaritmo natural del tiempo de duración y su suma.

- Para encontrar el valor de Ln (d) del cambio de variable ($d = K * T^m$) y el coeficiente (n) para cada periodo de retorno, se hace

operaciones matemáticas entre los resultados encontrados anteriormente.

Luego se resumió la aplicación de la regresión potencial hallando el promedio del término constante (d) y del coeficiente (n) de regresión.

Para el cálculo del término constante de regresión (K) y el coeficiente de regresión (m) del cambio de variable ($d = K * T^m$) se realizó otra regresión de potencia entre el periodo de retorno (T) y la constante (d).

Entonces, para la estación la Joya se obtuvo la siguiente ecuación de intensidad y la tabla de intensidades –tiempo de duración se presenta en la Tabla

$$I = \frac{8.3591 * T^{0.395196}}{0.61885 t}$$

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	4.06	2.64	2.06	1.72	1.5	1.34	1.22	1.12	1.04	0.98	0.92	0.87
5	5.83	3.8	2.96	2.47	2.15	1.92	1.75	1.61	1.5	1.4	1.32	1.25
10	7.67	4.99	3.89	3.25	2.83	2.53	2.3	2.12	1.97	1.84	1.74	1.65
25	11.02	7.17	5.58	4.67	4.07	3.64	3.3	3.04	2.83	2.65	2.5	2.37
50	14.49	9.43	7.34	6.14	5.35	4.78	4.35	4	3.72	3.48	3.29	3.11
100	19.05	12.41	9.65	8.08	7.04	6.29	5.71	5.26	4.89	4.58	4.32	4.09
500	35.99	23.44	18.24	15.26	13.29	11.88	10.8	9.94	9.24	8.66	8.16	7.73

Tabla 3. Fuente: elaboración propia

3.1.2.5 Condición estructural del pavimento

La capacidad de carga de diseño del pavimento está directamente relacionada con la carga a la que se somete el pavimento y el número de vehículos requeridos; Por esta razón, la capacidad portante de una estructura se puede definir como la capacidad del pavimento para soportar las cargas de tráfico durante su vida útil y los ejes equivalentes para los que está diseñado.

El uso de Impact Deflection (FWD) para la evaluación de la estructura del pavimento se está volviendo cada vez más popular debido a las ventajas tanto en la velocidad de evaluación como en los procesos tradicionales, como la extracción de núcleos y los pozos de exploración. También ayuda a identificar defectos estructurales antes de que queden expuestos, lo que sin duda es útil cuando es necesario realizar reparaciones o recomendar un espesor de reparación de acuerdo con el estado actual del pavimento mediante el análisis de los ejes y otros equivalentes.

Para la evaluación estructural del presente estudio, primeramente, hay que sectorizar el tramo estudiado (tramo I) en sectores homogéneos.

3.1.2.6 Evaluación funcional de la macrotextura

La textura del pavimento es un parámetro importante que afecta la comodidad y seguridad de los ocupantes. La textura tiene un efecto directo en la capacidad de la estructura para drenar o drenar el agua de la zona de contacto del neumático con la superficie de la carretera. El método más antiguo y mejor conocido para evaluar la textura del pavimento sigue siendo la "prueba puntual" o la prueba de la "rueda de arena". La

inspección incluye determinar la profundidad (en milímetros) de la estructura.

Las propiedades antideslizantes de un revestimiento que se pueden determinar considerando la adherencia a la superficie están determinadas por dos tipos de condiciones: microtextura y textura macroteína. La microtextura corresponde a la textura superficial del agregado rocoso, que puede ser rugosa o brillante. A su vez, la macrotextura se refiere a la textura de la superficie del pavimento debido a la acción sinérgica de las partículas de agregado que sobresalen de la superficie. En este caso, las propiedades de la macrotextura están determinadas por el tipo de mezcla que existe en la superficie

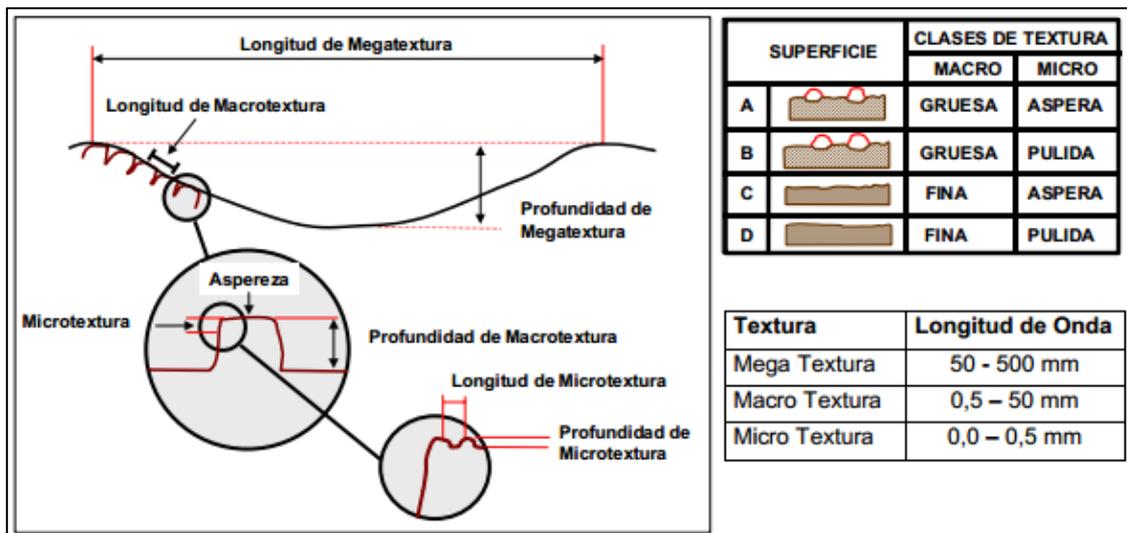


Figura 3. Esquema de la Macrotextura

En términos cuantitativos, macrotextura es la desviación de la superficie del pavimento medida a lo largo de una longitud de onda en el rango de 0,5 mm a 50 mm horizontalmente y de 0,2 a 10 mm verticalmente, la variación que se presenta en esta parte del espectro

se debe a que la forma del pavimento se ajusta a la disposición general de los agregados que son prominentes en la superficie de abrasión del pavimento. La estructura principal afecta el rendimiento de frenado en presencia de agua y el nivel de ruido en el contacto entre la rueda y la superficie de la carretera.

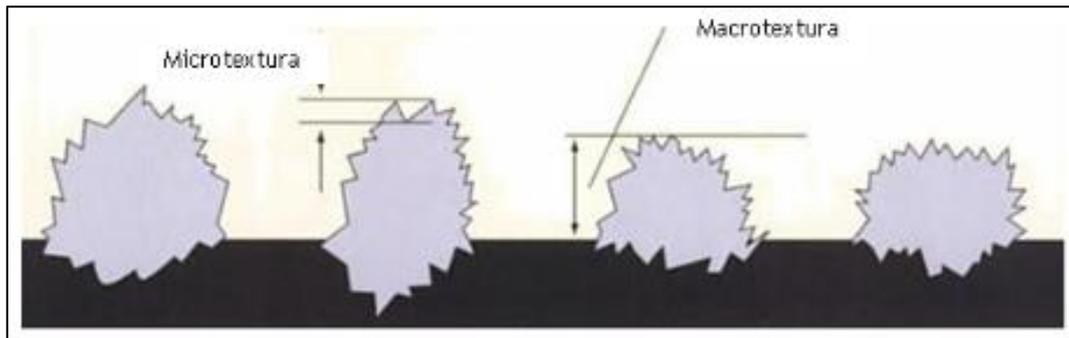


Figura 4. Método Registro de la Macrotextura

La medición de la macrotextura se realizó utilizando un perfilómetro láser Greenwood, el cual clasifica como clase I según el Banco Mundial (de medición continua y automática). Este equipo va captando mediante láser la “profundidad media del perfil” (MPD – mean profile depth) del perfil del camino. Luego identifica las características de la carretera, como puentes, cambios de pavimento, baches, badenes y más. no se tienen en cuenta a efectos de evaluación. Posteriormente se calcula mediante una correlación lineal la “profundidad de textura estimada” (ETD – estimated texture depth) para secciones de 10 m.

La ecuación que permite obtener el valor ETD a partir de la profundidad media del perfil MPD expresada en milímetros es la siguiente (ASTM E - 1845):

$$ETD = 0.2 + 0.8 * MPD$$

Donde:

MPD: Profundidad media del perfil, obtenida con perfilómetro láser, en mm.

3.1.2.7 Diseño de mezcla asfáltica

Emulsión

La emulsión asfáltica catiónica, es del tipo de rotura lenta (CSS-1h), el cual cumple con los requisitos indicados en la siguiente figura:

Características	Ensayo.	CSS-1h	
		Min.	Max.
Viscosidad. Saybort Furol a 77°F (25 °C). s	MTC E 403	20	100
Estabilidad de Almacenamiento, 24-h, %*	MTC E 404		1
Carga de partícula	MTC E407	Positivo	
Prueba de Tamiz. %	MTC E 405		0,1
Mezcla por Cemento, %	ASTM D-6935		2,0
Destilación: - Residuo, %	MTC E 401	57	
Pruebas sobre el Residuo de destilación: - Penetración, 77°F (25°C), 100 g, 5 s	MTC E 304	40	90
- Ductilidad, 77°F (25°C), 5 cm/min, cm	MTC E 306	40	
- Solubilidad en Tricloroetileno, %	MTC E 302	97,5	

Figura 5. Requerimiento de Emulsión Asfáltica

La calidad de la emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta (CSS-1h), deberá estar refrendado por los certificados de calidad del fabricante en el cuál acredite el cumplimiento de los requisitos para dicha emulsión, además el transporte se realizará desde la planta de producción hasta el lugar de la obra en cisternas que no requieran aislamiento térmico ni calefacción, además la temperatura de almacenamiento deberá estar entre 10°C y 60°C.

Agua

El agua deberá ser limpia, libre de sustancias deletéreas y álcalis, con pH comprendido entre 5.5 a 8.0 según norma NTP 339.073- En general

se considera adecuada el agua potable para emplearse sin ensayos de calidad.

Mezcla

De acuerdo a diseño el % de emulsión de acuerdo a diseño es 8.36% en volumen.

La mezcla se formuló de acuerdo con el procedimiento del Illinois Asphalt Institute basado en MTC E 504. Este procedimiento debe seguirse con cada cambio de material, considerando los siguientes ensayos:

- Granulometría del suelo de mezcla para material de base.
- Porcentaje de agua respecto al peso seco del suelo (%).
- Contenido óptimo de emulsión (%).
- Recubrimiento de la mezcla (%).
- Óptimo contenido de humedad (%).
- Estabilidad Marshall (Kg).

Tipo		Grado Penetración									
Grado	Ensayo	PEN 40-50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN 120-150		PEN 200-300	
		min	máx	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx
Pruebas sobre el Material Bituminoso											
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de inflamación, °C	MTC E 312	232		232		232		218		177	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100		100		100		100		100	
Solubilidad en Tricloro-etileno, %	MTC E 302	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica) ⁽¹⁾	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Ensayo de la Mancha (Ollensies) ⁽²⁾											
Solvente Nafta – Estándar	AASHTO M 20	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3,2 mm, 5 h											
Pérdida de masa, %	ASTM D 1754		0,8		0,8		1,0		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E 304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm ⁽³⁾	MTC E 306			50		75		100		100	

(1), (2) Ensayos opcionales para su evaluación complementaria del comportamiento geológico en el material bituminoso indicado.

(3) Si la ductilidad es menor de 100 cm, el material se aceptará si la ductilidad a 15,5 °C es mínimo 100 cm a la velocidad de 5 cm/min.

Figura 6. Tabla Elaboracion propia

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Ax. Vicente Russo Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua - Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"	
DISEÑO	MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	
CANTERA	Yerika One	RESP. LAB. : S.S.F.
MATERIAL	Combinación	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	Consortio Vial La Unión	FECHA : Junio 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	44.0%
Arena Chancada (Yerika One)	33.0%
Arena Chancada (arena gruesa)	31.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	43.64	43.78
B Arena	52.16	47.99
C Cemento	2	1.91

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	< Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	90.7	69.8	54.2	48.8	25.9	15.1	3.5	
Especificaciones	100	100	89-100	79-88	51-68	38 - 52	17 - 24	8-17	4-8	

#	Numero de prueba	#	1	2	3	Pres.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	43.78	43.78	43.78	
4	% de arena combinada en peso de mezcla (menor #4)	%	47.99	47.99	47.99	
5	% de filler en peso de mezcla (menor #60) para mezcla #200	%	1.82	1.82	1.82	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.580	2.580	2.580	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.644	2.644	2.644	2.642
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.522	2.522	2.522	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.607
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.96	0.96	0.96	
12	Altura promedio de la probeta	cm				
13	Peso de la probeta en el aire	g	1200.8	1200.0	1203.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	g	1218.3	1212.4	1211.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua	g	670.6	669.6	670.8	
16	Volumen de la Probeta	c.c.	540.2	542.8	540.8	
17	Peso Líquido de la Probeta 1376 (ASTM D 2026, MTC E 214)	gr/cc	2.227	2.218	2.225	2.224
18	Peso específico teórico máximo (Rical) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 208)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100(26)+(37)(7-6)+(42)(9+10)	gr/cc	2.509	2.509	2.509	
20	% de vacíos con aire 100(1-7718) (ASTM D 2003, MTC E 508)	%	7.66	8.01	7.75	7.88
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)(37)+(69)+(5715)	gr/cc	2.491	2.491	2.491	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)(38)+(470)+(5715)	gr/cc	2.734	2.734	2.734	
23	Peso específico efectivo del agregado total (2+4)(38-6)+(470-10)	gr/cc	2.525	2.525	2.525	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)(2721) (ASTM D 4469, MTC E 311)	%	0.56	0.56	0.56	
25	% del vol del Agregado / volumen Bruto de la Probeta (2+4)*7201	%	83.66	83.35	83.60	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+26)	%	8.67	8.64	8.67	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	16.34	16.65	16.40	16.66
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)(3+4)	%	3.99	3.99	3.99	
29	Relacion betun vacíos (28/27)*100	%	24.39	22.49	22.54	22.69
30	Lectura del anillo	kg	184	179	195	
31	Estabilidad sin correjir (letra de calibración del anillo)	kg	777.1	779.4	786.4	
32	Factor de estabilidad	gr/cc	0.93	0.93	0.93	
33	Estabilidad corregida 27*32	kg	72.1	689	728	728
34	Lectura del Reómetro (0.01") (33/0.254)	psi	19	19	18.3	18
34	Fluencia	mm	2.34	2.34	2.67	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	gr/mm	29.67	27.97	26.12	27.69

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Danny A. Quiroz Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

EMP
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Bustos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 182278



Figura 7. Dosificación de Asfalto

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: "Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"	
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	
CANTERA	: Yerka One	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA : Junio 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
1.- PESO DEL MATERIAL	1201.1	1202.2	1202.3	1198.8	1200.0
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4440.4	4441.5	4441.6	4438.1	4439.3
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3942.3	3944.8	3946.0	3944.0	3945.4
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	498.1	496.7	495.6	494.1	493.9
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.411	2.420	2.426	2.426	2.430
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.411	2.420	2.426	2.426	2.430

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.71	DISEÑO	

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

EMP
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burgos Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Figura 8. Gravedad Especifica de Mezcla Bituminosa

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



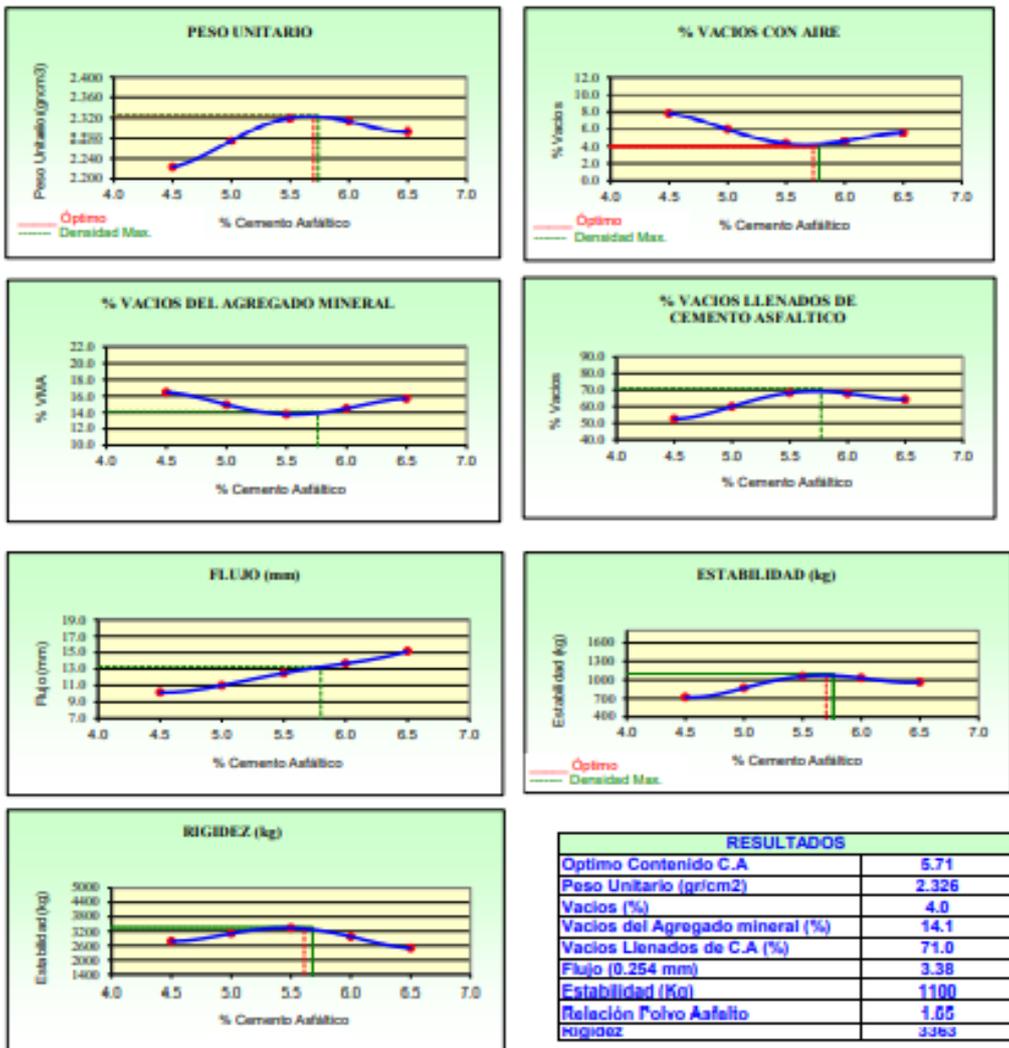
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METHOD MARSHALL - ASTM D 1559 & ASTM T 265

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"		
DISEÑO	MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	Yerika One	RESP. LAB.	S.B.F.
MATERIAL	Combinación	TEC. LAB.	D.A.C.Q.
SOLICITANTE	Consorcio Vial La Unión	FECHA	Junio 2022



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

EMP
 20-N-102
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Bujica Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. C.I.R. 169278



Figura 9. Presentación Grafica del Diseño Asfáltico

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	*Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje*		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	: Yerika One	RESP. LAB.	: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA	: Junio 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO	5.71				
1.- PESO DEL MATERIAL	1202.3				
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3				
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4441.6				
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3945.5				
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	496.1	496.1	496.1	496.1	496.1
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.424	2.435	2.431	2.431	2.431
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.424	2.431	2.439	2.431	2.444

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.71	DISEÑO	

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzca Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 153278



Figura 10. Gravedad Especifica Mezcla Bituminosa

A continuación, se detalla el resultado de agregado grueso y fino:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
(NTP 400.021, MTC E 206)

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"		
DISEÑO	MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	Yerika One	RESP. LAB. : S.B.F.	
MATERIAL	Grava Chancada T. Máx. 1/2"	TEC. LAB. : D.A.C.Q.	
SOLICITANTE	Consortio Vial La Unión	FECHA : Junio 2022	

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

AGREGADO GRUESO				
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1456.5	1584.1	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	896.9	976.0	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	559.6	608.1	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1443.0	1569.2	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	546.1	593.2	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.579	2.580	2.580
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.603	2.605	2.604
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.642	2.645	2.644
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.94	0.95	0.94%

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Cascaj Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Bueta Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP 169278

Figura 11. Peso Especifico y Absorcion de los Agregados

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(NTP 400.016, MTC E-209)

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"		
DISEÑO	MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	Yerika One	RESP. LAB.	S.B.F.
MATERIAL	Grava Chancada T. Máx. 1/2"	TEC. LAB.	D.A.C.Q.
SOLICITANTE	Consortio Vial La Unión	FECHA:	Junio 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

FRACCION		GRADACION ORIGINAL %		Peso de fracción ensayada	Peso retenido después del ensayo	Pérdida después del ensayo (gr)	Pérdida después del ensayo (%)	Pérdida corregida
PASA	RETIENE	Peso retenido	% retenido					
			A	B	C	D	E	F
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"	5305.0	47.3	675.0	601.5	73.5	10.9	5.15
1/2"	3/8"	3412.0	30.4	300.0	268.5	31.5	10.5	3.19
3/8"	N° 4	2502.0	22.3	300.0	265.8	34.2	11.4	2.54
	< N° 4							
TOTALES		11219.0	100.0	1275.0				10.9

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

EMP
ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

Secundino Buzza Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



Figura 12. Durabilidad al Sulfato de Magnesio es Optimo a 10.9.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NTP 400.019, MTC E - 207)

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"		
DISEÑO	: MAC-2 ("Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	: Yerika One	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 1/2"	TEC. LAB. :	D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA :	Junio 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ		A	B	C	D
PASA	RETIENE				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500		
1/2"	3/8"		2500		
3/8"	1/4"				
1/4"	N°4				
N°4	N°8				
PESO TOTAL			5000		
PESO RETENIDO EN TAMIZ N° 12			4120		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			880		
N° DE ESFERAS			11		
PESO DE LAS ESFERAS			4532		
TIEMPO DE ROTACIONES (m)			15		
% DE DESGASTE			18		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Blanga Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 159278



Figura 13. Ensayo de Abrasión Máquina de los Ángeles es de desgaste 18 %.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO GRUESO

(MTC E214)

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	: Yerika One	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 1/2"	TEC. LAB. :	D.A.C.O.
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA :	Junio 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑOS DE MALLAS				Muestra Peso (gr.)	Agitación Muestra (10 minutos)	Contenido de Agua Destilada (ml)
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)			
3/4"	1/2"		1070	1060	10'	1000.0
1/2"	3/8"		560	560		
3/8"	Nº 4		910	900		

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	Promedio
Nº DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación	08:41	08:43	
Hora de salida de decantación (mas 20')	09:01	09:03	
Altura máxima de material fino (pulg 0.1")	1.54	1.55	
Índice de Durabilidad (De la tabla)	56.2	56.7	56.5

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Cayay Quiroz
TECNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

Secundino Burgos Fernandez
ING. CIVIL
REG. COP 183278



Figura 14. Índice de Durabilidad Agregado Grueso en Promedio es de 56.5.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

(MTC E210-2000)

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	: Yerika One	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 1/2"	TEC. LAB. :	D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA :	Junio 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
---------	--------

A.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS:

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	5305.0	5305.0	100.00	60.9	6086
1/2"	3/8"	3412.0	3412.0	100.00	39.1	3914
		8717.0			100.0	10000
% DE DOS O MAS CARAS FRACTURADAS (ΣE / ΣD)				= 100.0 %		

B.- CON UNA CARA FRACTURADA:

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	5305.0	5305.0	100.00	60.9	6086
1/2"	3/8"	3412.0	3412.0	100.00	39.1	3914
		8717.0			100.0	10000
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (ΣE / ΣD)				= 100.0 %		

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Córdova Quiros
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buarqui Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 189278



Figura 15 Partículas Fracturada en el Agregado Grueso

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NTP 400.021, MTC E 205)

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	: Yerika One	RESP. LAB.	: S.B.F.
MATERIAL	: Yerika One + Arena gruesa	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA	: Junio 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

AGREGADO FINO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0	
B	Peso Frasco + agua	677.7	680.1	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	977.7	980.1	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	860.5	862.6	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	117.2	117.5	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	296.0	295.9	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	113.2	113.4	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.525	2.519	2.522
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.560	2.553	2.556
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.615	2.609	2.612
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.36	1.37	1.37%

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P.
ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

Secundino Buitra Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP 189278



Figura 16. Gravedad específica y absorción de los agregados

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

EQUIVALENTE DE ARENA

(NTP 339.146, MTC E 114)

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"	
DISEÑO	: MAC-2 ('Cemento Asfáltico Pen 60/70)	
CANTERA	: Yerika One	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Yerika One + Arena gruesa	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA : Junio 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	01	02	03			
HORA DE ENTRADA	08:12	08:14	08:16			
HORA DE SALIDA	08:22	08:24	08:26			
HORA DE ENTRADA	08:24	08:26	08:28			
HORA DE SALIDA	08:44	08:46	08:48			
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	3.7	3.3	3.6			
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	2.8	2.5	2.7			
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	75.7%	75.8%	75.0%			
PROMEDIO:	75%					

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiruz
 TÉCNICO DE LABORATORIO LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burgos Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP: 189278



Figura 17. Equivalente de arena es de 75%.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO (MTC E 222)

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	: Yerika One	RESP. LAB.	: S.B.F.
MATERIAL	: Yerika One + Arena gruesa	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA	: Junio 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

ENSAYO	Nº	1	2	3	
PESO DEL AGREGADO FINO + MOLDE	gr.	235.80	238.30	235.40	
PESO DEL MOLDE	gr.	102.80	104.30	104.30	
PESO DEL AGREGADO FINO	(w)	132.80	132.00	131.10	
VOLUMEN DEL CILINDRO	(v)	105.29	105.29	105.29	
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE AGREGADO FINO	G _{so}	2.612	2.612	2.612	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	51.7	52.0	52.3	
PROMEDIO	%	52.0			

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Concoy Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Busta Fernandez
 ING. CIVIL REG. CIP: 159278



Figura 18. Angularidad del agregado fino 52%.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES MINERALES. (NORMA ASSHTO TP 57)

PROYECTO	*Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje*		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	: Yerika One	RESP. LAB.	: S.B.F.
MATERIAL	: Yerika One + Arena gruesa	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA	: Junio 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO (mg/gr)
:				
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 (gr)	: 10.9	11.0	10.8	
AGUA DESTILADA (ml)	: 30.0	30.0	30.0	
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 + AGUA	: 40.9	41.0	40.8	
SOLUCION AZUL DE METILENO	: 0.5	0.5	0.5	
SOLUCION AZUL DE METILENO REQUERIDA EN LA TITULACION (ml)	: 84.5	85.5	86.4	
VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/gr)	: 3.88	3.89	4.00	3.92

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P.
ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP 189278



Figura 19. Valor de azul de metileno en agregados finos y en llenantes minerales es de 3.92.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO

(MTC E 214)

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	: Yerika One	RESP. LAB. : S.B.F.	
MATERIAL	: Yerika One + Arena gruesa	TEC. LAB. : D.A.C.Q.	
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA : Junio 2022	

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑOS DE MALLAS				Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml.)
# 4	N°200		500		1000.0	85

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	Promedio
N° DE ENSAYO			
Hora de entrada a saturación	10:26	10:28	
Hora de salida de saturación (mas 10')	10:36	10:38	
Hora de entrada a decantación	10:38	10:40	
Hora de salida de decantación (mas 20')	10:58	11:00	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")	4.50	4.60	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")	3.20	3.26	
Indice de Durabilidad ($D_f = L_{arena}/L_{arcilla} * 100$)	71.1	70.9	71.0

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TECNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

EMP
ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buerba Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP 189278



Figura 20. Índice de Durabilidad de Agregado fino es de 71.0.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

S Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

T 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E E-mail: servicios_lab@hotmail.com

LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200

(NTP 339.129 MTC E - 110, MTC E 111)

PROYECTO	"Reparación de la Pista de Aterrizaje, Construcción de Cerco en el Aeropuerto de Moquegua, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua – Meta: Reparación de Pista de Aterrizaje"		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		
CANTERA	: Yerika One	RESP. LAB.	: S.B.F.
MATERIAL	: Yerika One + Arena gruesa	TEC. LAB.	: D.A.C.O.
SOLICITANTE	: Consorcio Vial La Unión	FECHA	: Junio 2022

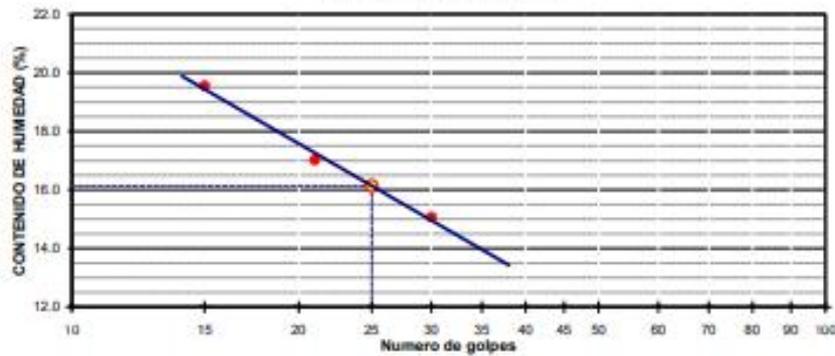
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
Nº TARRIO	15	56	7		
TARRIO + SUELO HUMEDO	28.54	25.26	31.45		
TARRIO + SUELO SECO	26.56	23.66	29.62		
AGUA	1.98	1.60	1.83		
PESO DEL TARRIO	16.56	14.26	17.46		
PESO DEL SUELO SECO	10.52	9.40	12.14		
% DE HUMEDAD	19.56	17.02	15.07		
Nº DE GOLPES	15	21	30		
LIMITE PLASTICO					
Nº TARRIO	8	52			
TARRIO + SUELO HUMEDO	16.26	15.97			
TARRIO + SUELO SECO	15.21	14.86			
AGUA	1.05	1.00			
PESO DEL TARRIO	6.45	6.02			
PESO DEL SUELO SECO	6.76	6.83			
% DE HUMEDAD	15.53	15.52			
LL :	16	LP :	16	IP :	1

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycat Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buena Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIR. 169278



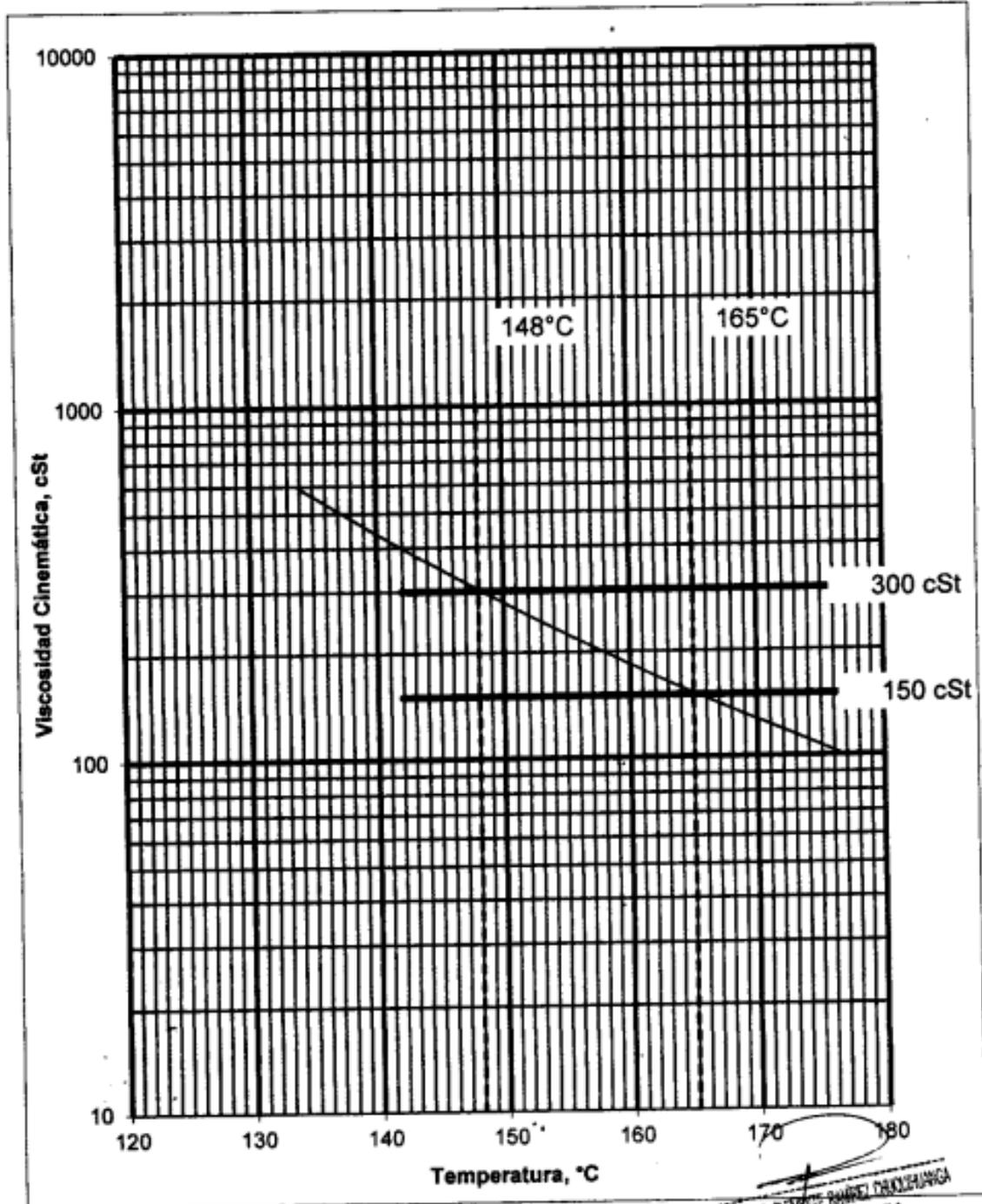
Figura 21. Límites de consistencia material pesante de la malla N° 200.

Detalles de informe de ensayo (asfalto solido 60/70 pen.



INFORME DE ENSAYO (ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN)			N° GDCN-LAB-0745-2022	
FECHA DE REPORTE: 22.04.2022	FECHA DE RECEPCIÓN 22.04.2022	CÓDIGO DE MUESTRA : 06554		
HORA DE RECEPCIÓN: 09:20 HORAS	PROCEDENCIA: JEFATURA OPERACIONES	BUQUE/TANQUE: -----		
TANQUE DE MUESTREO : 59	VOLUMEN CERTIFICADO: ---	DESTINO: PLANTA CONCHÁN		
ENSAYOS	MÉTODO ASTM ^(A)	RESULTADOS DEL ANALISIS	ESPECIFICACIONES	
			MIN.	MAX.
PENETRACIÓN:				
a 25°C, 100 gr, 5 seg., 1/10 mm	D 5-13	67	60	70
DUCTILIDAD:				
a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07	>150	100	
FLUIDEZ:				
- Viscosidad Cinemática a 100°C, cSt	D 2170-10	4855		Reportar
- Viscosidad Cinemática a 135°C, cSt	D 2170-10	560.0	200	
SOLUBILIDAD:				
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	D 2042-15	99.8	99	
VOLATILIDAD:				
Punto de Inflamación, C.O.C., °C	D 92-16b	290	232	
DENSIDAD:				
Gravedad API a 60°F, °API	D 70-09 ¹	6.8		Reportar
Gravedad Especifica a 60/60°F	D 70-09 ¹	1.023		Reportar
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA:				
Punto de Ablandamiento, °C	D 36-14e1	50.0		Reportar
Índice de Penetración		-0.5	-1	+1
Efecto de Calor y Aire (Película Fina):	D 1754-09(2014)			
- Cambio de Masa, % masa del Original		0.31		0.8
- Penetración Retenida, % del Original	D 5-13	63	52	
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07	74	50	
OBSERVACIONES:				
1. Los resultados corresponden sólo a la muestra analizada.				
2. La muestra fue proporcionada por el cliente.				
La temperatura óptima de mezcla para este producto se encuentra entre 148 y 165°C				
Se adjunta Carta Viscosidad - Temperatura.				
3. (A): American Society for Testing and Materials				
ORIGINAL : CLIENTE	ELABORADO POR:	APROBADO POR:		
COPIA 1 : ARCHIVO GENERAL DE INFORMES DE ENSAYO				
COPIA 2 : INFORME DE ENSAYO DE PRODUCTOS	FLUVIA-S9171	SEGUNDO CLEMENTE RAMÍREZ Fecha: N° 56551		

Carta Viscosidad - Temperatura ASTM D 341
Rango de Temperatura Optima de Mezcla
TQ. 59 - C. A. 60 / 70 PEN. - 22.04.2022 - 09:20 horas



REGISTRO DE RESULTADOS
Ficha N° 58851

En resumen:

La dosificación de la mezcla se basa en los siguientes criterios:

- Para una emulsión bituminosa óptima, la mezcla tiene una estabilidad Marshall mínima de 230 kg con un alabeo máximo después del 50% de saturación.

- Porcentaje de cobertura y trabajabilidad de la mezcla entre 50 y 100%. • El proyecto utiliza el proceso del Instituto de Asfalto de Illinois basado en ASTM D-1559 o AASHTO T-245. El reporte del diseño especifica la siguiente información:

- Contenido óptimo de emulsión (%).
- Contenido óptimo de residuo asfáltico (%).
- Recubrimiento de la mezcla (%).
- Humedad óptima para compactación (%).
- Estabilidad Marshall modificado (kg).

2.03 IMPRIMACION ASFALTICA									
Rendim.:	M2/DIA	M.O.	2,000.0000	EQ.	2,000.0000	Costo Unitario Directo por M2			5.07
DESCRIPCION RECURSO					UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA									
CAPATAZ					HH	1.0000	0.0040	24.46	0.10
AYUDANTE					HH	5.0000	0.0200	12.20	0.24
									0.34
MATERIALES									
ASFALTO DILUIDO MC-30					LT		0.7630	2.70	2.06
ARENA PARA PROTECCION					M3		0.0053	169.00	0.90
									2.96
EQUIPOS									
HERRAMIENTAS MANUALES					%MO		5.0000	0.34	0.02
COMPRESORA NEUMATICA					HM	1.0000	0.0040	100.00	0.40
MINICARGADOR					HM	1.0000	0.0040	80.00	0.32
CAMION IMPRIMADOR					HM	1.0000	0.0040	180.00	0.72
BARREDORA MECANICA					HM	1.0000	0.0040	80.00	0.32
									1.78

Figura 22. Análisis de Precios Unitarios para Imprimación Asfáltica.

2.04 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=3"									
Rendim.:	M2/DIA	M.O.	400.0000	EQ.	400.0000	Costo Unitario Directo por M2			52.00
DESCRIPCION RECURSO					UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA									
AYUDANTE					HH	10	0.2000	12.20	2.44
OPERARIO					HH	4.33	0.0866	12.20	1.06
									3.50
EQUIPOS									
HERRAMIENTAS MANUALES					%MO		5.0000	3.50	0.17
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS					HM	1.0000	0.0200	140.00	2.80
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO					HM	2.0000	0.0400	138.17	5.53
RODILLO NEUMATICO					HM	1.0000	0.0200	323.02	6.46
									14.96
SUBPARTIDAS									
PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE					M3		0.0938	268.54	25.18
TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE					M3		0.0938	89.23	8.37
									33.54

Figura 23. Análisis de Precios Unitarios para Carpeta Asfáltica en Caliente e=3".

3.02 CORTE DE CARPETA ASFÁLTICA FLEXIBLE										AÑO	2021
Rendim.:	M2/DIA	M.O.	100.0000	EQ.	100.0000	Costo Unitario Directo por M2			21.19		
DESCRIPCION RECURSO					UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA											
CAPATAZ					HH	0.5000	0.0400	25.23	1.01		
OPERARIO					HH	1.0000	0.0800	23.49	1.88		
PEON					HH	6.0000	0.4800	16.97	8.15		
									11.03		
EQUIPOS											
HERRAMIENTAS MANUALES					%MO		5.0000	11.03	0.55		
MARTILLO HIDRÁULICO (para minicargador)					HM	1.0000	0.0800	20.00	1.60		
MINI CARGADOR 72HP					HM	1.0000	0.0800	100.00	8.00		
									10.15		

Figura 24. Análisis de Precios Unitarios para Corte de Carpeta Asfáltica

3.03 CORTE DE BASE 15 CM										AÑO	2021
Rendim.:	M2/DIA	M.O.	2,500.0000	EQ.	2,500.0000	Costo Unitario Directo por M2			1.42		
DESCRIPCION RECURSO					UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA											
CAPATAZ					HH	0.5000	0.0016	25.23	0.04		
OPERARIO					HH	1.0000	0.0032	23.49	0.08		
PEON					HH	6.0000	0.0192	16.97	0.33		
									0.44		
EQUIPOS											
HERRAMIENTAS MANUALES					%MO		5.0000	0.44	0.02		
EXCAVADORA SOBRE NEUMÁTICOS					HM	1.0000	0.0032	300.00	0.96		
									0.98		

Figura 25. Análisis de Precios Unitarios para Corte de Base 15 cm

3.03 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE D<= 2 KM						AÑO	2021	
Rendim.:	M2/DIA	M.O.	750.0000	EQ.	750.0000	Costo Unitario Directo por M2		1.88
DESCRIPCION RECURSO				UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA								
CAPATAZ				HH	0.5000	0.0053	25.23	0.13
OPERARIO				HH	2.0000	0.0213	23.49	0.50
PEON				HH	6.0000	0.0640	16.97	1.09
								1.72
EQUIPOS								
HERRAMIENTAS MANUALES				%MO		5.0000	1.72	0.09
CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP / 2 - 2.25 yd3				HM	1.0000	0.0107	250.00	0.03
CAMION VOLQUETE 15 M ³				HM	2.0000	0.0213	200.00	0.04
								0.16

Figura 26. Análisis de Precios Unitarios para Eliminación de Material Excedente D<=2 Km

3.1.3 Dimensionamiento

El área de la zona a ejecutar el proyecto del distrito Cocachacra se encuentra ubicada en:

DEPARTAMENTO : MOQUEGUA
 PROVINCIA : MARISCAL NIETO
 DISTRITO : MOQUEGUA
 Región : Sierra
 Latitud Sur : 17° 12' 00"
 Longitud Oeste : 70° 56' 00"
 Elevación : 1410 m.s.n.m.

3.1.4 Equipos utilizados

Equipos utilizados en el proyecto:

Equipo Utilizado	Descripción teórica
Equipos de laboratorio de suelos y asfalto	Centrífuga. Martillo de compactación de proctor estándar. Compactador Marshall.

	<p>Equivalente Arena.</p> <p>Prensa CBR.</p> <p>Prensa Marshall.</p> <p>Copa de Casagrande.</p> <p>Cono de Arena.</p> <p>Flujómetro.</p> <p>Dial Analógico.</p> <p>Balanza mecánica de 8.2 Kg.</p> <p>Balanza mecánica de 600 gr.</p> <p>Manómetro de deformación elástica Speedy.</p> <p>Termómetro digital.</p> <p>Baño maria.</p>
--	--

Tabla 4. Fuente: Elaboración propia.

3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto

Definición de términos del resumen:

Diseño Marshall: El método Marshall utiliza una gráfica semilogarítmica para determinar una distribución de tamaño de partícula aceptable, donde el porcentaje de material que pasa a través de una malla particular está en el eje y y los orificios de la malla están en mm graficados logarítmicamente en abscisas.

Asfalto: el asfalto es un tipo de material bituminoso negro compuesto principalmente por asfáltenos, resina y aceite, la composición de textura, adherencia y plasticidad; es duro y semisólido y tiene propiedades cementosas a temperatura ambiente normal.

Base: Una capa de material granular compactado que forma parte de la estructura del pavimento.

Carpeta Asfáltica: El asfalto es un material bituminoso, sólido o semisólido, con propiedades astringentes y que se licua gradualmente cuando se calienta, se obtiene por destilación del petróleo crudo.

Pavimento flexible: generalmente consiste en una capa delgada de mezcla asfáltica aplicada al subsuelo y al subsuelo, generalmente consiste en material granular. Estas capas se encuentran sobre una capa compactada de suelo conocida como subsuelo.

3.1.6 Estructura



3.1.7 Elementos y funciones

CORPAC: Los servicios aeronáuticos de la CORPAC, son todos aquellos servicios que ofrece la institución para garantizar la seguridad de cada uno de los vuelos que atraviesan el espacio aéreo del Perú. En ella se establecen las normas, leyes y procedimientos para un vuelo seguro, así como la información meteorológica necesaria para mantener

la seguridad y estabilidad de los vuelos comerciales, de pasajeros, entre otros.

EL HORIZONTE SRL: Empresa Constructora que inicia sus actividades desde el año 1997, cuyo objetivo primordial es la contratación de obras, diseño, procura y construcción de obras de edificaciones, obras civiles, obras viales o de infraestructura vial, obras de saneamiento, obras hidráulicas y de riego, obras electromecánicas, obras energéticas, obras de suministro de energía, obras de habilitación urbana, obras subterráneas y puentes, movimiento de tierras y perforaciones, consultoría y supervisión de obras en general

Ingeniero Residente: Profesional ingeniero civil colegiado y habilitado con experiencia mínima de 5 años en posiciones similares en carreteras, reciclado de pavimentos, entre otros. Personal clave para la ejecución de rehabilitación de la vía. Dirige, ejecuta, y realiza especificaciones técnicas establecidas en el proyecto, aprovechando el mejor uso de equipos, herramientas y recursos humanos, cumpliendo las normas de seguridad y las condiciones establecidas por la empresa.

Ingeniero especialista de suelos y pavimentos: Profesional ingeniero civil colegiado y habilitado con experiencia mínima de 5 años en posiciones similares en ejecución de rehabilitación de vías, carreteras, pavimentos, entre otros. Personal clave para la ejecución de rehabilitación de la vía.

Ingeniero de Producción: Profesional ingeniero colegiado y habilitado con experiencia mínima de 5 años en posiciones similares en carreteras,

pavimentos, entre otros. Personal clave para la ejecución de rehabilitación de la vía.

3.1.8 Planificación del proyecto

A continuación, se presenta el cronograma de ejecución de la rehabilitación de la vía, para la ejecución en 75 días calendario:

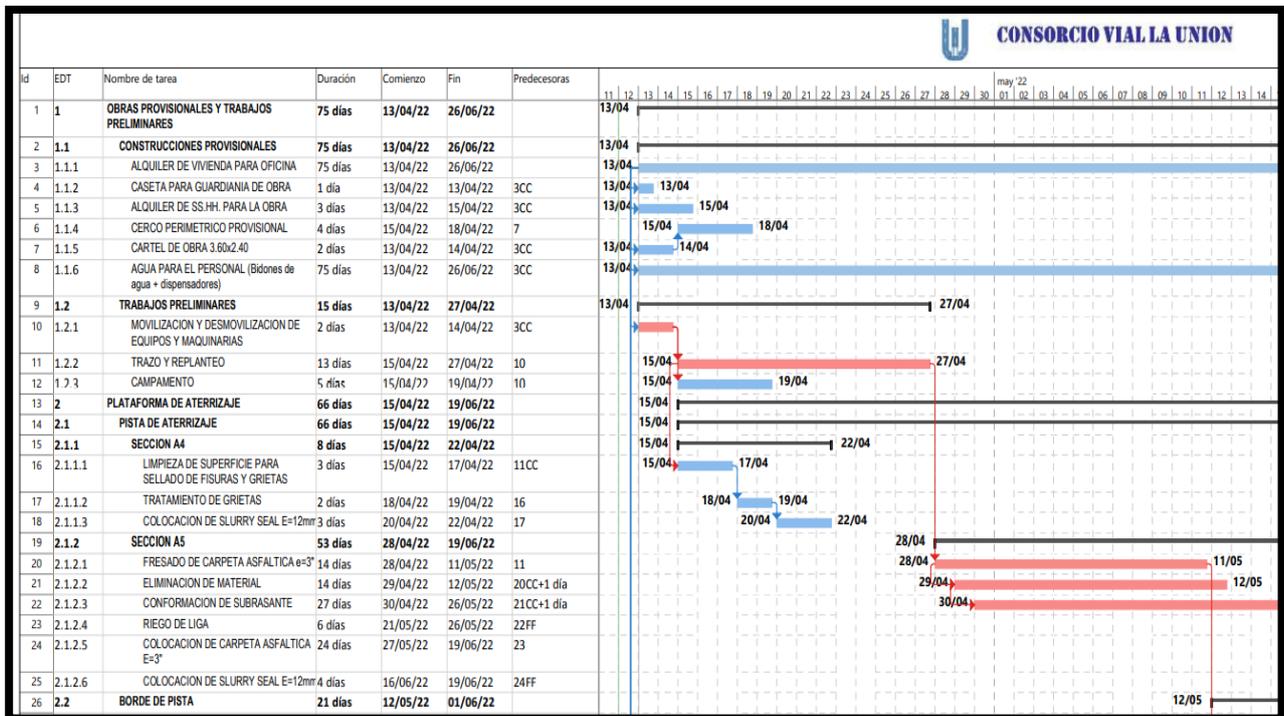


Figura 27. Cronograma de ejecución Parte 1 de 3.

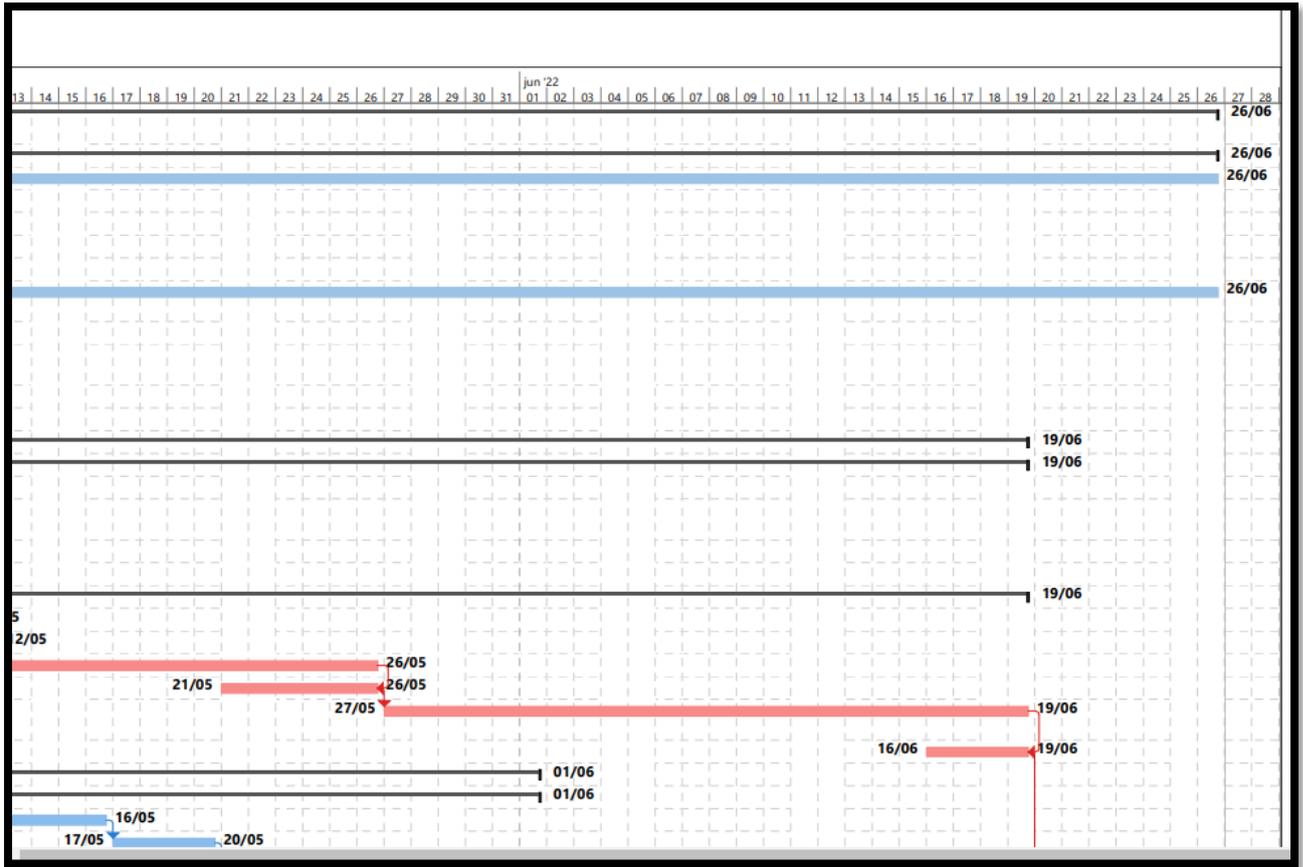


Figura 28. Cronograma de ejecución Parte 2 de 3.

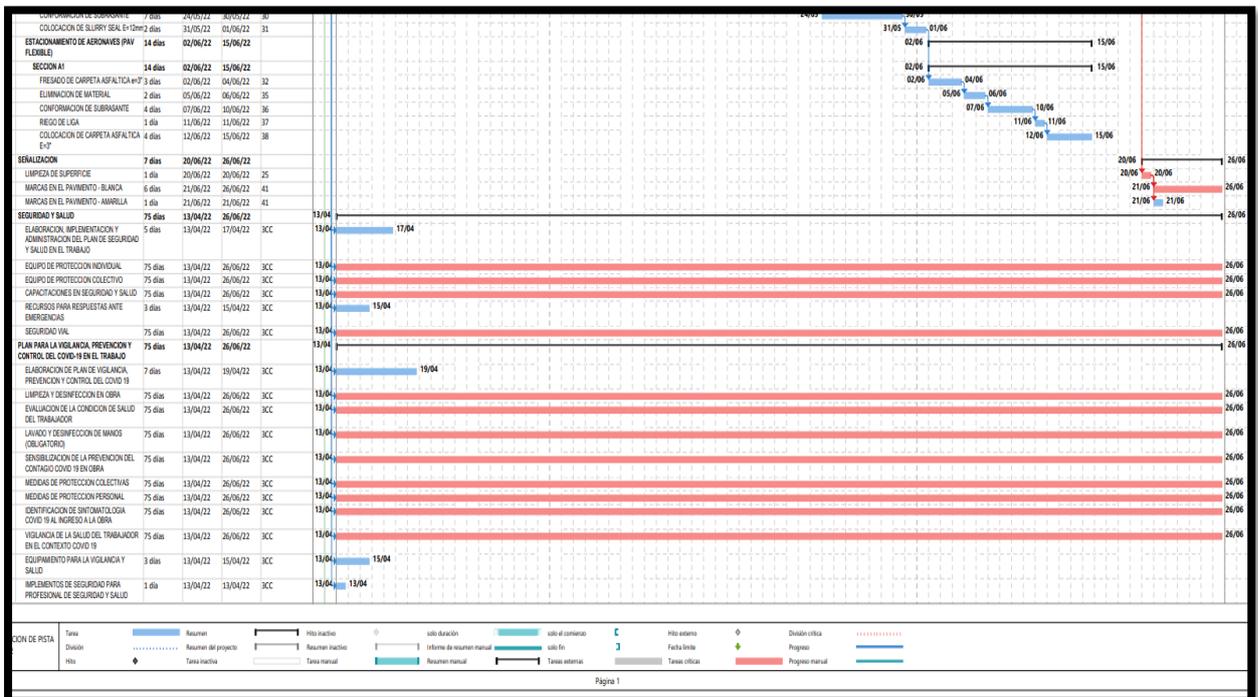


Figura 29. Cronograma de ejecución Parte 3 de 3.

3.1.9 Servicios y Aplicaciones

El personal de EL HORIZONTE SRL, tiene la responsabilidad de elaborar, revisar y emitir para aprobación de CORPAC, el Plan de Trabajo, Seguridad, Salud Ocupacional, Medio ambiente y Calidad, procedimientos constructivos, matrices de control de calidad, Plan de Puntos de Inspección, Tareas Críticas, dentro del planeamiento, antes del inicio de la construcción. Así mismo, durante la construcción, se elaborarán y presentarán informes de avance del proyecto según el cronograma de obra aprobado, a fin de establecer los indicadores SPI y CPI, se elaborarán los planes de control de calidad de las actividades constructivas a ejecutar.

Los planes de control de calidad, deberán estar de acuerdo a las especificaciones técnicas, frecuencia de ensayos y cronograma de ejecución de obra, en aprobación conjunta con la supervisión de CORPAC, durante y hasta el final de las actividades de construcción.

Como parte del Plan de Trabajo, para la rehabilitación del aeropuerto se tienen las siguientes actividades:

- ✓ Tramo de prueba 0+000 Km: Km. 0+000 a Km. 0+100, Sector en este sector, se consideran las actividades de:
 - Colocación de recarga de material granular e=15 cm,
 - Imprimación Asfáltica,
 - Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente e=7.5 cm,
 - Señalización y seguridad vial: Marcas en el pavimento, colocación de tachas retroreflectivas, señales preventivas y colocación de reductores de velocidad tipo resalto (gibas).
 - Eliminación de pasivos ambientales.
 - Acondicionamiento de material excedente.

Se elaborarán Procedimientos Estándar para todas las actividades constructivas, realizadas de acuerdo a los planos, especificaciones técnicas y expediente técnico del proyecto, estos abarcarán:

- ✓ Procedimiento de Movilización y Desmovilización de Equipos.
- ✓ Procedimiento de Control de Tráfico, seguridad vial y control de polvo.
- ✓ Procedimiento de Trazo y Replanteo Topográfico.
- ✓ Procedimiento de conformación y cierre de depósito de material excedente y canteras,
- ✓ Procedimiento de Abastecimiento de Combustible.
- ✓ Procedimiento de imprimación asfáltica,
- ✓ Procedimiento de asfaltado con concreto asfáltico en caliente e=7.5cm.
- ✓ Procedimiento para instalación de señalización vertical y seguridad vial,

Se asistirán a las reuniones contractuales de control de proyecto, contrato, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, calidad y relaciones comunitarias, de acuerdo a lo requerido por CORPAC.

Finalmente, para asegurar la mejora continua de todo el proceso de constructivo, se llevarán a cabo auditorías internas de manera permanente y durante el desarrollo del servicio, con el objetivo de detectar desviaciones en la gestión integral del proyecto, procedimientos constructivos, etc., que perjudiquen el normal avance del proyecto, proponiendo mejoras al sistema de gestión de calidad y procedimientos constructivos para mejorar el avance del proyecto en coordinación permanente con CORPAC.

Se asegurará de cumplir con el rendimiento planeado, factor de disponibilidad de equipos (operativos / disponibles), eficiencia de la maquinaria, así como la adecuada gestión de planificación en campo de todos los procesos constructivos.

Actividades en terreno:

El personal del EL HORIZONTE SRL, tiene la responsabilidad de verificar y validar todas las actividades constructivas y de control de calidad de la construcción, conforme a las especificaciones técnicas y manuales de gestión de la calidad del proyecto que involucran las actividades de movimiento de tierras, excavación, rellenos, asfalto y señalización y seguridad vial, así como de todas las fases de las actividades de la construcción que involucre el proyecto, para garantizar que estos se realicen de acuerdo a los planos de la ingeniería de detalle del proyecto.

Es responsabilidad de EL HORIZONTE SRL, entregar a CORPAC, una copia de todas las pruebas de laboratorio y campo efectuadas y un resumen semanal de los ensayos realizados, así como de las observaciones que se detecten durante la construcción del proyecto, para su revisión y validación respectiva. Así mismo, se brindarán todas las facilidades que sean requeridas para la inspección de la realización de los ensayos y/o pruebas adicionales si CORPAC, lo considera necesario.

Actividades durante la ejecución:

- ✓ Señalización en obra, se tendrá señalización en todas las áreas de trabajo, evaluada en conjunto con el personal de seguridad y construcción, a fin de minimizar el impacto de tráfico de vehículos y reducir el riesgo de accidentabilidad, esta señalización consta de paneles informativos y regulatorios que advertirán al conductor, así mismo se contará con personal para el control del tráfico (vigía) y planes de desvío. Así como iluminación para el personal en turno noche (de implementarse).
- ✓ Movilización de equipos livianos, pesados, herramientas, entre otros necesarios para la ejecución del servicio. Se realizarán las maniobras de montaje e instalación de planta de asfaltado, según el cronograma de obra y plazo de ejecución del servicio.

- ✓ Excavación de carpeta asfáltica existente y base granular, se incluyen las excavaciones a tajo abierto, de acuerdo al ancho y profundidad de la vía existente para la ejecución del servicio, incluyendo la excavación de cualquier material necesario con fines relacionados a la esta actividad. En caso se requiera excavaciones adicionales, éstas se realizarán según lo aprobado por CORPAC.

Para esta actividad, se contará:

- 01 Excavadora tipo CAT 330 (incluido operador).
 - 02 Volquetes de 15 m3 (incluido operador),
 - 02 Vigías.
 - Control topográfico y supervisión permanente.
- ✓ Eliminación de pasivos ambientales y Acondicionamiento de material, se considerarán las actividades de nivelación ó compensación de corte y relleno en la superficie y taludes de pasivos ambientales. Para esta actividad, se contará:

- 01 Tractor D6.
- 01 Excavadora tipo 330,
- 01 Camión cisterna de 4000 gln,
- 02 Vigías.
- Herramientas manuales.
- Control topográfico y supervisión permanente

- ✓ Imprimación asfáltica, esta actividad comprende realizar actividades de suministro, transporte y colocación de imprimación asfáltica y arena, según especificaciones técnicas y controles de calidad del proyecto. Para esta actividad, se contará:
 - 01 Compresora neumática de 250 PCM,
 - 01 Barredora mecánica,
 - 01 Minicargador,
 - 01 Camión imprimador de 2000 gln,
 - 01 Camión de servicio de 4 t
 - Escobillas para barredora
 - Emulsión asfáltica para imprimación
 - 02 Vigías.
 - 02 Peones,
 - 01 Oficial Compresorista,
 - 01 Jefe de grupo.
 - Ensayos de muestreo y control de calidad del material Grado de Viscosidad Cinemática Certificado de Calidad del Proveedor, Control de Temperatura Ambiente Protocolo de Imprimación, Control de Tasa de Aplicación Protocolo de Imprimación, Control de tasa de Arenado Protocolo de Imprimación, Penetración del ligante ó Asfalto diluido Protocolo de Imprimación.
 - Herramientas manuales.

- Control topográfico y supervisión permanente.

- ✓ Pavimento de concreto asfáltico en caliente (e=7.5 cm), esta actividad comprende el suministro, transporte, colocación y compactación de mezcla asfáltica, según especificaciones técnicas del proyecto y a conformidad de Corpac. Para esta actividad, se contará:
 - 08 Camión volquete de 15 m³ (con operador).
 - 01 Retroexcavadora s/llantas de 95 HP (con operador).
 - 01 Cargador s/llantas de 200 HP, 3.5 m³ (con operador).
 - 01 Pavimentadora de asfalto s/llantas 173HP 600 t/h (con operador).
 - 01 Rodillo neumático de 16 ton (con operador).
 - 01 Rodillo tandem estático de 10 ton (con operador).
 - 01 Minicargador (con operador).
 - 01 Barredora mecánica.
 - 01 Compresora neumática de 250 PCM.
 - 02 Vigía.
 - 02 Peón.
 - 04 Operarios rastrilleros.
 - 01 Oficial Planchero.
 - 01 Oficial Controlador.
 - 01 Jefe de grupo.

- Herramientas manuales.
 - Escobillas para barredoras.
 - Mezcla asfáltica en caliente (Agregados chancados, arena gruesa, petróleo B5, aceite térmico).
- ✓ Suministro e instalación de Señalización y Seguridad Vial (Marcas en el Pavimento, Tachas retroreflectivas, señales preventivas), según planos y especificaciones técnicas del proyecto. Para esta actividad, se contará:
- 01 Máquina para pintar pavimentos tipo Lazer V 200 HS (2 pistolas) de 5.5 HP.
 - 01 Bituminera RC-1
 - 01 Compresora para pintar.
 - 01 Operario pintor.
 - 01 Oficial.
 - 02 Peón.
 - 04 Operarios (p/tachas).
 - Herramientas manuales.
 - Pintura tráfico Jet Traffic Base solvente (amarillo / blanco)
 - Thinner Jet Traffic SIC (Disolvente)
 - Microesferas de vidrio.
 - Balón de gas de 10 Kg.
 - Pegamento epóxico A+B marca Teckno / rendimiento 100 tachas por jgo.

- Tacha retroreflectiva bidireccional de 10x9x1.6cm marca 3M color Rojo & Blanco/Amarillo.
 - Postes de soporte de señales verticales de H=3.20m y Diámetro de 2" (Inc. Pintura).
 - Panel de señal preventiva de 0.60 m x 0.60 m
 - Control topográfico y supervisión permanente.
 - Pruebas de control de calidad para verificar la seguridad del tránsito y la instalación del sistema de señalización, Análisis de tamaño de partículas por microesferas de vidrio / MTC E 1301, ASTM D 1214, Control de temperatura, velocidad, espesor y ancho, Control de reflexión en señales fijas, Control de registro de área para marcaje de pavimento, colocación de pines reflectantes y señales de advertencia.
- ✓ Gestión y administración documentaria del proyecto, que constará de la actualización permanente de los registros y protocolos de liberación de áreas, ensayos de laboratorio y campo de movimiento de tierras, concreto, asfalto, certificado de calibración de equipos y/o herramientas, ensayos externos, reporte y estatus de no conformidades, detección de oportunidades de mejora, registro fotográfico, caminatas de entrega de área de acuerdo al cumplimiento de las especificaciones técnicas, planos de la ingeniería del proyecto DEPT y manual de MTC.

- ✓ Emisión y Organización de documentos de control de proyectos, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, tales como reportes diarios, reportes semanales, reportes mensuales, donde se incluirán en estos, el resumen de las actividades inspeccionadas, detección de observaciones, notificaciones y reportes de no conformidades, procedimientos constructivos, conclusiones, recomendaciones y archivo fotográfico de las actividades constructivas del Proyecto.

3.2 Conclusiones

Las conclusiones para el objetivo general y específicos de la presente investigación, son:

- Los agregados utilizados cumplen satisfactoriamente lo exigido en las especificaciones técnicas.
- La mezcla asfáltica consiste en una combinación de agregados gruesos, agregado finos, cemento asfáltico PEN 60-70 y aditivo mejorador de adherencia en las siguientes proporciones diseño: piedra chancada (44%), arena chancada (Yerika One) (23%), arena chancada (arena gruesa) (31%), Cemento portland (2%) y pen 60/70 (5.71%) y aditivo mejorador de adherencia en las proporciones del diseño (0.6%).
- Se utilizó la gradación del tipo MAC-2, establecida en la Especificaciones Técnicas de la norma Manual de Carreteras EG2013.
- El óptimo contenido de cemento asfáltico obtenido para el diseño es de 5.71%.
- Para el siguiente diseño se ha utilizado el cemento asfáltico PEN 60/70 y el aditivo mejorador de adherencia QUIMIBOND 3000 (ambos certificados de calidad se adjuntan en anexos), los usados para la producción serán entregados por parte de la planta de asfalto.

- Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que, al descargarla desde la máquina de transferencia del material a la pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.
- Se concluye que el diseño de pavimento flexible, es 15 cm de base y 7.5 cm de carpeta asfáltica, con % de emulsión de 4.18%, 0.5% de cemento portland Tipo I.

3.3 Recomendaciones

Las recomendaciones para el objetivo general y específicos de la presente investigación, son:

- Se recomienda mantener la gradación del material grueso (Piedra) y mejorar la gradación del agregado fino (Arena Chancada) en la planta chancadora, según los husos granulométricos y así obtener una mejor producción para la mezcla de asfáltica.
- Se recomienda realizar los ensayos según las frecuencias establecidas en la norma y si cambian de beta o cantera se recomienda hacer nuevos análisis.
- La limpieza del material es de vital importancia, el cual limita la cantidad permisible de finos arcillosos en los agregados los cuales son perjudiciales para la estructura del pavimento, por lo que se recomienda mantener limpio el material.
- Nuestra empresa de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C., no se responsabiliza si en la planta de asfalto no cumple con las proporciones del diseño.
- Se recomienda extraer por cada jornada de trabajo un mínimo de dos muestras de contenido de asfalto, de las mismas se determinará la composición granulométrica de los agregados.

- Se moldearán como mínimo 4 probetas (2 por muestra) para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo de Marshall y paralelamente se determinará su densidad media.
- Se podrá adoptar una nueva fórmula de trabajo, cuando los resultados fueran desfavorables o la variación de las condiciones de los materiales lo hagan necesario. De todas maneras, la formula será revisada cada vez que se cumpla una tercera parte de la meta física del proyecto.
- Durante la producción de mezcla asfáltica, será verificado mediante ensayos de laboratorio, a fin de verificar el cumplimiento de las proporciones del diseño.
- Se recomienda efectuar un tramo de prueba para la preparación, transporte, colocación y compactación de la mezcla, de manera que se cumpla con los requisitos del diseño.
 - Se recomienda la técnica que permite un diseño de pavimento de 15 cm de base y 7.5 cm de carpeta asfáltica, con % de emulsión de 4.18%, 0.5% de cemento portland Tipo I.

CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de Investigación

Tipo cuantitativa se utiliza este tipo de investigación porque, según Lozada (2014), estos estudios hacen un gran aporte a la sociedad al utilizar el conocimiento obtenido de la investigación básica, combinando teoría y productos en beneficio del pueblo o de la nación. Por esta razón, este estudio es aplicable, ya que se aplicarán pruebas de laboratorio a muestras obtenidas en campo.

El diseño de este estudio es semiempírico porque, según Lozada (2014), se utiliza un diseño experimental cuando el investigador pretende determinar el efecto probable de una causa manipulada.

4.2 Método de Investigación

Se utilizo el método inductivo; pues la inferencia se utiliza para sacar conclusiones a partir de hechos que se consideran confiables, para sacar conclusiones.

4.3 Población y Muestra

La La población en este estudio, según Danel (2016) “Estas son todas las personas que se quieren estudiar en el fenómeno”, en el estudio se creó un aeropuerto de 1,6 00 km, Provincia de mariscal nieto, Departamento de Moquegua.

La muestra de este estudio, según Gómez (2006), es aquella parte de la población estudiada, que se prefiere por las características que distinguen a la población de la que se toma. Según Lerma (2016), el muestreo representativo consiste en seleccionar muestras distintas de muchas muestras que forman parte de una población que se puede identificar como subuniversos ; en el trabajo de investigación, el prototipo será un tramo de prueba de 100 m, comprendido entre las progresivas Km.0+000 a Km.0+100 del aeropuerto ,Provincia de mariscal nieto, Departamento de Moquegua, en la cual se realizará la carpeta de pavimentación.

4.4 Lugar de Estudio

Distrito: Moquegua.

Provincia: Mariscal nieto.

Departamento: Moquegua.

Longitud de la vía: 1.688 m.

Tramo de estudio (muestra): Progresiva Km 0+000 a Km 0+100.

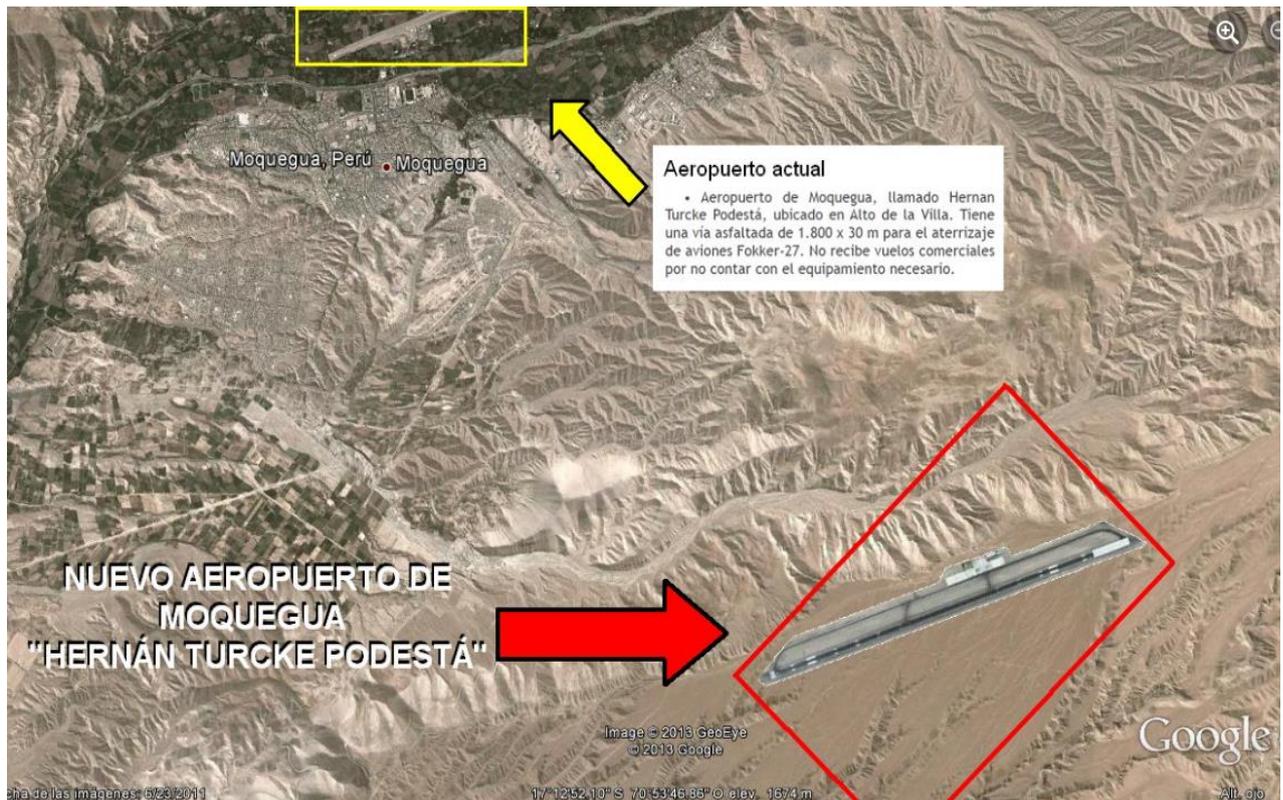


Figura 30. Ubicación del proyecto en foto satelital

4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información

La técnica de recolección de información para la presente investigación, según Gil (2016), luego de todos los procedimientos técnicos utilizados para registrar las observaciones. En esta investigación la técnica se lleva a cabo por observación en estudio directo, ya que la selección de la muestra y los experimentos se realizan en el distrito de Moquegua, provincia de mariscal nieto, departamento de Moquegua.

La herramienta de recolección de información, según Arias (2016), es el medio por el cual se recopila la información obtenida para que pueda ser estudiada por el investigador. Para el presente estudio, la información se recolecta a través de una guía de observación de campo que se llena mediante el procedimiento de observación directa del estudio, seguido de las guías de laboratorio para los

respectivos análisis y tablas de cálculo utilizadas en el fondo. se utilizan investigaciones nacionales y locales, y finalmente se utilizan programas informáticos para el análisis estadístico.

4.6 Análisis y Procesamiento de datos

El estudio y proceso de datos para la presente indagación, se realizarán a través de cuadros y gráficas, cuadros estadísticos, que muestran los resultados de la información obtenida en campo se desarrolló a través de los resultados de las pruebas de laboratorio de acuerdo al capítulo III.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las conclusiones para el objetivo general y específicos de la presente investigación, son:

- Los agregados utilizados cumplen satisfactoriamente lo exigido en las especificaciones técnicas.
- La mezcla asfáltica consiste en una combinación de agregados gruesos, agregado finos, cemento asfáltico PEN 60-70 y aditivo mejorador de adherencia en las siguientes proporciones diseño: piedra chancada (44%), arena chancada (Yerika One) (23%), arena chancada (arena gruesa) (31%), Cemento portland (2%) y pen 60/70 (5.71%) y aditivo mejorador de adherencia en las proporciones del diseño (0.6%).
- Se utilizó la gradación del tipo MAC-2, establecida en la Especificaciones Técnicas de la norma Manual de Carreteras EG2013.
- El óptimo contenido de cemento asfáltico obtenido para el diseño es de 5.71%.

- Para el siguiente diseño se ha utilizado el cemento asfáltico PEN 60/70 y el aditivo mejorador de adherencia QUIMIBOND 3000 (ambos certificados de calidad se adjuntan en anexos), los usados para la producción serán entregados por parte de la planta de asfalto.
- Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que, al descargarla desde la máquina de transferencia del material a la pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.
 - Se concluye que el diseño de pavimento flexible, es 15 cm de base y 7.5 cm de carpeta asfáltica, con % de emulsión de 4.18%, 0.5% de cemento portland Tipo I.

5.2 Recomendaciones

Las recomendaciones para el objetivo general y específicos de la presente investigación, son:

- Se recomienda mantener la gradación del material grueso (Piedra) y mejorar la gradación del agregado fino (Arena Chancada) en la planta chancadora, según los husos granulométricos y así obtener una mejor producción para la mezcla de asfáltica.
- Se recomienda realizar los ensayos según las frecuencias establecidas en la norma y si cambian de beta o cantera se recomienda hacer nuevos análisis.
- La limpieza del material es de vital importancia, el cual limita la cantidad permisible de finos arcillosos en los agregados los cuales son perjudiciales para la estructura del pavimento, por lo que se recomienda mantener limpio el material.
- Nuestra empresa de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C., no se responsabiliza si en la planta de asfalto no cumple con las proporciones del diseño.

- Se recomienda extraer por cada jornada de trabajo un mínimo de dos muestras de contenido de asfalto, de las mismas se determinará la composición granulométrica de los agregados.
- Se moldearán como mínimo 4 probetas (2 por muestra) para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo de Marshall y paralelamente se determinará su densidad media.
- Se podrá adoptar una nueva fórmula de trabajo, cuando los resultados fueran desfavorables o la variación de las condiciones de los materiales lo hagan necesario. De todas maneras, la formula será revisada cada vez que se cumpla una tercera parte de la meta física del proyecto.
- Durante la producción de mezcla asfáltica, será verificado mediante ensayos de laboratorio, a fin de verificar el cumplimiento de las proporciones del diseño.
- Se recomienda efectuar un tramo de prueba para la preparación, transporte, colocación y compactación de la mezcla, de manera que se cumpla con los requisitos del diseño.
 - Se recomienda la técnica que permite un diseño de pavimento de 15 cm de base y 7.5 cm de carpeta asfáltica, con % de emulsión de 4.18%, 0.5% de cemento portland Tipo I.

CAPÍTULO VI

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y REFERENCIAS

6.1 Glosario de Términos

Base: Una capa de material granular compactado que forma parte de la estructura del pavimento.

Carpeta Asfáltica: El asfalto es un material bituminoso, sólido o semisólido, con propiedades astringentes y que se licua gradualmente cuando se calienta, se obtiene por destilación del petróleo crudo.

Pavimento flexible: generalmente consiste en una capa delgada de mezcla asfáltica aplicada al subsuelo y al subsuelo, generalmente consiste en material granular. Estas capas se encuentran sobre una capa compactada de suelo conocida como subsuelo.

6.2 Libros y referencias

Manual de carreteras Suelos, geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, Perú- 2014.

Especificaciones Generales EG-2000 y EG-2013.

Rodríguez, Calderón, Wilson, “Desarrollo de un modelo de elementos finitos para el diseño racional de pavimentos”, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá – Colombia.

YANG H. HUANG, “Pavement Analysis and Design”

Andrés Martín Umaña Barrios “Diseño de la intervención para la estructura de pavimento flexible en secciones representativas”.

Aldo Rene Figueroa Reyes “Auscultación del monolitismo de pavimentos multicapas mediante deflectómetro de impacto FWD”.

Edison Ávila Redrovan “Evaluación de pavimentos en base a métodos no destructivos y Análisis Inverso”.

Rómulo Pereira Da Silva “Análise de Tensiones y Deformaciones de pavimento ferroviario Submetido a Carregamento Estático”.

Terzaghi K. y Peck R.B. (1967), “Soil Mechanics in Engineering Practice”, John Wiley, New York.

Mecánica de Suelos por Braja M. Das.

Norma ASTM E950, Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference.

APENDICE 8, “Manual para Relevamiento de Niveles de Servicio”, OSITRAN.

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS APLICACION DEL INDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD IRI “Jorge Contreras Sauñe” Tesis para optar título profesional UNI.

Importancia de la regularidad superficial IRI en la construcción de Pavimentos,
Ingeniero Paul Lavaud “Director Internacional para Latinoamérica y el Caribe”

GUIA AASHTO - 1993, “Diseño de estructuras de pavimentos”

Índice Internacional de la Rugosidad en la Red Carretera de México, “Mario C.
Arriaga Patiño”, Instituto Mexicano del Transporte- México.

IRI Indicador de la regularidad superficial “Revista de Ingeniería de
Construcción N° 6, Enero - Junio 1989”.

Paul Lavaud (Director Internacional para Latinoamérica y el Caribe),
“Importancia de la Regularidad Internacional IRI en la construcción de Pavimentos
Asfálticos en Caliente”, ROADTEC, INC.

EVALUACION DE LA RUGOSIDAD DE PAVIMENTOS CON USO DEL BUMP
INTEGRATOR, “JOSE DEMETRIO SOLOGORRE HUAYTA”, Tesis Profesional.

CAPÍTULO VII

ÍNDICES

7.1 Índices de Gráficos

Figura 1. esquema del Deflectómetro de impacto FWD.....	23
Figura 2. Esquema Para Medición de Deflexiones en Pista.....	24
Figura 3. Esquema de la Macrotextura	29
Figura 4. Método Registro de la Macrotextura	30
Figura 5. Requerimiento de Emulsión Asfáltica.....	31
Figura 6 Diseño en frío de mezcla de base estabilizada. Elaboración propia	32
Figura 7. Dosificación de Asfalto	33
Figura 8. Gravedad Especifica de Mezcla Bituminosa	34
Figura 9. Presentación Grafica del Diseño Asfaltico	35
Figura 10. Gravedad Especifica Mezcla Bituminosa	36
Figura 11. Peso Específico y Absorción de los Agregados	37
Figura 12. Durabilidad al Sulfato de Magnesio es Optimo a 10.9.	38
Figura 13. Ensayo de Abrasión Máquina de los Ángeles es de desgaste 18 %.....	39
Figura 14. Índice de Durabilidad Agregado Grueso en Promedio es de 56.5.	40
Figura 15 Particulas Fracturada en el Agregado Grueso	41
Figura 16. Gravedad especifica y absorción de los agregados.....	42
Figura 17. Equivalente de arena es de 75%.	43
Figura 18. Angularidad del agregado fino 52%.	44
Figura 19. Valor de azul de metileno en agrados finos y en llenantes minerals es de 3.92.	45
Figura 20. Índice de Durabilidad de Agregado fino es de 71.0.....	46
Figura 21. Límites de consistencia material pesante de la malla N° 200.	47
Figura 22. Análisis de Precios Unitarios para Imprimación Asfáltica.....	50
Figura 23. Análisis de Precios Unitarios para Carpeta Asfáltica en Caliente e=3" . . .	51
Figura 24. Análisis de Precios Unitarios para Corte de Carpeta Asfáltica.....	51
Figura 25. Análisis de Precios Unitarios para Corte de Base 15 cm	51
Figura 26. Análisis de Precios Unitarios para Eliminación de Material Excedente D<=2 Km	52

Figura 27. Cronograma de ejecución Parte 1 de 3.....	56
Figura 28.Cronograma de ejecución Parte 2 de 3.....	57
Figura 29. Cronograma de ejecución Parte 3 de 3.....	57
Figura 30. Ubicación del proyecto en foto satelital.....	72

7.2 Índice de Tablas

Tabla 1. Fuente: Elaboración propia	25
Tabla 2. Fuente: Elaboración propia	26
Tabla 3. Fuente: elaboración propia.....	27
Tabla 4. Fuente: Elaboración propia.	53
Tabla 5. Costo total de la investigación.....	84

CAPÍTULO VIII
ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO 1 – Costo total de la investigación del proyecto piloto

Tabla 5. Costo total de la investigación

DETALLE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL
			S/.
salidas de campo	30	65.00	1950.00
ensayos en laboratorio	17	250.00	4250.00
materiales de gabinete	2	800.00	1600.00
impresión en general	1	300.00	300.00
costos varios	1	1000.00	1000.00
		Total	9100.00

ANEXO 2

ANEXO 2 – Fotos de la obra



Foto 1: laboratorio



Foto 2: ensayo cuarteo



Foto 3: Ensayo de cuarteo



Foto 4: Ensayo de Proctor de base



Foto 5: Ensayo de Marshall



Foto 6: Ensayo de Marshall



Foto 13: Lavado de asfalto



Foto 14: Ensayo de Marshall



Foto 15: Planta de asfalto



Foto 16: Imprimación



Foto 17: Contenido de humedad



Foto 18: Imprimación



Foto 19: Lavado de asfalto



Foto 20: Colocado de carpeta asfalto



Foto 21: Colocado de carpeta asfalto



Foto 22: Toma de muestra de asfalto caliente



Foto 23: Limpiado de carpeta



Foto 24: : Despacho de asfalto caliente de planta



Foto 25: Colocado de carpeta asfáltica



Foto 26: Toma de temperatura de asfalto en planta



Foto 27: Pintado de aeropuerto



Foto 28: Pintado de aeropuerto