



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“Ejecución, Verificación y Seguimiento de Reciclado de Asfalto en Frío con Emulsión en el Tramo IV y V de la Carretera Central”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Huallanca Mitma, Flor Joselyn

Asesor:

Ing. Canta Honores, Jorge Luis

Lima - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de suficiencia la dedico a mi familia, por el sostén permanente en todo el proceso de mi carrera, por su paciencia, perseverancia y por toda su confianza depositada en mí. A mi hija Valentina por ser mi motivo en este camino que recién empezamos juntas.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Dios por darme salud, sabiduría, perseverancia y muchos ánimos en todo este tiempo. A mis padres, a mis hermanos, a mis profesores y a la Universidad Privada del Norte, por su paciencia, comprensión y muchas enseñanzas brindadas en todo este tiempo.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>XII</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>XIII</b>
<b>1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
1.1.    CONTEXTUALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	15
1.2.    RESPECTO A LA EMPRESA .....	16
1.3.    RESPECTO A LAS OPERACIONES EN LA EMPRESA.....	19
1.4.    CAPACITACIONES CERTIFICADAS .....	22
1.5.    PRINCIPALES CLIENTES.....	24
1.6.    RESPECTO AL PROFESIONAL IDENTIFICADO EN LA EXPERIENCIA PROFESIONAL .....	28
1.7.    RESPECTO A LA EXPERIENCIA Y/O TRAYECTORIA PROFESIONAL .....	40
<b>2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>46</b>
2.1.    CONCEPTOS BÁSICOS DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL .....	46
2.2.    PROCESOS DE LA EXPERIENCIA .....	52
2.3.    PRINCIPALES ENSAYOS.....	68
2.4.    LIMITACIONES PRESENTADAS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	69
2.5.    MARCO LEGAL ABORDADO EN LA EJECUCIÓN.....	69

2.6.	LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	70
2.7.	SEÑALES VERTICALES .....	73
2.8.	SEGURIDAD EN OBRA.....	76
2.9.	MAQUINARIAS.....	77
2.10.	INSUMOS.....	80
<b>3.</b>	<b>CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>83</b>
3.1.	INICIO DE LA EXPERIENCIA LABORAL .....	83
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO E INVOLUCRADOS.....	90
3.3.	FUNCIONES DEL PROYECTO .....	91
3.4.	DESARROLLO DEL PROYECTO .....	92
3.5.	OBJETIVOS.....	107
3.6.	ESTRATEGIA A DESARROLLAR EN EL PROYECTO.....	108
3.7.	METODOLOGÍA.....	109
3.8.	MODELOS .....	110
3.9.	HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	111
3.10.	MEDIDAS DESARROLLADAS PARA MITIGAR EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	111
<b>4.</b>	<b>CAPITULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>115</b>
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	115
4.2.	RESULTADO 1 .....	117
4.3.	RESULTADO 2 .....	119
4.4.	RESULTADO 3.....	124
<b>5.</b>	<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>129</b>

5.1.	CONCLUSIONES .....	129
5.2.	RECOMENDACIONES.....	131
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>133</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>139</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Presupuesto del Servicio.....	43
<b>Tabla 2.</b> “Características físicas y mecánicas”.....	59
<b>Tabla 3.</b> Tipos de reciclado en frío con emulsión.....	66
<b>Tabla 4.</b> Riego de liga tramo IV: Km 35+528 al 38+967 .....	85
<b>Tabla 5.</b> Recapado de pavimento tramo IV: Km 35+528 al 38+967.....	85
<b>Tabla 6.</b> Planillas de secciones del tramo IV 35+525 al 36+030 riego de liga y recapado de pavimento.....	86
<b>Tabla 7.</b> Señalizaciones y seguridad vial.....	87
<b>Tabla 8.</b> Reciclado de pavimento tramo V: Km 38+989 al 39+548.....	87
<b>Tabla 9.</b> Riego de liga tramo V: Km 38+989 al 39+548.....	88
<b>Tabla 10.</b> Recapeado de pavimento tramo V: Km 38+989 al 39+548 .....	88
<b>Tabla 11.</b> Planillas de secciones del tramo V 38+980 al 39+485 riego de liga y recapado de pavimento.....	88
<b>Tabla 12.</b> Señalizaciones y seguridad vial .....	90
<b>Tabla 13.</b> Responsables de cada área.....	91
<b>Tabla 14.</b> Metrados de los dos tramos de reciclado.....	92
<b>Tabla 15.</b> Actividades de los tramos realizados (A).....	93
<b>Tabla 16.</b> Actividades de los tramos realizados (B) .....	95
<b>Tabla 17.</b> Etapas y planificación de actividades para sustento del problema .....	112
<b>Tabla 18.</b> Obras realizadas y metrados para el tramo IV .....	115
<b>Tabla 19.</b> Obras realizadas y metrados para el tramo V .....	116
<b>Tabla 20.</b> Hitos de proyecto vial con pavimento reciclado .....	117

<b>Tabla 21.</b> Hitos de proyecto vial con pavimento convencional.....	118
<b>Tabla 22.</b> Tabla comparativa de tiempos entre pavimento reciclado y convencional.....	119
<b>Tabla 23.</b> Análisis presupuestario para pavimento reciclado.....	120
<b>Tabla 24.</b> Análisis presupuestario para pavimento convencional.....	121
<b>Tabla 25.</b> Tabla comparativa de costos entre pavimento reciclado y convencional.....	122
<b>Tabla 26.</b> Tabla comparativa de costos de mano de obra entre pavimento reciclado y convencional .....	123
<b>Tabla 27.</b> Tabla comparativa de costos entre pavimento reciclado y convencional.....	123
<b>Tabla 28.</b> Tabla comparativa de costos de equipos y herramientas entre pavimento reciclado y convencional .....	124
<b>Tabla 29.</b> Tabla de variables para el protocolo de medición de calidad .....	125
<b>Tabla 30.</b> Tabla de resultados de pruebas de calidad .....	125
<b>Tabla 31.</b> Protocolo de mantenimiento rutinario .....	126
<b>Tabla 32.</b> Beneficios comparativos en calidad entre pavimento reciclado y convencional.....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de Construcciones Delheal S.A.C .....	17
<b>Figura 2.</b> Organigrama de la Empresa.....	22
<b>Figura 3.</b> Maquinarias compañía Ferreycorp.....	23
<b>Figura 4.</b> Reciclado de asfalto en frio en la carretera central.....	24
<b>Figura 5.</b> Asfaltado de un almacén en el Callao. Asfaltado de un almacén en el Callao .....	25
<b>Figura 6.</b> Imprimación con MC-30.....	26
<b>Figura 7.</b> Asfaltado de las calles Atahualpa - Callao .....	26
<b>Figura 8.</b> Imprimación MC-20 tipo barra - Callao .....	27
<b>Figura 9.</b> Colocación de mezcla asfáltica.....	27
<b>Figura 10.</b> Falla en forma de piel de cocodrilo .....	29
<b>Figura 11.</b> Fallas de huellas de tránsito .....	30
<b>Figura 12.</b> Diagrama de Causa - Efecto .....	36
<b>Figura 13.</b> Ubicación geográfica del Proyecto.....	41
<b>Figura 14.</b> Carriles del tramo IV y V.....	41
<b>Figura 15.</b> Control de Espesor del Corte de Reciclado .....	42
<b>Figura 16.</b> Control de Humedad .....	42
<b>Figura 17.</b> Carriles del tramo IV y V.....	45
<b>Figura 18.</b> Volqueta con tolva abierta .....	48
<b>Figura 19.</b> Extendedora .....	49
<b>Figura 20.</b> Asfalto y sus propiedades físicas.....	49
<b>Figura 21.</b> Bitumen .....	52
<b>Figura 22.</b> Topografía.....	53

<b>Figura 23.</b> Bacheo en vías .....	54
<b>Figura 24.</b> Demarcación en pavimento .....	55
<b>Figura 25.</b> Mezclas asfáltica I .....	55
<b>Figura 26.</b> Mezclas asfáltica II.....	57
<b>Figura 27.</b> Reciclado de pavimento asfáltico.....	58
<b>Figura 28.</b> Tratamientos de reciclado en frío .....	61
<b>Figura 29.</b> Organización del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo .....	70
<b>Figura 30.</b> Accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales .....	72
<b>Figura 31.</b> Señales Verticales.....	73
<b>Figura 32.</b> Señales Horizontales .....	74
<b>Figura 33.</b> Recicladora de asfalto en frio .....	77
<b>Figura 34.</b> Motoniveladora.....	78
<b>Figura 35.</b> Rodillo de base .....	79
<b>Figura 36.</b> Rodillo neumático .....	80
<b>Figura 37.</b> Esquemático del proceso general de reciclado de pavimento .....	82
<b>Figura 38.</b> Inspección de camión para imprimación asfáltica .....	84
<b>Figura 39.</b> Diagrama de Gantt desarrollo de los trabajos de pavimento reciclado .....	84
<b>Figura 40.</b> Señalización tramo reciclado .....	96
<b>Figura 41.</b> Tramos de reciclado a trabajar.....	97
<b>Figura 42.</b> Tramos señalizado listo para trabajar.....	98
<b>Figura 43.</b> Separación de los sacos de cemento.....	99
<b>Figura 44.</b> Trazado topográfico .....	99
<b>Figura 45.</b> Esparcido del cemento a toda el área a trabajar.....	100

<b>Figura 46.</b> Colocación del cemento .....	100
<b>Figura 47.</b> Instalación de la manguera del camión de emulsión con la recicladora .....	101
<b>Figura 48.</b> Verificación de operatividad de la compresora mecánica .....	102
<b>Figura 49.</b> Reciclado espesor 20cm.....	102
<b>Figura 50.</b> Control de Humedad .....	103
<b>Figura 51.</b> Prueba de densidad en la superficie terminada.....	103
<b>Figura 52.</b> Control de temperatura de asfalto en la tolva de la esparcidora.....	104
<b>Figura 53.</b> Colocación de cotas para la nivelación .....	105
<b>Figura 54.</b> Nivelación de material .....	105
<b>Figura 55.</b> Ingreso de la cisterna de agua.....	106
<b>Figura 56.</b> Compactación de rodillo de base.....	106
<b>Figura 57.</b> Nivelación del material .....	107
<b>Figura 58.</b> Diagrama de Gantt para pavimento reciclado .....	117
<b>Figura 59.</b> Diagrama de Gantt para pavimento convencional .....	118

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> API medida arbitraria densidad de petróleo .....	51
---	----

## RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de servicio de conservación para la recuperación y/o reposición de la infraestructura vial Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma, donde se inició las labores asistenciales para la empresa Construcciones Delheal S.A.C y se efectuó actividades profesionales desde el 16 de octubre del 2017 al 02 de marzo del 2020, desarrolló la ejecución de las obras de reciclado del pavimento en los tramos IV y V, de igual manera, se recolectó información para la valorización de las actividades. El problema con la red vial objeto de la rehabilitación, deriva de la deficiencia en la productividad de asfalto en vías, y en el caso de los tramos evaluados, se originan por la falta de mantenimiento, y por culminación de su vida útil del asfalto. Se realizó la ejecución de la obra de rehabilitación vial, donde se aplicó los conocimientos en materiales asfálticos, bitúmenes, agregados, seguridad industrial, ejecución de trabajos con maquinarias como los rodillos bases o neumáticos, asimismo se empleó técnicas de reciclado en frío en vía, preparación del tren de reciclado y curado; hasta la reapertura vial de manera segura para circulación vehicular. El trabajo de suficiencia profesional presentó como objetivos la identificación de optimización de plazos para el desarrollo de trabajos, con pavimento reciclado, demostrar los costos optimizados para el desarrollo de trabajos con pavimento reciclado e indicar los estándares de calidad en el desarrollo de trabajos con pavimento reciclado. Este proyecto fue efectuado en siete semanas para ambos tramos; con un costo total de S/4'502,565.92. Todo ello, siguiendo los estándares de seguridad y calidad en todos los niveles de la obra; entre ellos, personal que ingresa a obra debe estar correctamente uniformado y con su respectivo EPP's completo para luego continuar con la charla de seguridad de 5 minutos, después de dicha capacitación se procedió al llenado del ATS (análisis de trabajo seguro), donde se identificaron los peligros, riesgos y prevenciones a considerar. Acto seguido, se iniciaron las labores una vez terminado el primer

carril, luego se realizó el cambio de señalización para el siguiente carril. Además de ello, apegados a los protocolos de calidad tales como los ensayos con emulsión y siguiendo el Manual de Ensayo de Materiales en el ensayo del Muestreo de Materiales Bituminosos “MTC E 301”, por tanto, se tomó muestras asfálticas cada 200 metros de espesor de la capa reciclada, se verificó la humedad de la capa reciclada y la densidad del material que se ha compactado. Se pudo visualizar que el componente de pavimento reciclado tuvo una duración de siete semanas, determinándose que, en el caso de planificar el proyecto vial para pavimento tradicional, las fechas de inicio y de fin para cada tramo resultaron efectuadas, (a) Del 22 de enero 2020 a 05 de marzo 2020 para el tramo IV , (b) Del 05 de marzo 2020 a 19 de marzo 2020 para el tramo V. Por otro lado, el análisis presupuestario para el pavimento reciclado, se obtuvo un costo total de S/4'019,150.25. Al distribuir este resultado para el total de kilómetros que formaron parte del proyecto vial, se obtuvo un costo por kilómetro de S/1'012,635.49 para el asfalto reciclado en frío versus el costo inicial de asfalto convencional en S/4'502,565.92.

Finalmente, los ensayos de calidad de los materiales cumplieron con los rangos de aceptación establecidos según las normas técnicas, por lo que la calidad del pavimento reciclado aplicado en el proyecto vial fue óptima.

**Palabras clave:** reciclado de asfalto, imprimación asfáltica, asfalto en frío, emulsión

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Contextualización de la Experiencia Profesional

El proyecto de conservación para la recuperación y/o reposición de la infraestructura vial Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma, donde se desarrolló la suficiencia profesional, inició el 16 de octubre del 2017 en labores asistenciales para la empresa Construcciones Delheal S.A.C. Se precisa que la organización, se encargó de la construcción, pavimentación y mantenimiento de vías urbanas y de carreteras; es decir, todo lo relacionado a actividades de ingeniería civil en la línea de obras viales.

En ese sentido, se hizo necesario aplicar todos los conocimientos adquiridos en relación con la ejecución y mantenimiento de trabajos con asfalto y sus derivados, todo ello en el ejercicio laboral dentro de la obra vial mencionada.

Dentro de los contratos de la empresa, se llevó a cabo el proyecto denominado “Mantenimiento vial de la carretera Lima – Chosica – Ricardo Palma”, en la cual se realizó la función de asistencia en supervisión, en cuatro de las siete líneas de servicio que brinda la empresa; las cuales se basaron específicamente en: imprimación asfáltica, fresado, reciclado de asfalto en frío; así como también la producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente.

Adicionalmente, en los tramos viales IV y V del proyecto, en el sector Ricardo Palma, se desarrolló la suficiencia profesional, siendo ejecutado el reciclado de la carpeta de rodamiento del sector vial, controlando los procesos de remoción, para el posterior tratamiento con emulsión y ser reutilizadas para la recuperación vial; realizando la ejecución de los trabajos en la colocación de este tipo de asfalto tratado.

Cabe señalar que, el reciclado de asfalto en frío con emulsión se realiza sobre la misma carretera con equipos especializados (recicladora, motoniveladora, rodillo de base y rodillo

neumático). Del mismo modo, la imprimación asfáltica consiste en la obtención de una capa impermeable, logrando una cohesión superficial, para las condiciones apropiadas de adhesión entre la superficie tratada y la capa de rodadura a colocar. Asimismo, se menciona que para la producción de la mezcla asfáltica se contó con los equipos mecánicos (rodillo liso y rodillo neumático) y electrónicos (pavimentadora) necesarios para el calentamiento previo, así como el secado y el mezclado de todos los componentes de la mezcla asfáltica en caliente.

Considerando lo descrito, es importante que los conocimientos de técnicas de construcción y mantenimiento en asfaltos sean estimados como temas relevantes en los cursos de pregrado como caminos, esto con el fin de que los estudiantes afronten prácticas de campo. La experiencia laboral es vital para el inicio de la formación profesional, además que las empresas accederán a la oportunidad de renovar e incrementar su staff profesional, para mantener un alto nivel de profesionalismo.

Finalmente, los aportes en cuanto a conocimientos e información generados en el sector construcción e ingeniería civil, y la obtención de nuevos conocimientos, son relevantes para el desarrollo de todas las operaciones dentro de una organización.

## **1.2. Respecto a la empresa**

La compañía de construcción Delheal S.A.C., posee un Registro Único de Contribuyente (RUC) 20392523171, en estado: Activo, en condición: Habido, siendo un tipo de sociedad: “Sociedad Anónima Cerrada”, inscrita en el Registro Tributario: el 25 de febrero de 2011 e iniciando actividades el 01 de marzo de 2011; con domicilio fiscal en la calle Las Higueras N°204, Urbanización Residencial Monterrico, Distrito La Molina, Provincia Lima, Región Lima.

A continuación, la ubicación física de la compañía de construcción Delheal S.A.C que puede apreciarse en la siguiente figura:



- (b) Alquiler de equipos, la empresa ofrece el servicio de alquiler de maquinaria de construcción y herramientas de construcción. Por lo que disponen de un amplio stock, entre ellos: tren de asfalto (Pavimentadora, rodillo liso y rodillo neumático), compresora mecánica, tanque imprimador, maquinaria pesada y de movimiento de tierras entre otros. Todas estas maquinarias se encuentran listas para el alquiler; las mismas están aseguradas por la exclusividad de política de calidad, garantía y gestión ambiental.
- (c) Movimientos de tierras, esto se realiza preparando la superficie del terreno para luego efectuar los trabajos. Primero se realiza el desbroce, esto es la preparación del terreno, quitando todo tipo de maleza, plantas en general y todo aquel elemento que pueda ser obstáculo para realizar los trabajos. Posteriormente, se realiza la excavación o separación; esto puede ser efectuado de dos maneras, una manualmente y la otra por medio de maquinaria pesada que en este caso en específico es con excavadora. En esta fase y con ayuda de esta máquina, se hacen los trabajos terrapleando la superficie, y el modo de hacerlo dependerá de las características del terreno. Por otro lado, este proceso consiste básicamente en movimientos de tierra que suelen ser en grandes volúmenes que se hacen sobre la rasante, con la particularidad que estos trabajos se realizan sobre tierra o en roca; ya que son las características de estas superficies que marcarán la pauta.
- (d) Imprimación asfáltica, es cuando se aplica el material asfáltico sobre la superficie de la sub rasante, o también sobre materiales granulares no tratados o en crudo. Mientras que, la producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente, fresado y reciclado de asfalto en frío, se refiere a la combinación de áridos con un ligante. Las cantidades relativas de ambos materiales determinan las propiedades físicas de la mezcla. El proceso de fabricación está basado en el calentamiento del agregado pétreo y el ligante a una alta temperatura, la cual

debe ser superior a la ambiental. Luego de estar preparada y obtenidas las propiedades físicas, esta mezcla es colocada en la obra.

(e) La producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente

(f) Fresado de la carpeta asfáltica

(g) Reciclado de asfalto en frío, se refiere a la combinación de áridos con un ligante. Las cantidades relativas de ambos materiales determinan las propiedades físicas de la mezcla. El proceso de fabricación está basado en el calentamiento del agregado pétreo y el ligante a una alta temperatura, la cual debe ser superior a la ambiental. Luego, esta mezcla es colocada en la obra.

Por otro lado, la compañía Construcciones Delheal S.A.C., desarrolla sus operaciones con tecnología de punta y rigiendo su actividad implementando procesos de calidad, alcanzando de esta manera la vanguardia en su área para lograr el objetivo planteando. Del mismo modo, buscan adaptarse a las necesidades del cliente y así ofrecer el mejor servicio. Es por ello, que es sobresaliente el nivel de experiencia y los niveles de capacitación de los profesionales colaboradores.

### **1.3. Respecto a las operaciones en la empresa**

Para el desarrollo de las labores que puedan ser de índole riesgosa, es imprescindible la implementación de un sistema de seguridad dentro de la compañía, así como también en las funciones en campo. En este sentido, según el artículo N° 74 del Ministerio del Trabajo; todos los trabajadores deben conocer y aplicar las medidas de seguridad basados en el Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo (RISST), derivado del Reglamento de la Ley N° 29783 (Ministerio de trabajo y Promoción del Empleo, 2011). Siendo el RISST el instrumento normativo

que contribuye con la prevención en ambientes laborales, promoviendo las buenas prácticas y la cultura de prevención de riesgos de trabajo.

Para tal efecto, se han establecido las funciones para el desarrollo de los trabajos de campo, con la siguiente organización y siguiendo la jerarquización organizacional mostrada a continuación:

**Gerente General:** Definido como el profesional que organiza y dirige aquellas actividades de naturaleza administrativa, operativas y financieras dentro de la organización; y que enfoca su atención en estos aspectos con asistencia de personal bajo su cargo.

**Administrador:** El principal propósito de la persona que ejerce este cargo, es gestionar y administrar la responsabilidad, fundamentado en ayudar a constituir e inspeccionar las actividades de una empresa u organización. Asimismo, tiene a su cargo las unidades de administración y finanzas; y dentro de sus labores están: el de asegurar la integridad, exactitud y consistencia de la información entregada por el área.

**Contabilidad:** Persona capacitada en dar respuestas a las preguntas con respecto a si una empresa está funcionando, si es correcto el pago de los impuestos, así como los inventarios adecuados para cumplir con los procesos productivos; además de temas más precisos que requieran de un análisis más detallado.

**Jefe de proyectos:** Es la persona responsable de asumir los proyectos y dirigirlos a buen término, realizando la coordinación de uso de los equipos disponibles y orientando para la consecución y realización de las tareas

**Jefe de equipos:** Es la figura clave en la planificación, ejecución y control de un determinado proyecto, el cual impulsa el avance de este mediante la toma de decisiones para que la empresa pueda alcanzar sus objetivos

**Jefe de laboratorio:** Es la persona que coordina, planifica y dirige la ejecución del desarrollo del personal del laboratorio y el uso eficiente de instrumentos y equipos, para implementar la competencia técnica y llevarla a su máxima calidad.

**Jefe de planta:** Es la persona responsable de dirigir las operaciones hacia una búsqueda duradera del progreso y de la eficiencia y calidad, maximizando el uso de los recursos tal como materias primas, maquinarias y mano de obra; para así obtener un máximo de producción.

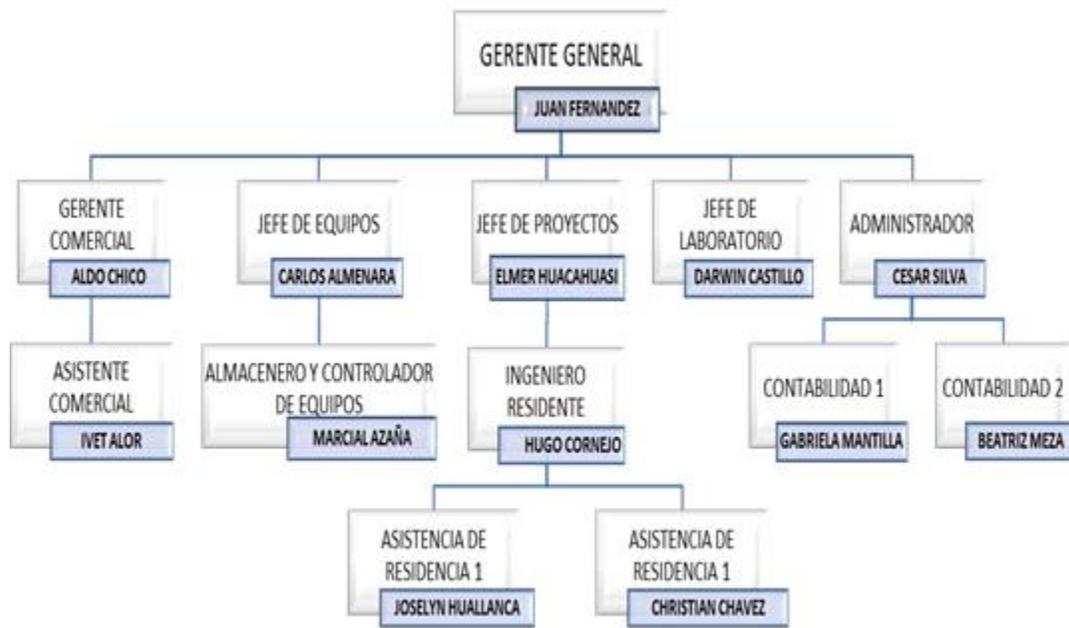
**Ingeniero residente:** Es el profesional que orienta o dirige para la mejor realización de la obra, además de atender los objetivos generales derivados del interés colectivo y que se originan de los intereses técnicos en el desarrollo de la obra.

**Asistente de Residencia:** Es aquel recurso humano que presta apoyo al Ingeniero Residente en todas aquellas actividades inherentes a la revisión de equipos, gestión de personal y aportes que ayuden al buen desempeño en obra. Haciéndolo siempre en constante comunicación con el ingeniero y personal delegado.

**Gerente comercial:** Definido como la persona encargada de planificar, dirigir y organizar las relaciones personales y laborales dentro de la compañía, diseñando estrategias para cumplir metas y garantizar los planes de operación e inversión.

**Figura 2.**

*Organigrama de la Empresa*



Fuente: Estructura interna de organización, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

#### 1.4. Capacitaciones certificadas

La compañía Construcciones Delheal S.A.C, capacita a sus operadores de maquinarias pesadas con la empresa Ferreycorp; ya que cuenta con una variedad de maquinarias para todo tipo de trabajos viales, para que el personal incremente su operatividad y certificado para la ejecución de los trabajos de manera eficiente y segura. Es por ello, que Construcciones Delheal S.A.C. reconoce que un operador capacitado requiere de una inversión, ya que con la capacitación cumplirá su función correctamente y podrá maximizar la productividad, además de ser eficiente, reduciendo el gasto de combustible y evitando los costos debidos a tiempos de inactividad. Del mismo modo, reconocen la importancia del protocolo de inspección diaria y de seguridad para proporcionar ventajas en sus resultados finales.

Por esta razón, las capacitaciones son programadas y desarrolladas por niveles, describiéndose a continuación:

- (a) **Nivel I:** Capacitación para operador competente, el cual consiste en un programa para nuevos operadores con menos de tres años de experiencia práctica.
- (b) **Nivel II:** Capacitación para operador profesional, dirigido para mejorar la eficiencia operativa y de aplicación de operadores, cuya antigüedad sea mayor de tres años en experiencia de máquinas.
- (c) **Nivel III:** Certificación para operador profesional, diseñado para optimizar la eficiencia de operación y aplicación de personas con experiencias operativa en familias de máquinas mediante normas de competencia.

En la siguiente figura puede apreciarse a los tipos de maquinarias disponibles que usa la compañía Ferreycorp para la capacitación y entrenamiento:

**Figura 3.**

*Maquinarias compañía Ferreycorp*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

## 1.5. Principales Clientes

### 1.5.1. *Super Concreto*

Empresa dedicada a la construcción de infraestructuras viales, contratándose sus servicios específicamente para la producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente, fresado y reciclado de asfalto en frío, efectuando labores en 5 tramos, a través del proyecto de asfalto llamado Lima- Chosica-Ricardo Palma.

#### **Figura 4.**

*Reciclado de asfalto en frío en la carretera central*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

### 1.5.2. *Pamivaq*

Con la empresa Pavimaq, se contrató los servicios de la empresa construcciones Delheal S.A.C, con la finalidad de desarrollar el proyecto de asfaltado para el almacén identificado como APM, ubicado en el Callao y con una extensión de aproximadamente 40000 m<sup>2</sup>; la ejecución de los trabajos se contempló realizar para un patio de maniobras y movilización de container.

**Figura 5.**

*Asfaltado de un almacén en el Callao. Asfaltado de un almacén en el Callao*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

**1.5.3. Constructora 3F**

De igual manera, teniendo se contrató los servicios de la empresa Constructora 3F; esta ejecutó el proceso de regar el bitumen y asfaltar en las calles de Atahualpa, ubicada en el Callao, contando con una extensión de aproximadamente 15000 m<sup>2</sup> y con 2” de espesor, incluyendo la calles y bermas.

**Figura 6.**

*Imprimación con MC-30*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

**Figura 7.**

*Asfaltado de las calles Atahualpa - Callao*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

#### **1.5.4. Mausaa Constructora**

La empresa Mausaa constructora, es una organización dedicada a la construcción, llevó a cabo el proceso de imprimación y asfaltado en el almacén Oporsa, con unas dimensiones de 60000 m<sup>2</sup>. En este sentido se efectuó una imprimación de 30 m con la barra y con un espesor de asfaltado de 2”, tanto para toda la plataforma como para la vía de acceso.

#### **Figura 8.**

*Imprimación MC-20 tipo barra - Callao*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

#### **Figura 9.**

*Colocación de mezcla asfáltica*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

## **1.6. Respeto al profesional identificado en la Experiencia Profesional**

### ***1.6.1. Contexto a la problemática***

El rol más importante para desarrollar obras de infraestructura, lo tiene el residente de obra; ya que como objetivo principal está el de lograr que el proyecto se ejecute dentro del programa establecido, cumpliendo con la calidad de la obra y justificando el costo para lo cual fue contratado.

Basado en lo expuesto, es de importancia contar con conocimientos de soporte; sobre las fallas en los pavimentos que son más comunes en la actualidad, así como hace mención el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), el cuál precisa que:

Los deterioros/fallas de los pavimentos flexibles pueden clasificarse en dos grandes categorías: los deterioros/fallas estructurales y los deterioros/ fallas superficiales. Los deterioros de la primera categoría se asocian generalmente con obras de rehabilitación de costo alto. Los deterioros de la segunda categoría se relacionan generalmente con obras de mantenimiento periódico (por ejemplo, carpeta delgada de concreto asfáltico o de tratamiento superficial) (p.94).

Por otro lado, uno de los principales factores que afectan las obras de pavimentación, se presenta cuando la productividad en proyectos de pavimentación flexible se reduce, derivando daños en el pavimento de diferente índole, los cuales reducen las características superficiales del mismo y minimizando su serviciabilidad. Este tipo de deterioro, constituyen específicamente defectos de superficie o daños funcionales, ya que no afectan la capacidad estructural del pavimento.

### ***1.6.2. Tipos y causas de las fallas o daños superficiales***

Los deterioros superficiales se originan en general por defecto de construcción, esto es a consecuencia de imperfecciones en la calidad de uno o varios de los componentes del asfalto o por

una condición local particular en el que el tráfico acentúa. Además, pueden resultar de la evolución de deterioros o fallas estructurales; en este sentido se distinguen los siguientes:

- (a) Los desprendimientos.
- (b) Los baches (huecos),
- (c) Las fisuras transversales (que no resultan de la fatiga del pavimento).

Consecuencias de este tipo de daños superficiales a continuación en las siguientes figuras, puede apreciarse los daños a los que se hace mención

- (a) Fallas en forma de piel de cocodrilo
- (b) Fallas de huellas de tránsito

**Figura 10.**

*Falla en forma de piel de cocodrilo*



Fuente: Manual del programa de trabajo Superconcreto del Perú S.A.C (2020)

**Figura 11.**

*Fallas de huellas de tránsito*



Fuente: Manual del programa de trabajo Superconcreto del Perú S.A.C (2020)

**1.6.3. El problema en el contexto internacional**

En la actualidad es notorio el gran deterioro de los pavimentos en las distintas carreteras a nivel global, obteniendo en muchos casos una calificación de deficiente. Es este el caso, de las carreteras españolas, que fueron evaluadas recientemente y de sus inspecciones.

La Asociación Española de la Carretera (2020) informa que:

De los 100.000 kilómetros de carreteras representados en la muestra auditada por la AEC, un total de 10.000 presenten deterioros graves en más del 50% de la superficie del pavimento. Roderas, grietas en las rodadas, agrietamientos gruesos, desintegraciones, deformaciones y grietas erráticas son los daños más frecuentes, los cuales pueden afectar a la estructura de la plataforma, comprometiendo la comodidad, eficiencia y seguridad de la circulación e incrementando las emisiones de gases a la atmósfera. (p. 2).

Asimismo, es sabido que en América Latina existen millones de kilómetros de carreteras, autopistas y vialidad en general. Sin embargo, las características de densidad asfálticas están por debajo de lo establecido como mínimos normados, siendo la calidad de estos asfaltos 10 veces menor que los de USA.

La disminución de las emisiones de gases nocivos que se generan y son esparcidos hacia el medio ambiente producto de la elaboración de asfaltos, debe proyectarse como un compromiso para las industrias a nivel mundial. Como alternativa de solución, en varios países se ha propuesto el pavimento de asfalto reciclado (RAP), por su reducción de contaminación. “La incorporación del rap en la fabricación de concreto asfáltico en caliente o en frío reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, gracias al poco consumo de áridos y de asfalto” (Castro & Crespo, 2017, p. 16).

En este punto en específico de reciclado de pavimentos, está la importancia al ejecutar obras viales nuevas, y del mismo modo importante realizar el mantenimiento oportuno en las vías existentes. Adicionalmente, el estudio para mejorar técnicas de reciclado asfáltico promueve el uso de pavimentos flexibles, dando ideas a posibles soluciones para llevar a cabo reparaciones oportunas y adecuadas, y que son soluciones más amistosas medioambientalmente.

Por su parte, es sabido que las vías son las estructuras por donde circula un alto porcentaje de los bienes y servicios de un país; es por ello, que inciden de manera importante en su economía. En Colombia, por ejemplo, la mayoría de las vías son fabricadas con mezclas asfálticas, producto de la mezcla de cemento asfáltico con materiales rocosos granulares, todo ello siguiendo las normativas locales. Es así que, relacionan el comportamiento de las mezclas asfálticas con el origen de los agregados.

Como Reyes, Camacho y Londoño (2013). Afirman:

Referente a los agregados, conviene estudiar su origen y naturaleza, ya que todas las partículas provienen de una masa mayor, que puede haberse fragmentado por procesos naturales tales como el intemperismo y la abrasión o mediante la trituración mecánica, por lo cual la gran mayoría de sus propiedades y características dependen de la roca madre. (Delgado et ál., 2006). (p. 5).

En Bogotá, se están incrementando el uso de pavimento asfáltico reciclado (RAP), en diferentes métodos, con las consideraciones pertinentes. “Las técnicas de reciclado constituyen una alternativa viable para la rehabilitación de pavimentos, siendo necesario poner especial atención en el diseño y puesta en obra de las mezclas recicladas, con personas capacitadas y previo conocimiento de la actividad a realizar”. (Méndez, 2015, p. 18).

#### ***1.6.4. El problema en el contexto nacional***

El problema de estudio también fue materia de investigaciones similares, tal es el caso que en Perú:

Se han desarrollado estudios que muestran la incidencia que tiene el reciclado de pavimento flexible en la conservación vial y ambiental, pensando en el bienestar de los conductores y al mismo tiempo, contar con vías seguras.

Lopez (2018) con su estudio realizado en el distrito de Ventanilla-Callao, el cuál abarca parte del acceso de las calles 6 y 7 de Ventanilla Alta, con un área de 16387.770 m<sup>2</sup> de terreno, y con un área de muestra de 2112.02 m<sup>2</sup> de vías para reciclar in-situ en frío y con emulsiones asfálticas. Concluye que, el reciclado de pavimento flexible influye en la conservación vial, ya que el reciclaje genera utilidades, ofrece buen servicio y contribuye a la mitigación de los efectos nocivos que afectan al medio ambiente (p. 98).

Sobre la base del contexto nacional, el Proyecto Especial Provías Nacional, expone la situación que atraviesa nuestro país, y los cambios a diferentes niveles que deben implementarse para lograr pavimentos seguros y eficientes.

Como demuestra De La Torre (2018), el estado peruano durante los últimos años ha venido presentando un gran déficit en cuanto a infraestructura de vías y en todas las redes de carreteras que pertenecen a la red vial nacional, constatándose esto en lo fundamentado y expuesto por Provías Nacional durante la presentación de “Intervenciones en la Red Vial Nacional”. Una de las razones por las cuales se presenta este déficit es por falta de recursos económicos y otros factores que han prolongado el plan de gestión vial; sin embargo, a partir de la imperiosa necesidad de cubrir la demanda de vías óptimas y mejoras nace la iniciativa de “Proyecto Perú”, el cual consiste en el mejoramiento de la Red Vial Nacional, priorizando la ejecución de obras viales a nivel de pavimentación; que permita que las carreteras se mantengan en óptimo estado (p. 21).

Es necesario recalcar que la restauración y mantenimiento de la infraestructura vial con asfalto reciclado, es estudiado y fomentado desde inicios del presente siglo, como sostiene Corzo (2015):

Desde el 2000 el Instituto de Asfalto emitió bibliografía para difundir el uso del Pavimento de Asfalto Reciclado (Recycled Asphalt Pavement o RAP), así como también países sudamericanos se suman al aporte de métodos y tipos de reciclaje como son: Chile, la República Argentina, y Colombia por ejemplo. En el Perú se aplican distintos métodos como son el Reciclado en Frio de pavimentos flexibles con Asfalto espumado, Reciclados en planta (en caliente), fresados de superficie y los conocidos recapeos. (p. 17).

Definitivamente el desgaste en los pavimentos del Perú se debe a distintas causas, cambios climáticos (precipitaciones), movimientos sísmicos, término su ciclo de vida, el mal uso de los

materiales al momento de pavimentar o falta de inspección de la calidad, el tránsito inadecuado de vehículos con cargas excesivamente pesadas, la presencia del agua producto de precipitaciones intensas, intemperismo entre otros, causan daños al pavimento, minimizando la impermeabilidad en la superficie del pavimento o sus componentes.

#### ***1.6.5. El problema en el contexto local***

La conservación de los tramos viales, motivo del presente informe, han sido mantenidos históricamente por las autoridades regionales y nacionales, quienes, durante el ciclo de vida de las infraestructuras viales, han realizado diversas intervenciones en el transcurso de su permanencia política, para su mantenimiento periódico y rutinario. Sin embargo, en los trabajos ejecutados de reciclado y reacondicionamiento vial objeto de desarrollo de esta suficiencia profesional, se observa a la fecha diversos grados de deterioro funcional, superficial y estructural; de tal manera que el análisis de las diferentes evaluaciones realizadas como parte integral de este diseño ejecutivo, se han registrado algunos segmentos en muy buenas condiciones, pero también otros tramos que ya cumplieron su vida útil.

Lo más importante para garantizar la conservación de los pavimentos por períodos no menores a los especificados en su vida útil, aún frente a las exposiciones y adversidades a las que se encuentre sometido, es el adecuado diseño y construcción. De manera semejante Calizaya Juan y Lluncor Rodrigo (2015) concluye que:

Para obtener un pavimento básico satisfactorio, se debe cumplir tanto con las especificaciones geotécnicas y el proceso constructivo, pues este influye en posterior conservación que le realice al pavimento para que este pueda cumplir con las evaluaciones de niveles de servicio. (p. 326).

Hay que mencionar además de la conservación del pavimento, que la inversión pública para cerrar la brecha en construcción de carreteras, está relacionada con la economía del país. Esto a raíz de que el sistema vial, es el medio fundamental para la comercialización de mercadería, representando un importante movimiento económico, por lo cual, su adecuada implementación se ve reflejado en índices positivos de progreso económico permanente en el país.

“Se pudo probar el grado de influencia que tiene la variable independiente (inversión pública en transportes) sobre la variable dependiente (tasa de crecimiento económico)” (Palacios, 2018, p. 8).

En ese sentido, es de notar la importancia del estudio basado en las inversiones públicas en infraestructura vial, y cómo contribuye de manera significativa al crecimiento de la economía peruana en los diversos sectores productivos, los cuales inciden directamente entre la inversión pública y el crecimiento del producto bruto interno del país.

Por otro lado, se tiene el método de rehabilitación, dónde Villa (2007) asegura la viabilidad del reciclado en frío con emulsiones asfálticas, a causa de que se utilizaron emulsiones asfálticas catiónicas en la rehabilitación de una carpeta asfáltica de prueba en la costa peruana con éxito. Se ejecutó realizando la rehabilitación orientado a beneficiar al medio, ya que Perú es nominado como un país con un descontrol debido al derroche de recursos, y con estas iniciativas de rehabilitación en frío puede remplazar métodos tradicionales resultando más eficientes (p. 83).

Es por ello, que con las innovaciones en este tipo de obras siempre es orientado a minimizar el impacto al ambiente, en la búsqueda de alternativas de protección en los métodos constructivos y en el desarrollo de insumos más amigables medioambientalmente cuando se realizan proyectos viales.

En el tramo IV y V del proyecto de reciclado de asfalto en Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma; se pudo constatar diversos grados de deterioro, siendo del tipo superficial, estructural y funcional los hallados; esto a consecuencia de una deficiente conservación y mantenimiento del tramo

#### ***1.6.6. El problema central***

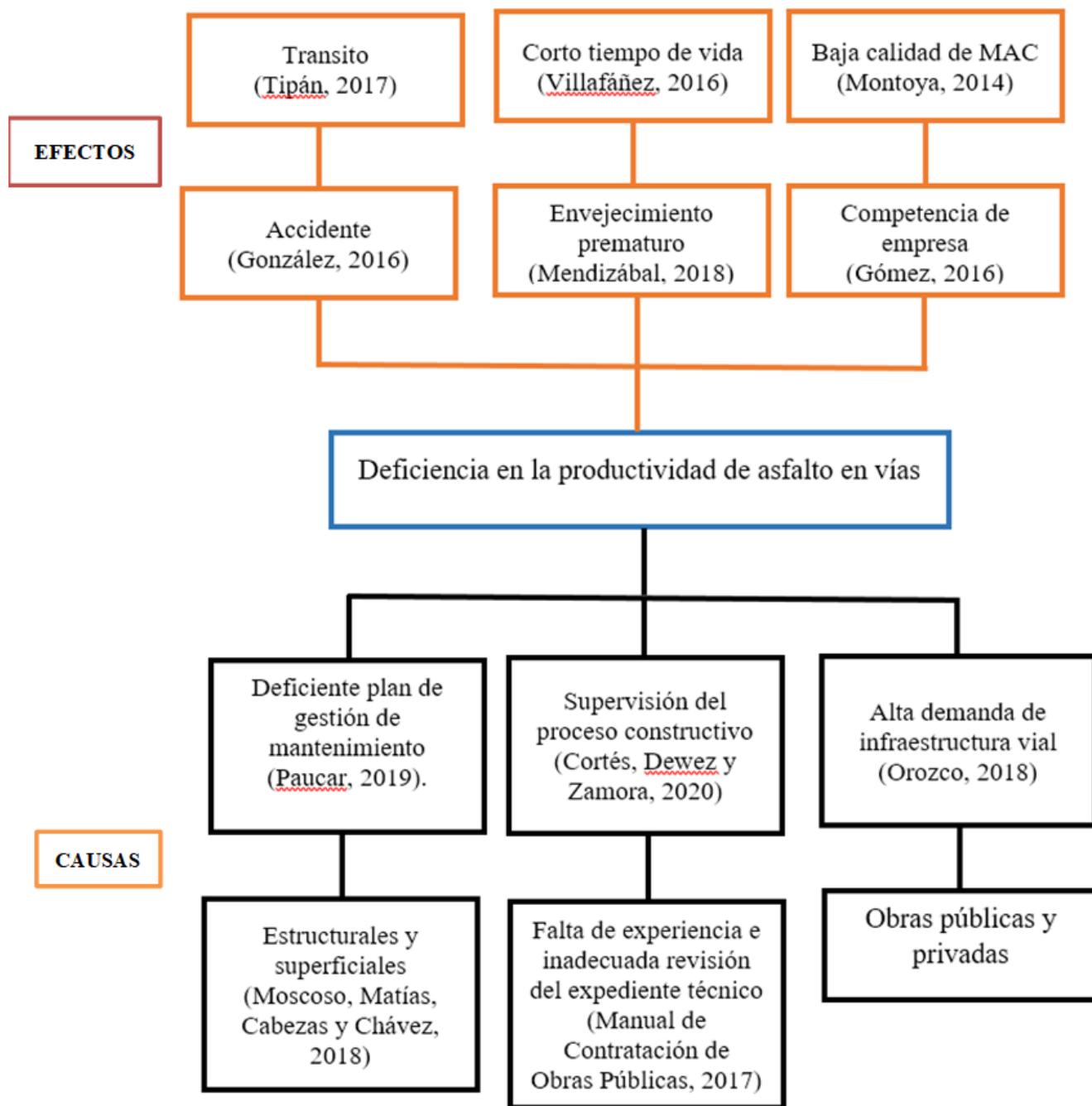
El problema abordado se refiere a la deficiencia en la productividad de asfalto en vías, lo que repercute en los costos de una obra, teniéndose como factores internos la falta de supervisión, revisión y mantenimiento en los procesos constructivos, así como también factores externos como el clima, tráfico, falta de información de la comunidad, entre otros. Todo esto lleva a las empresas constructoras a incurrir en gastos por re-procesos, pérdidas de materiales por falta de gestión; lo que claramente ocasiona gastos en adquisición de insumos fuera de lo planeado, y a su vez, implementar nuevas programaciones y plazos de entregas.

A esto se le suma la imperiosa necesidad que tienen las empresas constructoras de ofrecer mayor calidad en sus proyectos, para así competir en el mercado; implementando tecnologías relacionadas a equipos, maquinarias y personal calificado para incrementar la producción y por consiguiente obtener una combinación de elementos eficientes de los recursos a utilizar. Esto para ofrecer un producto de valor agregado, que a su vez repercutirá en reducción de los tiempos en la ejecución de obra.

#### ***1.6.7. Causa y efecto del problema abordado***

##### **Figura 12.**

*Diagrama de Causa - Efecto*



De acuerdo a las causas señaladas, la limitada productividad en las obras de asfaltos en vías es:

Inadecuados materiales, exceso de carga de transporte pesado para la capacidad de diseño y la topografía del terreno. Para conocer la severidad del daño en el pavimento Paucar (2019) afirma que:

Es necesario mencionar que para conocer la gravedad de las fallas en el pavimento. Se realiza una evaluación de calidad desde la propia vía inspeccionada, verificando las condiciones de serviciabilidad y/o funcionalidad de la vía.

“La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal (Vásquez, 2002)” (Paucar Curo, 2019, p. 37)

Esta causa mencionada trae como **consecuencia 1**, accidentes que pueden estar entre leves o fatales, afectando la vida de los transeúntes o usuarios de estas vías.

**Causa 2:** Fallas estructurales; estas se presentan debido a la topografía del terreno donde se realizó la carretera; posiblemente por no ser las más adecuadas o que no se realizó el estudio de suelo correspondiente para realizar el diseño del pavimento flexible. Cabe destacar que, una falla es la consecuencia de diversas interacciones donde están involucrados el diseño del proyecto, calidad de los materiales, procesos de construcción, exceso de tránsito vehicular y el medio ambiente. “Todos estos factores hacen que disminuya la cohesión entre las capas y afecta su interacción con las sollicitaciones” (Moscoso, Matías, Cabezas, & Chávez, p. 45).

Lo anterior expuesto deriva en la **consecuencia 2**, transitabilidad, es decir, la calidad mínima que debe poseer la carpeta de rodadura, así como también la estética y la seguridad que debe prestar a los usuarios de vehículos y transeúntes.

**Causa 3:** Según Cortez, Dewez, & Zamora (2020) sostiene falta de supervisión del proceso constructivo; esto ocurre por diversos factores, tales como deficiencia técnica del personal,

exceso de demanda de obras causando escases de personal o que la empresa posee varios frentes de trabajo, y por ahorrar costos incurre en la disminución del personal de supervisión (p.56).

Basado en lo anterior, deriva en la **consecuencia 3**; envejecimiento prematuro debido a escasa supervisión derivando en envejecimiento prematuro del asfalto.

**Causa 4:** Definitivamente la falta de experiencia e inadecuada revisión del expediente técnico; realizando mala planificación y actuación que incide en el presupuesto de construcción. Entendiendo que, un expediente técnico es un documento que permite controlar la realización del proyecto, por consiguiente, la mala praxis, la incompleta y/o inadecuada interpretación de este protocolo, puede ocasionar grandes pérdidas tanto de tiempo como económicas.

De lo anterior expuesto deriva la **consecuencia 4**; efectuándose trabajos de mala calidad que repercute en la reducción del ciclo de vida del asfalto.

**Causa 5:** “Alta demanda estructural debido al crecimiento poblacional; aumentando el uso de las infraestructuras viales con diferentes cargas pesadas o livianas y que conllevan a realizar amplios diseños de infraestructuras viales” (Orozco, 2018, p.57)

Con respecto a los descrito, se evidencia la **consecuencia 5**; que está referida a la capacidad de la constructora, debido a que existe en la actualidad gran demanda de proyectos y si las empresas no presentan altos índices de calidad cuando se refiere a la realización de proyectos viales, esto repercute en la disminución de asignación de trabajos o incluso en la declinación de contratos.

**Causa 6:** Obras públicas y privadas; dependiendo del proyecto se realiza un presupuesto, con la particularidad que al realizarse la contratación con empresas privadas los pagos por los servicios son realizados de manera más expedita; siendo diferente al realizarse contratación de obras públicas, donde hay descenso de rendimientos considerables en la ejecución del proyecto.

Basado a lo descrito anteriormente, se deriva la **consecuencia 6**; baja calidad en el Mac para llevar proyectos de calidad y no desfasado en cuanto a plazo y costo.

Lo anterior expresado, constituyen los elementos fundamentales para considerarse con los procedimientos de trabajos en el área constructiva, para poder gestionar positivamente la productividad en las obras.

Por consiguiente, se plantean las siguientes interrogantes a la investigación:

1. ¿Cuáles son los plazos optimizados para el desarrollo de trabajos con pavimento reciclado?
2. ¿Cuáles son los costos optimizados para el desarrollo de trabajos con pavimento reciclado?
3. ¿Cuáles son los estándares de calidad en el desarrollo de trabajos con pavimento reciclado?

### **1.7. Respecto a la experiencia y/o trayectoria profesional**

Durante el período de enero a marzo del presente año 2020 , se ha desarrollado la experiencia propia de la profesión, desempeñando el puesto de asistente de residente en los trabajos de reciclado de asfalto en frío mediante emulsión en la Carretera Central. Se cumplieron las funciones relacionadas a la ejecución, seguimiento y verificación de reciclado del pavimento, así como también se recolectó la información necesaria que serán llevados a gabinete para luego hacer su respectiva valorización. El proyecto se realizó en seis tramos de reparación para toda la carretera central, formando parte para los tramos IV y V, ya que estos tramos presentaron fallas estructurales (ahuellamiento, fisuras, piel de cocodrilo). Se ejecutó el reciclado de corte con espesor de 20 cm (espesor de asfalto 10 cm y espesor de afirmado 10 cm) para luego ser asfaltado con una carpeta de 4”. En relación a la ubicación, el proyecto está ubicado en Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma.

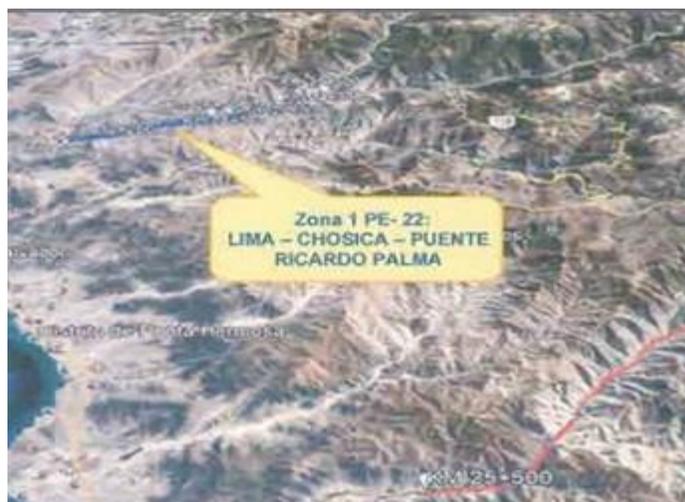
Ruta PE-22: Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma.

- Tramo IV: Km 35+535 al 38+970

- Tramo V: Km 38+970 al 39+500

**Figura 13.**

*Ubicación geográfica del Proyecto*



Fuente: Google Maps (2020)

Tomando en cuenta el periodo referencial, el tramo IV se inició el 22 de enero del 2020 y finalizó el 27 de febrero del 2020, para luego dar inicio al tramo V finalizando de esta manera el 02 de marzo del 2020, ejecutando los 3965 m de reciclado.

**Figura 14.**

*Carriles del tramo IV y V*



Fuente: Manual de programa de trabajo de la empresa Superconcreto del Perú S.A, (2020)

Es importante resaltar que, para el proceso constructivo se realiza primeramente una demarcación de las zonas de trabajo, lo que contempla los siguientes aspectos:

- (a) Distribución y esparcido de cemento en toda la zona trazada,
- (b) Ingreso de la recicladora junto al tanque con emulsión asfáltica,
- (c) Ingreso del rodillo de base,
- (d) El topógrafo coloca las cotas de nivelación,
- (e) Ingresa el tanque de agua para riego del terreno reciclado,
- (f) Ingresa la motoniveladora a nivelar los puntos,
- (g) Nuevamente vuelve a ingresar el rodillo a compactar y por último,
- (h) Ingresa el rodillo neumático.

### **1.7.1. Controles de obra**

Los controles de obra se encuentran tipificados de la siguiente manera: espesores (20 cm), humedad, toma de muestra, y Picas y portapicas de la recicladora.

#### **Figura 15.**

##### *Control de Espesor del Corte de Reciclado*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

#### **Figura 16.**

##### *Control de Humedad*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

### 1.7.2. Costos referenciales

Los costos son de acuerdo al contrato de Construcciones Delheal S.A.C. y Superconcreto del Perú S.A, que de acuerdo a todas las partidas equivale a la suma de s/. 30 322 064.21 (Treinta millones trescientos veintidós mil sesenta y cuatro con 21/100 soles).

Estos costos referenciales pueden apreciarse en la siguiente tabla a continuación:

**Tabla 1.**

*Presupuesto del Servicio*

<b>Presupuesto De Asfalto 0341-2019 Carretera Central</b>						
<b>EMPRESA</b>	Superconcreto					
<b>ATENCIÓN</b>	Ing. Carlos Julca					
<b>FECHA</b>	28 de noviembre del 2019					
<b>OBRA</b>	Carretera Central Tramo Santa Clara – Puente Los Ángeles					
<b>DISTRITO</b>	Carretera Central					
Ítem	Descripción	Unid	Cant	Precio Unitario	Sub Total	
<b>Obras Preliminares</b>						
1.00	Movilización y desmovilización de equipos	GBL	1.00	24500.00	24500.00	

---

**Pavimento Flexible**

2.00	Fresado (E=10cm)	m2	3305584.44	5.10	1685980.64
3.00	Riego de liga	m2	368622.02	2.98	1098493.62
4.00	Recapado asfáltico (E=10cm) 2 capas	m2	368622.02	53.86	19853962.00
4.00	Reciclado de pavimento (E=20cm) y estabilizado con emulsión asfáltica	m2	38037.58	40.97	1558399.65

**Transporte**

5.00	Transporte de material fresado a botadero D>1 km	m3	33416.84	18.24	609523.16
Condiciones comerciales:			Sub total parcial		24830879.08
La moneda está expresada en nuevos soles			G.G y UT 3.4867		865785.51
Forma de pago: a tratar			Sub total		25696664.59
Los precios incluyen movilización y desmovilización de equipos, MAC con aditivo, certificados de calidad de los insumos de diseño MAC, transporte de la MAC a obra (No incluye la prueba de la rueda de Hamburgo)			IGV 18%		4625399.63
Costos calculados con precios de PEN 60/70 vigente al 22/11/2019. Los que variaran de producirse modificaciones en el precio del agregado bituminoso, asfalto líquido y/o combustible.			Total presupuesto		S/30322064. 21

---

Fuente: Información valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C, (2020)

### **1.7.3. Equipos**

Los equipos utilizados en el procedimiento de construcción del reciclado se presentan a continuación: Recicladora, Motoniveladora, Rodillo de base, Rodillo neumático, Cisterna de agua, y Cisterna de emulsión

#### **Figura 17.**

*Carriles del tramo IV y V*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Conceptos básicos de la experiencia profesional

#### 2.1.1. *Residencia de obra*

Es de conocimiento, que el desarrollo y/o ejecución de obra, se debe contar con un residente, al respecto MEF el (2015) sostiene sobre las características de este, debe ser: “(...) un profesional colegiado, habilitado y especializado designado por el contratista, (...) el cual puede ser ingeniero o arquitecto, según corresponda a la naturaleza de los trabajos, con no menos de dos (2) años de experiencia en la especialidad(...)” (p.34)

Así mismo, el Ingeniero Residente, es el profesional encargado de dirigir la ejecución de un proyecto, basado en los levantamientos planimétricos plasmados en los planos y todas aquellas consideraciones técnicas que demanda el proyecto. Además, realiza valorizaciones mensuales conforme a su avance, verificando los metrados efectivamente ejecutados. Finalmente, se encarga de la Liquidación de Obra, presentando un reajuste de precios, cuya finalidad es determinar el costo y/o monto total de la obra.

#### 2.1.2. *Asistente en Residencia de obra*

“Es el profesional que, a través de su pericia técnica y conocimientos generales de obras, procesos constructivos, materiales y control de obra, ofrece apoyo al residente de obra en las labores propias del proyecto” (Castro,2011, p.46)

#### 2.1.3. *Ingeniero de seguridad*

Porras & Diaz (2015) al respecto mencionan, que el encargado de velar por la definición de las normas y reglas en referencia al ámbito de seguridad industrial, así como visitar de manera constante los lugares de trabajo, evaluar riesgos, conformar un comité de seguridad y producir informes de accidentes y sus causas (p. 22).

#### **2.1.4. Jefe de talleres**

Caceda (2016), señala que, es la persona quien tiene a su cargo a mecánicos y sus asistentes encargados de refaccionar y dar mantenimiento a todas las maquinarias que son usadas en las obras (p. 33).

#### **2.1.5. Director de obra**

Porras & Diaz (2015), expresa, que la dirección de la obra mantiene una conexión principal entre la parte administrativa y la obra. Es la persona que da cumplimiento a las labores que efectúan los contratistas, a su vez desarrolla informes sobre los avances realizados, y efectúa y controla el costo de la obra. (p. 21).

#### **2.1.6. Supervisión de obra**

Solis (2004) expresa que existen grandes dificultades estructurales en las obras que no son derivados de las carencias de los diseños o el uso de materiales; sino atribuidos a un deficiente desempeño en la supervisión. Se entiende por ello, que la persona que ejerce el cargo de supervisor debe hacer frente a problemas de índole técnica, sino además a resolver dificultades inherentes a la interacción entre los trabajadores. (p.7)

#### **2.1.7. Ejecución de las Obras**

Castro & Crespo (2017) señala que , en las actividades realizadas con reciclado de concreto asfáltico conlleva : estudio previo y/o caracterización de los materiales, fresado de la zona de interés a reciclar, Implementación y/o agregado de emulsión, cantidad agua y si se requiere, aditivos, así también, mezcla y su extensión, compactación de la mezcla generada previamente y/o reciclada y finalmente curado (p.20)

### **2.1.8. Elementos de Transporte**

Castro & Crespo (2017) expresa que para los elementos de transporte concerniente al concreto asfáltico, se requiere volquetas de características “caja abierta” y “lisa”, asimismo se debe aplicar algún líquido destinado para evitar la adherencia que pueda tener el asfalto en la plataforma del camión de transporte (p. 6).

A continuación, en la siguiente figura puede apreciarse una volqueta con tolva abierta:

**Figura 18.**

*Volqueta con tolva abierta*



Fuente: Universidad de Guayaquil (2015).

### **2.1.9. Equipo de Extensión**

“Para el reciclaje se emplea una extendidora que cuenta con un dispositivo para nivelar de manera automática el asfalto, con el fin de evitar la segregación del material, realizando la extensión y precompactación homogénea en la carpeta de rodadura” (Castro & Crespo, 2017, p. 6).

**Figura 19.**

*Extendedora*



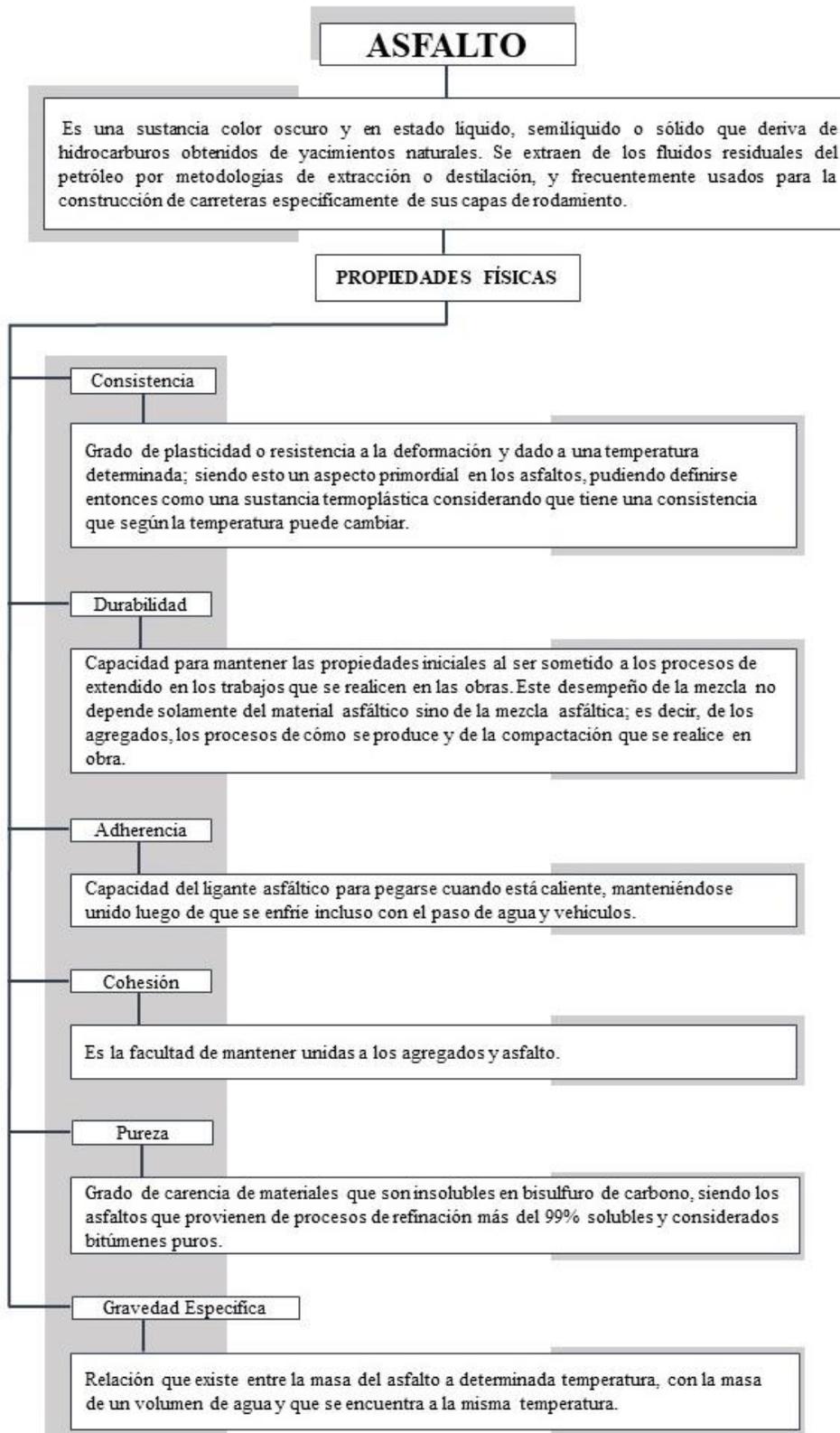
Fuente: Manual de equipos Caterpillar(2020).

**2.1.10. Asfalto**

**2.1.10.1. Propiedades físicas de los asfaltos**

**Figura 20.**

*Asfalto y sus propiedades físicas*



### 2.1.10.2. Obtención del asfalto

Corredor (2014) expresa que, en cuanto a la cantidad de asfalto que se extrae del crudo puede variar considerablemente, esto va a depender directamente del grado API del petróleo (American Petroleum Institute). Tomando en cuenta que a menor grado de API incidirá en mayor contenido de material asfáltico. Entendiendo que el API es la medida arbitraria de densidad del petróleo, y que es medido a 15.5° centígrados, o en su defecto a un derivado de éste (p.190).

Se expresa a continuación:

#### **Ecuación 1.**

*API medida arbitraria densidad de petróleo*

$$\text{Grado API} = (141.5/Gb) - 131.5$$

donde Gb = gravedad específica del material medidos a 15.5°C;

Fuente: Corredor Apuntes de Pavimentos volumen II (2014).

### 2.1.10.3. Tiempo de vida útil del asfalto

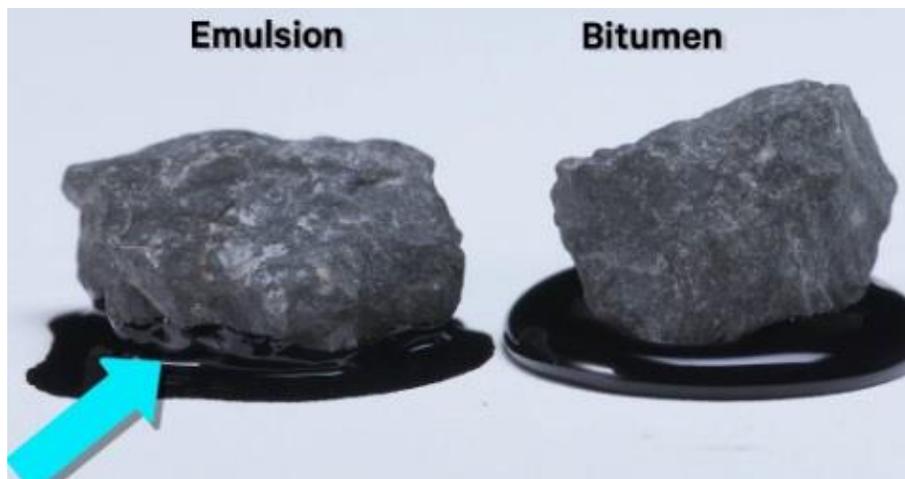
Aguilar & Salinas (2019) indican que, el lapso de vida útil del asfalto dependerá de varios factores, y se establece en un periodo de 6 meses hasta los 25 años; siendo un rango de tiempo muy extendido que radicará en varios elementos de mezcla, diseño, capas y uso. Estos factores se agrupan como: Número estructural SN, Módulo resiliente, Sectorización vial, Mantenimiento, Usos y cargas de servicio (p.24).

### 2.1.11. Bitumen

“Mezcla de hidrocarburos, de origen natural o volcánico, o una combinación de ambos procesos, frecuentemente acompañados de derivados no-metálicos que pueden ser gaseosos, líquidos, semisólidos o sólidos, y que son totalmente solubles en bisulfuro de carbono” (Corredor, 2014, pág. 190).

**Figura 21.**

*Bitumen*



Fuente: Road Sáciense (2018).

## **2.2. Procesos de la experiencia**

Santelices (2019) expresa que la consecución de actividades de selección y evaluación del proceso constructivo determinan el éxito de un proyecto de construcción, siendo el diseño estructural y la mezcla aspectos primordiales para el reciclado. (p.248)

A continuación, se exponen de manera detallada los aspectos considerados dentro del proceso constructivo, que sirven de base para medir las especificaciones y procedimientos que comprueben el control de calidad adecuado.

### **2.2.1. Actividades previas al reciclaje**

- **Topografía**

Cardenas (2015) señala que para realizar los diseños definitivos es necesario contar con los estudios geométricos topográficos del pavimento para poder replantear tanto alineamiento vertical como horizontal del tramo (p.28).

- **Levantamiento topográfico**

Está relacionado a un conjunto de actividades, realizadas en campo en aras de conocer las coordenadas rectangulares de los puntos de un terreno, siendo esta de forma directa por el equipo topográfico o mediante Teen cálculo.

**Figura 22.**

*Topografía*



**2.2.2. Bacheos**

Como se tiene el material que es proveniente del reciclaje, este se coloca en la propia vía, se realizan los bacheos en determinadas zonas que contengan y/o posean materiales que no estén calificados para la nueva conformación de estructura. Esta actividad culmina con la adecuada nivelación (definitiva), incluyendo los bombeos, peraltes y el correcto ajuste al alineamiento vertical.

**Figura 23.**

*Bacheo en vías*



Fuente: flickr (2015).

**2.2.3. Demarcación**

Constituye una vital importancia en las construcciones viales, puesto que controla el correcto funcionamiento en lo que respecta a la circulación vehicular, por tanto, contribuye a salvaguardar la integridad de los usuarios, sean estos, conductores o peatones. Por tanto, se hace necesario en cuanto materiales y procedimiento empleado para señalizaciones sean totalmente adecuados, y además puedan ser funcionales.

Entonces, la demarcación de los pavimentos se puede definir como la retrorreflectiva o no que esté presente en el pavimento, siendo aquellas líneas, símbolos o leyendas aplicadas sobre la superficie de la pista y/o carpeta, con fines dispuesto como informativos, de carácter preventivo o de regularización de tránsito.

**Figura 24.**

*Demarcación en pavimento*

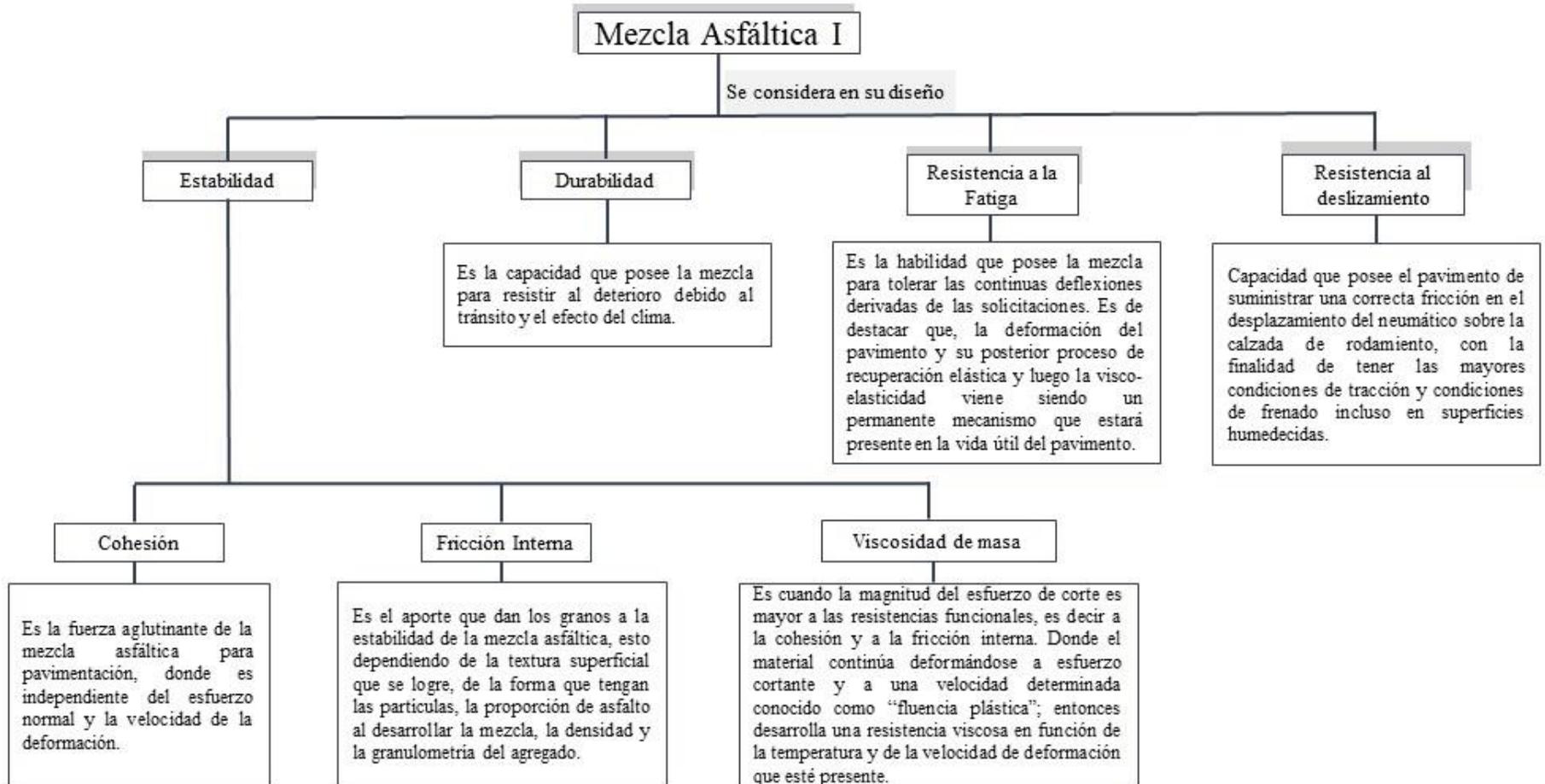


Fuente: civilGeeks (2015).

**2.2.4. Características de mezcla asfáltica**

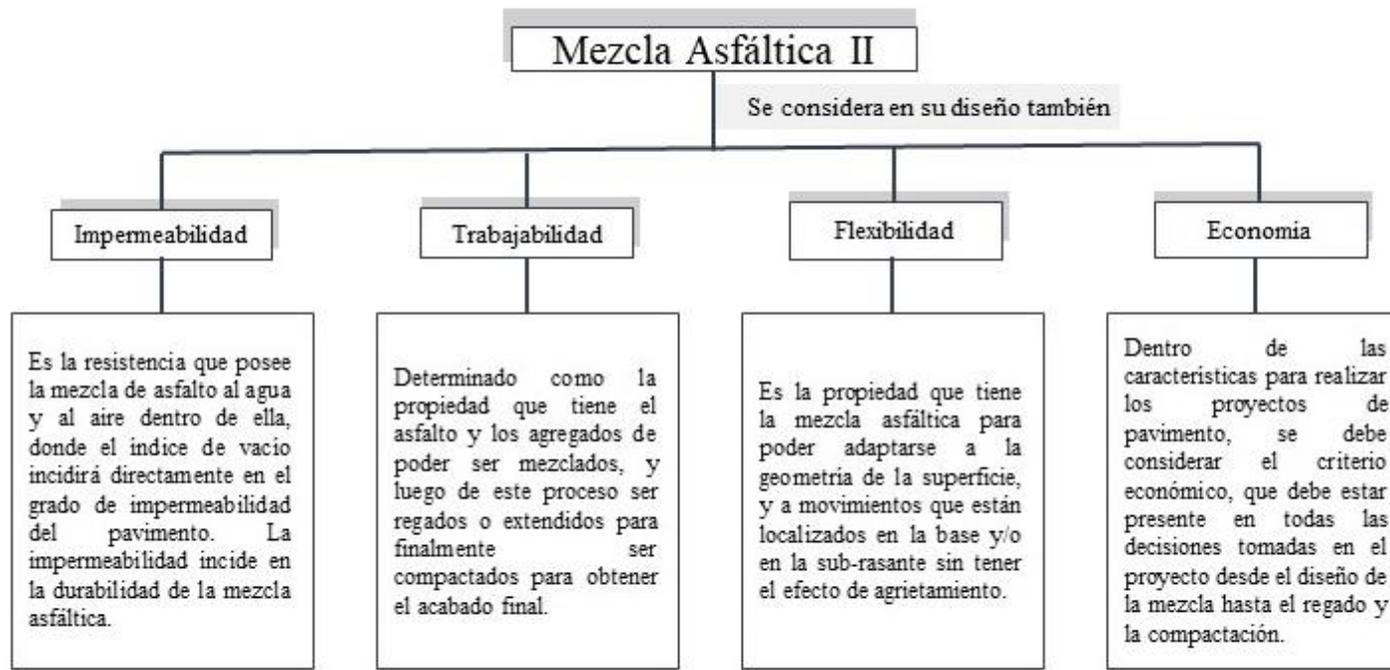
**Figura 25.**

*Mezclas asfáltica I*



**Figura 26.**

Mezclas asfáltica II



### **2.2.5. Reciclaje del pavimento (RPA)**

“Es reutilizar reutilizar un pavimento en mal estado mediante un tratamiento, adicionandole un estabilizador como el asfalto, emulsion o el cemento, quedando un material que sirve como refuerzo o como parte de una calzada nueva” (Galvis Castillo, 2010, pág. 2)

Con respecto, al reemplazo de carpeta de rodadura, se emplea y/o dispone una maquinaria llamada fresadora. La capa asfáltica se fragmenta hasta obtener pequeñas partículas, convirtiéndose en materia prima y/o insumo para el tratamiento de otras vías.

#### **Figura 27.**

*Reciclado de pavimento asfáltico*



Fuente: Mega construcciones Del Ingeniero Civil (2015).

### **2.2.6. Características RPA**

Las características tanto físicas como mecánicas, de las mezclas asfálticas recicladas (MAR) están sujetos a diversos y/o varios factores, que se procede a detallar:

**Tabla 2.**

*Características físicas y mecánicas*

<b>Tipo de propiedades</b>	<b>Características</b>	<b>Rango de valores</b>
	Peso Unitario	1940 – 2300 Kg/m <sup>3</sup> (120-140 Lb/ft <sup>3</sup> )
Físicas	Contenido de humedad	Normal por encima de 5% Máximo: 7%-8% Normal: 4.5%-6%
	Contenido de asfalto	Rango máximo: 3%-7%
	Penetración del asfalto	Normal 10-80 a 25°c (77°F) Normal: 4000 – 25000poises a “60°c” (140°F)
Mecánicas	Viscosidad absoluta del concreto asfáltico recuperado	1600-2000 Kg/m <sup>3</sup> (100-125 Lb./ft <sup>3</sup> )
	Precio unitario compactado CBR	100% R.A.P.: 20 -25%

Fuente: Socha & Castellanos (2014).

Así mismo, como se ha mencionado, existen otras características a tener en cuenta; siendo el grado y/o ritmo de envejecimiento, punto y/o límite de ablandamiento, la ductilidad, el límite de ignición, llamados factores a considerar (Buitriago & Gonzáles, 2016).

### **2.2.7. Técnicas de reciclaje en pavimentos**

Donde se detallan los fundamentos, para conocer, interpretar y comprender las múltiples y/o diversas técnicas empleadas actualmente para llevar a cabo el “reciclaje de pavimentos asfálticos”, haciendo principal hincapié en el reciclaje referenciado en vía, es decir in situ en frío, siendo una de las técnicas más empleadas hoy día

### **2.2.8. Reciclado en Caliente**

Según Jugo (2015), este tipo y/o clase de método en reciclado se ejerce a las capas asfálticas, retirando con mediante la técnica de fresado la capa a reciclar; donde el material se dispone a procesar en planta o en vía para luego adicionarle agregado, asfalto y aditivos Y/o agentes rejuvenecedores, con el fin de generar una nueva mezcla en caliente (p.34).

- **En planta**

Definido como aquellas mezclas con bitumen que son usadas nuevamente, que provienen de capas de pavimentos y que su adecuación se realiza bajo un tratamiento de fabricación en caliente. Básicamente a al material que se ha extraído para ser recicladas se mezcla con otros materiales pétreos y nuevo ligante, y dependiendo de las características puede añadirse un rejuvenecedor.

Las técnicas que existen actualmente se fundamentan en el requerimiento de equipos que permitan y/o requieran el reciclado tanto en zonas continuas como discontinuas, son expresadas a continuación:

#### ***2.2.9. Técnica del calentamiento indirecto***

Realizado en centrales continuas que poseen un tambor que seca y mezcla. Donde se introducen los áridos para ser secados y calentados; después se implementa y/o añade la mezcla que se tiene que reciclar, y por último se agrega el betún.

#### ***2.2.10. Técnica del sobrecalentamiento del material (pétreo) virgen de préstamo***

Es implementada en las centrales y/o zonas discontinuas, calentándose a temperaturas altas en un rango de 200 a los 275 ° C, dependiendo de la tasa del reciclado; después cuando entra en unión con el material que se dispone a reciclar pero que aún no está calentado, entonces la temperatura alcanza el grado deseado; y por último se agrega el ligante.

- **En vía (o in situ)**

Consiste en la conservación de pavimento con bitumen que tiene sus propiedades minimizadas que son reciclados directamente, adicionándose material nueva mezclados in situ y luego regados para compactarse y obtener una nueva capa.

### **2.2.11. Reciclado en Frío**

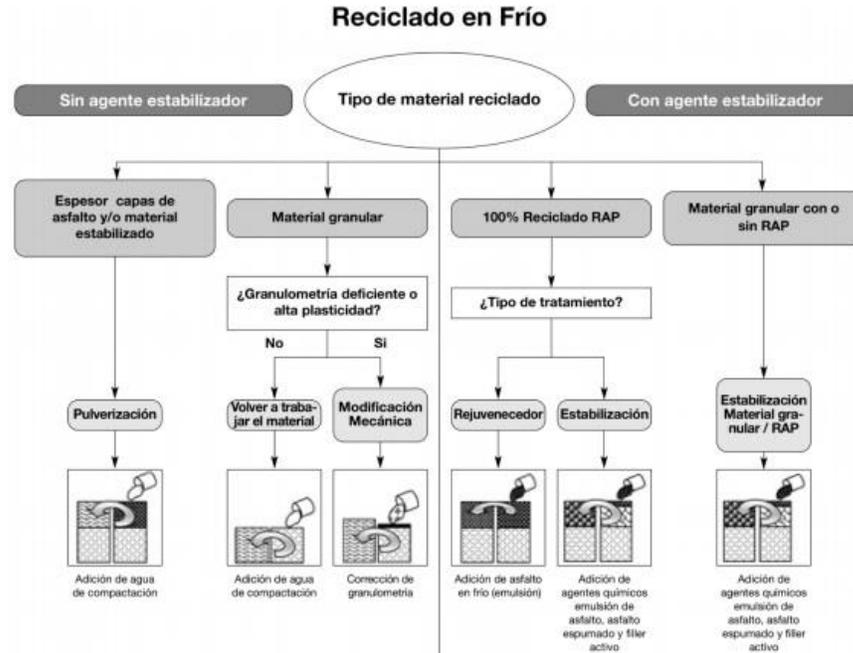
Se define como la mezcla homogénea extendida y compactada, de los materiales que resultan del fresado de capas comprendidas en emulsión bituminosa, agua y aditivos. Trata de la recuperación, asimismo de la reutilización de las mezclas asfálticas dispuestas en vías correspondientes al bajo y mediano tráfico. De esta manera, la mezcla reciclada es caracterizada como base asfáltica en frío, la cual requiere ser resguardada por un sello (asfáltico) o así también por una capa (cobertura) de mezcla. Además, esta clase de reciclaje es dispuesta en pavimentos que presentan y/o adolecen de deformaciones, también disgregación e oxidación, grietas y contrariedades que no dañen las capas internas de la estructura.

Cabe señalar que, el reciclado puede emplearse in situ o también en planta. Los procedimientos y/o secuencia para reciclar adecuadamente el pavimento (en frío) son diferenciados de acuerdo al lugar en el que se ejecutan las actividades.

A continuación, en la siguiente figura puede apreciarse que el reciclado en frío dependerá del tipo de material recuperado:

#### **Figura 28.**

*Tratamientos de reciclado en frío*



Fuente: Criterios de “estandarización de emulsiones asfálticas para el reciclado en frío de pavimentos en el distrito metropolitano de quito” (2019).

**En planta**

Comprende actividades que se ejecutan en una zona específica y/o predeterminada, en donde son almacenados los residuos obtenidos de pavimentos asfálticos demolidos y son transportados hasta el sitio en donde se produce el reciente material reciclado. Entre los principales beneficios o aportes del reciclado en planta se señala:

Control y inspección de los materiales de ingreso (entrada), mediante el reciclado en planta se obtiene el producto final, mezclando varios tipos o clases de agregados. Estos materiales se someten a diversas pruebas para cambiar la dosificación de estos en el proceso de mezcla,

Calidad del mezclado, se realizan varios cambios en el proceso del mezclado continuo, variando la frecuencia del periodo en el que el material se retiene en el interior de la cámara de mezclado, generando una nueva calidad de la mezcla.

**En vía (o in situ)**

Jugo (2015), expresa que, es la rehabilitación de las vías, esto fundamentalmente se hace reutilizando los materiales procedentes de pavimentos que fueron usados; estos materiales no poseen las propiedades iniciales debido al desgaste, pero que al ser mezclados de forma homogénea con un ligante nuevo, agua y aditivos, pueden ser usados nuevamente para formar capas nuevas en el mismo pavimento. Bajo esta práctica es posible obtener un considerable ahorro y minimizar y/o reducir el impacto ambiental (p.21).

El reciclaje de pavimentos (en frío - in situ), es un procedimiento que realiza en múltiples pasos expresadas a continuación:

- **Preparación del tren de reciclado**

Es un procedimiento realizado llevado a cabo, una vez que los pasos previos son cumplidos.

- **Adición y mezclado de agente estabilizador**

Luego de seleccionar el agente de estabilización más pertinente (en relación al diseño), se realiza la adición del mismo, en concordancia a lo estipulado en el diseño y se realiza el mezclado hasta alcanzar una mezcla de forma homogénea, empero, si se considera necesario e importante se adiciona agua para la pre envuelta. Todo lo señalado se dispone en el interior de la recicladora (Restrepo & Stephens, 2015).

### ***2.2.12. Fresado y procesamiento del RPA***

Es la acción de chequeo de manera continua que realiza el supervisor con experiencia, y de esta manera asegurar que la actividad se está realizando según lo requerido. Por lo tanto, es necesario tener a conocimiento:

- La profundidad del fresado,
- Verificar que la máquina recicladora siga la dirección correcta con el ancho de traslape,

- Observar la humedad y/o contenido de agua que posee el material para asegurar el recubrimiento del aditivo y
- La compactación

#### **2.2.12.1. Extendido, nivelación y compactación**

Restrepo & Stephens (2015), sostiene que una vez se obtiene la mezcla de forma homogénea se realiza el extendido, verificando que las características que posea el material reciclado sean similares y/o próximas a las de una capa de pavimento superior ( rodadura), para utilizarla mediante una *finisher*; caso contrario el equipo que se utiliza debe de ser una motoniveladora. En cuanto concierne a compactación, generalmente se dispone de un rodillo vibrocompactador por delante del compactador neumático, puesto que de esta manera se va a alcanza y/o lograr un mejor acabado en la ejecución de la capa (p. 45).

#### **2.2.12.1. Curado**

“Constituye el período de secado o curado entre la colocación y compactación para que el exceso del agua pueda evaporarse” (Santelices, 2019, p. 21).

#### **2.2.12.2. Elementos de transporte**

Restrepo & Stephens (2015), Al momento de trasportar el concreto asfaltico al lugar de uso, se utilizan volquetas de caja abierta y lisa. También se aplica algún líquido para evitar la adherencia del asfalto en el volcó del vehículo de transporte (p.46).

#### **2.2.12.3. Apertura al tráfico**

Se realizará para que continúe compactándose y curando durante un lapso de una a dos semanas, esto dependerá de la ubicación geográfica, condiciones atmosféricas, época del año en que el reciclado es realizado y el espesor que posea la capa reciclada.

De forma natural, se especifica que este período dure hasta que se alcance la humedad del material reciclado inferior al 2% y que sea alcanzada la densidad con un mínimo de 96 % de la densidad que se logró obtener en laboratorio .

#### **2.2.12.4. Recompactación**

Es considerada la actividad para homogenizar la densificación entre las huellas del rodado y el resto del ancho reciclado.

#### **2.2.12.5. Carpeta de rodado**

Restrepo & Stephens (2015) , señala que es la etapa final, donde se coloca una carpeta de rodado o tratamiento superficial sobre el material reciclado. Esta carpeta de material nuevo puede ser un recapeado de mezcla asfáltica en caliente (normalmente de 50 mm), un recapeado de mezcla en frío o un tratamiento superficial tal como un sello de agregados simple o doble (TMDA por debajo de 1.000)). La determinación de colocar un recapeado o un tratamiento superficial, debe ser una decisión basada en las hipótesis consideradas en el diseño estructural. Antes de la colocación de esta carpeta superficial, cualquier área que se encuentre dispereja o inestable debe ser reparada y toda la superficie debe ser limpiada por medio de un barrido, especialmente si el pavimento reciclado ha sido abierto al tráfico durante el período de curado. Si se ha decidido colocar un recapeado, se debe aplicar sobre un riego de liga de emulsión diluida a una tasa similar a la recomendada para el sello tipo neblina con el objeto de lograr una buena adherencia (p.173).

#### **2.2.13. Campos de aplicación**

En campos de aplicación, la reutilización del pavimento se divide en “Tipo I, Tipo II y Tipo III”, corresponden a diferentes situaciones. Si bien esta técnica y/o método de puesta en obra es parecida, los hallazgos obtenidos son diferentes en lo que respecta a la calidad terminal. En ese

sentido en la tabla a continuación se mencionan los tipos de reciclado en frío, que contemplan emulsión:

**Tabla 3.**

*Tipos de reciclado en frío con emulsión*

	<b>Tipo I</b>	<b>Tipo II</b>	<b>Tipo III</b>
Material reciclado del firme existente	Capa bituminosa (<4/5cm) granular +base	Capa bituminosa (5-10cm) + base no bituminosa (>50% “negro”)	Mezclas bituminosas
Emulsión (60% B Res.)	Emulsión de betún blando (80/100 ó 150/200)	Emulsión de betún blando ó regenerante	Emulsión de betún blando ó regenerante
Dotación	(4 – 7%)	(3-5%)	(2,5-4%)
Espesor de reciclado	8 – 12cm	8 – 12cm	6 – 12cm
Objetivo	Mejora de las características mecánicas geométricas del firme existente	Ídem tipo I y, en algunos casos, regeneración del del ligante existente	Reciclado y regeneración del ligante existente

Fuente: Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (2019)

### 2.2.13.1. RFE – Tipo I

Restrepo & Stephens (2015) , sostiene que es cuando se reciclan aquellos materiales que mayormente en su proceso no tienen tratamiento con ligantes bituminosos. En este caso, se ejemplifican los firmes flexibles, que se componen por capas granulares revestidos. Generalmente, se usan para caminos rurales no pavimentados. Es por ello, que al aplicar ésta técnica, se obtiene una capa de base; como una capa de tipo grava y emulsión de media calidad, que a su vez poseen ciertas características mecánicas que están mejoradas con respecto al material granular inicial. En este sentido, los espesores pueden variar según las condiciones del tráfico en una hora determinada. Estos pavimentos suelen tener un espesor de 8cm para los más ligeros hasta los 12 cm. (Restrepo & Zapata, 2015, p. 321).

### **2.2.13.2. RFE – Tipo II**

Restrepo & Stephens (2015) , sostiene, que se recicla simultáneamente aquellos materiales que han sido tratados con ligantes (bituminosos), de la misma forma que otros no tratados y/o tratados con conglomerantes hidráulicos; es esta forma, la parte de materiales “negros” está al menos en un 50% del espesor global . Finalmente, se plantea el tratamiento integral de las capas superiores de mezcla y del global o parte de la base. Para este caso se podría afirmar la presencia de un contexto del tipo RFE – II ,en la que se tiende por reciclar un espesor que oscila entre los 8 cm y 12 cm, pero también se coloca una emulsión generada a partir de betún y/o ligante regenerativo según el contexto. El material posee características próximas a las grava-emulsión clásica ( p.322)

### **2.2.13.3. RFE – Tipo III**

Restrepo & Stephens (2015) , se refiere a la situación en la que solo se reciclan los materiales tratados con aglomerante asfáltico. Corresponde a estos los firmes que están conformados por capas bituminosas, donde se establece que el RFE es la reprocesamiento de mezclas bituminosas. Habitualmente, se usa en carreteras con tráfico moderado o pesado con problemas como grietas por fatiga, desprendimiento de la capa de la banda de rodadura y envejecimiento. Esto también puede suceder cuando se va a reciclar la capa superior de la mezcla asfáltica para carreteras semirrígidas y surgen problemas de reflexión de grietas. Generalmente, se estima que la estructura homogénea puede usar emulsión asfáltica para encontrar la fórmula de reciclaje de pavimento existente en una proporción de 2.5-4%.( p.322)

Este reciclado tiene base en espesores que oscilan los 6 a 12cm y de cualquier manera, un espesor mínimo superior al que posee la capa superior del pavimento (rodadura), evitando así problemas de interfase- conexión.

## **2.3. Principales ensayos**

### **2.3.1. *Espesor de capa reciclada***

Es una de las variables más críticas que afectan el comportamiento a posterior ( largo plazo), puesto que está relacionado con la capacidad que posee el pavimento para soportar cargas. La medición de la muestra se realiza mínimo cada 200 m, midiendo el espesor de corte.

### **2.3.2. *Emulsión***

Según el “Manual de Ensayo de Materiales”, el ensayo del Muestreo de Materiales Bituminosos “MTC E 301” es para determinar el procedimiento que se debe seguir para la toma de muestras de asfaltos líquidos, semisólidos, sólidos y emulsionados en los sitios de producción, almacenamiento y entrega. Consiste en la captira de muestra de 1 litro desde el tanque de reciclado, y realizando un ensayo diario

### **2.3.3. *Humedad de capa reciclada***

Según el “Manual de Ensayo de Materiales”, el ensayo del Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo “MTC E 108” es para establecer el método de ensayo para determinar la humedad de un suelo, empleando emulsión asfáltica como aditivo reciclador. Para esto, se requiere identificar el contenido de humedad que posee la capa reciclada en frio, antes de elaborar cualquier carpeta de rodado sobre la misma.

### **2.3.4. *Densidad del material compactado***

La densidad de compactación mínima para evitar el ahuellamiento causado por la densificación producto del tráfico es según el “Manual de Ensayo de Materiales”, el ensayo para hallar la densidad empleando el “método del cono de arena” correspondiente al “MTC E 117”, que se sustenta en lograr establecer la densidad de los suelos compactados, siendo estos encontrados

en el lugar de construcción de terraplenes de tierra y/o capas de rodadura y/o rellenos de carreteras y por último estructuras de contención.

#### **2.4. Limitaciones presentadas en el desarrollo del proyecto**

Con respecto a las limitaciones presentadas, se consideran a continuación las siguientes:

- (a) El clima, ya que durante el proyecto y por varios días hubo precipitaciones constantes,
- (b) El tráfico, porque limitan la jornada laboral y por tanto retrasan los plazos de entrega.

Adicionalmente a ello, en varias oportunidades no se tenían los insumos necesarios.

#### **2.5. Marco legal abordado en la ejecución**

El día 27 de diciembre del 2018, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones realiza la convocatoria del Servicio de conservación para la Recuperación y/o Reposición de la infraestructura vial: paquete 9: Lima, Chosica, Puente Ricardo, Palma y Mala – Calango – La Capilla EMP PE – 22 (Rio Blanco) por un valor referencial de S/. 56' 122, 621.38 (Cincuenta y seis millones ciento veintidós mil seiscientos veintiunos con 38/100 soles). Luego desde el 28 de diciembre del 2018 al 09 de enero del 2019, se realiza la etapa del Registro de participantes (Electrónico); además, se elabora la formulación y absolución de consultas y observaciones (Electrónico), y el 03 de enero del 2019 se integra las Bases del Servicio.

Así mismo, el 01 de marzo del 2019, la empresa Superconcreto del Perú S.A realiza la presentación de ofertas (presencial), la cual es calificada y evaluada con todas las ofertas de la convocatoria de nomenclatura PEC – PROC – 18 – 2018 – MTC – 2; posterior a ello, el mismo día se realiza la asignación de la “Buena Pro”, siendo la empresa ganadora Superconcreto del Perú S.A con un monto adjudicado de S/. 44'898,097.13 (Cuarenta y cuatro millones ochocientos noventa y ocho mil noventa y siete con 13/100 soles).

El día 05 de abril del 2019 se firma el contrato N° 036 – 2019 – MTC/10, que celebran por una parte el Ministerio de Transporte y Comunicaciones con RUC N° 20131379944, debidamente representada por su Directora General de la Oficina General de Administración, señora Lilyan Cecilia Pérez Barriga, a quien se denomina El Ministerio; y de la otra parte la empresa Superconcreto del Perú S. A., con RUC N° 20100151627, debidamente representada por su apoderado, señor Stefano Brescia Saavedra, a quien se denomina El Contratista. Finalmente, el día 28 de noviembre del 2019, la empresa Superconcreto del Perú S.A., realiza un contrato de servicio con la empresa Delheal S. A. C. con Ruc N° 20392523171, debidamente representada por su gerente general, Juan Carlos Fernández Castillo, por la suma de S/. 30´322, 064.21 (Treinta millones trescientos veintidós mil sesenta y cuatro con 21/100 soles).

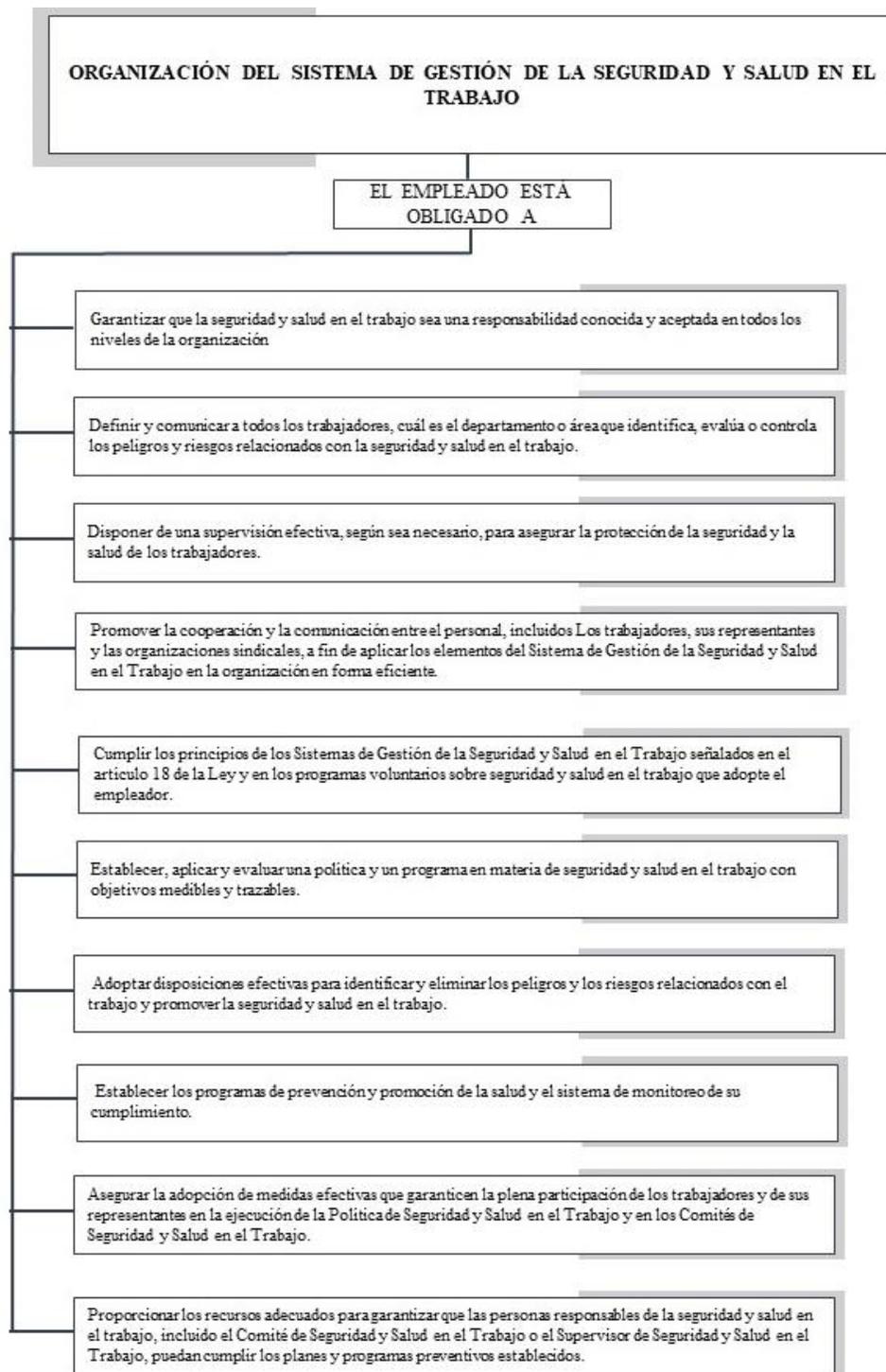
En el Anexo 1 el Contrato de Servicio con Superconcreto del Perú.

## **2.6. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo**

### **2.6.1. Organización Del Sistema de Gestión de Seguridad**

#### **Figura 29.**

*Organización del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo*

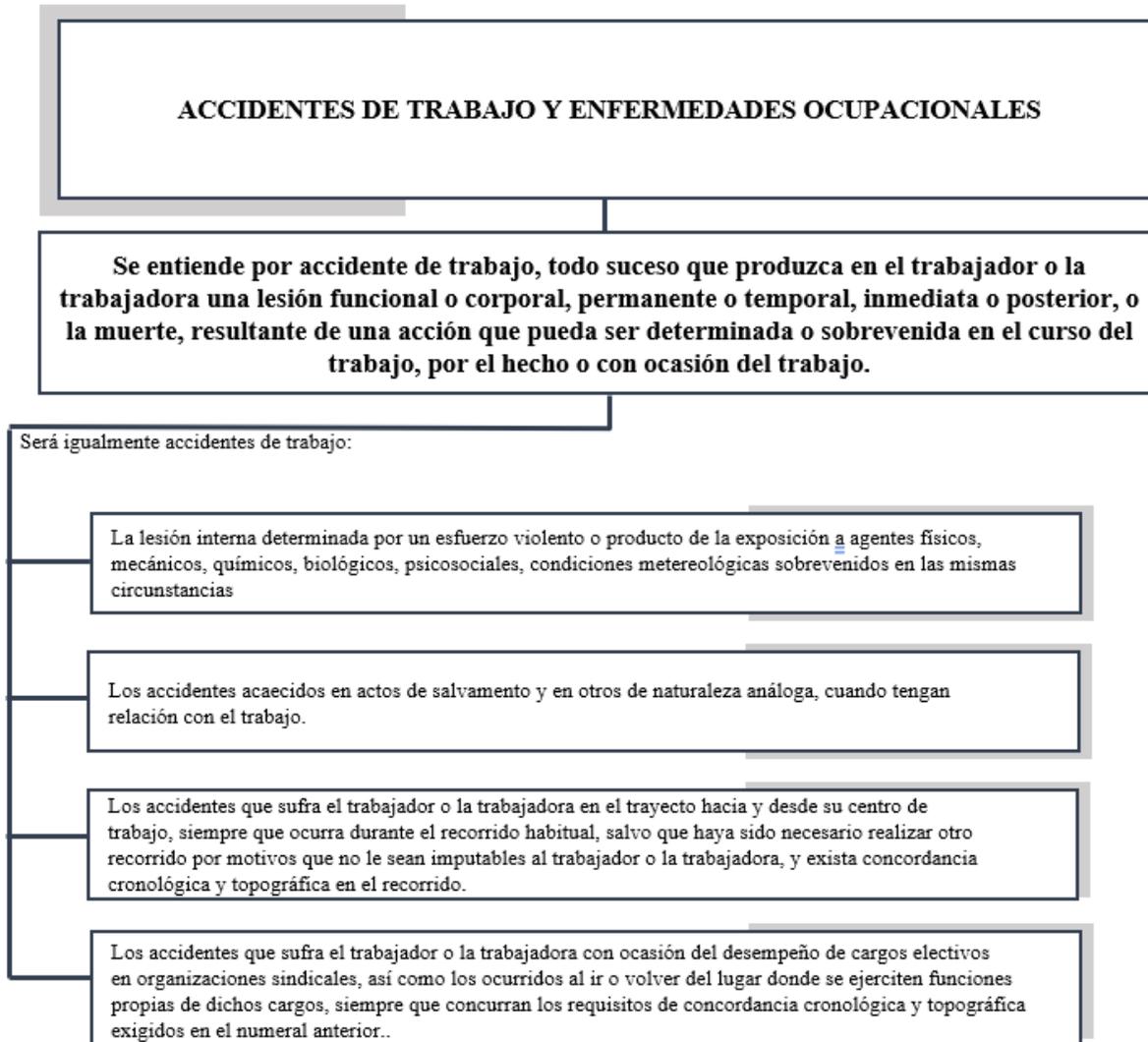


Fuente: Reglamento de la ley N°29783 (2012)

**2.6.2. La Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT)**

**Figura 30.**

*Accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales*



Fuente: Reglamento de la ley N°29783 (2005)

**2.6.3. Señales y Seguridad vial**

De acuerdo con el "Manual de Seguridad Vial", la información se proporciona para garantizar y /o salvaguardar la seguridad de los usuarios en uso de vía, terceros y personal

lesionado por el proyecto, siendo el contratista responsable. Debido a caminos estrechos, desvíos temporales, excavaciones o zanjas profundas, etcétera, las áreas donde se está realizando o en progreso el trabajo o las áreas causadas por el trabajo deben estar debidamente señalizadas. Irregularidades en aceras o entre caminos adyacentes, riego de materiales asfálticos, voladuras, trabajos de máquinas o trabajadores, etc. Cabe destacar que el rótulo o señales de seguridad se entiende como una serie de medidas encaminadas a mejorar la capacidad de andar de los usuarios, y además brinda protección e integridad al personal de obra.

Según el “Manual de Seguridad Vial”, se conceptualiza como una probabilidad de que el evento negativo se presente en el lugar trabajo, y que deriva en consecuencia de diferente grado de severidad; este hecho puede generarse una condición especial de trabajo directa, indirecta y/o mixta, que puede resultar en menoscabo de la salud o integridad física del colaborador.

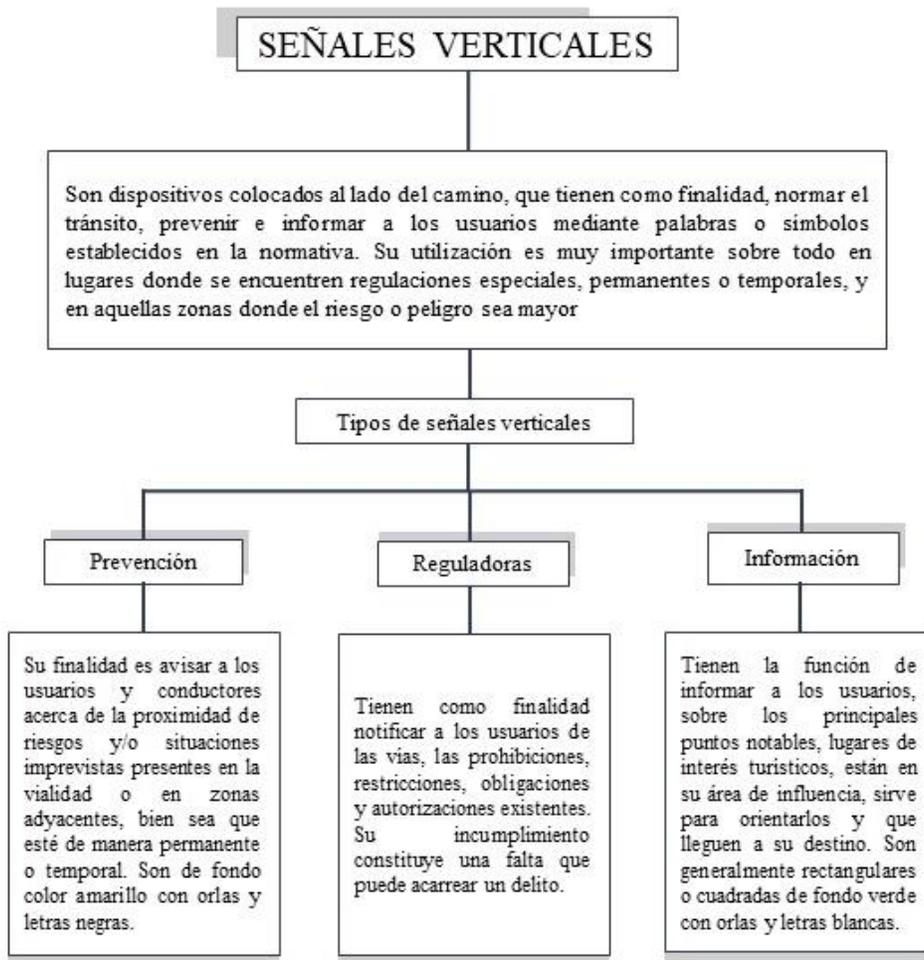
Riesgo laboral inminente; es aquel riesgo que considera:

- (a) Que en cuestión de razonamiento, resulte probable,
- (b) Que se materialice de manera inmediata (futuro inmediato),
- (c) Que suponga un daño considerable (grave) a la integridad (salud) de los trabajadores.
- (d) El estudio de señalización y seguridad vial se desarrolló con sustento técnico normativo en el manual de dispositivos de control de tránsito, para las calles y carreteras del MTC-2016, que se encuentra aprobado por la resolución ministerial N° 210-2000-MTC/15.02, el cual ha sido modificado por las resoluciones ministeriales 405-2000-MTC/15.02, 733-2004-MTC/02 y 870-2008-MTC/02.

## 2.7. Señales verticales

### **Figura 31.**

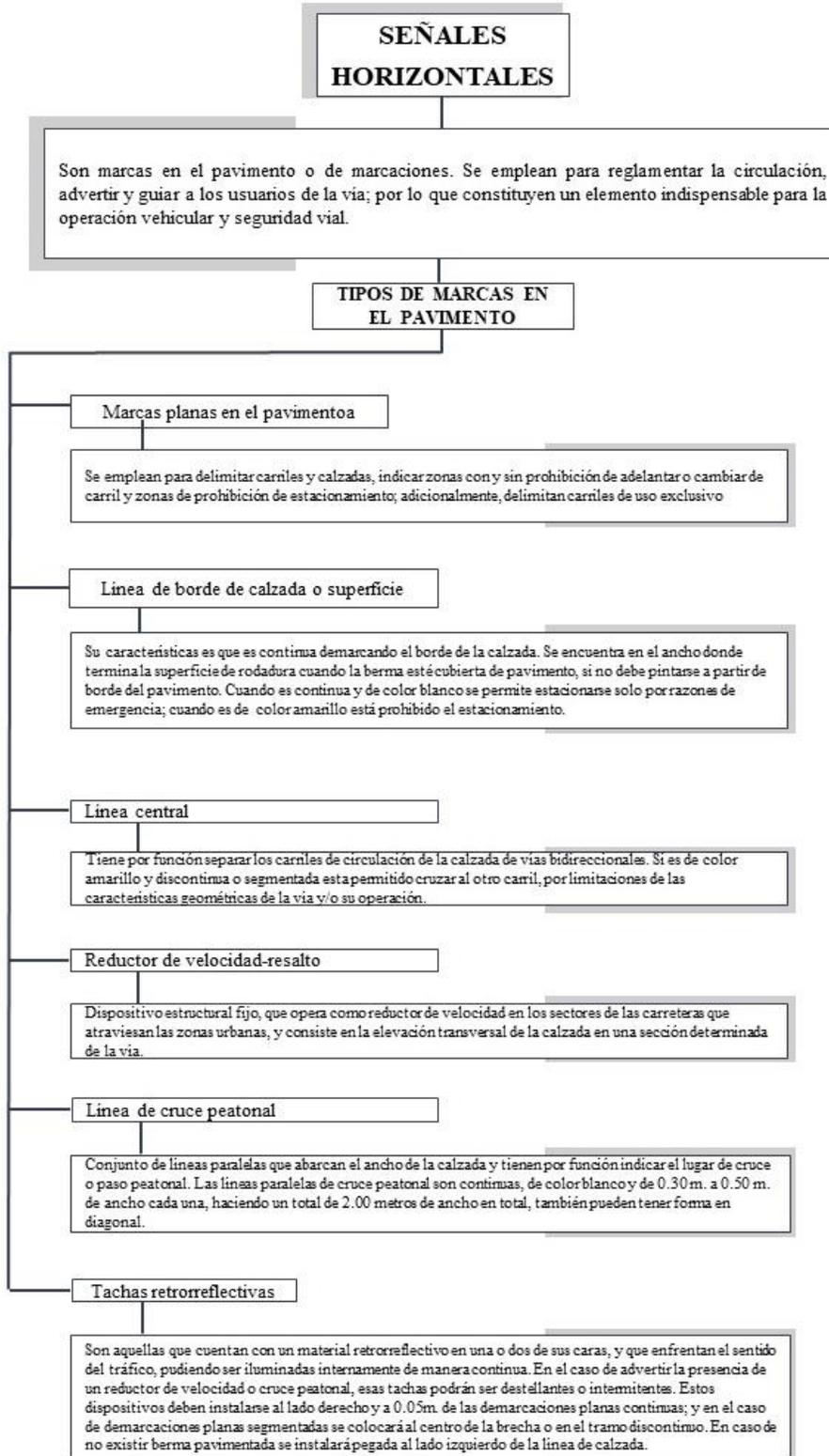
#### *Señales Verticales*



**2.7.1. Señales horizontales**

**Figura 32.**

*Señales Horizontales*



## 2.8. Seguridad en Obra

La seguridad en obra es fundamental en la ejecución de un servicio, tomándose las medidas correspondientes para su empleo y/o cumplimiento; para ello se emplean los elementos de seguridad viales tales como tranqueras, conos, chalecos, varas, señales luminosas, carteles informativos entre otros. En caso sea necesario, se procede con el cierre temporal del tránsito del lugar aplicando el plan de interferencia de vías aprobado. Para disponer de actividades de producción y la correcta seguridad de las operaciones, se deben considerar actividades de control de riesgos; adicionalmente se debe evaluar cada actividad determinada para evitar eventos no deseados que involucren al personal de obra, equipos, maquinaria y por último medio ambiente. Se realiza el monitorio de las actividades que eliminen los actos y condiciones inseguras, minimizando los riesgos de ocurrencia de incidentes y/o accidentes.

La manera como debe estar la señalización y seguridad vial dependerá de los siguientes factores:

*Personal:* Los trabajadores (supervisión, ejecutantes y operarios en general), contando con capacitaciones de labores y funciones designadas para la actividad que ejecuten, así como seguir todos los procedimientos operativos y de seguridad. Antes de las actividades, se reciben las charlas breves y se elabora el “Análisis de Trabajo Seguro (ATS)”; finalmente se analiza en concordancia con la actividad el uso correcto de los equipos de protección personal (EPP’s) tales como: Casco, Lentes, Guantes, Zapatos de seguridad, Ropa de trabajo, Protectores auditivos, Barbiquejo, Cortaviento, Protector respiratorio (gases), Traje tyvek.

*Área de influencia:* el área de trabajo debe contar con los requisitos mínimos de seguridad para iniciar las actividades, así como haber realizado las coordinaciones previas, medidas de señalización, comunicación y desvío, además de contar con los siguientes implementos en obra:

Botiquín, Kit de contingencia anti derrames, Agua potable

*Equipos y maquinarias:* donde sean usados equipos pesados, se debe contar con control de mantenimientos, así como: Señalética de seguridad ,Extintor ,Botiquín ,Luz de balizaje ,Alarma de retroceso ,Cinturón de seguridad ,Luces frontales y posteriores operativas ,Contar con check list diarios

## 2.9. Maquinarias

Vial ( 2019) sostiene que la recicladora Wirtgen, es una máquina que aporta soluciones en tareas concernientes al reciclaje en frío y a la estabilización de suelos. En comparación con el intercambio de la superficie, esta máquina ofrece estabilización, lo que requiere menos tráfico de camiones, menos horas de trabajo, menos recursos y menos emisiones de CO2. Además de la función de estabilizar el rotor puede estabilizar suelos, previamente esparcidos con mezclas de cal aglutinante o cemento con suelos existentes de baja capacidad y profundidad de 560 mm.; así como una resistencia duradera al agua y climas helados. Tiene muchas aplicaciones para carreteras, calles, autopistas, senderos, estacionamientos e instalaciones deportivas, polígonos industriales, construcción de plantas industriales, aeropuertos, vertederos o construcción de vertederos (p.321)

### Figura 33.

*Recicladora de asfalto en frio*



Fuente: Wirtgen (2018).

*Motoniveladora*: es una máquina que se utiliza para realizar trabajos de nivelación del suelo con mayor precisión que un bulldozer. Básicamente es un tractor de ruedas con una hoja curva que descansa sobre un eje delantero también con ruedas. Esta máquina es capaz de perfilar terraplenes, así como bordes de carreteras; con un grado de inclinación muy amplio ya que la cuchilla central se puede inclinar de derecha a izquierda girar horizontal y verticalmente casi 90 grados. Al ser una máquina muy completa, su manejo requiere un alto grado de especialización por parte del operador debido a de sus múltiples funciones (Construmática, 2018).

**Figura 34.**

*Motoniveladora*



Fuente: CAT (2020).

*Rodillo liso de una rola*: estas máquinas trabajan básicamente mediante elevadas presiones estáticas o vibratorias con el fin de estabilizar el suelo según el grado de compactación demandado. Diseñado para actividades de soporte pesado gracias a su alto calibre donde los rodillos realizan la función de estabilizar el suelo durante largas horas de trabajo. En obras viales se utilizan para la compactación espesando el suelo mediante remoción que elimina los espacios vacíos por energía mecánica; aumentando así la capacidad de carga y la estabilidad del suelo. El Rodillo

Compactador, se emplea en la etapa de compactación de las sub-bases y bases de las vías, justo después del trabajo de nivelación realizado por la motoniveladora. El número de pasadas del rodillo sobre el terreno dependerá del análisis del proyectista de la obra, basado en el estudio del espesor de la carpeta de base o sub base (Perú Construye, 2016).

**Figura 35.**

*Rodillo de base*



Fuente: CAT (2020).

*Rodillo neumático:* este equipo de compactación usa neumáticos flexibles como rodillos que sirven para compactar materiales tanto cohesivos como no cohesivos; en suelos arenosos, arcillas, mezclas de grava, suelos estables, asfalto, concreto, entre otros. En general, este tipo de máquinas se utiliza en proyectos de construcción de carreteras de primer nivel, realizando la compactación final correspondiente a la superficie del asfalto (AIPE, 2016).

**Figura 36.**

*Rodillo neumático*



Fuente: CAT (2020).

**2.10. Insumos**

**Emulsión:** se definen como una fina dispersión ciertamente estabilizada de un fluido en otro que no es miscible entre sí, se compone básicamente de tres ingredientes: asfalto, agua y un agente emulsionante. Para ciertos casos, el agente emulsionante, contiene un estabilizador. El aspecto fundamental de las emulsiones es que su preparación se compone de una carga dieléctrica de signo opuesto al del agregado con el que se mezclarán; pudiendo clasificarse en: ácido alcalino o catiónico (+) o aniónico (-) y no iónico. Esta clasificación se basa en una de las leyes de la electricidad,

Ingredientes de la emulsión

Asfalto: El cemento asfáltico, ingrediente básico para una emulsión, y en la gran mayoría, forma el 55 al 70% de la misma,

Agua: humedece y disuelve; se integra a las demás sustancias generalmente, y regula las reacciones químicas,

Agentes emulsificantes: Sus propiedades dependen en principio de la química usada como emulsificante, llamada surfactante, esta determina que la emulsión sea clasificada y/o catalogada como Aniónica, Catiónica o No iónica

#### Usos generales

Emulsiones de Rotura Rápida : están diseñados para reaccionar de manera rápida al contacto con agregado y cambiar de emulsión a asfalto. Se utilizan para riego como juntas de áridos, juntas de arena, entre otras,

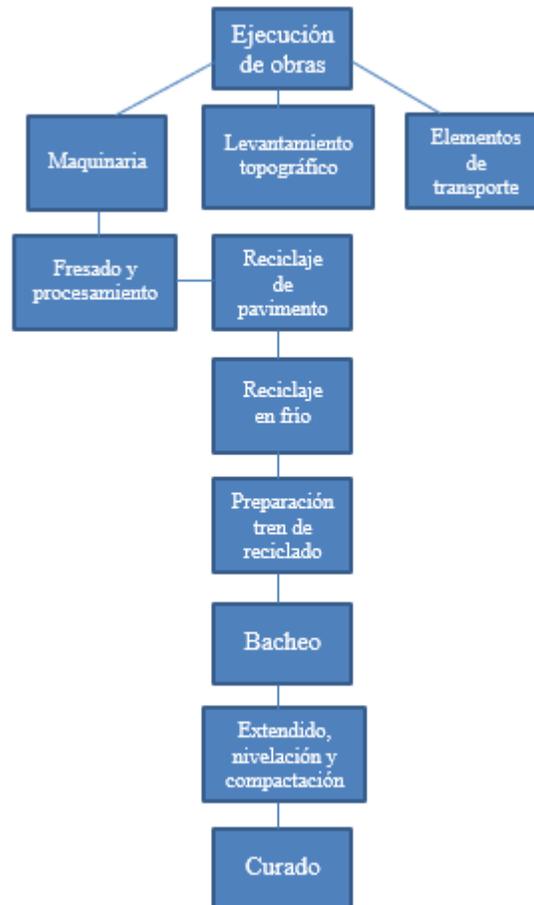
Emulsiones de Rotura Media : Son diseñadas para su mezcla conjunta con agregado grueso. Debido a que esta no rompe de manera inmediata al tener contacto con el agregado, las mezclas que la utilizan son trabajables por minutos. Estas son utilizadas generalmente en plantas móviles.

Emulsiones de Rotura Lenta : diseñadas para maximizar la seguridad cuando se realiza la mezcla. Frecuentemente son usadas con agregados densamente gradados con altos contenidos de finos,

A continuación, resumen esquemático del proceso en general de reciclado de pavimento:

**Figura 37.**

*Esquemático del proceso general de reciclado de pavimento*



## CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1. Inicio de la experiencia laboral

El cargo desempeñado fue el de asistente de residencia en la empresa Construcciones Delheal S.A.C. Entre los requisitos exigidos se solicitó un año de experiencia en proyectos de pavimentación y control de calidad, además de dominar los programas Ms Project, S10 y Office avanzado. Posterior a la selección, se realizó la incorporación a la empresa para comenzar a laborar con el mencionado cargo. El proceso de ingreso inició el 12 de octubre del 2017, mientras que las labores profesionales iniciaron el 16 de octubre del 2017, momento en que se realiza el examen médico en una clínica ocupacional, y el resultado reflejó que todos los exámenes afirman una condición perfecta de salud y sin ningún tipo de observación. Una vez realizadas todas las pruebas de rigor y aprobadas, los integrantes del grupo laboral se trasladan a Matucana para iniciar con los trabajos en el proyecto “Reparación de la Carretera Central tramo Ricardo Palma – Oroya, provincia Huarochirí, región Lima”.

En el primer día de trabajo se inició actividades conjuntamente con el ingeniero residente, quien indicó las labores y pautas que se deben seguir dentro de la obra en el cargo de asistente de residencia. En este mismo sentido, se realizaron las inspecciones de los materiales bituminosos para ejecutar la imprimación, que posteriormente sería el agente que daría adhesión al asfalto reciclado, tal como puede apreciarse en la siguiente figura:

**Figura 38.**

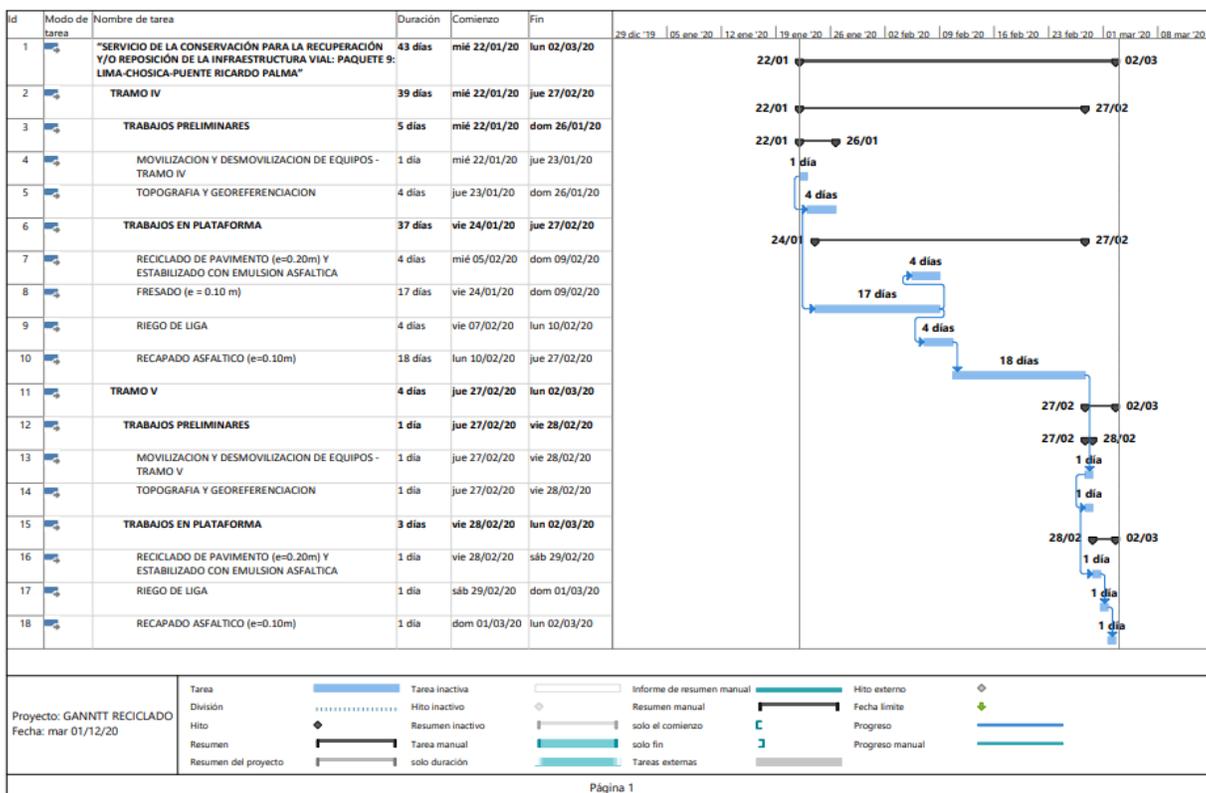
*Inspección de camión para imprimación asfáltica*



Adicionalmente, los plazos optimizados para el desarrollo de los trabajos de pavimentación reciclado de los tramos IV y V, son:

**Figura 39.**

*Diagrama de Gantt desarrollo de los trabajos de pavimento reciclado*



En cuanto a la calidad, planificación, implementación y metodologías aplicadas para el desarrollo del proyecto laboral en los tramos viales IV y V, en el sector Ricardo Palma, en las siguientes tablas pueden apreciarse los avances realizados para tal obra:

**Tabla 4.**

*Riego de liga tramo IV: Km 35+528 al 38+967*

Tramo	Descripción	Tramo Total		Unid	Cant	Metrado		
		Km Inicio	Km Fin			Largo	Ancho Promedio	Área
4	Tramo 4	35+527.82	38+967.07	m2	1	3439.25	9.81	33733.63
4	Gibas tramo 4	35+527.82	38+967.07	m2	-1			-8.95
<b>Total</b>								33724.68

Fuente: Superconcreto del Perú S.A, (2020)

**Tabla 5.**

*Recapado de pavimento tramo IV: Km 35+528 al 38+967*

Tramo	Descripción	Tramo Total		Unid	Cant	Metrado		
		Km Inicio	Km Fin			Largo	Ancho Promedio	Área
4	Tramo 4	35+527.82	38+967.07	m2	1	3439.25	9.81	33733.63
4	Gibas tramo 4	35+527.82	38+967.07	m2	-1			-8.95
<b>Total</b>								33724.68

Fuente: Superconcreto del Perú S.A, (2020)

Los datos que se evidencian del tramo IV muestran una uniformidad con respecto a la geometría de los análisis iniciales, con dos áreas características de 48 y 47.50 m<sup>2</sup>, lo cual sugiere que la construcción vigente para estos sub - tramos cumplió con los procesos adecuados de construcción de acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018).

**Tabla 6.**

*Planillas de secciones del tramo IV 35+525 al 36+030 riego de liga y recapado de  
pavimento*

Progresiva	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Progresiva	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
35+525		9.60		35+780	5.00	9.50	47.50
35+530	5.00	9.60	48.00	35+785	5.00	9.50	47.50
35+535	5.00	9.60	48.00	35+790	5.00	9.50	47.50
35+540	5.00	9.60	48.00	35+795	5.00	9.50	47.50
35+545	5.00	9.60	48.00	35+800	5.00	9.50	47.50
35+550	5.00	9.60	48.00	35+805	5.00	9.50	47.50
35+555	5.00	9.60	48.00	35+810	5.00	9.50	47.50
35+560	5.00	9.60	48.00	35+815	5.00	9.50	47.50
35+565	5.00	9.60	48.00	35+820	5.00	9.50	47.50
35+570	5.00	9.60	48.00	35+825	5.00	9.50	47.50
35+575	5.00	9.60	48.00	35+830	5.00	9.50	47.50
35+580	5.00	9.60	48.00	35+835	5.00	9.50	47.50
35+585	5.00	9.60	48.00	35+840	5.00	9.50	47.50
35+590	5.00	9.60	48.00	35+845	5.00	9.50	47.50
35+595	5.00	9.60	48.00	35+850	5.00	9.50	47.50
35+600	5.00	9.60	48.00	35+855	5.00	9.50	47.50
35+605	5.00	9.60	48.00	35+860	5.00	9.50	47.50
35+610	5.00	9.60	48.00	35+865	5.00	9.50	47.50
35+615	5.00	9.60	48.00	35+870	5.00	9.50	47.50
35+620	5.00	9.60	48.00	35+875	5.00	9.50	47.50
35+625	5.00	9.60	48.00	35+880	5.00	9.50	47.50
35+630	5.00	9.60	48.00	35+885	5.00	9.50	47.50
35+635	5.00	9.60	48.00	35+890	5.00	9.50	47.50
35+640	5.00	9.60	48.00	35+895	5.00	9.50	47.50
35+645	5.00	9.60	48.00	35+900	5.00	9.50	47.50
35+650	5.00	9.60	48.00	35+905	5.00	9.50	47.50
35+655	5.00	9.60	48.00	35+910	5.00	9.50	47.50
35+660	5.00	9.60	48.00	35+915	5.00	9.50	47.50
35+665	5.00	9.60	48.00	35+920	5.00	9.50	47.50
35+670	5.00	9.60	48.00	35+925	5.00	9.50	47.50
35+675	5.00	9.60	48.00	35+930	5.00	9.50	47.50
35+680	5.00	9.60	48.00	35+935	5.00	9.50	47.50
35+685	5.00	9.60	48.00	35+940	5.00	9.50	47.50
35+690	5.00	9.60	48.00	35+945	5.00	9.50	47.50
35+695	5.00	9.60	48.00	35+950	5.00	9.50	47.50
35+700	5.00	9.50	47.75	35+955	5.00	9.50	47.50
35+705	5.00	9.50	47.50	35+960	5.00	9.50	47.50
35+710	5.00	9.50	47.50	35+965	5.00	9.50	47.50
35+715	5.00	9.50	47.50	35+970	5.00	9.50	47.50
35+720	5.00	9.50	47.50	35+975	5.00	9.50	47.50
35+725	5.00	9.50	47.50	35+980	5.00	9.50	47.50
35+730	5.00	9.50	47.50	35+985	5.00	9.50	47.50
35+735	5.00	9.50	47.50	35+990	5.00	9.50	47.50
35+740	5.00	9.50	47.50	35+995	5.00	9.50	47.50
35+745	5.00	9.50	47.50	36+000	5.00	9.50	47.50
35+750	5.00	9.50	47.50	36+005	5.00	9.50	47.50

35+755	5.00	9.50	47.50	36+010	5.00	9.50	47.50
35+760	5.00	9.50	47.50	36+015	5.00	9.50	47.50
35+765	5.00	9.50	47.50	36+020	5.00	9.50	47.50
35+770	5.00	9.50	47.50	36+025	5.00	9.50	47.50
35+775	5.00	9.50	47.50	36+030	5.00	9.50	47.50

Fuente: Superconcreto del Perú S.A, (2020).

Realizada la plantilla de las secciones del tramo IV, en la siguiente tabla se muestra las características señalizaciones de seguridad vial:

**Tabla 7.**

*Señalizaciones y seguridad vial*

<b>Señalizaciones y Seguridad Vial</b>					
<b>Actividad: Gibas</b>					
<b>Tramo IV km 35+535 al 38+970</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Calzada lado</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
1	36+109.87	Única	1.85	2.50	4.63
2	36+162.62	Única	1.73	2.50	4.33
<b>Total tramo IV</b>					<b>8.96</b>

Fuente: Superconcreto del Perú S.A, (2020).

En esta misma línea, también son realizadas las plantillas de las secciones del tramo V. A continuación, se observa descripción de reciclado de pavimento:

**Tabla 8.**

*Reciclado de pavimento tramo V: Km 38+989 al 39+548*

<b>Tramo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tramo Total</b>		<b>Unid</b>	<b>Cant</b>	<b>Metrado</b>		
		<b>Km Inicio</b>	<b>Km Fin</b>			<b>Largo</b>	<b>Ancho Promedio</b>	<b>Área</b>
5	Tramo 5	38+988.65	39+548.31	m <sup>2</sup>	1	559.66	7.71	4317.50
5	Gibas tramo 5	38+988.65	39+548.31	m <sup>2</sup>	-1			-4.60
<b>Total</b>								<b>4312.90</b>

Fuente: Superconcreto del Perú S.A, (2020).

De igual forma, son realizadas las plantillas de las secciones del tramo V, en la siguiente tabla se observa la descripción del riego de liga:

**Tabla 9.**

*Riego de liga tramo V: Km 38+989 al 39+548*

Tramo	Descripción	Tramo Total		Metrado				
		Km Inicio	Km Fin	Unid	Cant	Largo	Ancho Promedio	Área
5	Tramo 5	38+988.65	39+548.31	m2	1	559.66	7.71	4317.50
5	Gibas tramo 5	38+988.65	39+548.31	m2	-1			-4.60
<b>Total</b>								<b>4312.90</b>

Fuente: Superconcreto del Perú S.A, (2020).

Del mismo modo, son realizadas las plantillas de las secciones del tramo V, se aprecia el recapado de pavimento en la siguiente tabla:

**Tabla 10.**

*Recapado de pavimento tramo V: Km 38+989 al 39+548*

Tramo	Descripción	Tramo Total		Metrado				
		Km Inicio	Km Fin	Unid	Cant	Largo	Ancho Promedio	Área
5	Tramo 5	38+988.65	39+548.31	m2	1	559.66	7.71	4317.50
5	Gibas tramo 5	38+988.65	39+548.31	m2	-1			-4.60
<b>Total</b>								<b>4312.90</b>

Fuente: Superconcreto del Perú S.A, (2020)

Se presentan a continuación las planillas de las secciones del tramo V donde se realiza el reciclado del pavimento con el riego de liga y el recapado de pavimento y donde la autora de esta suficiencia ejecuta las supervisiones de los trabajos que allí se efectúan:

**Tabla 11.**

*Planillas de secciones del tramo V 38+980 al 39+485 riego de liga y recapado de pavimento*

Progresiva	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Progresiva	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
38+980		8.20		39+235	5.00	8.40	42.00
38+985	5.00	8.20	41.00	39+240	5.00	8.40	42.00
38+990	5.00	8.20	41.00	39+245	5.00	8.40	42.00
38+995	5.00	8.20	41.00	39+250	5.00	8.40	42.00
39+000	5.00	8.20	41.00	39+255	5.00	8.40	42.00
39+005	5.00	8.20	41.00	39+260	5.00	8.40	42.00
39+010	5.00	8.20	41.00	39+265	5.00	8.40	42.00
39+015	5.00	8.20	41.00	39+270	5.00	8.40	42.00
39+020	5.00	8.20	41.00	39+275	5.00	8.40	42.00
39+025	5.00	9.10	43.25	39+280	5.00	8.40	42.00
39+030	5.00	9.10	45.50	39+285	5.00	8.40	42.00
39+035	5.00	9.10	45.50	39+290	5.00	8.40	42.00
39+040	5.00	9.10	45.50	39+295	5.00	8.40	42.00
39+045	5.00	9.10	45.50	39+300	5.00	8.40	42.00
39+050	5.00	9.10	45.50	39+305	5.00	8.40	42.00
39+055	5.00	9.10	45.50	39+310	5.00	8.40	42.00
39+060	5.00	9.10	45.50	39+315	5.00	8.40	42.00
39+065	5.00	9.10	45.50	39+320	5.00	8.40	42.00
39+070	5.00	9.10	45.50	39+325	5.00	8.40	42.00
39+075	5.00	9.10	45.50	39+330	5.00	8.40	42.00
39+080	5.00	9.10	45.50	39+335	5.00	8.40	42.00
39+085	5.00	9.10	45.50	39+340	5.00	8.40	42.00
39+090	5.00	9.10	45.50	39+345	5.00	8.40	42.00
39+195	5.00	9.10	45.50	39+350	5.00	8.40	42.00
39+100	5.00	9.10	45.50	39+355	5.00	8.40	42.00
39+105	5.00	9.10	45.50	39+360	5.00	8.40	42.00
39+110	5.00	9.10	45.50	39+365	5.00	8.40	42.00
39+115	5.00	9.10	45.50	39+370	5.00	8.40	42.00
39+120	5.00	9.10	45.50	39+375	5.00	8.40	42.00
39+125	5.00	9.10	45.50	39+380	5.00	8.40	42.00
39+130	5.00	9.10	45.50	39+385	5.00	8.40	42.00
39+135	5.00	9.10	45.50	39+390	5.00	8.40	42.00
39+140	5.00	9.10	45.50	39+395	5.00	8.40	42.00
39+145	5.00	8.40	43.75	39+400	5.00	8.40	42.00
39+150	5.00	8.40	42.00	39+405	5.00	8.40	42.00
39+155	5.00	8.40	42.00	39+410	5.00	8.40	42.00
39+160	5.00	8.40	42.00	39+415	5.00	8.40	42.00
39+165	5.00	8.40	42.00	39+420	5.00	8.40	42.00
39+170	5.00	8.40	42.00	39+425	5.00	8.40	42.00
39+175	5.00	8.40	42.00	39+430	5.00	8.40	42.00
39+180	5.00	8.40	42.00	39+435	5.00	8.40	42.00
39+185	5.00	8.40	42.00	39+440	5.00	8.40	42.00
39+190	5.00	8.40	42.00	39+445	5.00	8.40	42.00
39+195	5.00	8.40	42.00	39+450	5.00	8.40	42.00
39+200	5.00	8.40	42.00	39+455	5.00	8.40	42.00
39+205	5.00	8.40	42.00	39+460	5.00	8.40	42.00
39+210	5.00	8.40	42.00	39+465	5.00	8.40	42.00
39+215	5.00	8.40	42.00	39+470	5.00	8.40	42.00
39+220	5.00	8.40	42.00	39+475	5.00	8.40	42.00
39+225	5.00	8.40	42.00	39+480	5.00	8.40	42.00
39+230	5.00	8.40	42.00	39+485	5.00	8.40	42.00

Fuente: Superconcreto del Perú S.A, (2020)

Realizadas las plantillas de las secciones del tramo V, se colocaron las señalizaciones de seguridad vial, tal como puede apreciarse en la siguiente tabla:

**Tabla 12.**

*Señalizaciones y seguridad vial*

<b>Señalizaciones y Seguridad Vial</b>						
<b>Actividad: Gibas</b>						
<b>Tramo V km 38+970 al 39+500</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Calzada</b>	<b>Longitud</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	
		<b>lado</b>	<b>(m)</b>			
1	39+074.35	Única	1.84	2.50	4.60	
<b>Total tramo V</b>						<b>4.60</b>

Fuente: Superconcreto del Perú S.A, 2020

### 3.2. Descripción del Proyecto e Involucrados

El proyecto “Servicio de conservación para la recuperación y/o reposición de la infraestructura vial Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma”, ubicado en la carretera central iniciando en el parque de Chosica hasta el puente Ricardo Palma, consta de trabajos de reciclado de asfalto en frío con emulsión en los tramos IV y V.

En el tramo IV se trabajó del km (35+535 al 38+970) siendo 3435 m con un ancho promedio de 10 m, y en el tramo V se trabajó el km (38+970 al 39+500) siendo 530 ml con un ancho promedio de 9 m.

El tramo IV y V es de 01 calzada con 02 carriles, se inició en sentido derecho de la calzada con una distancia de 400 ml por un ancho de 5m, reciclando con un espesor de 20cm dado que la recicladora cuenta con un ancho de faja de 3m se dará varias pasadas hasta lograr cubrir todo. Dichos tramos se encontraban con varias fallas estructurales en el pavimento tales como grietas, fisuras, ahuellamiento, hundimiento, corrugación, bache, peladura y exudación. Los involucrados del proyecto, por área es:

**Tabla 13.**
*Responsables de cada área*

Área	Abrev.	Responsable	Abrev.
<b>Gerente General</b>	GG	Juan Fernández	JF
<b>Residente de Obra</b>	RO	Ing., Hugo Cornejo	HC
<b>SSOMA</b>	SEG	Ing. Luis Huamán	LH
<b>Recursos Humanos</b>	RRHH	Beatriz Meza	BM
<b>Contabilidad</b>	CON	Gabriela Martínez	GM
<b>Administración</b>	ADM	Cesar Silva	CS
<b>Oficina Técnica</b>	OT	Ing. Elmer Huacahuasi	EH
<b>Asistente de Residencia</b>	AR	Joselyn Huallanca	JH
<b>Equipos</b>	EQP	Marcial Azaña	MA
<b>Supervisor</b>	SUP	Richard Espinoza	RE

### 3.3. Funciones del proyecto

El cargo desempeñado en el proyecto es de asistente de residencia; las labores principales efectuadas son los procedimientos y ejecuciones de todo el proceso constructivo en todas las actividades concernientes a la obra; de tal manera que se cumpla con todas las indicaciones y realizar todo el cronograma de obra. Del mismo modo, coordinar y planificar en conjunto con el ingeniero residente y con el ingeniero de producción las tareas a cumplir. Adicionalmente, las funciones que se deben efectuar con el requerimiento de todos los recursos (insumos, materiales, equipos e instrumentos) necesarios para no tener ningún retraso en obra y así ser eficientes y evitar tener personal sin trabajo.

De la misma manera, controlar las maquinarias con su respectivo horómetro, para monitorear y controlar las horas trabajadas y vigilar el combustible consumido. Por último, hacer el tareo de todo el personal y el metrado del trabajo diario a realizar, para determinar las actividades de reciclado y llevar el trabajo lo más ordenado posible y luego llevar toda la información a gabinete y poder valorizar.

### 3.4. Desarrollo del proyecto

La experiencia laboral es basada en la ejecución, verificación y seguimientos en todo el proceso constructivo de reciclado de asfalto en frío con emulsión asfáltica, en la Carretera Central comprendidos en los tramos IV y V. Recolectándose todo el avance de producción diario para poder informar todas las actividades realizadas y ser enviadas al ingeniero residente y a todos los jefes responsables de cada área, para así disponer de la información para los fines involucrados.

En la siguiente tabla se presenta un diagrama de acuerdo a las actividades y fechas a realizar.

A continuación, se muestra un cuadro con las áreas específicas de las actividades de reciclado en los dos tramos ejecutados:

**Tabla 14.**

*Metrados de los dos tramos de reciclado*

Actividad	Progresivas	Longitud (ml)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Reciclado tramo IV	35+535 - 38+970	3435	10	34350
Reciclado tramo V	38+970 - 39+500	530	9	4770

Reciclado de asfalto en frío con emulsión: En ambos tramos es realizado el mismo trabajo, dando inicio en la plaza de Chosica hasta el puente Ricardo Palma donde finaliza los trabajos.

Estos son los tramos más críticos del proyecto ya que solo cuentan con una calzada de dos carriles. Es una de las carreteras más transitadas y con problemas climatológicos; ya que por esa zona siempre hay presencia de huaycos, haciendo que el pavimento tenga muchas fallas tanto estructurales como superficial derivado de no realizar los manteamientos correspondientes. En ambos tramos se realiza un avance diario de 400 m en ambos carriles, habiendo días que no se cumple debido a falta de insumos o problemas como roturas de tuberías o buzones siendo días de baja productividad en obra. A continuación, se muestra el cuadro con todas las actividades realizadas.

En la tabla se especifica todo el avance diario con los insumos (emulsión, cemento) y las progresivas avanzadas.

**Tabla 15.**

*Actividades de los tramos realizados (A)*

Fecha	Horómetro		Trabajo Realizado	Progresiva		Medidas		Insumos usados (GLS, BLS)		Elem. Desgate		
	Inicial	Final		Total has	Inicial	Final	m lineal	m2	Emulsión	Cemento	Picas	Portapicas
17/01/2020	1615	1615	0	Carga de equipo a camabaja								
18/01/2020	1615	1616	1	Descarga de equipo en obra								
19/01/2020	1616	1616	0	Stand by								
20/01/2020	1616	1616	0	Stand by								
21/01/2020	1616	1616	0	Stand by								
22/01/2020	1616	1621	5	Se hizo tramo de prueba	036+570 036+270	300	720	3153	36			
23/01/2020	1621	1625	4	Se hizo tramo de prueba	036+570 036+270	300	720	3395	36			
24/01/2020	1625	1628	3	Se hizo tramo de prueba	036+270 036+160	110	264	1144	13	2		
25/01/2020	1628	1628	0	Stand by								
26/01/2020	1628	1628	0	Stand by								
27/01/2020	1628	1633	5	Reciclado de asfalto	035+530 035+760	350	840	3498	42	35		
28/01/2020	1633	1639	6	Reciclado de asfalto	035+530 035+760	330	792	4134	39	39		
29/01/2020	1639	1645	6	Reciclado de asfalto	035+760 036+040	540	1296	7003	64	62		
30/01/2020	1645	1652	7	Reciclado de asfalto	035+760 036+040	230	552	8718	31	40		
31/01/2020	1652	1659	7	Reciclado de asfalto	035+760 036+040	280	672	7847	33	53	3	
01/02/2020	1659	1659	0	Stand by								
02/02/2020	1659	1659	0	Stand by								
03/02/2020	1659	1663	4	Reciclado de asfalto	036+570 036+870	170	408	2372	20	27	5	
04/02/2020	1663	1669	6	Reciclado de asfalto	036+570 036+870	590	1416	6463	70	22		
05/02/2020	1669	1674	5	Reciclado de asfalto	036+570 036+870	290	696	6631	34	41		
06/02/2020	1674	1676	2	Reciclado de asfalto	036+570 036+870	200	480	400	24			
07/02/2020	1676	1676	0	Stand by								
08/02/2020	1676	1683	7	Reciclado de asfalto	036+570 036+880	310	744	8128	37	30	3	
09/02/2020	1683	1683	0	Stand by								
10/02/2020	1683	1687	4	Reciclado de asfalto	036+870 037+070	200	480	4298	24	19		
11/02/2020	1687	1694	7	Reciclado de asfalto	036+870 037+070	400	960	10565	47	48		
12/02/2020	1694	1699	5	Reciclado de asfalto	037+070 037+170	100	240	3460	12	24		
13/02/2020	1699	1705	6	Reciclado de asfalto	037+270 037+470	200	480	5434	24	10		

**Tabla 16.**

*Actividades de los tramos realizados (B)*

Fecha	Horometro		Trabajo Realizado	Progresiva		Medidas		Combustible	Insumos usados (GLS, BLS)		Elem. Desgate		
	Inicial	Final		Total hrs	Inicial	Final	m lineal		m2	Emulsion	Cemento	Picas	Portapicas
14/02/2020	1705	1709	4	Reciclado de asfalto		340	816		4000	40	11	1	
15/02/2020	1709	1714	5	Reciclado de asfalto		037+490	037+840		7828	42	34		
16/02/2020	1714	1714	0	Stand by		0	0			0			
17/02/2020	1714	1714	0	Stand by		0				0			
18/02/2020	1714	1717	3	Reciclado de asfalto		37+495	37+595		1205	12	29	2	
19/02/2020	1717	1729	12	Reciclado de asfalto			565	1356	257	12669	67	68	
20/02/2020	1729	1739	10	Reciclado de asfalto			410	984	194	10335	49	89	3
21/02/2020	1739	1744	5	Reciclado de asfalto		38+040	38+410		8259	44	31		
22/02/2020	1744	1748	4	Reciclado de asfalto		38+250	38+450		5394	24	25		
23/02/2020	1748	1748	0	Stand by		0	0			0			
24/02/2020	1748	1753	5	Reciclado de asfalto		038+460	038+860		10138	47	49	1	
25/02/2020	1753	1758	5	Reciclado de asfalto		038+400	038+710		7306	37	40		
26/02/2020	1758	1763	5	Reciclado de asfalto		038+710	038+970		5844	31	40		
27/02/2020	1763	1769	6	Reciclado de asfalto			340	816	117	7769	40	29	
28/02/2020	1769	1777	8	Reciclado de asfalto			540	1296		11569	64	67	
29/02/2020	1777	1781	4	Reciclado de asfalto		39+220	38+980		40	5102	28	23	
03/03/2020	1781	1785	4	Reciclado de asfalto		037+170	037+460		199	5276	69	61	28

Señalización del área a trabajar: la seguridad es muy importante en toda obra; en este sentido, el cierre de media calzada es mucho más riesgosa y requieren altas medidas de seguridad.

El personal se traslada al punto de trabajo a las 7:00 am; siendo la hora de cierre del tramo para empezar con la señalización respectiva. Todo personal que ingresa a obra debe estar correctamente uniformado y con su respectivo EPP's completo para luego continuar con la charla de seguridad de 5 minutos, después de dicha capacitación se procede al llenado del ATS (análisis de trabajo seguro), donde se identifican los peligros, riesgos y prevenciones a considerar. Luego se da inicio a las labores una vez terminado el primer carril, para luego realizar el cambio de señalización para el siguiente carril.

**Figura 40.**

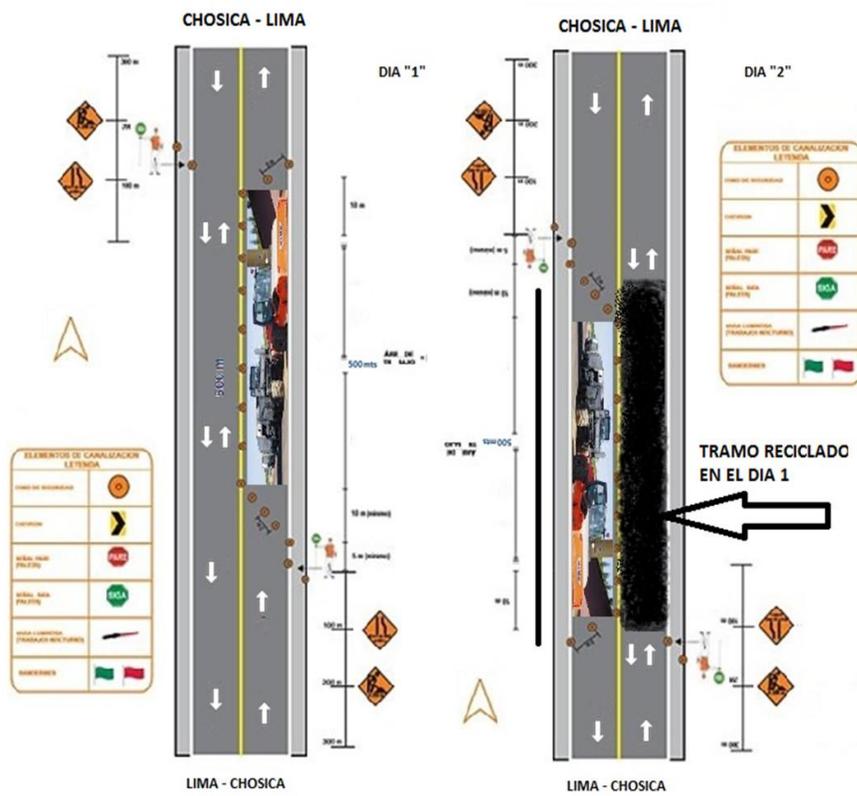
*Señalización tramo reciclado*



Fuente: Superconcreto del Perú S.A, (2020)

**Figura 41.**

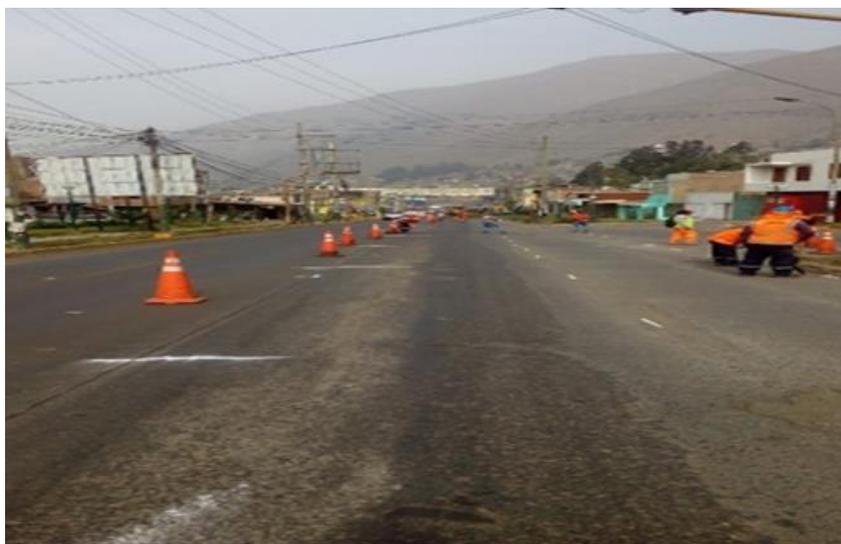
*Tramos de reciclado a trabajar*



Fuente: Superconcreto del Perú S.A, (2020)

**Figura 42.**

*Tramos señalizado listo para trabajar*

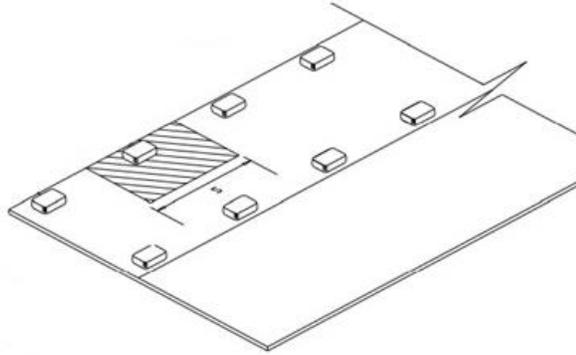


Trazado del área a trabajar por topografía y colocación del cemento: Después de la señalización se procede al trazado de vía con la ayuda de la topografía, donde traza en ancho de vía (5m) ya que es primordial, esto determina el número de pasadas (cortes) requeridas para cubrir toda la calzada y hacer las mediciones respectivas para la colocación y distribución de las bolsas de cemento antes de dar inicio al reciclado. Para ello, se colocan las bolsas de cemento cada 8 m<sup>2</sup> para ser extendidas y esparcidas manualmente en todo el ancho de la vía. Para dicho trabajo se cuenta con las asistencias de 4 peones que con ayuda de los jaladores esparcen el material en toda el área de trabajo.

En este proyecto se trabaja con cemento, de esta manera las actividades de nivelado y compactado debe ser terminado antes de que el cemento pierda sus propiedades.

**Figura 43.**

*Separación de los sacos de cemento*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

**Figura 44.**

*Trazado topográfico*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

**Figura 45.**

*Esparcido del cemento a toda el área a trabajar*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

**Figura 46.**

*Colocación del cemento*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

Preparación del tren de reciclado: Es primordial que todas las maquinarias que sean partícipes del trabajo, se encuentren en perfectas condiciones para no tener ningún inconveniente en operación de reciclado. Debe ser verificado que las cisternas tanto de agua como emulsión tenga la cantidad suficiente para la longitud del corte necesario.

Después de realizar las verificaciones, se pasa al punto de inicio del corte para hacer la instalación de la manguera que conecta la recicladora con la cisterna de emulsión, se tiene que dar indicaciones al operador que debe estar enterado que al carril de los lados centrales se aplica un 4.25% de emulsión, ya que en dicha zona la carpeta asfáltica es de un espesor de 2”; y en los lados extremos se inyecta un porcentaje de 4.5 % ya que ese lado la carpeta asfáltica es de un espesor de 1”.

Por otro lado, el contratista en conjunto con la supervisión, evalúan y concluyen que es preciso aplicar un cierto porcentaje adicional. A continuación, se inicia con el corte de 20 cm espesor (Asfalto=10cm y Base granular=10cm), al iniciar el corte el supervisor debe realizar las verificaciones de espesor, controlar la humedad del terreno y posterior a eso obtener la prueba de densidad.

**Figura 47.**

*Instalación de la manguera del camión de emulsión con la recicladora*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

**Figura 48.**

*Verificación de operatividad de la compresora mecánica*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

**Figura 49.**

*Reciclado espesor 20cm*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

**Figura 50.**

*Control de Humedad*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

**Figura 51.**

*Prueba de densidad en la superficie terminada*



Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)

**Figura 52.**

*Control de temperatura de asfalto en la tolva de la esparcidora*



*Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)*

Después de haber realizado el corte ingresa el rodillo de base para compactar a una vibración de baja frecuencia, para que pueda empezar la topografía y colocar las cotas de acuerdo a los niveles y la forma de superficie (bombeo y peralte), para luego dejar el trabajo de la motoniveladora y esparcir, colocar y nivelar el material.

**Figura 53.**

*Colocación de cotas para la nivelación*



*Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)*

**Figura 54.**

*Nivelación de material*



*Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)*

Paso seguido, se realiza la compactación con el rodillo base para obtener la densidad especificada, que es uno de los factores más importantes en el desempeño del pavimento rehabilitado. Es de considerar que, si no se realiza una buena compactación del material, este se densificará bajo la acción del tráfico, lo cual puede causar ahuellamientos prematuros y afectar la

resistencia requerida de la capa. Luego ingresa la cisterna de agua para que pueda seguir la compactación y así el material no se pegue a la rola del rodillo.

**Figura 55.**

*Ingreso de la cisterna de agua*



*Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)*

**Figura 56.**

*Compactación de rodillo de base*



*Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)*

Finalmente, la superficie debe quedar cerrada para evitar el ingreso de agua, para ello se necesita humectar; esto se realiza utilizando el rodillo neumático para darle suficientes finos a la superficie y llenar los vacíos, para luego dar pase al tráfico. Después de pasar la prueba de densidad, se procede a hacer la imprimación con emulsión y se coloca una carpeta asfáltica de 4.

### **Figura 57.**

*Nivelación del material*



*Fuente: Informe de Valorización 5, Construcciones Delheal S.A.C (2020)*

### **3.5. Objetivos**

En la experiencia laboral se destaca tres objetivos de acuerdo a la participación en el proyecto.

- (a) Identificar los plazos optimizados para el desarrollo de trabajos con pavimento reciclado.
- (b) Demostrar los costos optimizados para el desarrollo de trabajos con pavimento reciclado.

- (c) Indicar los estándares de calidad en el desarrollo de trabajos con pavimento reciclado.

### **3.6. Estrategia a desarrollar en el proyecto**

En campo, la estrategia para el desarrollo del proyecto se basa en la metodología base de reciclado de pavimentos en frío establecida por Elvira (1982) con técnicas de mejoramiento basadas en Montejo (2006) en los manuales de ingeniería “Manual de reciclado de pavimentos” e “Ingeniería de pavimentos: evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías” correspondientemente. Esta fundamentación teórica es la guía para los procesos prácticos en los proyectos viales de reciclado, debido a que hace falta desarrollar normativa peruana específica para el pavimento reciclado en frío con emulsión, una técnica innovadora a aplicar en el país.

Administrativamente, se estableció una estrategia operativa basada en el Sistema de Gestión Vial SGV que se maneja en la organización, la misma que establece que para los proyectos de rehabilitación son necesarios los siguientes componentes: inventario, evaluación de condición actual, análisis de necesidades, priorización, impacto de las decisiones de financiamiento y retroalimentación; basados en el Decreto Supremo N° 019-2016 de la Casa de Gobierno (2016).

Esta estrategia operativa permite optimizar los procesos, con énfasis en la toma de decisiones y su impacto en la programación y el presupuesto. Requiere como datos de entrada información sobre condición actualizada de la red, políticas de mantenimiento y rehabilitación, estimaciones presupuestarias, prioridades de la red y pronósticos de futuras condiciones.

Los recursos requeridos para esta estrategia son: personal administrativo y técnico capacitado, estándares de desempeño, políticas para planificación presupuestaria, políticas ambientales y sociales.

Para que este sistema funcione, se plantea una alta exigibilidad en la calidad de los datos, cuyas características deben cumplir con: receptibilidad, exactitud, precisión, calibración adecuada de instrumentaría utilizada, procedimientos y prácticas bien documentadas y sistemas de procesamiento y almacenamiento de información

### **3.7. Metodología**

Para la metodología del proyecto se establecieron los datos de partida: periodo de proyecto, tipo de reciclado, tráfico, historial del firme a reciclar, geometría actual y futura de la carretera, tiempos en los que se ejecutará el proyecto y sus actividades, disponibilidad de equipos, herramientas y materiales de construcción, capas a determinar sobre el reciclado, comportamiento actual del pavimento, nivel de propiedades funcionales de los elementos, aportación adicional de materiales y presupuesto para la ejecución del proyecto así como la intervención permanente para su conservación.

Posteriormente se establece una inspección visual para determinar: zonas para estacionamiento de los equipos para la construcción, problemas de drenaje, trazado de vía con relieve del terreno, problemas por presencia de arquetas, bordillos, accesos, entre otros, tramos que ya han sido intervenidos, zonas que necesitan regulación superficial, deterioros considerables que requieran de tratamientos especiales y niveles de deterioro en cada zona a intervenir.

La toma de muestras consiste en la siguiente parte de la metodología, para ello es importante identificar los puntos para el muestreo del firme, que deben ser aleatorios y consisten en la obtención de testigos para determinar la calidad del material estructural.

A continuación, se deben establecer las fórmulas del proyecto, que es la consecuencia de los resultados de los ensayos de laboratorio. Para ello se consideran materiales representativos y se acuden a procedimientos específicos para el desarrollo de las fórmulas de los elementos. Por

ejemplo: la metodología Marshall que se varía para emulsiones, la metodología de Probisa para mezclas densas en frío, entre otros especificados para cada una de las etapas de la obra.

Para finalizar, tras la obtención de los dimensionamientos y las especificaciones de los elementos estructurales, se procede a realizar los procedimientos constructivos

### **3.8. Modelos**

Se especifican dos tipos de modelos aplicados a la investigación actual: modelos analíticos de comportamiento y modelos de respuesta física. Los modelos fueron desarrollados por la empresa para diseñar las especificaciones de los materiales y procedimientos para el reciclado de pavimento en frío con emulsión.

Los modelos analíticos de comportamiento permitieron establecer el dimensionamiento de la sección reciclada con emulsión, el modelo utilizado para el presente proyecto fue el sistema Probisa para pavimento reciclado. De igual forma, se empleó el modelo analítico relativo al cálculo de la vida media del pavimento reciclado que se grafica un diagrama que relaciona la razón de expansión con la vida media en función de la temperatura de su asfalto.

Así también, los modelos de respuesta física se establecen en base a un muestreo físico y una experimentación, siendo los procesos implementados en los modelos físicos del actual proyecto: el procedimiento de Proctor estándar, los diagramas de determinación de humedad en campo, las tablas de espesores de control, la toma de briquetas y la variación de temperatura del asfalto. De igual forma, dentro de los modelos de respuesta física se incluyen las normas de calidad que se determinan en el capítulo de resultados, que son: granulometría, densidad máxima seca, peso específico, entre otros.

### **3.9. Herramientas para el desarrollo de la investigación**

Para desarrollar esta investigación se acudió a las herramientas descritas por la metodología top-down, desarrollada por Crilly y Tamaro (2013) para entornos investigativos relacionados con el sector de la construcción, que determina como herramientas iniciales a las generalidades del proyecto y el marco teórico, a través del método deductivo en categorías cuantitativas, para los análisis de tiempos y costos, y cualitativas, para el análisis de calidad, y como estrategia para la revisión bibliográfica y el análisis documental se acude a artículos científicos, libros, memorias documentales y, sobre todo, la documentación de la obra.

Para el proceso de análisis comparativo de resultados, se recurrió a un método comparativo, con la metodología analítica de la investigación, mediante técnicas estadísticas recurriendo a programas para el manejo de datos como Excel.

### **3.10. Medidas desarrolladas para mitigar el Problema de investigación**

Actualmente, los efectos del tráfico y clima que afectan la infraestructura vial a nivel nacional, generan interrupciones totales y parciales que impactan negativamente en el flujo del transporte de comercio y personas. Estas situaciones son consecuencia de la ineficiente construcción de carreteras, con materiales de mala calidad y procedimientos mal establecidos, que adicionalmente se deterioran en cortos periodos de tiempo, significan costos elevados a nivel económico y ambiental.

Para solventar esta problemática, en los últimos años se han introducido procesos innovadores que mitigan los efectos en términos de tiempos, costos y calidad. El escogido para la presente investigación es el “Reciclado de asfalto en frío con emulsión”, mismo que se posiciona como una alternativa sostenible y que fue aplicado en la ejecución, verificación y seguimiento de los tramos IV y V de la carretera central en Perú.

Para abordar el problema de forma integral, se procede a realizar la identificación de las variables que sustentan el problema de investigación en cada etapa del proyecto, y las medidas que permiten mitigarlas, como se visualiza en la siguiente tabla:

**Tabla 17.**

*Etapas y planificación de actividades para sustento del problema*

<b>Etapa</b>	<b>Identificación de variables del problema de análisis</b>	<b>Medidas de mitigación</b>
Selección y evaluación del proyecto	Escasa información disponible. Mala condición actual del pavimento. Problemas derivados del alto tráfico. Afectaciones por clima y drenaje. Escaso muestreo en terreno para diseño de mezcla.	Estudio de prefactibilidad. Identificación de factores de desgaste. Análisis de capacidad por tráfico. Identificación de factores climáticos. Accesibilidad al terreno para muestreo técnico. Modelos analíticos para dimensionamiento de materiales, basados en los manuales anteriormente identificados.
Procedimiento de diseño	Diseño de la mezcla. Diseño estructural.	Identificación de proveedores. Reforzamiento del perfil geométrico. Estudio de mercado.
Planificación de actividades	Escasa maquinaria recicladora. Características geométricas de la vía. Impacto a los usuarios. Metas de producción. Especificaciones constructivas. Tareas previas al reciclado. Secuencia del reciclado. Requerimientos específicos antes de la apertura al tráfico.	Planificación temporal. Contratación de personal capacitado. Gestión de protocolo de inicio y en secuencia para proceso reciclado. Análisis de estructuras de seguridad vial requeridas.
Procesos constructivos	Preparación del tren de reciclado.	Obtención de maquinaria específica.

Control y aseguramiento de la calidad	Realización de tramos de prueba. Fresado y procesamiento del asfalto reciclado. Colocación. Curado. Compactación. Apertura al tráfico. Recompactación y mantenimiento.  Métodos de muestreo y ensayo. Objetivos de los muestreos y ensayos. Evaluación.	Análisis previos de prueba. Identificación de procedimientos cronometrados y valorados. Gestión y trámites para apertura del proyecto vial.  Identificación de indicadores de calidad. Comparación con rangos permisibles. Seguimiento del comportamiento de los materiales.
---	--	--

Como se puede observar, la resolución del problema general enmarca la identificación e intervención para problemas específicos. Para el caso de la prefactibilidad del proyecto, es indispensable el estudio de la información disponible, la condición actual del pavimento, el análisis de tráfico, del clima y de las especificaciones para el drenaje, al igual que el muestreo inicial para los ensayos del laboratorio.

Posteriormente, se comprende el diseño de la mezcla y de las dimensiones estructurales. El problema se interviene durante las actividades en campo del proyecto, que incluye la determinación de los tipos de maquinaria recicladora, características geométricas de la vía, el impacto que tendría en los usuarios, las metas de producción derivadas de las especificaciones constructivas, las tareas preliminares para el reciclado, la secuencia de su aplicación y los requerimientos específicos para la apertura al tráfico del proyecto vial. Existe una relación íntima entre solventar los problemas en procesos constructivos y el aseguramiento de la calidad, para ello se recurrió a determinar en laboratorio que los materiales cumplan con los indicadores de calidad relacionados al porcentaje de humedad, granulometría, densidad máxima seca, peso específico y

grado de compactación. Lo anterior, adicionado a una supervisión permanente en el correcto desempeño de las actividades del proyecto, permitió solventar las dificultades que conlleva este proyecto vial.

Finalmente, se identifican problemas adicionales que otorgan claves para la preferencia de metodologías como el reciclado en frío con emulsión. El factor ambiental es el más importante, pues la influencia de esta metodología innovadora se traduce en reducción del impacto de los procesos constructivos en el medioambiente, por lo que la implementación de este proyecto se constituye como una medida de mitigación.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Introducción

Con base a lo expuesto, y sobre el estudio preliminar para realizar las obras de servicio de conservación para la recuperación y/o reposición de la infraestructura vial Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma en los tramos IV y V, de reciclado del pavimento para luego efectuar el riego de liga y el recapeado de pavimento; y así rehabilitar la vialidad devolviendo la seguridad y funcionalidad a los tramos objeto de las obras de recuperación. Estos resultados de las obras realizadas son acciones tomadas de conservación para otorgar a la infraestructura vial el nivel de servicialidad idóneo, para garantizar a los usuarios un tránsito seguro y confortable y que a continuación se describe la intervención general.

El metraje final de la obra en el tramo IV está expresado en la siguiente tabla

**Tabla 18.**

*Obras realizadas y metrados para el tramo IV*

<b>Obras realizadas en el tramo IV y resultados de los mismos</b>			
<b>Tramo IV: 35+535 al 38+970</b>			
#	Descripción	Unidad	Metrado
1	Fresado (e=10cm)	m <sup>2</sup>	24045.00
2	Riego de liga	m <sup>2</sup>	24045.00
3	Recapado asfáltico	m <sup>2</sup>	37785.00
4	Reciclado de pavimento (e=20cm), estabilizado con emulsión asfáltica	m <sup>2</sup>	13740.00
5	Cunetas triangulares revestidas	m	610.00
6	Marcas en el pavimento	m <sup>2</sup>	893.10

En el tramo IV, el área de fresado se realizó en tramos rectos y en general se consideran de esta manera, no se tomaron en cuenta los cruces existentes. El riego de la liga se realizó en toda el área donde se estableció el fresado, proveyendo de condiciones óptimas de adhesión para el recapado. El recapado asfáltico se realizó en una longitud de 3435,00 m y un ancho de calzada

11.00 m, logrando un vialidad uniforme, confortable y segura para el uso vehicular. Las cunetas se impermeabilizaron para cumplir con el mantenimiento preventivo y evitar o disminuir el efecto de infiltración, obteniendo una renovada servicialidad de descarga de flujos de agua de precipitaciones. Por último, el aprovechamiento del material producto del fresado, después de los análisis técnicos, resulta en un material idóneo para su tratamiento y que es usado efectivamente para el recapado asfáltico del tramo IV.

En lo respectivo al tramo V, a continuación, se detallan las obras realizadas y los metrados en la siguiente tabla:

**Tabla 19.**

*Obras realizadas y metrados para el tramo V*

<b>Obras realizadas en el tramo V y resultados de los mismos</b>			
<b>Tramo V: 38+970 al 39+500</b>			
<i>Obras realizadas y metrado para el tramo V #</i>	Descripción	Unidad	Metrado
1	Riego de liga	m2	4240.00
2	Recapado asfáltico (e=10cm)	m2	4240.00
3	Reciclado de pavimento (e=20cm), estabilizado con emulsión asfáltica	m2	4240.00
4	Marcas en el pavimento	m2	275.60

En el tramo V, el riego de la liga se realizó en toda el área determinada para recuperación vial, por lo que el sitio quedó en condiciones óptimas de adhesión para el recapado. El recapado asfáltico se realizó en una longitud de 530.00 m y un ancho de calzada 8.20 m, logrando un vialidad uniforme, confortable y segura para el uso vehicular. El reciclado de pavimento, que se estabilizó con emulsión asfáltica, es usado efectivamente para el recapado asfáltico del tramo.

## 4.2. Resultado 1

Respecto a los tiempos de ejecución del proyecto, las fechas de inicio y fin del proyecto vial para cada tramo de análisis se presentan:

**Tabla 20.**

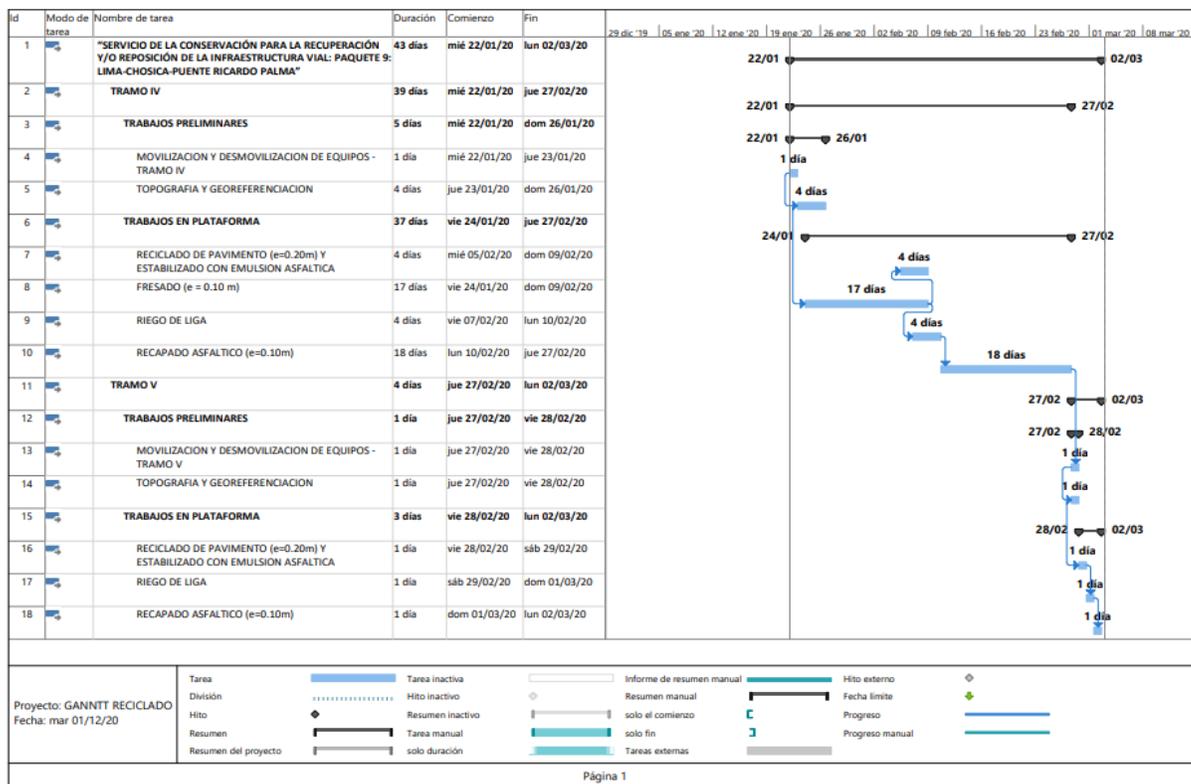
*Hitos de proyecto vial con pavimento reciclado*

Tramo	Fecha de inicio	Fecha de término
Tramo IV	22 de enero del 2020	27 de febrero del 2020
Tramo V	27 de febrero del 2020	02 de marzo del 2020

Mientras tanto, el cronograma con las actividades del proyecto, que permitió planificar su ejecución, se visualiza en la siguiente figura:

**Figura 58.**

*Diagrama de Gantt para pavimento reciclado*



Del diagrama de Gantt presentado se puede visualizar que el componente de pavimento reciclado tiene una duración de siete semanas.

Adicionalmente se determinó que, en el caso de planificar el proyecto vial para pavimento tradicional, las fechas de inicio y de fin para cada tramo resultan como en la siguiente tabla:

**Tabla 21.**

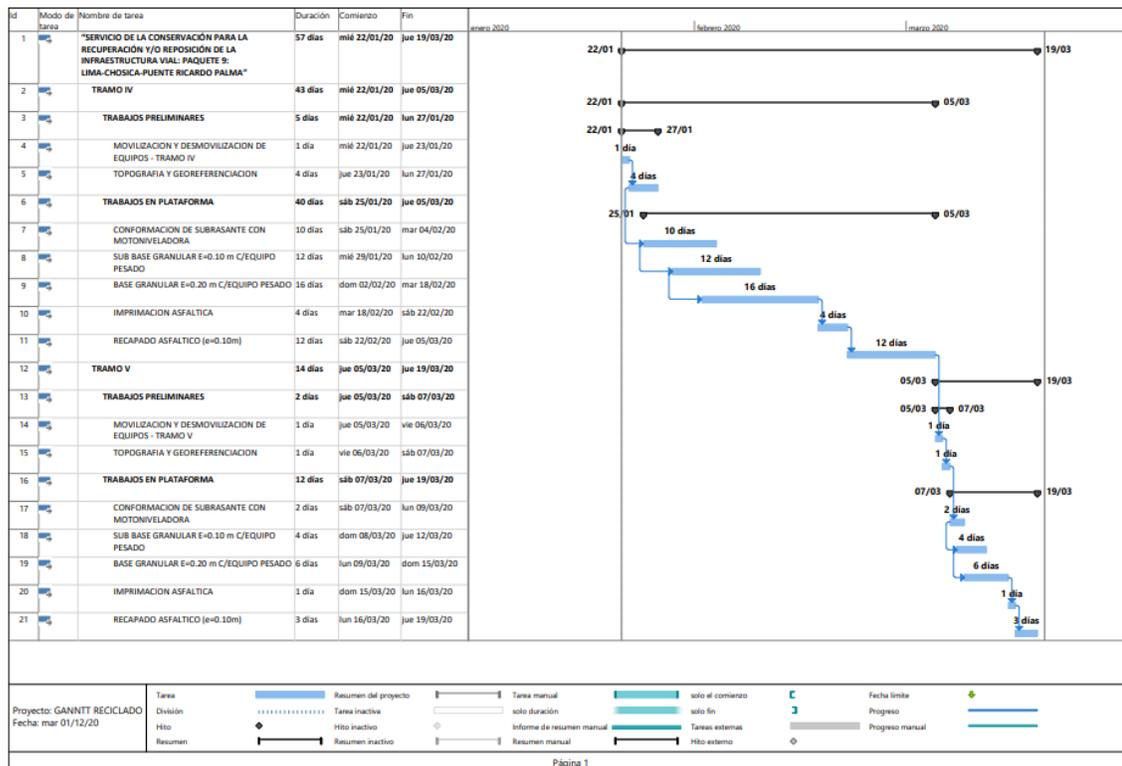
*Hitos de proyecto vial con pavimento convencional*

Tramo	Fecha de inicio	Fecha de término
Tramo IV	22 de enero del 2020	5 de marzo del 2020
Tramo V	5 de marzo del 2020	19 de marzo del 2020

Mientras tanto, las actividades que se establecen en la generación del cronograma del proyecto se visualizan en la siguiente figura:

**Figura 59.**

*Diagrama de Gantt para pavimento convencional*



Del diagrama presentado se toma como resultado, para el caso del pavimento convencional, una duración de nueve semanas.

Contrastando los resultados obtenidos, en términos de días de duración, se obtiene la siguiente comparativa:

**Tabla 22.**

*Tabla comparativa de tiempos entre pavimento reciclado y convencional*

<b>Parámetro comparativo</b>	<b>Pavimento reciclado</b>	<b>Pavimento convencional</b>
Días de duración	43	57
Diferencia		14
Rendimiento en kms por día	0.093	0.07
Porcentaje		32.56%

Por lo tanto, la diferencia en tiempos de duración del proyecto es de 14 días, lo cual representa un aumento del 32.56% en la duración del proyecto en caso de realizarlo con el pavimento convencional.

### 4.3. Resultado 2

Para establecer la comparación en términos económicos del pavimento reciclado con el pavimento convencional, se compara el presupuesto basado en los rubros del proyecto de construcción y sus costos unitarios.

Para contrastar los presupuestos entre el pavimento reciclado y convencional, es importante identificar las partidas que diferencian su análisis presupuestario. Para el presente caso, el presupuesto para pavimento reciclado contiene la partida de “Reciclado de pavimento (e=0.20m) y estabilizado con emulsión asfáltica”, mismo que para realizar la comparación económica debe ser cambiado por la partida de “Carpeta asfáltica convencional en caliente (e=2”)", en

correspondencia con el espesor mínimo establecido para intervención vial según la norma AASHTO-93. Con base a la determinación de los costos unitarios, los presupuestos obtenidos para los tramos IV y V, tanto para pavimento reciclado como para convencional, se presentan respectivamente:

**Tabla 23.**

*Análisis presupuestario para pavimento reciclado*

No	Descripción de partidas	Unidad	Metrado	P.U.	Parcial
Tramo IV					
<b>01</b>	<b>Trabajos preliminares</b>				
	Movilización y				
<b>01.01</b>	desmovilización de equipos	glb	1.00	22,637.23	22,637.23
<b>01.02</b>	Topografía y georeferenciación	km	3,439	1,388.66	4,776.99
<b>02</b>	<b>Trabajos en plataforma</b>				
<b>02.01</b>	Fresado (e=0.10m)	m2	24,045.00	6.00	144,270.00
<b>02.02</b>	Riego de liga	m2	24,045.00	3.00	72,135.00
<b>02.03</b>	Recapeo asfáltico (e=10cm)	m2	37,785.00	59.38	2,243,673.30
<b>02.04</b>	Reciclado de pavimento (e=0.20m) y estabilizado con emulsión asfáltica	m2	13,740.00	35.00	480,900.00
Tramo V					
<b>01</b>	<b>Trabajos preliminares</b>				
	Movilización y				
<b>01.01</b>	desmovilización de equipos	glb	1.00	6,116.51	6,116.51
<b>01.02</b>	Topografía y georeferenciación	km	0,53	1,388.66	735.99
<b>02</b>	<b>Trabajos en plataforma</b>				
<b>02.01</b>	Riego de liga	m2	4,240.00	3.00	12,720.00
<b>02.02</b>	Recapeo asfáltico (e=10cm)	m2	4,240.00	59.38	251,771.20
<b>02.03</b>	Reciclado de pavimento (e=0.20m) y estabilizado con emulsión asfáltica	m2	4,240.00	35.00	148,400.00
<b>Costo directo</b>					3,388,136.22
<b>Utilidad</b>					169,406.81
<b>Subtotal</b>					3,557,543.03
<b>IGV</b>					640,357.75

<b>Presupuesto total</b>	4'197,900.75
<b>Longitud (km)</b>	3,969
<b>Costo por km</b>	1'057,405.74

Como resultado del análisis presupuestario para el pavimento reciclado, se obtiene un costo total de S/4'197,900.75. Al distribuir este resultado para el total de kilómetros que forman parte del proyecto vial, se obtiene un costo por kilómetro de S/1'057,405.74

En contraste, se presenta el cálculo presupuestario para el pavimento convencional en la tabla siguiente:

**Tabla 24.**

*Análisis presupuestario para pavimento convencional*

No	Descripción de partidas	Unidad	Metrado	P.U.	Parcial
Tramo IV					
<b>01</b>	<b>Trabajos preliminares</b>				
<b>01.01</b>	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	22,637.23	22,637.23
<b>01.02</b>	Topografía y georeferenciación	km	3,439	1,388.66	4,776.99
<b>02</b>	<b>Trabajos en plataforma</b>				
<b>02.01</b>	Conformación de subrasante con motoniveladora	m2	37,785.00	3.55	134,136.75
<b>02.02</b>	Sub base granular e=0.10. c/equipo pesado	m2	37,785.00	11.57	437,172.45
<b>02.03</b>	Base granular e=0.20. c/equipo pesado	m2	37,785.00	16.60	627,231.00
<b>02.04</b>	Imprimación asfáltica	m2	37,785.00	3.08	116,377.80
<b>02.05</b>	Recapado asfáltico e=0.10m	m2	37,785.00	59.38	2'243,673.30
Tramo V					
<b>01</b>	<b>Trabajos preliminares</b>				
<b>01.01</b>	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	6,116.51	6,116.51
<b>01.02</b>	Topografía y georeferenciación	km	0,53	1,388.66	735.99
<b>02</b>	<b>Trabajos en plataforma</b>				

<b>02.01</b>	Conformación de subrasante con motoniveladora	m2	4,240.00	3.55	15,052.00
<b>02.02</b>	Sub base granular e=0.10. c/equipo pesado	m2	4,240.00	11.57	49,056.80
<b>02.03</b>	Base granular e=0.20. c/equipo pesado	m2	4,240.00	16.60	70,384.00
<b>02.04</b>	Imprimación asfáltica	m2	4,240.00	3.08	13,059.20
<b>02.05</b>	Recapado asfáltico e=0.10m	m2	4,240.00	59.38	251,771.20
<b>Costo directo</b>					3'992,181.22
<b>Utilidad</b>					199,609.06
<b>Subtotal</b>					4'191,790.28
<b>IGV</b>					754,522.25
<b>Presupuesto total</b>					4'946,312.53
<b>Longitud (km)</b>					3.969
<b>Costo por km</b>					1'245,922.55

Los resultados evidencian una clara diferencia presupuestaria entre el uso de pavimento reciclado y pavimento convencional, tal como lo muestra la siguiente tabla :

**Tabla 25.**

*Tabla comparativa de costos entre pavimento reciclado y convencional*

<b>Parámetro comparativo</b>	<b>Pavimento reciclado</b>	<b>Pavimento convencional</b>	<b>Diferencia</b>
Costo total	4'197,900.78	4'946,312.53	748,411.75
Costo por km	1'057,405.74	1'245,922.55	188,516.81
Porcentaje comparativo		17.83%	

La diferencia económica entre el uso de los dos pavimentos es de 748,411.75 soles peruanos, una cantidad que representa una optimización de costos en el 17.83%, es decir, que el costo del proyecto aumentaría en dicho porcentaje en caso de acudir al uso de pavimento convencional en lugar de reciclado.

Para el desglose de cantidades, se recurrió a determinar los costos categorizando en mano de obra, material y equipos, como se puede visualizar en el Anexo 3.

En base a lo anterior, se pudieron determinar las siguientes comparaciones económicas respecto a mano de obra:

**Tabla 26.**

*Tabla comparativa de costos de mano de obra entre pavimento reciclado y convencional*

<b>Parámetro comparativo</b>	<b>Pavimento reciclado</b>	<b>Pavimento convencional</b>	<b>Diferencia</b>
Costo de mano de obra	73,452.42	166,017.76	92,565.34
Costo por km	18,501.87	41,818.08	23,316.21
Porcentaje comparativo		126.0%	

Como se puede visualizar, los costos referentes a mano de obra muestran que existe una optimización económica del 126.0% cuando se recurre al pavimento reciclado, esto deriva de la optimización en tiempos, pues se traduce en una reducción en los días de trabajo.

En cambio, la tabla siguiente muestra los valores relacionados con los costos de materiales:

**Tabla 27.**

*Tabla comparativa de costos entre pavimento reciclado y convencional*

<b>Parámetro comparativo</b>	<b>Pavimento reciclado</b>	<b>Pavimento convencional</b>	<b>Diferencia</b>
Costo de materiales	2'998,381.33	3'176,296.04	177,914.71
Costo por km	800,074.57	755,259.58	44,814.79
Porcentaje comparativo		5.9%	

Se muestra que los costos en materiales de construcción son mayores para el caso del pavimento convencional, hasta en un 5.9%, que resulta una optimización considerablemente inferior a la presentada para el caso de mano de obra. Sin embargo, como se observó en la comparación del presupuesto general, aun cuando los materiales se constituyen como una

optimización menor, el presupuesto general se ve principalmente beneficiado por la diferencia en costos de mano de obra, reducidas por el acortamiento de tiempos del proyecto vial.

En lo respectivo a equipos y materiales, se observan las comparaciones económicas a continuación :

**Tabla 28.**

*Tabla comparativa de costos de equipos y herramientas entre pavimento reciclado y convencional*

<b>Parámetro comparativo</b>	<b>Pavimento reciclado</b>	<b>Pavimento convencional</b>	<b>Diferencia</b>
Costo de equipos y herramientas	287,338.51	620,550.09	333,211.58
Costo por km	72,377.46	156,309.85	83,932.39
Porcentaje comparativo		116%	

A diferencia de los costos de materiales, para el caso de equipos y herramientas se muestra que el pavimento reciclado permite una optimización económica del 116% que también se relaciona directamente con la reducción de tiempos, debido a que se requiere utilizar los equipos en un tiempo significativamente menor.

#### **4.4. Resultado 3**

Tras comprobar los beneficios del uso de pavimento reciclado en términos de tiempos y costos, es necesario hacer énfasis en los estándares de calidad que otorgarán de durabilidad al proyecto vial para que alcance su vida útil. Para ello, se proveen los procedimientos de medición de calidad recomendados en base a normativas internacionales, para con ello determinar una comparativa en términos cualitativos.

En la tabla siguiente se establecen las variables que intervienen en el protocolo de medición de la calidad que se consideraron en el proyecto

**Tabla 29.**
*Tabla de variables para el protocolo de medición de calidad*

	<b>Variable Independiente</b>	<b>Variable Dependiente</b>
<b>Descripción</b>	Calidad del concreto de reciclaje	Resistencia a la compresión del pavimento
<b>Normativa nacional</b>	Manejo de residuos de la actividad de la construcción en Perú: Reciclaje de concreto de demolición NTP 400.053.1999	Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos del ICG (2010)
<b>Indicadores</b>	Porcentaje de humedad Granulometría Máxima densidad seca Peso Específico	Grado de compactación
<b>Normas de ensayo para los indicadores</b>	AASHTO 265 AASHTO T-88 ASTM D1556 ASTM T85	AASHTO T 180-D ASTM D 1586

Respecto a las pruebas de calidad obtenidas mediante los ensayos para el pavimento reciclado, para siete muestras obtenidas, bajo la aplicación de las normas especificadas anteriormente, se obtuvo como resultado la tabla a continuación

**Tabla 30.**
*Tabla de resultados de pruebas de calidad*

<b>No</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Resultado promedio</b>	<b>Observación</b>
<b>01</b>	Porcentaje de humedad	4.9%	Se compara con la humedad optima de 4.92%
<b>02</b>	Granulometría	Grava >3/4”	
<b>03</b>	Máxima densidad seca	2.122	
<b>04</b>	Peso específico de la grava	2.60	

<b>05</b>	Grado de compactación	96.9%	El grado de compactación mínimo según especificaciones es de 95%
-----------	-----------------------	-------	--

Como se visualiza en la tabla anterior, los ensayos que definen la calidad de los materiales cumplen con los rangos de aceptación establecidos según las normas técnicas, por lo que se puede corroborar que la calidad del pavimento reciclado aplicado en el proyecto vial es óptima.

Sin embargo, es importante establecer un protocolo de mantenimiento rutinario para asegurar la calidad de los tramos viales a largo plazo. El protocolo de mantenimiento debe contener las siguientes actividades:

**Tabla 31.**

*Protocolo de mantenimiento rutinario*

<b>Área de mantenimiento</b>	<b>Actividad</b>
Calzada	Sello de grietas y fisuras
	Reposición de sellos en pavimentos
	Reparación de bordes en pavimentos
	Bacheo
	Riego en negro
	Enarenado
Drenaje	Sello de arena en asfalto
	Limpieza de obras de drenaje transversal
	Limpieza superficial de obras de drenaje longitudinal
Entorno vial	Limpieza en subdrenes
	Limpieza general y rocería
	Jardinería de ornamentos
	Remoción de tierra por derrumbes
Señalización	Limpieza de bermas y calzada
	Reparación y limpieza para señalética vertical, defensas, barandas y postes.
Estructuras viales	Mantenimiento para marcas viales y líneas de demarcación.
	Mantenimiento de estructuras viales adicionales.

Tras la obtención de los resultados técnicos y económicos del proyecto vial, se establecen como resultados cualitativos en términos de calidad, en comparación al pavimento convencional,

las ventajas presentadas en la siguiente tabla, resultado del análisis de los procesos constructivos del proyecto:

**Tabla 32.**

*Beneficios comparativos en calidad entre pavimento reciclado y convencional*

No.	Pavimento reciclado	Pavimento convencional	Diferencia
1	Mejoramiento en la resistencia al deslizamiento.	Mayor susceptibilidad al deterioro que afecta la resistencia al deslizamiento.	Afectación superior para pavimento convencional respecto a resistencia al deslizamiento.
2	Corrección óptima en deficiencias de origen superficial y estructural.	Afectaciones estructurales requieren constante rehabilitación.	El mejoramiento en pavimento reciclado reduce necesidad de intervención constante.
3	Incremento de la resistencia estructural del pavimento.	La resistencia estructural se reestablece, mas no se incrementa, en la intervención.	El pavimento convencional obtiene una resistencia inicial, mientras que el pavimento reciclado obtiene una resistencia mejorada.
4	Eliminación de fisuras reflejas y reforzamiento en las zonas.	La reestructuración de la infraestructura elimina fisuras, pero no refuerza zonas de afectación.	El pavimento reciclado se enfoca en reforzar zonas de afectación por fisuras.
5	Mejoramiento más eficiente en el perfil geométrico de la calzada.	Se restituyen las condiciones iniciales en lo referente a perfil geométrico, sin reforzar áreas vulnerables.	El pavimento reciclado se enfoca en solventar vulnerabilidades del perfil geométrico.
6	Corrección de las características de las mezclas asfálticas que presentan deformaciones superficiales plásticas de hasta 7 cm.	La construcción desde cero no mejora la calidad de las mezclas asfálticas existentes ni su desempeño estructural.	El pavimento reciclado enfatiza el mejoramiento de las mezclas asfálticas para optimizar su comportamiento.
7	La producción de las mezclas asfálticas es más especializada, por las	Las mezclas asfálticas siguen los procedimientos	El pavimento reciclado permite una especialización técnica en las mezclas asfáltica,

especificaciones del pavimento reciclado.	tradicionales sin mejoras técnicas.	que produce una mejora continua en su desempeño.
---	--	--

---

Por lo tanto, como se muestra en la tabla, las características del pavimento reciclado se muestran convenientes en comparación con el pavimento convencional, en especial respecto a las resistencias de los elementos estructurales, de las mezclas asfálticas, y la reducción de deformaciones.

## CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

#### 5.1.1. *Primera conclusión*

A partir de los resultados presentados se corroboró que los proyectos de reciclado de asfalto en frío con emulsión permiten reducir en un 32.56% los tiempos de ejecución en comparación con los proyectos con pavimentos convencional, además de que presenta un rendimiento de 0.093 km/día. Por lo tanto, como establece Naranjo (2016), se afirma que el uso de asfalto reciclado con emulsión permite intervenciones viales que toman menos tiempos, beneficiando la programación de la obra.

En consecuencia, la optimización significativa de tiempos posiciona al reciclado de pavimento en frío con emulsión como una metodología más eficiente que la tradicional. Esto se explica dado que el componente de reciclado no requiere de las etapas de colocación de subbase, base e imprimación asfáltica, que en el pavimento convencional alargan los tiempos en el cronograma del proyecto vial.

Entre los beneficios más importantes que derivaron de esta optimización en tiempos, y que se demostraron en la presente investigación, se encuentra la reducción de jornadas de trabajo, que se traduce en menos inversión en mano de obra y equipos. También destaca la importancia de acudir a procedimientos viales que, además de reducir las afectaciones ambientales características de los procesos tradicionales, su implementación en cortos periodos de tiempo permita reducir el impacto proveniente de la combustión de la maquinaria de trabajo.

### **5.1.2. Segunda conclusión**

Tras el análisis comparativo presupuestario entre el pavimento reciclado y el pavimento convencional, se determinó un ahorro económico del 12.03% en el proyecto vial implementado, que reflejó también un costo por kilómetro de S/1'012,635,49 para el reciclado de asfalto en comparación con el costo de S/1'134,433.34 para el procedimiento convencional. Lo anterior tiene sentido debido a que, si bien el rubro de recapeo tiene un valor considerable, los tiempos de trabajo para mano de obra y maquinaria se reducen significativamente y por consiguiente su impacto en el presupuesto general.

De esta forma, acorde a lo establecido por Bachiller (2020), se afirma que la reutilización de pavimento permite una notable optimización en costos en el mercado de la construcción peruana, que se caracteriza por priorizar las prácticas tradicionales antes que los procesos innovativos de construcción. Por lo tanto, los resultados de la presente investigación se enmarcan en una generalidad de investigaciones que conjuntamente afirman la factibilidad económica del reciclado de asfalto en frío con emulsión, considerando las capacidades industriales actuales del país para promover esta metodología para su frecuente uso en la infraestructura vial peruana.

### **5.1.3. Tercera conclusión**

En términos de calidad, se concluyó, que la intervención con asfalto reciclado en frío con emulsión cumple con los estándares de calidad según normativa técnica internacional y nacional, con un porcentaje de grado de compactación del 96.9% en una humedad promedio óptima del 4.9%, por lo que presenta beneficios comparativos respecto del procedimiento tradicional. Debido a que la grava proveniente del reciclaje presenta una máxima densidad seca de 2.122, con un peso específico de 2.60, se puede enfatizar en que el material tiene una mejor resistencia de los

materiales estructurales, las mezclas asfálticas muestran un mejor funcionamiento y las deformaciones se ven reducidas.

Tras corroborar las pruebas de calidad, es importante desarrollar una metodología a largo plazo que promueva el mantenimiento de la infraestructura vial, de forma que cumpla con su vida útil sin la necesidad de intervenciones constantes. Para ello, es imperativo identificar las áreas que requieren un plan de mantenimiento, que para el presente proyecto vial son: la calzada, el drenaje, el entorno vial, la señalización y las estructuras viales. Las actividades determinadas para el mantenimiento se relacionan con la limpieza y reparación continua de los elementos que forman parte de la infraestructura vial, con excepción de la calzada que, además de los anteriores, requiere de una especial atención en el sellado de grietas y fisuras, bacheo, riego en negro, enarenado y sello de arena en asfalto, debido a su funcionalidad de soporte de cargas y deformaciones por efecto del tráfico, para que de esta forma se pueda asegurar la calidad del proyecto vial a largo plazo.

## **5.2. Recomendaciones**

Es recomendable que la implementación de pavimento reciclado en frío con emulsión se oriente a la optimización de plazos, dado que el análisis de los tiempos en el proyecto viabiliza a esta opción como idónea para intervenciones viales de gran tamaño, pues la reducción comparativa de tiempos resulta mayor para proyectos grandes como el caso de análisis.

Respecto a la optimización económica, es recomendable considerar el uso de pavimento reciclado para proyectos viales de gran envergadura, enfatizando que sus beneficios económicos se derivan de la reducción de jornadas de trabajo y maquinaria, por lo que se obtendrán mayores beneficios económicos en intervenciones de mayor amplitud.

Se recomienda ampliamente el uso de pavimento reciclado en frío con emulsión, bajo un estricto proceso de verificación de calidad, pues considerará un reforzamiento estructural a la infraestructura vial que aumenta su calidad en términos de resistencia a cargas y deformaciones.

Adicionalmente, se recomienda extender las investigaciones en lo respectivo a la reutilización de material, para que esta metodología sea practicada bajo estándares de calidad en procedimientos constructivos que permitan mejorar su comportamiento a la vez que generan beneficios al constructor, al cliente y a la sociedad.

Con la actual demanda de utilizar materiales y procedimientos de bajo impacto ambiental, se recomienda promover los beneficios cuantitativos y cualitativos que comprende el reciclado de asfalto con emulsiones asfálticas, en términos de tiempos, costos y calidad, debido a que todavía se promueven las prácticas tradicionales que resultan dañinos para el medio ambiente.

Es recomendable realizar análisis con base a una mayor cantidad de casos, para obtener análisis estadísticos generalizados que evidencien los beneficios de procedimientos como el reciclado de asfalto en frío con emulsión.

## REFERENCIAS

- Agreda, J. (2020). *Diseño Ejecutivo del Programa de Trabajo*.
- Agudelo, M., & Martínez, S. (2019). *Estudio comparativo del envejecimiento a largo plazo de una mezcla con asfalto modificado con grano de caucho reciclado*. (Tesis de Maestría), Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Aguilar, A., & Salinas, P. (2019). *EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA CONOCOCHA – YANACANCHA ANTE EL INCREMENTO DE LOS EJES EQUIVALENTES NO PROYECTADOS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA ASSHTO 93*. Universidad Peruana De Ciencias Peruanas . Lima, Perú: Universidad Peruana De Ciencias Peruanas .
- AIPE. (2016). *Maquinarias de Compactación de Suelos* .
- Asociación Española de la Carretera. (2020). *Mantenimiento de Carreteras. Asociación Española de la Carretera*, 1-3.
- Asociación Española de la Carretera. (2020). *Mantenimiento de Carreteras*. Nota de prensa, Asociación Española de la Carretera, Madrid.
- Avilés. (2015).
- Bachiller, C. (2020). *Diseño de pavimento con mezcla reciclada para reutilizarlos y optimizar costos*. Huancayo: Universidad peruana Los Andes.
- Banco de Desarrollo de America Latina. (2019). *Ingeniería De Caminos De Bajo Volumen De Tránsito. Banco de Desarrollo de America Latina*, 1-4.
- Barceló, J. (20 de 03 de 2018). *Business School*. Obtenido de Business School: <https://cutt.ly/zg5jSjD>
- Broto, C. C. (2006). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. Links International.
- Buitriago, & Gonzáles. (2016).
- CALIZAYA VIVANCO, J. A., & LLUNCOR GALLO, R. A. (2015). *INFLUENCIA DE LA INGENIERÍA GEOTÉCNICA EN LA INTERVENCIÓN Y RESULTADOS POR NIVELES DE SERVICIO EN LA CARRETERA HUANCVELICA – LIRCAY – HUALLAPAMPA – LA MEJORADA – ACOBAMBA –PUENTE ALLCCOMACHAY*. (Tesis de grado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

- Calizaya, J., & Lluncor, R. (2015). *Influencia De La Ingeniería Geotécnica En La Intervención Y Resultados Por Niveles De Servicio En La Carretera Huancavelica – Lircay – Huallapampa – La Mejorada – Acobamba – Puente Allccomachay*. (tesis de grado), Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Cárdenas, J. (2015). *Diseño Geométrico De Carreteras* (2da ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Casa de Gobierno. (2016). Decreto supremo Que modifica El Reglamento Para La Gestión Y Manejo De Los Residuos De Las Actividades De La Construcción Y Demolición, Aprobado Por Decreto Supremo N 003-2013-Vivienda. 1-30.
- Castro, A., & Crespo, D. (2017). Análisis de los métodos de reciclaje en caliente y frío aplicados a concreto asfáltico, para la utilización en carpeta de rodadura en vías terciarias entre los años 2011-2017 en Colombia. *Library*, 1-20.
- Castro, Y. (2011). Asistente Técnico Y Administrativo De Obras De Construcción. 1-12.
- CAT. (2020). Equipos. *Equipos Extendedora De Aglomerado De Asfalto*, 1-3.
- Chaman, V. M. (2007). Reciclado in situ en frío de pavimentos empleando emulsiones asfálticas: aplicación: colegio FAP Manuel Polo Jiménez. (*Tesis de grado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- civilGeeks. (06 de 07 de 2015). *civilGeeks*. Obtenido de civilGeeks: <https://cutt.ly/khwHvXv>
- Construmática. (2018). Motoniveladora .
- Corredor, G. (2014). *Apuntes de Pavimentos* (Vol. 1 y 2). Caracas, Venezuela, Distrito Federal: Universidad Católica Andres Bello.
- Cortéz , R., Dewez, R., & Zamora, E. (23 de 07 de 2020). *Moviliblog*. Obtenido de Moviliblog: <https://cutt.ly/jg5bixX>
- Corzo García, A. (2015). INFLUENCIA DEL USO DE LA CARPETA ASFÁLTICA. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo, Perú.
- Crilly, C., & Tamaro, M. (2013). Top-down construction, supported by steel, facilitates Washington, D.C.’s deepest buildings. *Modern Steel Construction*, 66-82.
- Cueva Del Ingeniero Civil. (2015). Reciclado De Carpeta Asfáltica. *Cueva Del Ingeniero Civil*, 1-4.

- CURO, E. F. (2019). Evaluación De Pavimentos Flexibles Y Rígidos Aplicando Las Metodologías De Inspección Visual De Zonas Y Rutas En Riesgo E Índice De Condición Del Pavimento Para El Mantenimiento Vial, Caso De La Av. Floral Y Jr. Carabaya, Puno. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Perú.
- De la Torre, M. (2018). *Evaluación Del Diseño De Pavimentos Estabilizados Con Emulsión Asfáltica Y Cemento Portland Para El Proyecto De Conservación Vial Puno – Tacna, Tramo Tarata – Capazo – Mazocruz*. (tesis de grado), Universidad San Ignacio De Loyola, Lima, Perú.
- DE LA TORRE, M. J. (2018). Evaluación Del Diseño De Pavimentos Estabilizados Con Emulsión Asfáltica Y Cemento Portland Para El Proyecto De Conservación Vial Puno – Tacna, Tramo Tarata – Capazo – Mazocruz. (*Tesis de grado*). Universidad San Ignacio De Loyola, Lima, Perú.
- Elvira, J. (1982). *Manual de reciclado de pavimentos*. Jornadas de reciclado.
- Ferraña, R. (2020). *Certicalia de Obra*. Obtenido de Certicalia de Obra: <https://cutt.ly/1hhOoef>
- flickr. (2015). Obras Públicas De Morelia. *flickr*, 1-2.
- Galindo, M., & Hernández, J. (2019). *Estudio Práctico De LA Contabilidad Electrónica*. Ciudad de México: Ediciones Fiscales ISEF, S.A.
- Galvis Castillo, W. (2010). *RECICLADO DE PAVIMENTOS, TECNOLOGÍA MODERNA PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS*. Carretera La Oroya -Huánuco.
- Gamboa. (2009). *Cálculo Del Índice De Condición Aplicado En Del Pavimento Flexible En La Av. Las Palmeras De Piura*. (tesis de grado), Universidad De Piura, Piura, Perú.
- Hernández, A. (06 de 01 de 2017). *Linkedin*. Obtenido de Linkedin: <https://cutt.ly/pg5xWCb>
- IDA. (04 de 02 de 2015). *IDA*. Obtenido de IDA: <https://cutt.ly/Ug5jfQ0>
- Jugo, A. (2015). Manual De Mantenimiento Y Rehabilitación De Pavimentos Flexibles. *Academia Edu*, 1-34.
- Lopez Cabrejos, Y. (2018). Influencia Del Reciclado De Pavimento Flexible Para Mejorar La Conservación Vial Entre Calles 6 Y 7 De Ventanilla Alta. (*tesis de pregrado*). Universidad César Vallejo, Callao, Perú.

- Lopez Cabrejos, Y. (2018). Influencia Del Reciclado De Pavimento Flexible Para Mejorar La Conservación Vial Entre Calles 6 Y 7 De Ventanilla Alta. *(Tesis de grado)*. Universidad César Vallejo, Lima, Callao.
- Manual de Contratación de Obras Públicas. (2017). *Manual de Contratación de Obras Públicas*. MEF, Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *DECRETO SUPREMO N°344-2018-EF, REGLAMENTO DE LA LEY N°30225, LEY DE CONTRATACIONES DEL ESTADO*. Lima - Perú: El Peruano.
- Méndez, A. (2015). Evaluación Técnica Y Económica Del Uso De Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP) En Vías Colombianas . *UNiversidad Militar Nueva Granada*, 1-19.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2018). Reglamento de la Ley N° 30225. *Ley De Contrataciones Del Estado*, 1-49.
- Ministerio de trabajo y Promoción del Empleo. (2011). Ley N°29783. *Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*, artículo 74.
- Ministerio de Transporte y Comunicación. (2016). Manual de Seguridad vial.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). Manual de Ensayo de Materiales.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras. *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*, 85-100.
- Montejo, A. (2006). *Ingeniería de pavimentos. Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías*. Bogotá: Edición Stella Valbuena García.
- Moscoso, J., Matías, P., Cabezas, N., & Chávez, J. (s.f.). *Evaluación De Fallas Presentadas En El Pavimento Flexible De La Avenida Mariategui*. (tesis de grado), Universidad Peruana Los Andes, Lima, Perú.
- Municipalidad Distrital. (2015). Reglamento De Organización Y Funciones. *Municipalidad Distrital*, 1-119.
- Naranjo, J. (2016). *Reciclado de pavimentos con emulsión asfáltica para diferentes dosificaciones de asfalto y periodos de rompimiento*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Opportunity International. (2015). Gerente De Planta De Manufactura. *Opportunity International*, 1-3.

- Ornelas, A. (13 de julio de 2020). Tu Mundo Economía. Madrid, Madrid, España. Obtenido de Tu Mundo Economía.
- Padilla. (2016).
- Palacios, C. (2018). *Efecto De La Inversión Pública En La Infraestructura Vial Sobre El Crecimiento De La Economía Peruana Entre Los Años 2000-2016*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima, Perú.
- Paucar Curo, E. (2019). Evaluación De Pavimentos Flexibles Y Rígidos Aplicando Las Metodologías De Inspección Visual De Zonas Y Rutas En Riesgo E Índice De Condición Del Pavimento Para El Mantenimiento Vial, Caso De La Av. Floral Y Jr. Carabaya, Puno. (Tesis de grado). Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Perú.
- Paucar, E. (2019). *Evaluación De Pavimentos Flexibles Y Rígidos Aplicando Las Metodologías De Inspección Visual De Zonas Y Rutas En Riesgo E Índice De Condición Del Pavimento Para El Mantenimiento Vial, Caso De La Av. Floral Y Jr. Carabaya, Puno*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Perú.
- Perú Construye. (2016). Rodillos Compactadores.
- Porras, D., & Díaz, J. (2015). *La Planeación Y Ejecución De Las Obras De Construcción Dentro De Las Buenas Prácticas De La Administración Y Programación (Proyecto Torres De La 26-Bogotá)*. (tesis de grado), Universidad Católica De Colombia, Bogotá, Colombia.
- Restrepo, & Stephens. (2015).
- Reyes, Camacho, & Londoño. (2013). Caracterización mecánica de mezclas asfálticas en función del origen y gradación del agregado pétreo. *Revista Científica General José María Córdova*, 1-19.
- Reyes, Camacho, & Londoño. (2016). *Revista Científica General José María Córdova*. *Revista científica*, 1-19.
- Road Science. (2018). Emulsion. *Road Science*, 1-3.
- Santelices, C. (2019). Problemas en la gestión de calidad e inspección técnica de obra: un estudio aplicado al contexto chileno. *Revista ingeniería de Construcción*, 34(3), 242-251.
- Socha , & Castellanos. (2014).
- Solis, R. (2004). La Supervisión De Obra. *Universidad Autónoma De Yucatán*, 1-7.

- Superconcreto del Perú S.A. (2019). Servicio De Conservación Para La Recuperación y/o Reposición De La Infraestructura Vial: PAquete 9: Lima-Chosica-Puente Ricardo Palma y Mala-Calango-La Capilla-EMP PE-22 (Río Blanco). *Anexo G Metrados Presupuestos y Cronogramas*, 1-464.
- Tecolo. (18 de 12 de 2019). *Conoce Las Principales Funciones De Un Gerente Comercial*. Obtenido de Conoce Las Principales Funciones De Un Gerente Comercial: <https://cutt.ly/Vg5xraP>
- Tovar, C. A. (2018). *Efecto de la inversión pública en la infraestructura vial sobre el crecimiento de la economía peruana entre los años 2000-2016*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Universidad tecnológica de Panamá. (2016). Jefe De laboratorio De Suelos. *Universidad tecnológica de Panamá*, 1-4.
- Vial. (2019). Recicladoras y estabilizadoras de suelos Wirtgen .
- Villa, V. (2017). *Reciclado In Situ En Frío De Pavimentos Empleando Emulsiones Asfálticas – Aplicación: Colegio FAP Manuel Polo Jiménez, Urb. San Gabino – Santiago De Surco*. (tesis de grado), Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Yangali, G. (2015). *Influencia Del Uso De La Carpeta Asfáltica Reciclada En Las Propiedades Física – Mecánicas De Diseño, Para Rehabilitación De Pavimento Flexible*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo, Perú.

## ANEXOS

# ANEXO N°1

**CONTRATO DE SERVICIO**

Conste por el presente documento, el Contrato de Servicio que celebran de una parte, **SUPERCONCRETO DEL PERU S.A.**, con RUC N° 20100151627, con domicilio legal en Calle El Boulevard 182 Oficina 404 Urb. Hogares de Monterrico Chico distrito de Surco, provincia y departamento de Lima, debidamente representado por su Gerente General, Stefano Brescia Saavedra, identificado con DNI N° 10003039, según poder inscrito en la Partida Electrónica N° 11010510 del Registro de Personas Jurídicas de la Oficina Registral de Lima, en adelante el “**SUPERCONCRETO**”; y de la otra parte **CONSTRUCCIONES DELHEAL S.A.C.**, con RUC N° 20392523171, con domicilio legal en Calle las Higueras Nro. 204 Urb. Residencial Monterrico – La Molina - Lima, debidamente representado por su Gerente General, Juan Carlos Fernández Castillo, identificado con DNI N° 09905804, según poder inscrito en la Partida Electrónica N° 12605981 del Registro de Personas Jurídicas de la Oficina Registral de Lima, en adelante **DELHEAL**, en los términos y condiciones siguientes:

**PRIMERA: DEFINICIONES**

- 1.1 **PROYECTO:** “Servicio de Conservación para la Recuperación y/o Reposición de la Infraestructura Vial: Paquete 9: Lima - Chosica Puente Ricardo Palma y Mala - Calango - La Capilla - Emp Pe-22 (Rio Blanco)”.
- 1.2 **SERVICIO:** Corresponde la ejecución del servicio de “Fresado, Reciclado y servicio de Recapeado el Cual Incluye la Preparación, Transporte y Colocación de Asfalto en la ruta Santa Clara - Puente Ricardo Palma”.
- 1.3 **ENTIDAD:** Es el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- 1.4 **SUPERVISIÓN:** JNR Consultores S.A.
- 1.5 **MONITOR:** Ingeniero designado por la ENTIDAD.
- 1.6 **CONTRATO PRINCIPAL:** CONTRATO N° 036-2019-MTC/10.
- 1.7 **DEPT** (Diseño ejecutivo de Plan de Trabajo): Es la descripción del servicio cuyas características y dimensiones se encuentran en el presupuesto, **DEPT INTEGRAL** y el Plan de Manejo Socio Ambiental (PMSA) del **PROYECTO** aprobado por la **ENTIDAD**.
- 1.8 **LOS ANEXOS:** Son los documentos y anexos que complementan el **CONTRATO PRINCIPAL**, incluyendo **DEPT**, Requisitos Mínimos Seguridad / Ambiental / Equipamiento, las especificaciones, los planos, las bases integradas del Proceso Especial, la absolución de consultas, todo otro documento integrante o complementario al **CONTRATO PRINCIPAL**.
- 1.9 **DIAS:** Días Calendario.

**SEGUNDA: OBJETO DEL CONTRATO**

- 2.1 Constituye el objeto del presente contrato la ejecución integral por parte de **DELHEAL** del **SERVICIO**, los cuales se ejecutarán de conformidad con lo establecido en el **DEPT**, **CONTRATO PRINCIPAL** y **LOS ANEXOS** que **DELHEAL** declara conocer y haberlos recibido a satisfacción antes de la suscripción del presente documento.



- 2.2 DELHEAL realizará todo el trabajo, proveerá los materiales, mano de obra, las herramientas, equipos, combustible, etc. y todo lo necesario para la realización del SERVICIO; así mismo, DELHEAL se hará cargo de su personal, proporcionándole alojamiento, alimentación, uniformes y equipos de protección personal.

### TERCERA: PRECIO

- 3.1 El monto del presente contrato asciende a la suma de S/ 30,322,064.21 (Treinta Millones Trescientos Veintidós Mil Sesenta y Cuatro con 21/100 Soles) incluye IGV, a sumaalzada conforme al presupuesto que se adjunta al presente documento como ANEXO 01, el cual comprende la mano de obra, cumplimiento de la normativa laboral, costo de equipos, maquinaria, herramientas, fletes, movilización, combustible, seguros e impuestos, garantía, seguridad, equipos de protección personal (EPP) de sus trabajadores, protección de medioambiente del SERVICIO durante el periodo de ejecución y hasta la entrega de la misma, dirección técnica, gastos generales, utilidad, responsabilidad Social vinculado a las partidas contratadas y todo aquello que sea necesario para la correcta ejecución del SERVICIO hasta su total terminación y entrega. No incluye el costo del seguro CAR, el cual será asumido por SUPERCONCRETO.
- 3.2 El precio total podrá ser modificado siempre que la ENTIDAD y la SUPERVISIÓN aprueben la ejecución de adicionales y/o deductivos. De haber adicionales por mayor alcance de los trabajos convenidos en el CONTRATO PRINCIPAL (nuevas partidas), DELHEAL deberá presentar una nueva propuesta (nuevas partidas) para evaluación y aprobación por parte de SUPERCONCRETO.
- 3.3 El presente contrato se firma bajo el sistema de "back to back", vale decir que todo beneficio y todo castigo que se aplique al CONTRATO PRINCIPAL y que corresponda al SERVICIO, automáticamente ajustan las condiciones del presente contrato. Los castigos están referidos a las penalidades establecidas en el CONTRATO PRINCIPAL que corresponden a EPP y seguridad vial, demoras en el plazo de obra y otra que se desprenda de la ejecución del SERVICIO.

### CUARTA: FORMA DE PAGO Y VALORIZACIONES

- 4.1 El pago de lo ejecutado se realizará a través de valorizaciones mensuales, en la que se determinara los kilómetros terminados y aprobados por la SUPERVISIÓN, las que serán elaboradas por DELHEAL y presentada a SUPERCONCRETO a los veinticinco (25) días de cada mes para su aprobación, a las que se aplicará descuentos por amortización de los adelantos otorgados, mano de obra, equipos de protección personal, materiales y/o insumos y otros imputables o que le correspondan a DELHEAL y que hubiera asumido SUPERCONCRETO, los cuales serán facturados y descontados a DELHEAL, así como las penalidades, multas y descuentos que a su vez haya hecho la ENTIDAD a SUPERCONCRETO en su respectiva valorización por causas imputables a DELHEAL.
- 4.2 Previa a la presentación de la valorización, SUPERCONCRETO deberá verificar y aprobar la mezcla asfáltica, las pruebas y controles de calidad y el cumplimiento del IRI los cuales



serán sustento para la valorización.

De existir reparos, las unidades en desacuerdo pasaran a ser discutidas y de ser el caso reformadas y verificadas en un plazo máximo de dos (02) días calendarios.

Presentada la valorización SUPERCONCRETO procederá a evaluar los metrados de las actividades realizadas, para emitir opinión en un plazo máximo de tres (03) días calendario contados desde la presentación de la misma, siempre que se presente en el tiempo y forma establecida. De existir unidades en desacuerdo se deducirán y pasarán a ser discutidas debiendo ser resueltas en un plazo máximo de dos (02) días calendario. Subsanada la valorización SUPERCONCRETO tendrá un plazo no mayor a un (01) día calendario para emitir su aprobación del tramo valorizado, salvo que la SUPERVISIÓN formule observaciones. Se aclara que el metrado a valorizar lo define y lo aprueba la SUPERVISIÓN.

- 4.3 Aprobada las valorizaciones, se emitirá factura y estas serán pagadas dentro de los 30 días calendarios siguientes a la presentación de la misma a SUPERCONCRETO y según las condiciones del CONTRATO PRINCIPAL.
- 4.4 Ningún pago será considerado como recepción parcial o total del SERVICIO. Las cantidades que se cancelen como consecuencia de las valorizaciones que se presenten y aprueben tienen el carácter de pago a cuenta y no adquieren carácter definitivo hasta que se produzca la recepción definitiva del SERVICIO por la ENTIDAD.
- 4.5 La conformidad final del SERVICIO está sujeto a las condiciones establecidas en el CONTRATO PRINCIPAL y la Normativa que lo rige.

#### **QUINTA: GARANTIAS, ADELANTOS, RETENCIONES.**

- 5.1 DELHEAL debe entregar a SUPERCONCRETO al momento de la firma de contrato una garantía de fiel cumplimiento del mismo por una suma equivalente al diez por ciento (10%) del monto del presente contrato. Esta debe mantenerse vigente hasta la liberación de la Carta fianza de SUPERCONCRETO por parte de la ENTIDAD. La Garantía es una carta fianza emitida por empresas que se encuentren bajo la supervisión directa de la Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones, y deben estar autorizadas para emitir garantías; o estar consideradas en la última lista de bancos extranjeros de primera categoría que periódicamente publica el Banco Central de Reserva del Perú, entregada por DELHEAL y deberá tener las siguientes características: Incondicional, irrevocable, solidaria y de realización automática a solo requerimiento de SUPERCONCRETO y sin beneficio de excusión o a solicitud de DELHEAL, SUPERCONCRETO podrá retener el 10% del monto total de la factura emitida por DELHEAL a SUPERCONCRETO, como fondo que garantice el fiel cumplimiento del SERVICIO con cargo a ser devuelto hasta la liberación de la Carta fianza de SUPERCONCRETO por parte de la ENTIDAD.
- 5.2 DELHEAL, podrá solicitar a SUPERCONCRETO el ADELANTO DIRECTO hasta por el quince por ciento (15%) del monto del SERVICIO, previa presentación de solicitud a la que se adjuntará factura y carta fianza emitida por empresas que se encuentren bajo la supervisión directa de la Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones, y deben estar autorizadas para emitir garantías; o estar consideradas en la última lista de bancos extranjeros de primera categoría que periódicamente publica el Banco Central de Reserva del Perú por el monto del adelanto. La carta fianza bancaria entregada por DELHEAL deberá tener las siguientes características: Incondicional, irrevocable, solidaria y de realización automática a solo requerimiento de



SUPERCONCRETO y sin beneficio de excusión emitida, con una vigencia mínima de 60 días, renovable en los mismos términos, hasta la amortización total del adelanto que se efectuará en cada valorización proporcionalmente. La renovación de la fianza, si aplica, se dará solo por el monto pendiente de amortización.

- 5.3 Pago de adelanto se efectuara dentro de los 8 días de presentada la fianza y la factura.
- 5.4 Las planillas de Mano de Obra debidamente sustentada en autorizaciones firmadas por DELHEAL, materiales, servicios, arrendamiento de equipos, combustible, seguros, que si bien está incluida en el costo del servicio podrán ser asumidas por SUPERCONCRETO serán descontadas en las valorizaciones mensuales.

**SEXTA: CONOCIMIENTO DEL LUGAR DE SERVICIO Y LOS DOCUMENTOS DEL SERVICIO.**

- 6.1 DELHEAL declara haber inspeccionado el lugar y la zona en que se ejecutarán el SERVICIO con anterioridad a la suscripción del presente contrato y conocer perfectamente las condiciones locales existentes, sean de orden geográfico (suelo, clima y otras), disponibilidad de mano de obra, y en general todas aquellas condiciones que puedan afectar la normal ejecución del SERVICIO contratado, y manifiesta que son adecuadas para el desarrollo de los trabajos que por el presente contrato se le encomiendan.
- 6.2 DELHEAL se sujetará a cualquier modificación del SERVICIO en aumento o disminución de kilómetros, siempre que fuera ordenada por la ENTIDAD.
- 6.3 DELHEAL tiene conocimiento de las bases integradas, términos de referencia, normativa vigente aplicada al SERVICIO, los DEPT aprobados por la ENTIDAD, así como los Requisitos Mínimos Seguridad / Ambiental / Equipamiento.

**SEPTIMA: IMPUESTOS, GASTOS, PERMISOS Y LICENCIAS**

- 7.1 Todos los impuestos, tasas, contribuciones especiales de cualquier tipo que se deriven del presente contrato, serán por cuenta de SUPERCONCRETO. Serán por cuenta de SUPERCONCRETO los gastos que pudieran ocasionarse por licencias de obra, autorizaciones y permisos que sean necesarios para la realización del SERVICIO.

**OCTAVA: OBLIGACIONES VARIAS DE DELHEAL y SUPERCONCRETO**

- 8.1 DELHEAL está obligado a cumplir, entre otras, con las siguientes obligaciones adicionales a las correspondientes a la ejecución de SERVICIO:
  - a) Efectuará su programa de acopio de mano de obra calificada con antelación suficiente, para que el SERVICIO no sufra entorpecimiento alguno en su desarrollo debiendo mantener durante la prestación del SERVICIO como mínimo el personal detallado en el ANEXO 02 del presente documento.
  - b) El SERVICIO se realizará a riesgo y ventura de DELHEAL. Por tanto, incluso los daños causados a terceros o a sus propiedades, o las reclamaciones de éstos, serán de su



- exclusiva responsabilidad, Sin embargo, SUPERCONCRETO podrá intervenir en la reparación y/o reconstrucción y luego facturará y descontará a DELHEAL los gastos incurridos.
- c) DELHEAL será el único responsable de las reclamaciones de cualquier tercero por los materiales que haya adquirido y suministrado, aunque estén incorporados al SERVICIO.
  - d) Suministrará en cualquier momento aclaraciones o informaciones técnicas que sean solicitadas por SUPERCONCRETO sobre equipos, o trabajos realizados.
  - e) Comunicará a SUPERCONCRETO cualquier discrepancia que pueda haber entre los planos y especificaciones técnicas, acatando lo que SUPERCONCRETO resuelva, por comunicación escrita e indubitable, siempre y cuando esto no signifiquen replanteos.
  - f) Deberá comunicar a SUPERCONCRETO con 7 días de anticipación los trabajos en días domingos, feriados o de noche, para que se dispongan las medidas adecuadas que permitan una correcta ejecución e inspección.
  - g) DELHEAL deberá cursar un cronograma de actividades semanal, el cual será presentado los días viernes de la semana anterior a fin de coordinar con la SUPERVISION y la ENTIDAD las acciones a tomar como: Autorizaciones, planes de desvío, difusión en prensa y radio, etc.
  - h) Comunicará inmediatamente a SUPERCONCRETO sobre cualquier circunstancia o evento, cualquiera que sea su origen y que pueda influir negativamente en el desarrollo de SERVICIO, sea esta que comprometa los plazos o la afecte técnica o económicamente.
  - i) Será responsable de utilizar todos los métodos necesarios para cumplir con el Plan de Seguridad y Aseguramiento de la Calidad previstos en el DEPT, DELHEAL entregará como mínimo los ensayos siguientes: Diseños de Mezcla MAC 1 y para mezcla superpave,(verificado por SUPERCONCRETO) DISEÑOS DE BASE ESTABILIZADA, CONTROLES DE CALIDAD DE AGREGADO FINO Y GRUESO acorde a la tabla 423-01, 423-02 de la EG-2013 y control de producción de mezcla asfáltica en planta y control del producto terminado acorde a la tabla 423-16 de la EG-2013, SUPERCONCRETO realizará a su costo los controles de calidad y ensayos especiales (prueba de Hamburgo) necesarios durante el servicio
  - j) Será responsable de utilizar todos los métodos necesarios y los previstos en el DEPT y en Requisitos Mínimos Seguridad / Ambiental / Equipamiento, para evitar daños al medio ambiente y a propiedades vecinas al ámbito de ejecución del presente contrato, incluyendo a SUPERCONCRETO y a otros presentes en la ejecución de SERVICIO.
  - k) Será responsable de ejecutar el tramo de prueba de colocación del material asfáltica, en dos capas, en el sector que será definido entre SUPERCONCRETO y la SUPERVISIÓN, según la longitud que sea requerida por la ENTIDAD.
  - l) Será responsable de la mezcla asfáltica el cual deberá cumplir con las especificaciones de los términos de referencia y DEPT aprobados, los cuales serán verificados y aprobados en el laboratorio de suelos.
  - m) DELHEAL se obliga rendir cuenta de los trabajos realizados, entregando copia de los comprobantes de pago de los costos directos (mano de obra, materiales y equipos) en cada una de sus valorizaciones, para que a su vez SUPERCONCRETO pueda entregarlos al SUPERVISOR DEL FIDEICOMISO.
  - n) Implementar un cuaderno de ocurrencias para el servicio que servirá de sustento para cualquier reclamación entre DELHEAL y SUPERCONCRETO
  - o) DELHEAL, facilitara a SUPERCONCRETO las licencias y permisos vigentes y necesarios



de sus instalaciones para el almacenamiento, explotación, producción y transporte de los materiales que forman parte del presente servicio. Cualquier infracción que con lleve a sanciones por incumplimiento a las normas de las entidades competentes sobre sus instalaciones, será de exclusiva responsabilidad de DELHEAL, así como las que se pudieran imputar a SUPERCONCRETO.

8.2 SUPERCONCRETO se encuentra obligado a lo siguiente:

- a) Pagar a DELHEAL conforme a la cláusula tercera del presente documento.
- b) Dar respuesta a las observaciones y consultas técnicas que realice DELHEAL con relación a la ejecución del SERVICIO

#### **NOVENA.- DE LOS EQUIPOS DURANTE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

9.1 DELHEAL se obliga a:

- a) Contar con equipos mecánicos propios y/o alquilados cuya relación se adjunta como ANEXO 02 del presente documento, según las características de los términos de referencia y con los seguros correspondientes detallados en los REQUISITOS MINIMOS SEGURIDAD/AMBIENTAL/EQUIPAMIENTO, así mismo, los volquetes tendrán su cobertor a fin de mitigar la contaminación al transportar material fresado, transporte y colocación de mezcla asfáltica o eliminación de corresponder.
- b) Mantener asegurados sus equipos contra todo riesgo, incluyendo el hurto o robo de los mismos durante todo el tiempo que dure el presente contrato.
- c) Vigilar y proteger a su costo los equipos, materiales e instalaciones de cualquier especie, de propiedad de DELHEAL o que se encuentre alquilando. En caso de ocurrir pérdida o daños a los mismos, éstos serán de su exclusiva responsabilidad, salvo caso fortuito o fuerza mayor. El control de seguridad es sólo al campo de acción de DELHEAL (perímetro), debiendo SUPERCONCRETO asumir el control y cierre de vías, como lo establece la Ordenanza Municipal de Lima N° 1680 y el Plan de interferencia de vías aprobado por la Municipalidad de Lima.
- d) Mantener la operatividad de los Equipos durante el plazo de ejecución, así mismo reparar las fallas que presenten los equipos o parte de ellos o reemplazar los mismos, dentro de un plazo máximo de 48 horas o el establecido con SUPERCONCRETO vía correo electrónico. En cualquier caso, será por cuenta y costo de DELHEAL.

#### **DECIMA.- DAÑOS Y PERJUICIOS**

- 10.1 DELHEAL adoptará a su debido tiempo, todas las disposiciones y precauciones necesarias para evitar accidentes de los obreros, daños a los trabajos, como también a las personas o a las propiedades vecinas. Por lo que el resarcimiento de daños y perjuicios estará supeditada a su actuar diligente, considerando la información prevista en el DEPT y Requisitos Mínimos Seguridad / Ambiental / Equipamiento.



#### **DECIMA PRIMERA: PLAN DE TRABAJOS Y PLAZOS DE EJECUCION, INCUMPLIMIENTO**



- 11.1 El plazo de ejecución del SERVICIO es de ciento sesenta y cinco (165) días calendarios, el cual empieza a regir desde el día siguiente de la comunicación cursada por SUPERCONCRETO comunicando el inicio del SERVICIO, debiendo garantizar la liberación de las áreas a trabajar, de manera tal que el servicio sea desarrollado de conformidad al Plan de Trabajo, Calendario de Obra y GANTT que se adjuntan como ANEXO 03.
- 11.2 El plazo de servicio podrá ampliarse o modificarse por la realización de trabajos adicionales o modificaciones del proceso constructivo solicitados por SUPERCONCRETO.
- 11.3 DELHEAL deberá presentar las respectivas autorizaciones de trabajo al Ingeniero Residente de SUPERCONCRETO, el cual a su vez hará llegar a la SUPERVISION para su aprobación. Recibida la aprobación de la autorización de trabajo por parte de la SUPERVISION a SUPERCONCRETO se informará a DELHEAL para la ejecución de los trabajos. Toda consulta a la SUPERVISIÓN, SUPERCONCRETO o la ENTIDAD se realizará a través de la Oficina Técnica de SUPERCONCRETO, por medio escrito e indubitable.
- 11.4 DELHEAL efectuará los trabajos y de conformidad con el PLAN DE TRABAJO presentado a SUPERCONCRETO. Si SUPERCONCRETO considera que el porcentaje de avance es inferior al 80% de lo programado, SUPERCONCRETO podrá subcontratar a una tercera empresa a fin de cumplir con el cronograma y plan de trabajo, y DELHEAL solo valorizara los kilómetros terminados.
- 11.5 En caso de retraso injustificado en la ejecución del SERVICIO, SUPERCONCRETO le aplicará a DELHEAL una penalidad por cada día de atraso en la conclusión del SERVICIO, hasta por un monto máximo equivalente al diez por ciento (10%) del monto contratado. Esta penalidad será deducida de los pagos a cuenta, del pago final o en la liquidación final; o, si fuera necesario, se cobrará del monto resultante de la ejecución de la garantía de fiel cumplimiento. Se debe tener presente que SUPERCONCRETO es responsable de la liberación de los tramos para inicio su intervención. La penalidad se aplicará automáticamente y se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Penalidad diaria} = \frac{0.10 \times \text{Monto del Contrato Principal}}{0.15 \times \text{plazo en días}}$$

Esta penalidad se cobrará sin perjuicio de que se exija el resarcimiento de los daños y perjuicios que pudieran producirse, mediante la acción legal correspondiente.

- 11.6 En caso se llegase a cumplir el monto máximo de la penalidad (10%) SUPERCONCRETO podrá resolver el contrato por incumplimiento sujetándose al procedimiento establecido en la cláusula de resolución del presente contrato.
- 11.7 De igual forma en caso de incumplimiento reiterativo de las obligaciones contenidas en el presente contrato por parte del DELHEAL se le aplicará una penalidad del 1% del monto del contrato por incumplimiento y en caso llegue al 10% se procederá al igual a lo indicado en el punto anterior.
- Entiéndase reiterativo cuando SUPERCONCRETO, LA ENTIDAD, LA SUPERVISION y/o EL MONITOR solicite vía e-mail, carta o anotación en el Cuaderno de Obra el cumplimiento de alguna obligación establecida en el presente contrato o de cargo de



SUPERCONCRETO en el CONTRATO PRINCIPAL, y DELHEAL no atienda el pedido dentro del plazo otorgado o en su defecto dentro de cinco (05) días calendarios de solicitado y se le tenga que reiterar la solicitud y no de igual respuesta o no cumpla dentro de los 03 días calendarios el segundo pedido.

**NOTARIA**  
Luis Benigno...  
NOTARIA DE LIMA  
Schell... 25 - Miraflores  
Cent. Tel 449-8242 Fax Anx. 207

- 11.8 Además de la penalidad prevista en los numerales precedentes DELHEAL asumirá las penalidades previstas en el CONTRATO PRINCIPAL que imponga la ENTIDAD a SUPERCONCRETO y que correspondan al SERVICIO.

**DECIMA SEGUNDA: RECEPCION DE SERVICIO**

- 12.1 La ejecución completa del SERVICIO ejecutada por parte de DELHEAL se considerará cumplida cuando la ENTIDAD a su vez otorgue la conformidad del SERVICIO a SUPERCONCRETO.
- 12.2 Si a la fecha de comunicación de la terminación del SERVICIO por parte de DELHEAL, SUPERCONCRETO no la considera en estado de ser aceptada, por causas imputables a DELHEAL, señalará un plazo a DELHEAL para que lo remedie, previa sustentación del porqué del rechazo. Una vez expirado este plazo, si a juicio de SUPERCONCRETO las obras continúan sin poder ser levantadas, SUPERCONCRETO optará entre conceder a DELHEAL un nuevo plazo, o bien resolver el presente contrato, en cuyo caso DELHEAL perderá la garantía de fiel cumplimiento de contrato salvo, se llevará a controversia la resolución de contrato, supuesto en el cual la garantía permanecerá vigente hasta la solución de la misma. Sin perjuicio de lo anterior, DELHEAL se encontrará obligado al pago de las indemnizaciones y penalidades a que hubiere lugar, de corresponder.
- 12.3 La recepción de SERVICIO está sujeto a las condiciones establecidas en el CONTRATO PRINCIPAL y la Normativa que lo rige.

**DECIMA TERCERA: OBLIGACIONES DE CARÁCTER LABORAL**

- 13.1 Entre el personal a las órdenes de DELHEAL y SUPERCONCRETO, no existe ningún tipo de relación laboral. SUPERCONCRETO no responderá ni subsidiará las obligaciones patronales de DELHEAL, que será el único responsable ante la Autoridad de Trabajo, los Tribunales y sus trabajadores.
- 13.2 No obstante, lo establecido en el párrafo anterior, opcionalmente y a solicitud de DELHEAL, parte del personal empleado y el personal obrero de DELHEAL, autorizado por SUPERCONCRETO, podrá estar en la Planilla de SUPERCONCRETO, quien asumirá las remuneraciones y beneficios laborales procediendo a facturar y a descontar todo costo incurrido por este concepto de las valorizaciones mensuales de DELHEAL, por lo cual las planilla y tareo se entregarán el 12 y el 27 de cada mes (digital y físico).
- 13.3 SUPERCONCRETO designará al Residente y Jefe de Laboratorio del SERVICIO, cuyo costo será asumido por SUPERCONCRETO sin cargo a descuento.
- 13.4 DELHEAL es conecedor y se obliga al cumplimiento de todas las disposiciones legales en



materia de seguridad, salud, laboral, medio ambiente y prevención de riesgos, así como los seguros correspondientes. En este sentido, será responsable de la puesta en práctica de las mismas, de la dotación a su personal de los equipos de protección (EPP, Maquinaria y Equipos con el Logo de SUPERCONCRETO), individual y colectivas, que sean necesarios en cada caso, siendo el único responsable de las consecuencias que se deriven de su incumplimiento.

#### **DECIMA CUARTA.- REPRESENTANTES EN OBRA**

DELHEAL nombra como INGENIERO RESPONSABLE al Ing. Hugo Antonio Cornejo Calle, identificado con DNI Nro. 02613579, quien tendrá a su cargo la responsabilidad técnica y administrativa del SERVICIO.

SUPERCONCRETO nombra como INGENIERO RESIDENTE al Ing. Jorge Enrique Agreda Matías, identificado con DNI Nro. 16465164, quien tiene el derecho de supervisar, controlar y verificar el estado y coordinar el desarrollo del SERVICIO.

En relación al SERVICIO, tendrán plena validez los acuerdos adoptados por el INGENIERO RESPONSABLE e INGENIERO RESIDENTE, las cuales no podrán ser enervadas por otra persona o autoridad propia de DELHEAL o SUPERCONCRETO. El reemplazo del INGENIERO RESPONSABLE será materia del correspondiente aviso notarial que curse DELHEAL a SUPERCONCRETO.

DELHEAL se compromete a otorgar todas las facilidades del caso al INGENIERO RESIDENTE, tales como proporcionarle toda la información técnica o administrativa que solicite referente al SERVICIO, así como acatar todas sus indicaciones.

El INGENIERO RESIDENTE y LA ENTIDAD, a través de su supervisión, serán los encargados de supervisar la buena ejecución del SERVICIO, tanto desde el punto de vista administrativo, como desde el punto de vista técnico. En caso de que el JEFE DE OFICINA TECNICA comprobara defectos y/u omisiones en los trabajos, éstos deberán ser inmediatamente subsanados o corregidos, bajo costo y responsabilidad técnica y administrativa de DELHEAL y dentro del plazo establecido en el presente contrato.

#### **DECIMA QUINTA: INSPECCION Y CONTROL DE LAS OBRAS**

- 15.1 La inspección y control de SERVICIO, materia del presente contrato, son asumidos directamente por SUPERCONCRETO sin limitación alguna.
- 15.2 DELHEAL se obliga a dar las facilidades que SUPERCONCRETO requiera para efectuar la inspección y control de SERVICIO.
- 15.3 SUPERCONCRETO o su representante podrán permanecer en el sitio del SERVICIO con amplias facultades para supervisar, controlar su ejecución y especialmente para:
  - a) Inspeccionar, controlar y exigir que el SERVICIO se ejecute de conformidad con los documentos contractuales, así como de conformidad con las instrucciones dadas por escrito por SUPERCONCRETO.



- b) Suspende, previa comunicación a DELHEAL, el SERVICIO en cualquier fase, siempre que considere necesaria esa medida para su perfecta ejecución, según lo estipulado en el presente contrato.
- c) SUPERCONCRETO, rechazará cualquier servicio, material o equipo que no se ajuste a lo especificado en el DEPT, IRI, controles de Calidad y/o en el CONTRATO PRINCIPAL para la ejecución del SERVICIO.

**DECIMA SEXTA: RESPONSABILIDAD POR LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

- 16.1 DELHEAL es responsable de la perfecta ejecución del SERVICIO, de acuerdo con los términos del contrato, así como los planos, DEPT, órdenes y autorizaciones de SUPERCONCRETO.
- 16.2 DELHEAL será el único responsable y responderá por los métodos utilizados en el SERVICIO.
- 16.3 DELHEAL no podrá aducir falta de planos, especificaciones técnicas o información como excusa por atrasos o mala ejecución en SERVICIO

**DECIMA SEPTIMA: CESION, SUBCONTRATACION Y RESPONSABILIDAD**

- 17.1 DELHEAL no podrá ceder, subcontratar, transmitir o gravar, por ningún título, la totalidad o parte de sus derechos y obligaciones derivadas de este contrato, incluidos los derechos de crédito, sin el previo consentimiento por escrito de SUPERCONCRETO.
- 17.2 De igual manera, DELHEAL responderá por cualquier acción o reclamos de terceros contra SUPERCONCRETO, relacionadas con el objeto de este contrato y que se deba a acción, omisión u otras causas bajo control de DELHEAL, incluyendo entre otras, su negligencia u omisión o cualquier violación por el mismo, sus trabajadores y representantes, de instrucciones, leyes, reglamentos o normas aplicables a sus actividades o incumplimiento en sus transacciones comerciales.

**DECIMA OCTAVA: RESPONSABILIDAD POR VICIO OCULTOS**

- 18.1 DELHEAL es responsable por la calidad ofrecida y por defectos o vicios ocultos por un plazo no menor a dos (02) años, contado a partir de la conformidad de la recepción total de SERVICIO por parte de la ENTIDAD

**DECIMA NOVENA: RESOLUCION**

- 19.1 Además de las indicadas en otras cláusulas, el presente contrato se considerará resuelto en caso se resuelva el CONTRATO PRINCIPAL.
- 19.2 Sin perjuicio de lo señalado en el párrafo anterior, además de las indicadas en otras



cláusulas del presente contrato, SUPERCONCRETO podrá resolver de pleno derecho el presente contrato cuando se resuelva el CONTRATO PRINCIPAL y en los siguientes casos:

- a) El incumplimiento por DELHEAL de cualquiera de sus obligaciones.
- b) La falta de adecuación o de calidad de los trabajos a las exigencias de SUPERCONCRETO, una vez cumplidos los plazos de prórroga para remediarlos.
- c) Cuando a juicio de SUPERCONCRETO, el desarrollo o ejecución de los trabajos y equipos utilizados no se ajusten a los ritmos y calidades previstos.
- d) En caso de incumplimiento de las prohibiciones de cesión o subcontratación total de los trabajos por parte de DELHEAL.
- e) Cuando DELHEAL incumpla las medidas de calidad, seguridad y medio ambiente que SUPERCONCRETO conforme al CONTRATO PRINCIPAL haya requerido.
- f) En caso de retraso injustificado en los plazos pactados de ejecución de los trabajos, por parte de DELHEAL.
- g) Cuando la LOS TRABAJOS hubieran sido suspendidos o paralizados por DELHEAL de manera injustificada, salvo caso de fuerza mayor.
- h) Si SUPERCONCRETO tiene que responder por reclamaciones laborales de los trabajadores de DELHEAL.

19.3 SUPERCONCRETO deberá comunicar a DELHEAL la resolución de contrato, mediante carta notarial, solicitando la paralización de los trabajos, así mismo, procederá a practicar la Liquidación final del presente contrato. SUPERCONCRETO ejecutará la garantías (fiel cumplimiento y adelantos) establecidas en la Cláusula Quinta. En caso que la resolución de contrato sea imputable a DELHEAL, y éste haya sometido a solución de controversia dicha resolución de contrato solo se procederá a la ejecución de la carta fianza de adelantos, salvo se proceda a la devolución de los importes no amortizados.

#### **VIGESIMA: DOMICILIOS**

- 20.1 Las partes contratantes señalan como sus domicilios los que aparecen en la introducción del presente documento.
- 20.2 Cualquier variación de los mismos, sólo surtirá efectos legales previa notificación por escrito a la otra parte con una anticipación de siete días calendarios.

#### **VIGESIMA PRIMERA: CONFIDENCIALIDAD**

- 21.1 DELHEAL se obliga a abstenerse de divulgar, publicar o comunicar a terceros, toda la información, documentos o diseños, plano, esquemas y demás datos relacionados con la ejecución del presente contrato, incluido el presente contrato. Para estos efectos, DELHEAL conviene que el presente contrato se considera confidencial, y no podrá ser divulgada o transmitida, en ese sentido todos los informes, estudios, archivos, correspondencia, y otros datos, sean físico, magnético, electrónico o cualquier otro tipo de soporte, serán mantenidos en estricta reserva. El incumplimiento de lo dispuesto en la presente cláusula dará derecho a SUPERCONCRETO a percibir una indemnización por los daños y perjuicios que pudieran originarse.



**NOTARIA**  
*Luis Benjamín Gutiérrez Advianzón*  
**NOTARIO DE LIMA**  
Schell N° 120 Of. 25 - Miraflores  
Cent: Tel 445-8242 Fax Anx. 207

**VIGESIMA SEGUNDA: RESOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS**

- 22.1. Las partes contratantes deberán efectuar sus mejores esfuerzos para que cualquier desavenencia o controversia que pudiera derivarse del presente contrato, incluidas las de su nulidad o invalidez, sea resuelta en clima de buena fe mediante trato directo y amigable entre sus representantes designados al efecto.
- 22.2. Los representantes de ambas partes, actuando de conformidad con las pautas señaladas en el párrafo que precede deberán tratar de resolver las controversias que surjan en un plazo no mayor de siete (7) días hábiles o en un plazo mayor de convenirlo mutuamente, para encontrar una solución. Sólo en caso de no encontrarse una solución luego de producidas las negociaciones detalladas se someterá la controversia a arbitraje de derecho ante un Tribunal Arbitral integrado por (3) tres miembros, resolviéndose mediante fallo definitivo e inapelable, de conformidad con los Reglamentos de conciliación y arbitraje del Centro de Arbitraje Nacional e Internacional de la Cámara de Comercio de Lima, a cuyas normas las partes se someten en forma incondicional.
- 22.3. La ley aplicable a la validez, efectos y cualquier otro asunto vinculado al presente arbitraje y a la materia del mismo será la ley peruana.

**VIGESIMA TERCERA: ANTICORRUPCIÓN**

DELHEAL declara y garantiza no haber, directa o indirectamente, o a través de sus socios, integrantes de los órganos de administración, apoderados, representantes legales, funcionarios, asesores, ofrecido, negociado o efectuado, cualquier pago o, en general, cualquier beneficio o incentivo ilegal en relación al contrato. Asimismo, DELHEAL se obliga a conducirse en todo momento, durante la ejecución del contrato, con honestidad, probidad, veracidad e integridad y de no cometer actos ilegales o de corrupción, directa o indirectamente o a través de sus socios, accionistas, participacionistas, integrantes de los órganos de administración, apoderados, representantes legales, funcionarios, asesores. Además, DELHEAL se compromete a comunicar a SUPERCONCRETO, de manera directa y oportuna, cualquier acto o conducta ilícita o corrupta de la que tuviera conocimiento; y adoptar medidas técnicas, organizativas y/o de personal apropiadas para evitar los referidos actos o prácticas.

Suscrito en señal de conformidad en dos textos originales de igual valor para constancia de ambas partes, en Lima el 28 de Noviembre del 2019.

**CONSTRUCCIONES DELHEAL S.A.C.**

*Juan Carlos Fernández Castillo*  
Juan Carlos Fernández Castillo  
Gerente General

**Superconcreto del Perú S.A.**

*Stefano Brescia Saavedra*  
Stefano Brescia Saavedra  
Gerente General



**CERTIFICACIÓN**

**CERTIFICO:** QUE LAS FIRMAS QUE APARECEN EN EL PRESENTE DOCUMENTO CORRESPONDEN A: **JUAN CARLOS FERNANDEZ CASTILLO**, IDENTIFICADO CON DOCUMENTO NACIONAL DE IDENTIDAD NUMERO **09905804**.

QUIEN FIRMA EN REPRESENTACION DE **CONSTRUCCIONES DELHEAL SAC**, SEGUN PODER INSCRITO EN LA PARTIDA REGISTRAL ELECTRONICA **12605981** DEL REGISTRO DE PERSONAS JURIDICAS DE LIMA.

**STEFANO BRESCIA SAAVEDRA**, QUIEN SE IDENTIFICO CON DNI Nº **10003039**; QUIEN FIRMA EN REPRESENTACION DE **SUPERCONCRETO DEL PERU S.A.**, SEGUN PODER INSCRITO EN LA PARTIDA REGISTRAL ELECTRONICA **11010510** DEL REGISTRO DE PERSONAS JURIDICAS DE LIMA.

ES (SON) AUTENTICA(S).

DOY FE.

SE DEJA CONSTANCIA QUE NO SE EXHIBIO MEDIO DE PAGO.

LOS OTORGANTES PASARON POR EL LECTOR BIOMETRICO.

SE LEGALIZA(N) LA(S) FIRMA(S), NO ASUMIENDO RESPONSABILIDAD SOBRE EL CONTENIDO.

EL NOTARIO DEJA CONSTANCIA QUE SE HA CUMPLIDO CON LO PRECEPTUADO POR EL ARTICULO 106º DEL DECRETO LEGISLATIVO 1049º, MODIFICADO POR EL DECRETO LEGISLATIVO 1232º.

LIMA, VEINTINUEVE DE NOVIEMBRE DEL DOS MIL DIECINUEVE.

// JCN // SP // 38301 // 00752201900038301 //



**LUIS BENJAMIN GUTIÉRREZ ADRIANZÉN**  
NOTARIO DE LIMA



## ANEXO N°2

## **425.A RECICLADO ASFALTICO INSITU, CON MATERIAL GRANULAR ENCIMADO Y EMULSION ASFALTICA**

### **1. DESCRIPCIÓN**

Esta partida comprende todos los los procedimientos necesarios para la ejecución del trabajo, desde equipos, materiales y todo lo necesario para la realización del trabajo de reciclado de pavimento asfáltico in-situ con emulsión asfáltica de las capas de pavimento existente y material granular encimado, con el fin de recuperar y mejorar sus propiedades estructurales, de acuerdo al proyecto de Ingeniería de detalle.

Consiste en la recuperación de la estructura del pavimento existente utilizando una máquina recicladora, a medida que la máquina avanza el material del pavimento existente es pulverizado junto a una capa de material granular encimado previamente, al cual se le adiciona emulsión asfáltica y agua a través de unos inyectores distribuidos en la barra aspersora especialmente diseñada en la cámara de mezclado del reciclador, esto con el fin de alcanzar una óptima conformación, posterior a estas actividades se procede al compactado con rodillo vibratorio y nivelado de la superficie reciclada con motoniveladora, finalmente se procede al acabado de la textura del pavimento reciclado utilizando un rodillo neumático.

### **2. MATERIALES**

#### **(a) Agregados pétreos para encimado**

Los agregados podrán ser naturales o triturados, clasificados o una mezcla de ambos y deberán estar exentos de materia orgánica o cualquier otra sustancia perjudicial. Deberán cumplir, además, los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste los Ángeles : 40% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido : 25% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad : máx. 6 % (MTC E 111)
- CBR (1) : 80% mín. (MTC E 132), referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" ( 2.5 mm )
- Equivalente de Arena : 35% mín. ( MTC E 114 )

El agregado de adición para estabilizar deberá presentar una gradación que se ajuste a alguna de las siguientes franjas:

**Tabla 425-1**  
**Requerimientos granulométricos para material granular de encimado**

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso	
	Gradación A	Gradación B
50 mm (2")	100	100
25 mm (1")	--	75-95
9,5 mm (3/8")	30-65	40-75
4,75 mm (N° 4)	25-55	30-60
2,0 mm (N° 10)	15-40	20-45
4,25 µm (N° 40)	8-20	15-30
75 µm (N° 200)	2-8	5-15

**(b) Material bituminoso**

Será una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta, que corresponda a los tipos CSS-1- o CSS-1h, que cumpla los requisitos de calidad establecidos en la sección 421.00.

**(c) Agua**

El agua que se requiera para la estabilización deberá ser limpia y libre de materia orgánica, álcalis y otras sustancias perjudiciales. Su pH, medido de acuerdo con norma de ensayo ASTM D-1293, deberá estar entre cinco y medio y ocho (5.5 y 8.0) y el contenido de sulfatos, expresado como SO<sub>4</sub> y determinado según norma ASTM D-516, no podrá ser mayor de un gramo por litro (1 g/l).

**(d) Aditivos**

En caso de requerirse aditivos para rebajar la tensión superficial y mejorar la adherencia, éstos deberán ajustarse a lo descrito en la sección 424.A de la presente especificación.

### **3. EQUIPO**

En relación con el equipo, este incluirá elementos para la explotación, carguío, transportes, eventual zarandeo, clasificación y extensión del material granular de encimado; el almacenamiento, transporte y distribución del agua, de la emulsión asfáltica y del aditivo que eventualmente se requiera; para la preparación, extensión y compactación de la mezcla estabilizada.

Los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos adoptados indicados en el Proyecto de Ingeniería de Detalle y estarán comprendidos mínimamente por los siguientes equipos:

#### **(a) Recicladora**

La fresadora-recicladora deberá cumplir como mínimo con lo siguiente:

- Sistema de control a través de un procesador que regule la dosificación de agua de compactación y dosis de emulsión asfáltica en función de la velocidad de avance y la profundidad de corte.
- Un tambor pulverizador mezclador, que posea herramientas de corte para la fragmentación del material asfáltico existente y material granular encimado que se recicla.

#### **(b) Camiones de distribución para la emulsión asfáltica:**

Estos se deberán acoplar a la recicladora para proveer la emulsión asfáltica, la cantidad estará en función a la distancia de transporte de la emulsión asfáltica al punto de reciclado, la capacidad estará en función de la producción diaria y las condiciones de geometría y pendientes del tramo a ejecutar.

#### **(c) Camión cisterna de agua**

Tiene como propósito el suministro de agua para la compactación del material reciclado. Deberán ser de una capacidad mínima de 2400 galones, y la cantidad de unidades estará en función a la distancia de transporte de agua a emplearse.

**(d) Equipo de compactación**

Estará constituido por rodillos lisos vibratorios de una o dos tambores de un peso mínimo de 10 Tn, y rodillos neumáticos de por lo menos 15 Tn, la cantidad de rodillos estará en función a las necesidades del proyecto.

**(e) Motoniveladora**

Equipo requerido para el proceso de terminación de la capa reciclada a fin de lograr una superficie uniforme y con las pendientes o bombeos establecidos.

**4. EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

**(a) Diseño de la mezcla**

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista formulará, para su verificación, muestras de los materiales que se propone utilizar, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de utilizarlos e igualmente presentará el diseño de la mezcla.

Los materiales o el diseño de la mezcla que resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias. Una vez que el Supervisor manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los ingredientes que intervienen en ella.

Los requerimientos granulométricos del producto reciclado es deseable se encuentren distribuidos conforme la siguientes bandas granulométricas.

**Tabla 425-2**

**Requerimientos granulométricos del material reciclado para su estabilización con emulsión asfáltica**

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso	
	Gradación A	Gradación B
50 mm (2")	100	-
25 mm (1")	77-100	100
19 mm (3/4")	66-99	99-100
9,5 mm (3/8")	49-74	74-100
4,75 mm (N° 4)	35-56	56-95
2,36 mm (N° 8)	25-42	42-78
1,18 mm (N° 16)	18-33	33-65
425 µm (N° 40)	10-24	24-50
150 µm (N° 100)	3-16	16-30
75 µm (N° 200)	2-9	9-20

El contenido óptimo de agua de pre-envuelta se fijará a la vista del agregado por estabilizar, basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos. La humedad por elegir será aquella que dé lugar a un cubrimiento uniforme y homogéneo del material mineral por parte del ligante, referencialmente se empleara el ensayo proctor modificado en la mezcla de agregados-emulsión según el procedimiento (MTC E115, ASTM D 1557 o AASHTO T180), a fin de obtener la humedad óptima de compactación.

El diseño de la mezcla se efectuará empleando el ensayo de Inmersión – Compresión (MTC E 518), Resistencia a la compresión, aplicando el siguiente criterio para la determinación del contenido óptimo de ligante:

- Resistencia seca (Rs)  $\geq 10 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia húmeda (Rh)  $\geq 7.5 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia conservada  $(Rc = \frac{Rh}{Rs} \times 100) \geq 50\%$

De igual modo, se verificara los parámetros de estabilidad y fluencia a través del ensayo Marshall ASTM D-1559, MTC E-504, considerando los siguientes valores.

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| - Estabilidad Marshall | ≥ 750 lb (340 kg) |
| - Flujo (0.025 mm)     | 8 – 20            |

Las dosis de aplicación de la emulsión asfáltica estará de acuerdo con el diseño de mezclas el mismo que fluctuara entre 3.5% a 6% del peso de los agregados. De ser necesario se considerara filler o relleno mineral, como espesante del mastick asfáltico, pudiendo emplearse cal hidratada hasta 2% que cumpla los requerimientos AASHTO M-303.

#### **(b) Trabajo preliminar previo al reciclado**

Todo trabajo preliminar al reciclado debe ejecutarse con tiempo de manera que no se interrumpa la continuidad del reciclado y así evitar discontinuidades en el producto final.

Considerando que el material por estabilizar es parcialmente de aporte, además incluye la capa asfáltica existente, y la mezcla se realizara en la vía, antes de construir la base estabilizada se comprobará que la superficie que le va a servir de apoyo se encuentre limpia, apropiada, con las cotas indicadas en los planos.

Las irregularidades existentes en el pavimento a reciclar tales como: baches mayores, depresiones, asentamientos, ahuellamientos, protuberancias, fisuras, etc deberán ser corregidas antes de reciclar.

La pre-conformación se podría efectuar utilizando los siguientes procedimientos:

- Mediante la aplicación de material de préstamo y extendiéndolo en la superficie del pavimento a fin darle la forma requerida
- Pre-pulverizando el material del pavimento existente, puede ser con recicladora, y con el empleo de una motoniveladora para darle forma al material suelto.
- También se utilizará el material excedente del proceso de reciclado para poder completar y llegar a las cotas exigidas en la estructura del pavimento.

La obras de alcantarillas, cruces de tuberías, muros de contención o cualquier otra obra de arte que se ubique dentro de la plataforma a reciclar o que afecta a ella se deberá efectuar en lo posible con anterioridad, de manera que no existan interferencias para la operación continua del reciclado, de tal manera de tener continuidad y homogeneidad en el acabado.

**(c) Transporte de agregados**

Se refiere a los agregados de aporte, éstos se transportarán desde la planta previamente seleccionados y procesados hacia la vía, según el caso, protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurándolos a la carrocería, de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por las cuales transitan los vehículos.

**(d) Tramo de prueba de reciclado.**

El primer tramo a reciclar deberá ser considerado como una sección de prueba la misma que permitirá apreciar a los operadores y a la supervisión las características del material reciclado y su comportamiento.

Al comienzo de los trabajos, el Contratista elaborará secciones de ensayo de longitud, ancho y espesor definidos en acuerdo con el Supervisor, donde se probará el equipo y se determinará el método definitivo de trabajo, de manera que se cumplan los requisitos de la presente especificación.

En caso de que los ensayos indicaren que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, el Contratista deberá hacer inmediatamente todas las correcciones necesarias y, si fuere preciso, modificará la fórmula de trabajo, repitiéndose las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones, hasta que ellas resulten satisfactorias para el Supervisor.

Las pruebas mínimas necesarias son las que se mencionan:

- Granulometría del material reciclado.- y su correspondencia con el diseño.
- Influencia de la velocidad de avance y de rotación del tambor de fresado, en la granulometría requerida.

- Compactación.- Evaluar la efectividad del sistema de compactación empleado que permita asegurar la densidad final del material reciclado.
- Verificación el diseño de mezcla de laboratorio y de las resistencias seco y saturados, los que servirán para el control de la mezcla reciclada en campo.
- Esponjamiento.- Normalmente los materiales existentes del pavimento deteriorado están densificados, al reciclar estos materiales incrementan su volumen, y pueden alterar los niveles de la capa terminada.

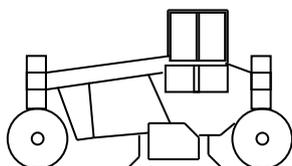
**(e) Elaboración de la mezcla**

La mezcla se elaborara en la vía, de acuerdo con los procedimientos generales que se indican a continuación.

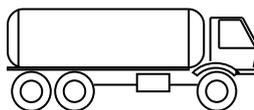
- Cuando la mezcla se va a efectuar con material de aporte o encimado sobre la capa asfáltica existente, éste se transportará a la vía y se extenderá en el ancho y espesor adecuados que permitan que la capa luego de mezclada y compactada cumpla con las secciones indicadas en los planos. Dicho material deberá cumplir con los requisitos establecidos en la sección 2. Materiales, de la presente especificación.
- Inmediatamente antes de efectuar la mezcla con la emulsión, se verificará la humedad, y si fuere necesario un aumento de ella, se incorporará la cantidad debida de agua y se efectuará la mezcla correspondiente, perfilando la superficie de modo que presente, aproximadamente, la sección indicada en los planos.
- Las operaciones, pulverización de la capa asfáltica existente y el encimado, adición de agua y emulsión y mezcla de los tres componentes se efectuarán en una sola pasada, regulando la velocidad de avance de la máquina y los caudales de agua y emulsión, de modo que la mezcla resulte homogénea y con las dosificaciones de agua y emulsión previstas en el diseño de la mezcla; con este propósito se deberá ensamblar el tren de reciclado posicionado en la primera faja de corte, en el siguiente orden: primero el cisterna de agua luego el camión cisterna de emulsión asfáltica y tercero el reciclador y se aseguran las barras de empuje (Tiros)

## 1: Tren de Reciclado

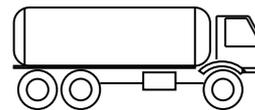
**Recicladora**



**Emulsión asf.  
Termotanque**



**Agua  
Cisterna**



- 
- Conectar las tuberías de alimentación, primero el agua y luego de la emulsión asfáltica, purgar (extraer el aire) y asegurar que las válvulas estén abiertas.
  - Revisar que el operador de la recicladora tenga los datos (dosificación del diseño de mezclas del reciclado) para alimentar los porcentajes de materiales y la profundidad para ingresarlos al procesador del equipo.
  - El equipo de reciclado deberá estar dotado de los mecanismos y potencia necesaria para pulverizar la capa asfáltica existente y material encimado en espesores de quince centímetros (15 cm) a veinticinco centímetros (25 cm).
  - Deberá haber una línea de trazo para la guía de corte longitudinal del tramo completo.
  - A continuación, se aplicará la emulsión asfáltica por medio de un camión termotanque con la dosificación y temperatura aprobadas en la formula de trabajo, procediendo a la mezcla con el tren equipo aceptado hasta obtener un producto homogéneo, de color uniforme y exento de concentraciones de ligante.
  - De ser necesaria la adición de filler se hará por medios mecánicos o manuales de manera que asegure la cantidad de filler de aportación especificada según el diseño de mezclas del reciclado, cuando se emplea la forma manual, se deberá realizar el esparcido uniforme, con la ayuda de rastrillos para lo cual se debe establecer previamente la longitud entre cada bolsa o unidad de volumen para un ancho establecido.
  - La adición de agua de compactación deberá ser el 75 % de la humedad optima de compactación obtenida mediante el método Proctor Modificado, este

porcentaje será descontado de la humedad existente del material reciclado, el agua de aporte será controlado a través del procesador de la maquina recicladora.

- La emulsión asfáltica será incorporada por bombeo desde los camiones termotanque, para lo cual estarán provistos con termómetros, la temperatura del materia deberá mantenerse en un rango de variación de  $\pm 5$  °C, con respecto al diseño del asfalto espumado.
- La cantidad de emulsión asfáltica a emplear será expresada en porcentaje con respecto al peso seco del material a reciclar y según el diseño de mezclas del mismo.
- Al finalizar la jornada se deberá efectuar la limpieza del equipo reciclador en sus componentes del sistema de asfalto y agua así como deberá efectuarse el reemplazo de los componentes de desgaste del tambor de corte.

Una vez iniciado el reciclado se deberá controlar de manera permanente los siguientes aspectos:

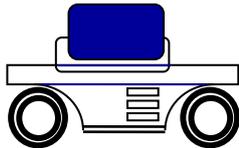
- La profundidad de corte a ambos lados de la recicladora.
- El alineamiento de corte de la recicladora respecto al trazo y respecto al ancho de traslape requerido
- Velocidad de avance. La velocidad optima de mezclado esta entre 6 m/min y 12 m/min, dependiendo de la profundidad de corte y del tipo de material reciclar.
- El contenido de humedad que provea una adecuada conformación y cubrimiento uniforme y homogéneo del material mineral por parte del ligante.
- Un control visual de la calidad del material reciclado.

**(f) Compactación**

La compactación se considera mediante la aplicación del siguiente esquema del tren de compactación:

## 2: Tren de Nivelación y Compactación

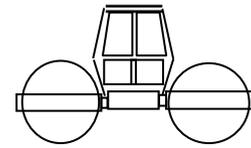
**Compactación  
Final Rodillo Neum.**



**Perfilado  
Motoniveladora**



**Compactación  
Primaria Rodillo Vib.**



### **Compactación primaria.-**

Una vez colocada la capa de base reciclada con la emulsión asfáltica, inmediatamente se debe realizar la compactación primaria o inicial, en la que se debe emplear rodillos vibratorios lisos, de uno o dos tambores, en modo de alta amplitud y baja frecuencia, de esta manera se permite la compactación de las capas inferiores (dos tercios inferiores), luego de lo cual se realiza el perfilado con motoniveladora a fin de obtener los niveles y terminación de la superficie reciclada.

### **Compactación secundaria.**

La compactación final se realizará luego del perfilado, para lo cual se empleará un rodillo liso vibratorio a baja amplitud y alta frecuencia para compactar la parte superior de la capa reciclada, hasta lograr el porcentaje de compactación proyectado, luego de lo cual se realiza el acabado superficial empleando un rodillo neumático.

### **(g) Terminación de la capa reciclada**

Todas las irregularidades que exceden las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán corregirse a costo del Contratista, de acuerdo a lo establecido por el proyecto de ingeniería de detalle.

La terminación de la capa reciclada requiere de una textura superficial cerrada para lo cual se realizará un riego controlado de agua y la compactación con un rodillo neumático.

**(h) Juntas de trabajo**

Todas las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede vertical, cortando parte de la capa terminada. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se aplicará una capa uniforme y delgada de emulsión asfáltica, antes de colocar la mezcla nueva.

Si se trabaja por franjas, se dispondrán juntas longitudinales en todos los casos en que transcurra más de una jornada entre las operaciones en franjas contiguas.

**(i) Protección y mantención de la capa de material reciclado**

Deberá prohibirse la circulación de todo tipo de tránsito hasta que se haya completado la compactación de la capa. Si ello no es posible, el tránsito que necesariamente deba circular sobre ella se distribuirá de manera que no se concentren las huellas de su circulación sobre la superficie.

Se deberá mantener la superficie del material reciclado hasta que se coloque la capa final de rodadura, sobre todo si se desfasa por varios días la colocación de la capa final.

Cualquier defecto o bache que se produzca en el reciclado deberá ser reparado a fin de mantener la uniformidad de la superficie reciclada.

Por otro lado es recomendable que se realice la imprimación pronta de la capa reciclada a fin de proteger del desgaste ocasionado por el tránsito o de la presencia de agua de lluvias.

**(j) Limitaciones en la ejecución**

Las estabilizaciones con emulsión asfáltica sólo se llevarán a cabo cuando la temperatura ambiente a la sombra sea superior a cinco grados Celsius (5°C) y cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por el agua lluvia y como resultado de ello se lave la emulsión, el Contratista deberá, a su costo, retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector deteriorado.

## **5. CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

### **(a) Controles**

Se deberán efectuar ensayos de control de mezcla, densidad y resistencia de ella luego de compactada.

### **(b) Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

#### **(b1) Calidad de la emulsión**

Al respecto, se deberán aplicar todas las indicaciones incluidas en la sección 221.00 de la presente especificación.

#### **(b2) Calidad del agua**

Siempre que el Interventor tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, verificará su pH y su contenido de sulfatos.

#### **(b3) Calidad de los agregados pétreos**

De cada procedencia de los agregados de aporte empleados en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinará:

- La granulometría (norma de ensayo MTC-204)
- La plasticidad (normas de ensayo MTC- E-110)
- La resistencia a la abrasión en el caso de agregados pétreos, según la norma de ensayo MTC E-207.
- El equivalente de arena (norma de ensayo MTC E-114).

Durante la etapa de producción, el Supervisor verificara las descargas a los acopios y ordenará el retiro de agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, adelantará las siguientes verificaciones periódicas:

- Determinación de la granulometría del material listo para estabilizar (MTC E-204), una (1) vez por jornada.

- Determinación de la plasticidad de la fracción fina (MTC E-110), mínimo una (1) vez por jornada.
- En el caso de agregados pétreos, determinación del desgaste Los Ángeles (MTC E-218), mínimo una (1) vez por mes.
- Determinación del equivalente de arena (MTC E-114), al menos una (1) vez por semana.
- Además, podrá efectuar las pruebas adicionales que considere necesarias para tener certeza de que la calidad de suelos y agregados se ajusta a las exigencias de la presente especificación.

**(c) Composición de la mezcla**

**(c1) Contenido de asfalto**

Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote, se determinará el contenido de asfalto de ellas, mediante la norma de ensayo MTC E-502.

El porcentaje de asfalto residual promedio del lote (ART %) tendrá una tolerancia de uno por ciento (0.5%) para estabilizaciones realizadas en vía, respecto al establecido en la fórmula de trabajo (ARF %):

$$ARF \% - 0.5\% \leq ART \% \leq ARF \% + 0.5\% \text{ (Mezcla en vía)}$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI %), no podrá diferir el valor medio del lote en más de uno por ciento (1%), admitiéndose sólo un (1) valor fuera de este intervalo:

$$ART \% - 1 \% \leq ARI \% \leq ART \% + 1 \%$$

Un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso de ligante, el Constructor demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la base estabilizada.

**(d) Calidad de la mezcla**

**(d1) Estabilidad**

Con un mínimo de dos (2) muestras se moldearán probetas (dos por muestra), para verificar en el laboratorio su estabilidad en el ensayo Marshall (MTC E 504); paralelamente se determina la densidad media de las cuatro probetas moldeadas (De).

La estabilidad media de las cuatro (4) probetas (Em) deberá ser como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (Et).

$$E_m > 0,95 E_t.$$

Además, la estabilidad de cada probeta (Ei) deberá ser igual o superior al noventa por ciento (90%) del valor medio de estabilidad, admitiéndose.

$$E_i > 0,80 E_m$$

El incumplimiento de alguna de estas exigencias acarrea el rechazo del tramo representado por las muestras.

**(d2) Resistencia**

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada, se moldearán probetas (tres por muestra) para verificar en el laboratorio su resistencia en los ensayos de inmersión-compresión, según el tipo de material mineral que se establezca (normas de ensayo MTC E-518). Una muestra se curará en seco y otra en condición húmeda.

La resistencia media de las probetas elaboradas diariamente bajo curado seco y húmedo (Rm), deberá ser, por lo menos, igual al noventa por ciento (90%) de la respectiva resistencia de la mezcla definitiva de trabajo (Rt), bajo las mismas condiciones de curado:

$$R_m \geq 0.9 R_t$$

Además, la resistencia de cada probeta ( $R_i$ ) deberá ser igual o superior al ochenta por ciento (80%) del valor medio, para cada método de curado, admitiéndose sólo un valor individual por debajo de ese límite:

$$R_i \geq 0.8 R_m$$

Cuando se emplee el ensayo de inmersión-compresión, la resistencia conservada promedio ( $R_{cm}$ ) deberá ser, como mínimo, el cincuenta por ciento (50%), sin que al respecto se acepte ninguna tolerancia.

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el tramo al cual representan las muestras.

#### **(e) Calidad del producto terminado**

Para efectos del control, se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

Quinientos metros lineales (500m) de base estabilizada con emulsión asfáltica ó tres mil quinientos metros cuadrados (4500 m<sup>2</sup>) de base estabilizada con emulsión asfáltica.

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, no podrá ser menor que la señalada en los planos. La cota de cualquier punto de la capa compactada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, se deberán efectuar las siguientes verificaciones:

#### **(e1) Compactación**

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos cinco (5) por lote, las cuales se efectuarán por algún método aplicable de los descritos en las normas de ensayo MTC E 506, MTC E-509, MTC E-510 y MTC E-514). Los sitios para las tomas de muestras o mediciones in situ se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

La densidad media del tramo ( $D_m$ ) deberá ser, cuando menos, el noventa y cinco por ciento (95%) de la media obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica Marshall, las cuatro (4) probetas por jornada de trabajo ( $D_e$ ).

$$D_m > 0,95 D_e$$

Además, la densidad de cada testigo individual ( $D_i$ ) deberá ser mayor o igual al noventa y cuatro por ciento (94%) de la densidad media de los testigos del tramo ( $D_m$ ).

$$D_i > 0,94 D_m$$

El incumplimiento de alguno de estos dos requisitos implica el rechazo del tramo por parte del Supervisor.

Las comprobaciones de la compactación se realizarán cuando se haya cumplido sustancialmente el período de curado de la mezcla, conforme se haya establecido en la fase de experimentación.

## **(e2) Espesor**

Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada ( $e_m$ ), el cual no podrá ser inferior al de diseño ( $e_d$ ):

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual ( $e_i$ ), deberá ser cuando menos igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño ( $e_d$ ), admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite:

$$e_i \geq 0.9 e_d$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, se rechazará el lote.

## **(e3) Lisura**

La superficie acabada no podrá presentar, en ningún punto, irregularidades mayores de quince milímetros (10 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3

m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Interventor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

Todas las áreas de base estabilizada con emulsión asfáltica donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costo.

#### **(e4) Medición de deflexiones sobre la base estabilizada terminada**

Se efectuarán mediciones de deflexión en los dos carriles, en ambos sentidos cada 40 m y en forma alternada. Se analizará la deformada o la curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres valores por punto y se obtendrán indirectamente los módulos de elasticidad de la capa asfáltica. Además, la deflexión característica obtenida por sectores homogéneos se comparará con la deflexión admisible para el número de repeticiones de ejes equivalentes de diseño.

Para efecto de la medición de deflexiones podrá emplearse la viga Benkelman o el FWD; los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto.

Para el caso de la viga Benkelman el Contratista proveerá un volquete operado con las siguientes características:

Clasificación del vehículo: C2

- ✓ Peso con carga en el eje posterior: 8 200 kilogramos
- ✓ Llantas del eje posterior: Dimensión 10 x 20, doce lonas.
- ✓ Presión de inflado: 552 Kpa (5.6 kg f/cm<sup>2</sup> o 80 psi).
- ✓ Excelente estado.

El vehículo estará a disposición hasta que sean concluidas todas las evaluaciones de deflectometría.

La medición de deflexiones sobre la base estabilizada con emulsión asfáltica terminada tiene como finalidad la evaluación, diagnóstico y complementación de los diferentes controles que deben realizarse a la carpeta asfáltica, asimismo, determinar las deflexiones características por sectores homogéneos, cuyos resultados, según lo previsto en el diseño, deberán teóricamente ser menores a la deflexión admisible.

La medición de deflexiones sobre la base estabilizada con emulsión asfáltica terminada, se efectuará cuando se haya cumplido sustancialmente el período de curado de la mezcla, conforme se haya establecido en la fase de experimentación

En cuanto a la responsabilidad de estos trabajos y la provisión de personal, equipos e insumos, se cumplirá lo establecido en la Subsección 210.12(d) de las EG-2000

## **6. MEDICIÓN**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla suministrada y compactada en obra aprobada por el Supervisor, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los.

El material bituminoso se medirá de acuerdo a lo indicado en la especificación respectiva.

No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.

## **7. PAGO**

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cubico, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada por el Supervisor.

El trabajo incluye el empleo de agregados pétreos, el precio unitario deberá cubrir todos los costos de su adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; la obtención de licencias ambientales, las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos relacionados con la explotación, selección, suministro de los materiales pétreos, desperdicios, cargas, transportes, descargas, clasificación, transporte al punto de aplicación, colocación, mezcla y compactación de los materiales utilizados, en los casos en que ello corresponda.

También, deberá incluir los costos de la definición de la fórmula de trabajo cuando se requiera, los del tramo de prueba y todo costo relacionado con la correcta ejecución de cada trabajo.

En todos los casos, el precio deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamiento, desperdicios y aplicación de agua y aditivos mejoradores de adherencia y de control de rotura que se requieran; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de ser manchados por riegos de asfalto, así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Se excluye del pago el costo de suministro y aplicación en el sitio de los materiales bituminosos, que se pagarán de acuerdo a la especificación respectiva.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
425.A Reciclado asfáltico in-situ, con material granular encimado y emulsión asfáltica	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## ANEXO N°3

Partida	01.01.02		TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION				
Rendimiento	m2/DIA		MO. 1,0000		EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : m2	<b>1.388,66</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	0,2500	2,0000	15,34	30,68
0101030000	TOPOGRAFO		hh	1,0000	8,0000	27,32	218,56
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA		hh	3,0000	24,0000	15,34	368,16
01010300030005	AYUDANTE DE NIVELADOR		hh	2,0000	16,0000	15,34	245,44
0103010013	NIVELADOR		hh	1,0000	8,0000	21,02	168,16
						<b>1.031,00</b>	
<b>Materiales</b>							
0201010022	CONCRETO CLASE F (f'c = 140 kg/cm2)		m3		0,2500	344,66	86,17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1,6274	2,41	3,92
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		2,0235	2,84	5,75
02310500010007	TRIPLAY DE 4' X 8' X 18 mm		pln		0,0632	83,00	5,25
02400200010006	PINTURA ESMALTE		glb		0,2529	29,66	7,50
						<b>108,59</b>	
<b>Equipos</b>							
0301000020	ESTACION TOTAL		hm	1,0000	8,0000	15,37	122,96
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO		hm	1,0000	8,0000	9,32	74,56
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	1.031,00	51,55
						<b>249,07</b>	

Partida	01.02.01		RECICLADO DE PAVIMENTO (e=0.20m) Y ESTABILIZADO CON EMULSION ASFALTICA			
Rendimiento	m2/DIA		MO. 3.500,0000	EQ. 3.500,0000	Costo unitario directo por : m2 <b>35,00</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ		hh	0,7000	0,0016	27,32 0,04
0101010003	OPERARIO		hh	2,0000	0,0046	21,02 0,10
0101010005	PEON		hh	6,0000	0,0137	15,34 0,21
<b>0,35</b>						
<b>Materiales</b>						
0201050007	EMULSION ASFALTICA PARA RECICLADO		gal		4,6000	6,59 30,31
0290220009	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA OBRA		m3		0,0650	22,98 1,49
<b>31,80</b>						
<b>Equipos</b>						
03010000050002	RECICLADORA 396 HP		hm	1,0000	0,0023	700,59 1,61
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,35 0,02
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T		hm	1,0000	0,0023	152,19 0,35
03012000010005	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP		hm	1,0000	0,0023	206,65 0,48
03012200080004	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 2,000 GLNS		hm	1,0000	0,0023	167,55 0,39
<b>2,85</b>						
Partida	01.02.02		<b>FRESADO (e = 0.10 m)</b>			
Rendimiento	m2/DIA		MO. 1.460,0000	EQ. 1.460,0000	Costo unitario directo por : m2 <b>6,00</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ		hh	0,5000	0,0027	27,32 0,07
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,0055	21,02 0,12
0101010005	PEON		hh	4,0000	0,0219	15,34 0,34
<b>0,53</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		4,7000	0,53 0,02
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP		hm	1,0000	0,0055	78,21 0,43
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3		hm	0,9400	0,0052	179,01 0,93
0301330010	FRESADORA DE PAVIMENTOS 565 HP		hm	1,0000	0,0055	744,29 4,09
<b>5,47</b>						

Partida	01.02.03		RIEGO DE LIGA				
Rendimiento	m2/DIA	MO.	6.000,0000	EQ.	6.000,0000	Costo unitario directo por : m2	3,00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	1,0000	0,0013	27,32	0,04
0101010005	PEON		hh	5,0000	0,0067	15,34	0,10
						<b>0,14</b>	
<b>Materiales</b>							
0201050006	EMULSION P/RIEGO DE LIGA		l		1,1000	2,30	2,53
						<b>2,53</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,14	0,01
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP		hm	1,0000	0,0013	78,21	0,10
03012200080004	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 2,000 GLNS		hm	1,0000	0,0013	167,55	0,22
						<b>0,33</b>	

Partida	01.02.04		RECAPADO ASFALTICO (e=0.10m)				
Rendimiento	m2/DIA	MO.	2.000,0000	EQ.	2.000,0000	Costo unitario directo por : m2	59,38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	1,0000	0,0040	27,32	0,11
0101010003	OPERARIO		hh	4,0000	0,0160	21,02	0,34
0101010004	OFICIAL		hh	7,0000	0,0280	17,04	0,48
0101010005	PEON		hh	3,0000	0,0120	15,34	0,18
						<b>1,11</b>	
<b>Materiales</b>							
02010500050005	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA RECAPEO		m3		0,1250	153,45	19,18
0203030002	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA		m3		0,1250	26,77	3,35
0213010007	CEMENTO ASFALTICO		l		15,1200	2,02	30,54
0213020002	CAL HIDRATADA		kg		3,0240	0,59	1,78
0222040001	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA		kg		0,0756	15,50	1,17
						<b>56,02</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	1,11	0,06
03011000040003	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 135 HP, 9-20 TON		hm	1,0000	0,0040	154,94	0,62
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T		hm	1,0000	0,0040	152,19	0,61
03013900020003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10-16'		hm	1,0000	0,0040	240,00	0,96
						<b>2,25</b>	

Partida	02.01.01		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS - TRAMO V					
Rendimiento	glb/DIA		MO.	1,0000	EQ.	1,0000	Costo unitario directo por : glb	<b>6.116,51</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>	
<b>Subcontratos</b>								
04000100010016	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS P-9, TRAMO 5 PE-22	glb			1,0000		6.116,51	6.116,51
							<b>6.116,51</b>	
Partida	02.01.02		TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION					
Rendimiento	m2/DIA		MO.	1,0000	EQ.	1,0000	Costo unitario directo por : m2	<b>1.388,66</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>								
0101010005	PEON	hh		0,2500	2,0000		15,34	30,68
0101030000	TOPOGRAFO	hh		1,0000	8,0000		27,32	218,56
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh		3,0000	24,0000		15,34	368,16
01010300030005	AYUDANTE DE NIVELADOR	hh		2,0000	16,0000		15,34	245,44
0103010013	NIVELADOR	hh		1,0000	8,0000		21,02	168,16
							<b>1.031,00</b>	
<b>Materiales</b>								
0201010022	CONCRETO CLASE F (f' c = 140 kg/cm2)	m3			0,2500		344,66	86,17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg			1,6274		2,41	3,92
0231010001	MADERA TORNILLO	p2			2,0235		2,84	5,75
02310500010007	TRIPLAY DE 4' X 8' X 18 mm	pln			0,0632		83,00	5,25
02400200010006	PINTURA ESMALTE	glb			0,2529		29,66	7,50
							<b>108,59</b>	
<b>Equipos</b>								
0301000020	ESTACION TOTAL	hm		1,0000	8,0000		15,37	122,96
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO	hm		1,0000	8,0000		9,32	74,56
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5,0000		1.031,00	51,55
							<b>249,07</b>	

Partida	02.02.01		RECICLADO DE PAVIMENTO (e=0.20m) Y ESTABILIZADO CON EMULSION ASFALTICA					
Rendimiento	m2/DIA		MO.	3.500,000 0	EQ.	3.500,000 0	Costo unitario directo por : m2	35,0 0
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantida d	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ		hh	0,7000	0,0016	27,32	0,04	
0101010003	OPERARIO		hh	2,0000	0,0046	21,02	0,10	
0101010005	PEON		hh	6,0000	0,0137	15,34	0,21	
						<b>0,35</b>		
<b>Materiales</b>								
0201050007	EMULSION ASFALTICA PARA RECICLADO		gal		4,6000	6,59	30,31	
0290220009	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA OBRA		m3		0,0650	22,98	1,49	
						<b>31,80</b>		
<b>Equipos</b>								
030100005000 2	RECICLADORA 396 HP		hm	1,0000	0,0023	700,59	1,61	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,35	0,02	
0301100006000 3	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T		hm	1,0000	0,0023	152,19	0,35	
0301200001000 5	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP		hm	1,0000	0,0023	206,65	0,48	
0301220008000 4	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 2,000 GLNS		hm	1,0000	0,0023	167,55	0,39	
						<b>2,85</b>		

Partida	02.02.02		RIEGO DE LIGA					
Rendimiento	m2/DIA		MO.	6.000,0000	EQ.	6.000,0000	Costo unitario directo por : m2	3,00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ		hh	1,0000	0,0013	27,32	0,04	
0101010005	PEON		hh	5,0000	0,0067	15,34	0,10	
						<b>0,14</b>		
<b>Materiales</b>								
0201050006	EMULSION P/RIEGO DE LIGA		l		1,1000	2,30	2,53	
						<b>2,53</b>		
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,14	0,01	
0301140006000 3	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP		hm	1,0000	0,0013	78,21	0,10	
0301220008000 4	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 2,000 GLNS		hm	1,0000	0,0013	167,55	0,22	
						<b>0,33</b>		

Partida	02.02.03		RECAPADO ASFALTICO (e=0.10m)				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>		MO. <b>2.000,000</b>		EQ. <b>2.000,000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>59,38</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	1,0000	0,0040	27,32	0,11
0101010003	OPERARIO		hh	4,0000	0,0160	21,02	0,34
0101010004	OFICIAL		hh	7,0000	0,0280	17,04	0,48
0101010005	PEON		hh	3,0000	0,0120	15,34	0,18
						<b>1,11</b>	
<b>Materiales</b>							
02010500050005	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA RECAPEO		m3		0,1250	153,45	19,18
0203030002	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA		m3		0,1250	26,77	3,35
0213010007	CEMENTO ASFALTICO		l		15,1200	2,02	30,54
0213020002	CAL HIDRATADA		kg		3,0240	0,59	1,78
0222040001	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA		kg		0,0756	15,50	1,17
						<b>56,02</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	1,11	0,06
03011000040003	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 135 HP, 9-20 TON		hm	1,0000	0,0040	154,94	0,62
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T		hm	1,0000	0,0040	152,19	0,61
03013900020003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10-16'		hm	1,0000	0,0040	240,00	0,96
						<b>2,25</b>	

Partida	01.02.01		CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MOTONIVELADORA				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>		MO. <b>1.250,000</b>		EQ. <b>1.250,000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>3,55</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	0,1000	0,0006	27,32	0,02
0101010004	OFICIAL		hh	1,0000	0,0064	17,04	0,11
0101010005	PEON		hh	4,0000	0,0256	15,34	0,39
						<b>0,52</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,52	0,03
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T		hm	1,0000	0,0064	152,19	0,97
03012000010005	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP		hm	1,0000	0,0064	206,65	1,32
03012200050006	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 210 HP 3000 GL		hm	1,0000	0,0064	110,45	0,71
						<b>3,03</b>	

Partida	01.02.02		SUB BASE GRANULAR E=0.10 m C/EQUIPO PESADO					
Rendimiento	m2/DIA		MO.	1.000,000 0	EQ.	1.000,000 0	Costo unitario directo por : m2	<b>11,57</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantida d	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ		hh	0,1000	0,0008	27,32	0,02	
0101010004	OFICIAL		hh	1,0000	0,0080	17,04	0,14	
0101010005	PEON		hh	5,0000	0,0400	15,34	0,61	
						<b>0,77</b>		
<b>Materiales</b>								
0207040001000 1	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE		m3		0,1950	40,00	7,80	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0,0150	5,68	0,09	
						<b>7,89</b>		
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,77	0,04	
0301100006000 3	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T		hm	1,0000	0,0080	152,19	1,22	
0301200001000 5	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP		hm	1,0000	0,0080	206,65	1,65	
						<b>2,91</b>		

Partida	01.02.03		BASE GRANULAR E=0.20 m C/EQUIPO PESADO					
Rendimiento	m2/DIA		MO.	620,0000	EQ.	620,0000	Costo unitario directo por : m2	<b>16,60</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ		hh	0,1000	0,0013	27,32	0,04	
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,0129	21,02	0,27	
0101010004	OFICIAL		hh	1,0000	0,0129	17,04	0,22	
0101010005	PEON		hh	4,0000	0,0516	15,34	0,79	
						<b>1,32</b>		
<b>Materiales</b>								
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE		m3		0,2250	40,00	9,00	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0,0280	5,68	0,16	
						<b>9,16</b>		
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	1,32	0,07	
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T		hm	1,0000	0,0129	152,19	1,96	
03012000010005	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP		hm	1,0000	0,0129	206,65	2,67	
03012200050006	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 210 HP 3000 GL		hm	1,0000	0,0129	110,45	1,42	
						<b>6,12</b>		

Partida	01.02.04		IMPRIMACION ASFALTICA				
Rendimiento	m2/DIA		MO. 6.000,0000		EQ. 6.000,0000	Costo unitario directo por : m2	3,08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	1,0000	0,0013	27,32	0,04
0101010005	PEON		hh	5,0000	0,0067	15,34	0,10
						<b>0,14</b>	
<b>Materiales</b>							
02010500010006	ASFALTO DILUIDO MC-30		l		1,0200	2,23	2,27
02070200010003	ARENA ZARANDEADA PUESTO EN OBRA		m3		0,0050	45,23	0,23
						<b>2,50</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,14	0,01
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP		hm	1,0000	0,0013	78,21	0,10
03011600020005	MINICARGADOR 70 HP		hm	1,0000	0,0013	87,43	0,11
03012200080004	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 2,000 GLNS		hm	1,0000	0,0013	167,55	0,22
						<b>0,44</b>	

Partida	01.02.05		RECAPADO ASFALTICO (e=0.10m)				
Rendimiento	m2/DIA		MO. 2.000,0000		EQ. 2.000,0000	Costo unitario directo por : m2	59,38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	1,0000	0,0040	27,32	0,11
0101010003	OPERARIO		hh	4,0000	0,0160	21,02	0,34
0101010004	OFICIAL		hh	7,0000	0,0280	17,04	0,48
0101010005	PEON		hh	3,0000	0,0120	15,34	0,18
						<b>1,11</b>	
<b>Materiales</b>							
02010500050005	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA RECAPEO		m3		0,1250	153,45	19,18
0203030002	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA		m3		0,1250	26,77	3,35
0213010007	CEMENTO ASFALTICO		l		15,1200	2,02	30,54
0213020002	CAL HIDRATADA		kg		3,0240	0,59	1,78
0222040001	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA		kg		0,0756	15,50	1,17
						<b>56,02</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	1,11	0,06
03011000040003	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 135 HP, 9-20 TON		hm	1,0000	0,0040	154,94	0,62
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T		hm	1,0000	0,0040	152,19	0,61
03013900020003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10-16'		hm	1,0000	0,0040	240,00	0,96
						<b>2,25</b>	

## ANEXO N°4

## Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0201001	"SERVICIO DE LA CONSERVACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN Y/O REPOSICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL: PAQUETE 9: LIMA-CHOSICA-PUENTE RICARDO PALMA"			
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO RECICLADO			
Fecha	30/09/2020				
Lugar	150101	LIMA - LIMA - LIMA			
<b>Código</b>	<b>Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	298,5600	27,32	8.156,66
0101010003	OPERARIO	hh	887,3555	21,02	18.652,21
0101010004	OFICIAL	hh	1.176,7000	17,04	20.050,97
0101010005	PEON	hh	1.474,6610	15,34	22.621,30
0101030000	TOPOGRAFO	hh	31,7600	27,32	867,68
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	95,2800	15,34	1.461,60
01010300030005	AYUDANTE DE NIVELADOR	hh	63,5200	15,34	974,40
0103010013	NIVELADOR	hh	31,7600	21,02	667,60
					<b>73.452,42</b>
MATERIALES					
0201010022	CONCRETO CLASE F (f' c = 140 kg/cm2)	m3	0,9925	344,66	342,08
02010500050005	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA RECAPEO	m3	5.253,1250	153,45	806.092,03
0201050006	EMULSION P/RIEGO DE LIGA	l	31.113,5000	2,30	71.561,05
0201050007	EMULSION ASFALTICA PARA RECICLADO	gal	82.708,0000	6,59	545.045,72
0203030002	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA	m3	5.253,1250	26,77	140.626,16
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	6,4608	2,41	15,57
0213010007	CEMENTO ASFALTICO	l	635.418,0000	2,02	1.283.544,36
0213020002	CAL HIDRATADA	kg	127.083,6000	0,59	74.979,32
0222040001	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg	3.177,0900	15,50	49.244,90
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	8,0333	2,84	22,81
02310500010007	TRIPLAY DE 4' X 8' X 18 mm	pln	0,2509	83,00	20,82
02400200010006	PINTURA ESMALTE	gjb	1,0040	29,66	29,78
0290220009	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA OBRA	m3	1.168,7000	22,98	26.856,73
					<b>2.998.381,33</b>
EQUIPOS					
03010000050002	RECICLADORA 396 HP	hm	41,3540	700,59	28.972,20
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	31,7600	15,37	488,15
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	31,7600	9,32	296,00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.648,65
03011000040003	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 135 HP, 9-20 TON	hm	168,1000	154,94	26.045,41
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T	hm	209,4540	152,19	31.876,80

0301140006000 3	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	169,0181	78,21	13.218,91
0301160001000 5	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	125,0340	179,01	22.382,34
0301200001000 5	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	41,3540	206,65	8.545,80
0301220008000 4	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 2,000 GLNS	hm	78,1245	167,55	13.089,76
0301330010	FRESADORA DE PAVIMENTOS 565 HP	hm	132,2475	744,29	98.430,49
0301390002000 3	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10-16'	hm	168,1000	240,00	40.344,00
					<b>287.338,51</b>

**SUBCONTRATOS**

0400010001001 5	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS P-9, TRAMO 4 PE-22	glb	1,0000	22.637,23	22.637,23
0400010001001 6	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS P-9, TRAMO 5 PE-22	glb	1,0000	6.116,51	6.116,51
					<b>28.753,74</b>
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>3.387.926,00</b>

**Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo**

Obra	<b>0201001</b>	<b>"SERVICIO DE LA CONSERVACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN Y/O REPOSICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL: PAQUETE 9: LIMA-CHOSICA-PUENTE RICARDO PALMA"</b>			
Subpresupuesto	<b>002</b>	<b>PAVIMENTO CONVENCIONAL</b>			
Fecha	<b>30/09/2020</b>				
Lugar	<b>150101</b>	<b>LIMA - LIMA - LIMA</b>			
<b>Código</b>	<b>Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
0101010002	CAPATAZ	hh	336,1998	27,32	9.184,98
0101010003	OPERARIO	hh	1.214,5225	21,02	25.529,26
0101010004	OFICIAL	hh	2.323,9829	17,04	39.600,67
0101010005	PEON	hh	5.719,1375	15,34	87.731,57
0101030000	TOPOGRAFO	hh	31,7600	27,32	867,68
0101030003000 3	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	95,2800	15,34	1.461,60
0101030003000 5	AYUDANTE DE NIVELADOR	hh	63,5200	15,34	974,40
0103010013	NIVELADOR	hh	31,7600	21,02	667,60
					<b>166.017,76</b>
<b>MATERIALES</b>					
0201010022	CONCRETO CLASE F (f' c = 140 kg/cm2)	m3	0,9925	344,66	342,08
0201050001000 6	ASFALTO DILUIDO MC-30	l	42.865,5000	2,23	95.590,07
0201050005000 5	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PARA RECAPEO	m3	5.253,1250	153,45	806.092,03
0203030002	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA	m3	5.253,1250	26,77	140.626,16

0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	6,4608	2,41	15,57
0207020001000 3	ARENA ZARANDEADA PUESTO EN OBRA	m3	210,1250	45,23	9.503,95
0207040001000 1	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3	8.194,8750	40,00	327.795,00
0207040001000 2	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3	9.455,6250	40,00	378.225,00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	1.807,0750	5,68	10.264,19
0213010007	CEMENTO ASFALTICO	l	635.418,0000	2,02	1.283.544,3 6
0213020002	CAL HIDRATADA	kg	127.083,6000	0,59	74.979,32
0222040001	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg	3.177,0900	15,50	49.244,90
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	8,0333	2,84	22,81
0231050001000 7	TRIPLAY DE 4' X 8' X 18 mm	pln	0,2509	83,00	20,82
0240020001000 6	PINTURA ESMALTE	glb	1,0040	29,66	29,78

---

**3.176.296,04**

**EQUIPOS**

0301000020	ESTACION TOTAL	hm	31,7600	15,37	488,15
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	31,7600	9,32	296,00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			8.315,48
0301100004000 3	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 135 HP, 9-20 TON	hm	168,1000	154,94	26.045,41
0301100006000 3	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T	hm	1.315,3824	152,19	200.188,05
0301140006000 3	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	54,6325	78,21	4.272,81
0301160002000 5	MINICARGADOR 70 HP	hm	54,6325	87,43	4.776,52
0301200001000 5	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	1.147,2825	206,65	237.085,93
0301220005000 6	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 210 HP 3000 GL	hm	811,0825	110,45	89.584,06
0301220008000 4	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 2,000 GLNS	hm	54,6325	167,55	9.153,68
0301390002000 3	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10-16'	hm	168,1000	240,00	40.344,00

---

**620.550,09**

**SUBCONTRATOS**

0400010001001 5	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS P-9, TRAMO 4 PE-22	glb	1,0000	22.637,23	22.637,23
0400010001001 6	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS P-9, TRAMO 5 PE-22	glb	1,0000	6.116,51	6.116,51

---

**28.753,74**

---

**Total      \$/.      3.991.617,63**