



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL.

TRABAJO DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

TEMA:

**MANUAL “PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO EN
PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

AUTORES:

JENNY FERNANDA NUÑEZ CAIMINAGUA

NATALY ALEJANDRA SALAZAR AVILÉS

TUTOR:

Ing. OSCAR PAREDES PEÑAHERRERA

AÑO: 2015.

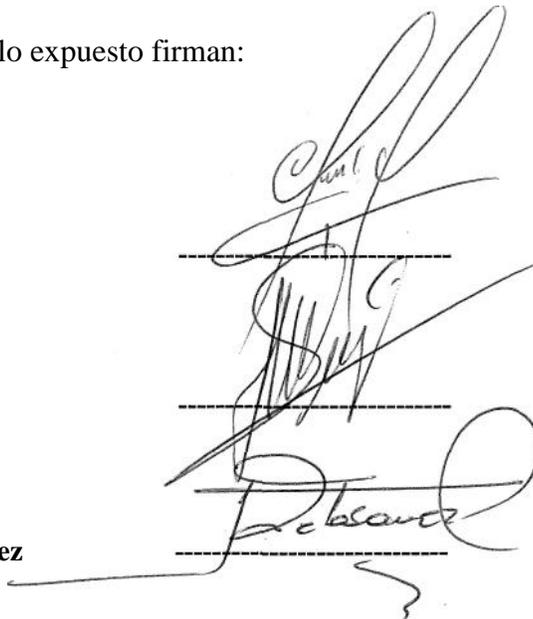
Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: Manual “Procesos de Conservación y Mantenimiento en Pavimentos Flexibles para la Provincia de Chimborazo” presentado por: Jenny Fernanda Nuñez Caiminagua y Nataly Alejandra Salazar Avilés dirigida por el Ing. Oscar Paredes Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Oscar Paredes
DIRECTOR

Ing. Jorge Nuñez
MIEMBRO

Ing. Víctor Velásquez
PRESIDENTE

The image shows three handwritten signatures in black ink, each written over a horizontal dashed line. The top signature is for Oscar Paredes, the middle for Jorge Nuñez, and the bottom for Víctor Velásquez. The signatures are fluid and cursive.

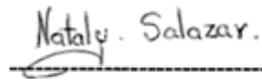
DERECHOS DEL AUTOR

Nosotros, Jenny Fernanda Nuñez Caiminagua, Nataly Alejandra Salazar Avilés y Director del proyecto Ing. Oscar Paredes, somos responsables de la investigación, desarrollo, resultados, conclusiones señaladas en el presente trabajo, y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Jenny Fernanda Nuñez Caiminagua

C.I. 060355653-1



Nataly Alejandra Salazar Avilés

C.I. 060417783-2

DEDICATORIA

Mi trabajo de investigación se lo dedico con todo mi cariño a mi hijo Dylan, por ser mi fortaleza y motivación, él fue quien en los momentos más difíciles me dio su amor y comprensión; con ello dejo a mi hijo una enseñanza que cuando se quiere alcanzar algo en la vida, no hay tiempo ni obstáculo que lo impida.

NATALY SALAZAR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación primeramente a Dios a mis padres Julio Núñez y María Caiminagua quienes me han apoyado en todo momento, han sido el pilar fundamental en mi vida, por confiar en mí; esto es por ustedes gracias por sentirse orgullosos de mí, la fortaleza que ustedes representan los admiro por ustedes soy lo que soy y hoy estoy aquí.

JENNY NÚÑEZ

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y hermano por su esmero y dedicación gracias a ellos he podido culminar con mis estudios, además expresarle un profundo agradecimiento al Ing., Oscar Paredes director de nuestra tesis, por sus conocimientos impartidos, su orientación y apoyo.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por ayudarme a realizar como profesional y a las instituciones MTOP, Consejo Provincial y COVI PAL por la información y apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

JENNY NUÑEZ

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y vida hasta esta etapa profesional.

A mi madre Soledad Avilés quien ha sido mi ayuda cada día para alcanzar mis metas, a mi abuelito Ricardo Avilés por el apoyo incondicional, a mi abuelita Inés Janeta que fue y es mi inspiración de fortaleza ante todo problema, a mi padre y hermanos por siempre haberme dado su ayuda, fuerza y cariño.

A mi director de Tesis Ing. Oscar Paredes por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

NATALY SALAZAR

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DEL AUTOR	II
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN	XII
SUMARY	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV

CAPÍTULO 1

PROBLEMA	1
1.1 TITULO DEL PROYECTO	1
1.2 PROBLEMATIZACIÓN	1
1.2.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.	2
1.2.3 PROGNOSIS.	2
1.2.4 DELIMITACIÓN	3
1.2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 JUSTIFICACIÓN.	4

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES DEL TEMA.....	6
2.2 ENFOQUE TEÓRICO.....	7
2.2.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	7
2.2.2 TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	8
2.2.3 CONSERVACIÓN DE LOS PAVIMENTOS.....	10
2.2.4 MANTENIMIENTO VIAL.....	11
2.2.5 GENERALIDADES SOBRE EL MANTENIMIENTO VIAL.....	11
2.2.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	13
2.2.7 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	14
2.2.8 MANO DE OBRA.....	14
2.2.9 TRABAJO A JORNAL.....	15
2.2.10 EQUIPO.....	15
2.2.11 MATERIALES.....	16
2.2.12 TRANSPORTE.....	16
2.2.13 RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA.....	16
2.2.14 MÉTODO DE CÁLCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA.....	22
2.2.15 RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA.....	24
2.2.16 TEORÍA DEL MÉTODO DEMING.....	26
2.3 DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	29
2.4 HIPÓTESIS.....	31
2.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	31
2.5.1 Variable Independiente.....	31
2.5.2 Variable Dependiente.....	31

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA.....	32
3.1 TIPO DE ESTUDIO.....	32
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	32
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	33
3.4 PROCEDIMIENTOS.....	35
3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	35

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	36
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	36
4.1.1 RECONOCIMIENTO DE LAS VÍAS EN PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	36
4.1.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO.....	37
4.1.3 CÁLCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA.....	42
4.1.4 RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA.....	50
4.1.5 CALCULO DE PRECIOS UNITARIOS VS GAD MUNICIPAL RIOBAMBA.....	60
4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	71
4.2.1 COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	71
4.2.2 ANÁLISIS COMPARATIVO PRECIOS CALCULADOS VS ESTABLECIDOS GAD RIOBAMBA.....	72
4.2.1 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EMPLEANDO EL CICLO DE DEMING. 74	

CAPÍTULO 5

MANUAL “PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”	82
--	-----------

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES.....	83
6.1 CONCLUSIONES	83

CAPÍTULO 7

PROPUESTA	85
7.1 INTRODUCCIÓN	85
7.2 OBJETIVOS	86
7.2.1 Objetivo general.....	86
7.2.2 Objetivos específicos	86
7.3 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO	87
7.3.1 RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA.....	87
7.3.2 RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración No. 1 Estructura del pavimento flexible	8
Ilustración No. 2 Fallas en Pavimentos Flexibles	10
Ilustración No. 3 Comportamiento de los pavimentos.....	12
Ilustración No. 4 Ciclo de Deming	27

Ilustración No. 5 Representación gráfica comparación de precios Bacheo superficial con mezcla asfáltica en caliente.	79
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores que afectan el rendimiento en obra	17
Tabla 2: Matriz de recolección de datos.	37
Tabla 3: Datos recolectados de Bacheo superficial con mezcla asfáltica en caliente	38
Tabla 4: Datos recolectados de Bacheo profundo con mezcla asfáltica en caliente.	39
Tabla 5: Datos recolectados de Reparación temporal de grietas o fisuras.	39
Tabla 6: Datos recolectados Micropavimento.	39
Tabla 7: Datos recolectados de Escarificación.	40
Tabla 8: Datos recolectados de Reconformación.	40
Tabla 9: Datos recolectados de Tendido de base.	40
Tabla 10: Datos recolectados de Capa de imprimación.	41
Tabla 11: Datos recolectados colocación de Capa de Rodadura de hormigón asfáltico e=5cm.	41
Tabla 12: Datos recolectados de Riego de liga.	41
Tabla 13: Datos recolectados de Pintura de tráfico en pasos cebras.	42
Tabla 14: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Bacheo Superficial con mezcla asfáltica en caliente.	44
Tabla 15: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Bacheo Profundo con mezcla asfáltica en caliente.	45
Tabla 16: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Reparación Temporal de Grietas.	45
Tabla 17: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra Micropavimento.	46
Tabla 18: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Escarificación.	46
Tabla 19: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Reconformación.	47

Tabla 20: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Tendido de base. _____	47
Tabla 21: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Capa de Imprimación. _____	48
Tabla 22: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de colocación de capa de rodadura de Hormigón Asfáltico en Caliente e=5cm. _____	48
Tabla 23: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Riego Bituminoso de adherencia. _	49
Tabla 24: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Pintura Acrílica de Tráfico en Pasos Cebras. _____	49
Tabla 25: Costos de Mantenimiento Rutinario. _____	71
Tabla 26: Costos de Mantenimiento Periódico. _____	72
Tabla 27 Análisis comparativo _____	73
Tabla 28 Comparación de precios _____	79

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

Fotografía 1 Colocación de dispositivos de señalización. _____	76
Fotografía 2 Delimitación del área a bachear. _____	76
Fotografía 3 Corte de la sección marcada. _____	76
Fotografía 4 Material removido. _____	77
Fotografía 5 Colocación de la Emulsión Asfáltica. _____	77
Fotografía 6 Revisión de temperatura de la mezcla. _____	78
Fotografía 7 Colocación de la Mezcla Asfáltica. _____	78
Fotografía 8 Compactación con rodillo liso vibratorio. _____	78

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene como propósito la elaboración de un Manual “Procesos de Conservación y Mantenimiento en Pavimentos Flexibles para la Provincia de Chimborazo” el cual sea de fácil manejo, confiable y brinde información técnica y precisa para el desarrollo de los diferentes procesos de conservación y mantenimiento.

La principal guía para el desarrollo del proyecto han sido las normas expuestas en el NEVI-12 –MTO (Norma Ecuatoriana Vial) y los procesos ejecutados en campo brindándonos la información pertinente para el desarrollo de este manual.

Los datos para el cálculo de rendimientos de mano de obra y maquinaria se recolectaron en las diferentes redes viales que se encontraban en proceso de mantenimiento; este análisis se elaboró con el propósito de establecer una base de datos para guiar a las instituciones, contratistas y personal dedicado a la elaboración de estudios y ejecución de obras para la conservación de las redes viales.

Este manual ayudará a preservar las distintas redes viales de la provincia, reduciendo los costos de mantenimiento optimizando recursos y mejorando los niveles de servicio.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE IDIOMAS



Dr. Danilo Yépez

25 de Junio del 2015

SUMMARY

This research work aims to develop a Manual "Conservation Processes and Maintenance Flexible Pavements for the Province of Chimborazo" which is easy to use, reliable and provide technical information necessary for the development of the different processes of conservation and maintenance.

The guideline for the development of the project were the standards set in the NEVI-12 -MTO (Standard Ecuadorian Vial) and field processes running on giving us information relevant to the development of this manual.

The data for the calculation of yields of labor and machinery were collected in different road networks were in the process of maintenance; This analysis was developed to establish a database to guide institutions, contractors and staff involved in the preparation of studies and execution of works for the conservation of the road network.

This manual will help preserve the various road networks in the province, reducing maintenance costs by optimizing resources and improving service levels.



INTRODUCCIÓN

La red vial de la provincia de Chimborazo se halla estructurada alrededor de 4600.22 km de los cuales 640,11 km pertenecen a la red vial estatal, 3960.11km a la red vial provincial y cantonal, 343.82 km son de pavimento flexible. Debido a la falta de mantenimiento e intervención no oportuna e inadecuada muchas de estas redes viales han entrado en procesos de reconstrucción y rehabilitación.

Un mantenimiento rutinario y periódico es la clave principal para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen una vía, garantizando la comodidad, seguridad del usuario y vida útil de la vía.

El mantenimiento oportuno en una vía ayuda a preservar su nivel de serviciabilidad, pero su eficacia radica en el correcto desempeño de las actividades realizadas por operarios y dirigidas por contratistas encargados de mantener y conservar las vías.

Es de esta manera que la presente investigación pretende establecer un Manual de Procesos De Conservación y Mantenimiento en Pavimentos Flexibles para la Provincia de Chimborazo que permita desarrollar actividades de mantenimiento vial en forma técnica y precisa.

CAPITULO 1

PROBLEMA

1.1 TITULO DEL PROYECTO

MANUAL “PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

1.2 PROBLEMATIZACIÓN

1.2.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las redes viales son un patrimonio nacional enorme ya que son un factor importante para el desarrollo y progreso de nuestro país, las cuales requieren de conservación para mantenerlas en condiciones satisfactorias y ofrecer circulación segura y con bajo costo.

El buen desempeño de un pavimento está relacionado con las actividades de mantenimiento rutinario y periódico, las cuales contribuyen en su durabilidad, seguridad y comodidad de los usuarios.

De acuerdo con información del Ministerio de Transportes y Obras Públicas, la red vial nacional alcanza un total de 43.250km; subdividida en carreteras de primer, segundo, tercer orden y en caminos vecinales o rurales, siendo la longitud de estos últimos de 22.154km, que representan el 51.2% del total de la red terrestre nacional.

La mayoría de las administraciones seccionales en el Ecuador no disponen de información completa de las redes viales que administran; por ello con frecuencia no pueden responder con oportunidad y exactitud cuándo se requiere conocer sobre: la extensión, jerarquía, serviciabilidad, condición y requerimiento de intervención para una adecuada gestión de mantenimiento.

En nuestro país es común ver como se hace obras viales nuevas, pero no es tan común escuchar la frecuencia con que se realiza mantenimiento, si bien es cierto la construcción de redes viales se han ejecutado siguiendo especificaciones técnicas y

procesos constructivos adecuados pero no han proporcionado información para una futura gestión y programación de actividades de conservación y mantenimiento, por tal razón los procesos y tiempos en que se llevan a cabo no suelen ser los adecuados.

Por no contar con un manual que contenga la descripción de las actividades de mantenimiento vial, la mayor parte de redes viales en la Provincia de Chimborazo presentan un mayor deterioro en su estructura a corto plazo, por lo que necesitan en su gran mayoría ser reconstruidas lo que genera una mayor inversión de recursos.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.

El tener conocimiento de aspectos técnicos como: Reconocimiento de fallas funcionales, estructurales, actividades de intervención, especificaciones técnicas, equipo especializado y personal técnico, nos permitirán ejecutar procesos técnicos factibles para el mantenimiento y conservación de las redes viales en nuestra provincia, que cumplan con las necesidades establecidas por el usuario como: Trafico, cargas crecientes, mayores exigencias en cuanto a estándares de construcción y niveles de servicio.

El desarrollo del manual se realizó en base a estudios de rendimientos de mano de obra, maquinaria, análisis de precios unitarios y considerando los factores descritos anteriormente, esto nos permite brindar una guía técnica precisa y confiable a los ingenieros de campo proyectistas, profesionales de empresas contratistas y al Ministerio de Transporte y Obras Públicas, dedicados a la elaboración de estudios y ejecución de obras para la conservación y mantenimiento de las redes viales.

1.2.3 PROGNOSIS.

Al contar con una guía técnica de mantenimiento y conservación se generara un cambio cultural en las organizaciones encargadas por parte de quienes toman las decisiones para asignar los recursos financieros; un manejo operativo técnico riguroso por personal calificado para la ejecución de los procesos de conservación y mantenimiento disminuirá significativamente costos de operación de los vehículos,

aminorara accidentes de tránsito por causa del mal estado de la vía y brindara un mejor servicio a los usuarios.

1.2.4 DELIMITACIÓN

El campo de trabajo es de Ingeniería Civil, en particular Ingeniería Vial, que corresponde al área de conservación de pavimentos, el lugar de análisis y desarrollo del proyecto se llevara a cabo en la Provincia de Chimborazo, cuya aplicación deberá ser en redes viales de pavimento flexible enfocándose únicamente en la capa de rodadura (carpeta asfáltica).

En este trabajo de investigación no se realizaran pruebas de laboratorio, ya que la investigación consistirá en trabajo de campo, es decir, visitas a las vías que se les dará mantenimiento.

El manual podrá ser utilizado para proyectos de mantenimiento y conservación de pavimentos de mezcla asfáltica en las actividades de:

- Mantenimiento Superficial o Bacheo Superficial con mezcla asfáltica en caliente.
- Mantenimiento Profundo o Bacheo Profundo con mezcla asfáltica en caliente.
- Sellado de grietas o fisuras.
- Micro-pavimento.
- Reposición de la Capa de Rodadura de Concreto Asfáltico
 - Escarificación y Reconformación
 - Tendido de Base.
 - Capa de Imprimación.
 - Colocación de la Capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente e=5cm.
- Recapeo.
 - Riego bituminoso de adherencia.
 - Colocación de la Capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente e=5cm.
- Pintura Acrílica de tráfico en pasos cebras.

No incluirá actividades de reconstrucción de carreteras.

El tiempo de estudio será el que se consuma en el trabajo de campo y de mesa o gabinete.

1.2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Por qué no se ha realizado un adecuado proceso de conservación y mantenimiento en las redes viales de la Provincia de Chimborazo?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Elaborar un manual que facilite la ejecución de procesos de conservación y mantenimiento en pavimentos flexibles para la Provincia de Chimborazo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Describir cada proceso técnico a seguir para el desempeño óptimo de cada una de las actividades de mantenimiento y conservación en las vías de la Provincia de Chimborazo.
- Calcular el rendimiento de Mano de obra y maquinaria de cada rubro desarrollado expresado como el tiempo que emplea un obrero en realizar una determinada actividad (hH/un).
- Determinar el análisis de precios unitarios de los procesos técnicos aplicados en las vías estudiadas (equipo, maquinaria y mano de obra).

1.4 JUSTIFICACIÓN.

El gobierno nacional viene ejecutando nuevas obras viales, por esta razón se ha considerado de vital importancia desarrollar un manual de procesos técnicos para el mantenimiento y conservación de vías en pavimento flexible; actualmente se observa

la ausencia de planificación de un sistema de mantenimiento, desconociendo la forma en cómo se debe tratar el pavimento asfáltico cuando éste sufre daños, debido a que no se cuenta con una guía a seguir al momento de realizar las respectivas reparaciones al pavimento.

El diseño del manual se formuló en base a la investigación documental realizada en campo y teniendo como apoyo la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 MTOP), que posteriormente se convertirá en una guía y herramienta necesaria para el mantenimiento de vías en la provincia de Chimborazo con métodos y procesos adecuados que garantice serviciabilidad y confort a los usuarios.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO.

2.1 ANTECEDENTES DEL TEMA.

En años recientes, algunos países latinoamericanos han adoptado políticas nacionales para sostener una conservación vial de carácter preventivo y han generado niveles de organización adecuados para la gestión vial, con marcado éxito. El mantener los caminos en niveles que permiten la circulación vehicular durante todas las épocas del año, ha permitido crear una conciencia nacional acerca de la importancia de mantener las vías permanentemente en buen estado, en todos los niveles, desde las nacionales hasta las vecinales, y ha permitido un ahorro considerable en los costos de operación vehicular.

Dentro de ello, los casos de Colombia, Perú, Ecuador, y más recientemente Bolivia, merecen una mención especial, pues las labores técnicas del mantenimiento rutinario y preventivo se han encomendado a microempresas de mantenimiento que han sido organizadas dentro de las comunidades que habitan en las inmediaciones de las vías.

- En el manual desarrollado por el Ing. Augusto Jugo B, elaborado en el año 2005. **”Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos Flexibles”**

Se expone lo siguiente:

Este manual tenía por objeto discutir los aspectos más comunes relativos a las acciones de Mantenimiento y Rehabilitación (M&R) de pavimentos flexibles.

Dentro de su alcance está una breve discusión sobre el comportamiento de un pavimento, tipos de fallas y clasificación del Mantenimiento Vial. Seguidamente se presenta un listado de distintas acciones de M&R en pavimentos asfálticos, las cuales se discuten e ilustran con cierto nivel de detalle, incluyendo referencias a las especificaciones constructivas aplicables en cada caso, bien sea la Norma COVENIN o las especificaciones especialmente preparadas en el desarrollo de este manual.

- En nuestro país la investigación desarrollada por: **La Universidad Técnica de Ambato.**

Tema: “Modelo de Mantenimiento Vial que permita desarrollar Planes de Conservación

En la Capa de Rodadura para Vías Interparroquiales en la Provincia de Tungurahua”.

Autor: Ing. Luis Aníbal Guevara Rodríguez, En el Año 2009.

El presente trabajo investigativo tiene como propósito la elaboración de un “Modelo de mantenimiento vial que permita desarrollar planes de conservación en la capa de rodadura para las vías Interparroquiales en la provincia de Tungurahua”.

Las normas de conservación vial utilizadas por el MTOP han sido parte de nuestra guía para poder, así como también modelos de mantenimiento vial utilizados en otros países tales como Estados Unidos y España, ha permitido obtener un modelo que integran gran parte de estos criterios con el fin de que se programe un plan de mantenimiento vial para ser aplicado en las vías asfaltadas en la provincia de Tungurahua, y así conservar los recursos invertidos.

Como ejemplo de aplicación, se ha realizado en la vía Píllaro -Presidente Urbina, Cantón Píllaro, ya que esta vía presenta las condiciones técnicas para ser estudiada en cuanto a capa de rodadura se refiere. De esta manera se ha logrado plantear un modelo que puede ser aplicado al resto de las vías de la Provincia de Tungurahua.

2.2 ENFOQUE TEÓRICO.

2.2.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES

¹Los pavimentos flexibles son aquellos que están formados por una capa exterior bituminosa, la cual se encuentra apoyada sobre dos capas granulares no rígidas que son la base y la subbase.

Dichas capas deben proporcionar una superficie de rodamiento uniforme que resista la acción del tránsito, cambios climáticos y otros agentes perjudiciales así

¹ Sistema Institucional de Gestión de las Carreteras

también deben ser económicos y durables para evitar reparaciones antes de las previstas.

Los esfuerzos ejercidos por la carga vehicular son transmitidos hacia las capas inferiores, es decir, al pasar un vehículo sobre el pavimento, este ejerce esfuerzos, por lo tanto existen mayores tensiones en la subrasante.

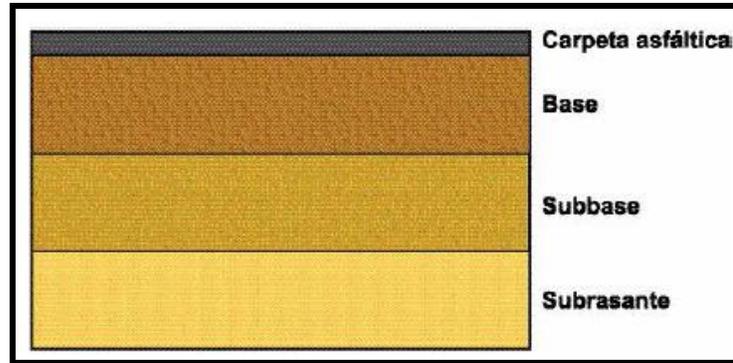


Ilustración No. 1 Estructura del pavimento flexible

Fuente: Sistema Institucional de Gestión de las Carreteras.

El pavimento es el elemento básico dentro de una infraestructura vial debido a la funcionalidad que cumple dentro de la operación de un camino, debe brindar confort y seguridad a los usuarios que transitan sobre ella.

2.2.2 TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

Hay tres grupos bien definidos y son:

2.2.2.1 Fallas por insuficiencia estructural.

Experimentan las estructuras de pavimentos construidas con materiales apropiados en cuanto a resistencia, con un espesor insuficiente en sus capas. Se produce cuando la combinación de resistencia al esfuerzo cortante con los espesores de cada capa no proporciona la resistencia esperada.

2.2.2.2 Fallas por defectos constructivos.

Se presentan en aquellas estructuras de pavimento cuya construcción no fue ejecutada conforme a lo establecido en las Especificaciones Técnicas, es decir, hubo deficiencias que comprometen el comportamiento estructural de conjunto. Las principales causas son:

- Materiales fuera de Norma
- Espesores de las capas de pavimento inferiores a las de diseño.

2.2.2.3 Fallas por fatiga.

Cuando un pavimento ya ha recibido el número de repeticiones para el período de tiempo que fue diseñado muestran fallas que se consideran normales, por la continua repetición de las cargas de tránsito sufre efectos de degradación estructural, pérdida de resistencia y deformación acumulada.

Desde un punto de vista mecánico, las fallas en un pavimento, son el resultado de una deformación bajo esfuerzos cortantes, por consolidación o por aumento de compacidad, mismos que se pueden presentar tanto en las capas superiores como en las granulares o de la subrasante. El tipo de falla que se presente, dependerá de cómo se combinen los siguientes factores: "efectos de tránsito", "características mecánicas y estructurales de los materiales" y "la calidad de las capas inferiores".

Las fallas más comunes en los pavimentos flexibles, se describen en la ilustración 2, mencionando además las causas que pueden provocarlas.

FALLA	DESCRIPCION	CAUSAS PROBABLES
Baches	Quedades por el desprendimiento de una parte de la superficie al pasar el trafico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Insuficiente resistencia de la carpeta. 2. Contenido del asfalto por debajo de óptimo. 3. Espesor de la carpeta por debajo del diseño. 4. Drenaje deficiente.
Corrimientos	Grietas progresivas que aparecen luego de la reparación de baches.	Trabajos de reparación mal ejecutados.
Corrugaciones	Ondulaciones que se presentan en sentido perpendicular al eje del camino.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de adherencia entre capas 2. Deficiencia en la estabilidad de la mezcla. 3. Acción de aceleración y frenado 4. Materiales de las bases de mala calidad 5. Mala calidad de los materiales.
Surcos de Huella	Deformaciones pertinentes en el sentido longitudinal que provoca el peso de los vehículos por debajo de las ruedas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baja estabilidad de la carpeta. 2. Baja compactación de la carpeta. 3. Deformación vertical en una o varias de las capas de la estructura. 4. Sobrecompactación bajo el efecto de una canalización del tránsito pesado.
Asentamientos	Elevación más baja con respecto a la construcción original ya sea en el sentido transversal al eje del camino o en el sentido longitudinal.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cargas superficiales a las diseño. 2. Deformación diferencial vertical de suelo o de las capas de la estructura. 3. Deficiente resistencia del suelo. 4. Suelos o cimentaciones resilientes. 5. Cambios volumétricos del cuerpo de terraplén 6. Procedimiento inadecuado. 7. Asentamientos longitudinales. 8. Carencia de Drenaje o Sub drenaje. 9. Desplome de cavidades subterráneas. 10. Desplome de cavidades subterráneas. 11. Canalización del tránsito.
Grietas de Reflexión	Agrietamiento que reflejan el patrón de agrietamiento o de juntas de un pavimento existente.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Movimiento de pavimento subyacente. 2. Liga inadecuada entre capas. 3. Posibles contracciones entre capas adyacentes.
Grietas de arco	Grietas en forma de parábola o de media luna que se forman en la dirección del tránsito.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carpeta de mala calidad. 2. Zonas de frenado de las ruedas. 3. Efecto en el arranque de las ruedas.
Grietas en Bloque	También conocidos como tipo mapa con polígonos mayores a los 20cm.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mala calidad de alguna de las capas. 2. Estructura del pavimento subdiseñado. 3. Cargas de tráfico mayores a las de diseño. 4. Fatiga. 5. Fin de la vida útil del pavimento. 6. Espesor escaso de la carpeta.
Fisura de piel de cocodrilo	Agrietamientos formando un patrón regular con polígono hasta de 20cm tipo piel de cocodrilo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deficiencia estructural de pavimento. 2. Falta de soporte de la base. 3. Carpeta rígida sobre suelos resistentes. 4. Excesos de aplicaciones de carga. 5. Fatiga. 6. Envejecimiento. 7. Espesor de la carpeta insuficiente.

Ilustración No. 2 Fallas en Pavimentos Flexibles

Fuente: Sistema Institucional de Gestión de las Carreteras de segundo orden del Ecuador.

2.2.3 CONSERVACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

²Los pavimentos, con el transcurso del tiempo sufren una serie de fallas o deterioros que al manifestarse en la superficie de rodadura, disminuyen su capacidad

² CAF Mantenimiento vial informe sectorial.

para proporcionar un tránsito cómodo y expedito al usuario. Estas fallas y deterioros son producidos por la repetición continua de cargas, por las condiciones propias de la estructura del pavimento, así como por la acción de los agentes climáticos.

Considerando que de todos los elementos que constituyen un camino, la superficie de rodadura es lo que más determina la posibilidad de un tránsito rápido, cómodo y seguro, será por demás importante el corregir oportunamente sus deterioros para evitar que progresen y obliguen a una reconstrucción para su arreglo. Por ello, en la Gestión Vial, es lógico que una gran parte del esfuerzo en la conservación de carreteras se dedique a estas labores.

Las labores más usuales para conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, cuando ésta se encuentra constituida por un pavimento flexible son:

- Relleno de grietas
- Bacheo
- Riego de sello
- Reconformaciones y/o reposiciones en caminos.

2.2.4 MANTENIMIENTO VIAL

Conjunto de actividades destinadas a preservar, en forma continua y sostenida, el buen estado de las vías, de modo que garantice un servicio óptimo al usuario.

La conservación vial comprende actividades tales como el mantenimiento rutinario y periódico, la rehabilitación y el refuerzo de la superficie de rodadura, así como el mantenimiento y la rehabilitación de las estructuras de puentes.

2.2.5 GENERALIDADES SOBRE EL MANTENIMIENTO VIAL

La infraestructura vial tiene una notable influencia en el desarrollo de una nación o región, tal como lo demuestran las fuertes correlaciones existentes entre la densidad de la red de carreteras y el Producto Interno Bruto (PIB) correspondiente su área de influencia. Sin embargo, la condición o estado de la red resulta un aspecto clave para garantizar la materialización de esa relación, es decir, para que la inversión en

infraestructura obtenga los resultados proyectados en términos de rentabilidad socioeconómica y de desarrollo y crecimiento.

El comportamiento de los pavimentos sigue, en general, una curva como la indicada en la ilustración. En la misma puede observarse que, una vez diseñado y construido el pavimento para una determinada vida útil, la calidad del servicio que brinda al usuario –medida en términos de estado o condición del pavimento– disminuye conforme el mismo es solicitado por las cargas que lo transitan y el clima imperante. En consecuencia, el servicio se va deteriorando con el tiempo, desmejorando su estado o condición.

En la ilustración No.3 se han definido dos niveles de estado o condición, relacionados con el nivel de servicio brindado en cada caso por la infraestructura al usuario del camino: una condición inicial indicada como “muy buena” y una condición final indicada como “inaceptable”, que dependen fundamentalmente de la exigencia de los usuarios.

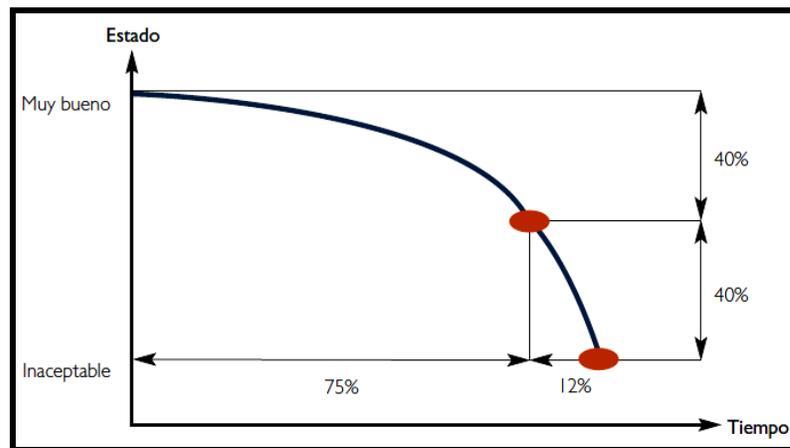


Ilustración No. 3 Comportamiento de los pavimentos

Fuente: Dirección de Análisis y Programación Sectorial de CAF

2.2.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.2.6.1 MANTENIMIENTO RUTINARIO

³Conjunto de labores de limpieza de drenajes, control de la vegetación, reparaciones menores y localizadas de pavimentos y la restitución de la demarcación, que deben efectuarse de manera continua y sostenida a través del tiempo, para preservar la condición operativa, el nivel de servicio y seguridad de las vías. Incluye también la limpieza y reparación menores de las estructuras de puentes.

2.2.6.2 COMPONENTES DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO

- a. **Remoción de Derrumbes Menores:** Eliminación manual de volúmenes menores a 50 m³/km de material, cuando estos derrumbes interrumpen o dificulten el paso de vehículos o cuando obstruyan el drenaje normal de las cunetas.
- b. **Roce a mano o a máquina:** Eliminación de hierbas y arbustos que hayan crecido en las cunetas, encauzamientos, taludes, así como en la entrada y salida de las alcantarillas y cauces de agua permanente en zonas próximas a la vía.
- c. **Limpieza de Cunetas, encauzamientos, Zanjas, y Alcantarillas:** Consiste en remover y retirar todos los sedimentos, escombros y elementos extraños que se encuentren obstruyendo las obras mencionadas anteriormente reduciendo su sección transversal y por tanto su capacidad para conducir y evacuar las aguas lluvias.
- d. **Reparación de Baches en Afirmado y/o bacheo en Pavimento:** Relleno de depresiones en zonas blandas o inestables de reducida extensión en una vía.
- e. **Perfilado y Compactación de la Superficie en Afirmado:** Consiste en corregir por medio de equipo mecánico las irregularidades de la superficie del afirmado que se hayan producido por la acción del tráfico o agentes

³ www.fondovial.gob.hn/paginas/rvp_mantenimiento_rutinario.html

climáticos, restituyéndole a la vía su pendiente longitudinal y transversal para dar comodidad al tráfico y permitir drenaje superficial a la vía.

- f. **Riegos de sellado del Pavimento:** Son riegos de tipo preventivo y consisten en la aplicación de riego de asfalto para vigorizar y revivir zonas aisladas del pavimento donde se adviertan signos de desgaste, grietas o una inminente desintegración de la superficie.

2.2.6.3 MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Conjunto de actividades programables, previas evaluaciones de deterioro de la calzada, tendientes a renovar la condición original de los pavimentos mediante la aplicación de capas adicionales de tratamientos superficiales o carpetas asfálticas, sin alterar la estructura de las capas del pavimento subyacente.

2.2.7 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

⁴Se denomina análisis de precios unitarios de una obra o proyecto a la determinación previa de la cantidad de materiales y mano de obra necesaria para realizar el mismo, para cuyo fin se toma como base la experiencia adquirida en otras construcciones de índole semejante. La forma o el método para determinar varían de acuerdo a las condiciones que presente la obra.

2.2.8 MANO DE OBRA

La mano de obra se utiliza para convertir las materias primas en productos terminados. La mano de obra es un servicio que no puede almacenarse y no se convierte, es parte del producto terminado. Con los años y el avance de la tecnología la mano de obra ha ido perdiendo peso dentro del costo de producción.

Formas de remuneración La mano de obra puede remunerarse sobre la base de la unidad de tiempo trabajado (hora, día, semana, mes, año), según las unidades de producción o de acuerdo a una combinación de ambos factores.

⁴ Determinación de rendimientos, consumos de mano de obra. Universidad Técnica Particular de Loja Milton Rolando Quezada

2.2.9 TRABAJO A JORNAL

Se paga el tiempo que el trabajador permanece en la planta, independientemente del volumen de producción logrado. La unidad de tiempo es la hora o el día. Sus ventajas radican en que es un método barato, su cálculo es sencillo y proporciona al operario la seguridad de un salario conocido y calculable. Sus desventajas se encuentran en que no proporciona verdaderos estímulos para el desarrollo de un esfuerzo mayor.

2.2.10 EQUIPO

Este es un tema de importancia primordial en la construcción, representa una considerable inversión económica en el desarrollo de las obras, de manera principal en las obras de urbanización, construcción de presas y carreteras, en fin, en todas aquellas obras que presenten grandes movimientos de tierra.

Cuando la maquinaria es propiedad de la empresa constructora, ésta representa una parte importante de los activos del negocio, razón por la cual se debe tener especial cuidado en que los precios que se cobren por su utilización, correspondan a la realidad del mercado y que los precios pretendidos garanticen que en un tiempo razonable, la empresa tendrá dinero suficiente para su reposición; además para que se obtengan utilidades claras, se debe estar consciente de que la maquinaria deberá recibir un mantenimiento preventivo y correctivo suficiente y a tiempo, a fin de que siempre se encuentre en óptimas condiciones para el uso. La maquinaria tiene un tiempo económico de vida; y, para seguir operando adecuadamente deberá recibir el mantenimiento adecuado, pues los paros para reparación durante la ejecución de los trabajos tienen un impacto negativo en las operaciones de la empresa, de ahí la importancia de hacer adecuados trabajos preventivos y un buen análisis de precios para determinar el costo horario de la misma.

2.2.11 MATERIALES

Los materiales que realmente forman parte del producto terminado se conocen con el nombre de materias primas o materiales principales. Los que no se convierten físicamente en parte del producto o tienen importancia secundaria se llaman materiales indirectos. Para mantener una inversión en existencias debidamente equilibrada, se requiere una labor de planeación y control. Un inventario excesivo ocasiona mayores costos incluyendo pérdidas debido a deterioros, espacio de almacenamiento adicional y costo de oportunidad del capital. La escasez de existencias produce interrupciones en la producción, excesivos costos de preparación de máquinas y elevados costos de procesamiento de facturas y pedidos. La materia prima es el único elemento del costo de fabricación nítidamente variable.

2.2.12 TRANSPORTE

Es la acción de llevar el material desde el lugar de compra o almacenaje, hasta el sitio de la obra.

La clasifica del transporte según el material transportado y lugar de destino, puede ser:

- Proveniente de excedentes de corte a depósitos de desechos.
- Escombros a ser depositados en lugares de depósito de desechos.
- Excedentes de corte transportados para uso en terraplenes y pedraplenes.
- Materiales de derrumbes transportados a depósitos de desechos o selectivamente para cimentaciones en estructuras y otros.
- Material de canteras para terraplenes o pedraplenes y a su vez para plantas de preparación de material afirmado.

2.2.13 RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA

Es la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferentes especialidades por unidad de recurso humano.

Factores que afectan el rendimiento o consumo de mano de obra. ÍTEM	FACTOR
1	Economía general
2	Trabajador
3	Aspectos laborales
4	Actividad
5	Supervisión
6	Equipamiento
7	Clima

Tabla 1: Factores que afectan el rendimiento en obra

Fuente: Estimator's General Construction man – hour Manual, John S. Page.

Adaptación de los Ingenieros Antonio Cano R. y Gustavo Duque V.

2.2.13.1 ECONOMÍA GENERAL

Este factor se refiere al estado económico del área específica en donde se desarrolla el proyecto. Los aspectos a ser considerados dentro de esta categoría son los siguientes:

- Tendencias y resultados de los negocios en general.
- Volumen de la construcción.
- Situación del empleo.

Si después de considerar los anteriores aspectos se concluye que la economía general es buena o excelente, la productividad tiende a bajar, debido a que cuando los sectores están bien, se hace difícil encontrar mano de obra de buena calidad, supervisores competentes teniendo que recurrir a personal inexperto. En el caso contrario, cuando la economía se encuentra en estados normales, la productividad tiende a mejorar, ya que bajo las condiciones normales se dispone de personal calificado para realizar labores de supervisión y ejecución de actividades.

La economía general en la que se desarrolla el proyecto, produce una reacción en cadena con las otras seis categorías, por lo tanto este aspecto se recomienda considerarlo cuidadosamente. Los factores que hacen parte de esta categoría y que deben ser tenidos en cuenta son los siguientes:

- Disponibilidad de mano de obra, en los casos de actividades que requieran personal calificado (oficiales de construcción).
- Disponibilidad de supervisores (maestros y residentes de obra).
- Disponibilidad de insumos.

2.2.13.2 TRABAJADOR

Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta categoría son:

Situación Personal

La tranquilidad del trabajador y de su grupo familiar, generan un clima propicio para la realización de las actividades. Definir políticas de recursos humanos y apoyo al trabajador, traerá como consecuencia efectos positivos sobre el rendimiento de la mano de obra.

Ritmo De Trabajo

El trabajo exigente y continuado agota naturalmente a los seres humanos. Se requiere definir políticas sobre descanso que garantice un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.

Habilidad

Algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientes del grado de capacitación alcanzada, favoreciendo la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentado su productividad.

Conocimientos

El nivel de capacitación alcanzada, así como su posibilidad de mejorarla, favorecen en alto grado el rendimiento de la mano de obra.

Desempeño

Algunas personas no ponen todo de sí en el desempeño de sus actividades. Esta situación debe ser controlada con un adecuado proceso de selección.

Actitud hacia el trabajo

Se debe tener trabajadores con actitudes positivas hacia la labor a realizar, para que dicha situación se refleje en un adecuado desempeño. Esta situación se logra con un buen sistema de selección del personal y con la existencia de las buenas relaciones laborales.

Aspectos laborales

Existe una relación importante entre la productividad de la mano de obra y las condiciones laborales en que se realiza el proyecto. La ausencia de personal experto y capacitado en la zona donde se realiza los trabajos, nos hace desplazar personal de otros sitios con condiciones de pago algunas veces diferentes a la zona, estos son aspectos muy importantes a tener en cuenta. Los aspectos a considerar bajo esta categoría son los siguientes:

Tipo de Contrato

El sistema de subcontratación a destajo favorece considerablemente el rendimiento obtenido, si se compara por un sistema de contratación por día laborado (personal de obra por administración).

Sindicalismo

El contar con obreros sindicalizados, influye negativamente en el rendimiento de la mano de obra, ya que el sindicalismo mal entendido disminuye la productividad.

Incentivos

La asignación de tareas o labores a destajo con recompensas por la labor cumplida, favorece el mejoramiento de la productividad de la mano de obra. Una clara y sana política de incentivos aumenta el rendimiento en las cuadrillas de trabajo.

Ambiente de trabajo

Las relaciones cordiales entre compañeros, personal obrero y jefes, sumado a un ambiente de trabajo con condiciones en las que se tengan en cuenta el factor humano, garantizan un mayor desempeño de la mano de obra.

Seguridad social

La tranquilidad ofrecida por un sistema de seguridad social que cubra al trabajador y su familia, incentiva el rendimiento de la mano de obra.

Seguridad industrial

La implementación y desarrollo de programas de seguridad industrial en los sitios de trabajo, disminuyen los riesgos de afectar negativamente la productividad de la mano de obra.

Actividad

Las condiciones específicas de la actividad a realizar, las relaciones con otras actividades, el plazo para la ejecución de la misma, los medios para realizarla y el entorno general de la obra, son aspectos que pueden afectar los rendimientos de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes:

Grado de dificultad

La productividad se ve afectada al tener actividades con un alto grado de dificultad.

Riesgo

El peligro al cual se ve sometido el obrero al realizar ciertas actividades, disminuye su rendimiento.

Discontinuidad

Las interferencias e interrupciones en la realización de las actividades, disminuyen la productividad de la mano de obra.

Orden y aseo

El rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajos limpios y organizados.

Actividades predecesoras

La calidad de la superficie o sitio de trabajo sobre la que se realizará una actividad, afecta los rendimientos de mano de obra.

Las interferencias e interrupciones en la realización de las actividades, disminuyen la productividad de la mano de obra.

Orden y aseo

El rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajos limpios y organizados.

Seguimiento

El grado de supervisión en las diferentes etapas del proceso, facilita una mejor productividad.

Supervisor

La idoneidad, experiencia y relación del maestro con los obreros que supervisa, son los factores que favorecen el desempeño del operario.

Gestión de calidad

El desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad en las empresas y su aplicación en los proyectos, crean el ambiente propicio para un aumento en la productividad.

Herramienta

La calidad, estado y adecuación a la operación realizada, afecta el rendimiento.

Clima

Los informes del estado del tiempo en el área que se construye el proyecto deben ser considerados. Los factores a considerar dentro de esta categoría son los siguientes:

Estado del tiempo

Condiciones favorables del estado del tiempo en el momento de realizar las actividades, influyen positivamente en la obtención de mejores rendimientos.

Temperatura

EL exceso de calor así como las condiciones de extremo frío afectan el desempeño del obrero.

2.2.14 MÉTODO DE CÁLCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

⁵**Promedio de los resultados** : el rendimiento en obras de construcción que se difiere directamente a la cantidad de mano de obra expresado en horas hombre que puede ser entre uno o más trabajadores para ejecutar una cantidad de obra de una actividad en particular. Este sistema de rendimientos se basa en la recolección diaria de información en diferentes circunstancias, que luego se tabula en fórmulas para obtener promedios representativos.

Cuadrilla equivalente Ce

Debido a la necesidad de comparar los rendimientos de mano de obra obtenidos en los diferentes elementos estudiados, se estandarizó la mano de obra ya que para la realización de una misma actividad fueron utilizados diferentes cuadrillas, y por lo tanto esto no permite el equilibrio en cuanto al personal requerido para la ejecución de una actividad. Así que apoyados en la experiencia y tradición en la ejecución de las tareas de un proyecto, se trasladaron los rendimientos a una cuadrilla conformada por un oficial y un ayudante, o cuadrilla base.

Teniendo en cuenta la complejidad de ciertas actividades, es necesario trabajar con un mayor número de personas y en algunas ocasiones el personal representara una proporción diferente entre oficiales y ayudantes.

⁵ Análisis de rendimiento de mano de obra para actividades de construcción. Lina Polanco Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga.

Cálculo para duración bruta

Para determinar la duración bruta se hace la diferencia entre la hora final y la hora inicia.

Cálculo para la duración neta (Dneta)

Al resultado de la duración bruta se le restan los descuentos que se hayan tenido en cuenta para la actividad.

Cálculo para la duración proyectada (min)

La cuadrilla está formada por el oficial quien es la persona que determina el tiempo de ejecución de una actividad, ya que es el encargado de marcar el ritmo de trabajo, de aportar el conocimiento y la experiencia en una labor; y el ayudante de construcción quien facilita el trabajo, realizando labores tales como el transporte de materiales, insumos, equipos o realizando labores repetitivas en las cuales no es necesario el conocimiento, ni la mano de obra calificada; haciendo una reducción notoria del tiempo de ejecución en una actividad. Debido a ello para la elaboración de este informe se parte de la hipótesis que a mayor cantidad de ayudantes, menor duración de la actividad, con la observación que existe un límite de ayudantes.

Se asume el porcentaje de reducción de tiempo máximo posible con ayudantes es del 30%, y que cada ayudante adicional a la cuadrilla base puede reducir hasta un 10% del tiempo de ejecución de la actividad, mas no se presenta más reducción de tiempo así se adicione cualquier cantidad más de ayudantes; pues la labor se terminará en el mismo tiempo en el que la realizaran una cuadrilla base y tres ayudantes adicionales; salvo que los trabajadores no representaran situación de cansancio físico.

La reducción del tiempo debe ser un modelo exponencial decreciente, es decir, a mayor número de ayudantes, cada vez la reducción es mayor. No obstante para una mayor facilidad del modelo, se asume una reducción lineal, dando a cada ayudante un 10% de ajuste.

Duración neta $*(100\% - (10\% * (\text{No ayudantes adicionales}))) = \# \text{min.}$

Cálculo para la duración proyectada (hora)

Para determinar la duración proyectada en horas se hace la relación de la duración proyecta en minutos entre los 60min de una hora.

Cálculo para el rendimiento (Hr/m³ o m² o m)

El rendimiento se determina de la relación entre el tiempo en horas empleado para la ejecución de la actividad por una cuadrilla base.

2.2.15 RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA

⁶Teóricamente y en términos generales, el rendimiento de una maquina o equipo de máquinas, es la cantidad de unidades de una tarea determinada producido en un tiempo también determinado. La unidad de tiempo generalmente utilizada es la hora.

En la industria de la construcción se utiliza la palabra “producción” con el mismo significado que “rendimientos” y la cantidad de unidades producidas se debe referir al “trabajo útil ejecutado” (esto es, susceptible de ser medido y pagado).

2.2.15.1 TIPOS DE RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA.

Las maquinarias de construcción trabajan, de acuerdo a su naturaleza, de tres maneras: por ciclos intermitentes, de forma continua, o de manera intermedia entre las dos anteriores.

- **Por ciclos intermitentes.-** A este grupo pertenecen, entre otras, las traíllas, sus tractores empujadores, volquetas, topadoras (bulldozers), cargadores, palas giratorias, piloteadoras, excavadoras hidráulicas o de cables, mezcladoras de concreto, plantas asfálticas (tipo bache). Todas estas máquinas poseen un receptáculo u órgano principal: cucharón, caja, hoja, martillo o mezclador, que se carga, se mueve, se vacía y regresa al punto de partida. A cada grupo completo de operaciones se le denomina “ciclo” de trabajo.

⁶ Roberto Vargas Sánchez Tesis: La Maquinaria Pesada en Movimientos de Tierras (Descripción y Rendimiento)

La magnitud del rendimiento depende del tamaño y la eficiencia del órgano principal y del tiempo que dure su ciclo completo. La duración del ciclo, su vez, depende de la velocidad de carga, de movimiento, de descarga y de vuelta a la situación original.

La producción teórica o probable de una maquinaria de este tipo se puede calcular multiplicando su capacidad real por el número de ciclos que puede repetir en un tiempo determinado. El rendimiento real, en cambio, se puede hallar haciendo cubicaciones o medicinas en el banco, terraplén, carpeta, estructura, etc., en sectores y/o tiempos significativos.

- **De operación continua.-** Pertenece a este grupo la maquinas o equipos que utilizan bandas, bombas, y/o tubos, y en general, útiles de trabajo continuo. Se puede citar, entre otros: trituradora, bandas, transportadoras, cargadoras, de cangilones, lavadoras de grava, sistemas de cribado, compresores y dragas hidráulicas.

De estos tipos de máquinas el rendimiento se obtiene, en términos generales, multiplicando la sección transversal de la carga por la velocidad con que se desplaza, es decir el caudal de material producido en la unidad de tiempo elegida: o bien por medición de los vehículos de transporte del material producido, acobios, etc.

- **De operación intermedia.-** En este grupo de incluyen los equipos de compactación en general, las terminadoras de asfalto, perforadoras, escarificadoras, arados, tolvas.

2.2.15.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS

⁷Factores primarios:

- **Factores humanos:** Destreza y pericia de los operadores.

⁷ Gian Carlos Soria Juzga Rendimientos(Caminos II) REVISTA Universidad EAFIT

- **Factores geográficos:** Condiciones de trabajo y condiciones climáticas según su ubicación y altitud media.
- **Naturaleza del terreno:** Para establecer el tipo o tipos de maquinarias a utilizarse de acuerdo al material que conforma el terreno, en el cual se va trabajar (rocoso, arcilloso, pantanoso, etc.).

Factores secundarios:

- **Proporciones del equipo:** Para determinar el volumen del equipo a emplear.
- **Metas por alcanzar:** Para establecer rendimientos aproximados y tipos de máquinas a utilizar, de acuerdo a la misión y plazos.
- **Distancias a la que los materiales deben transportarse o moverse:** Para establecer el tipo y cantidad de máquinas a utilizar, teniendo en cuenta: longitud, pendiente, condiciones del camino de acarreo, superficie de las áreas de carga.
- **Personal:** Para establecer de acuerdo a su capacidad de operación, mantenimiento, control y supervisión, el tipo de máquina que ofrezca mayores facilidades.
- **Uso adecuado del equipo:** Para determinar con exactitud la máquina a utilizar para cada trabajo.

2.2.16 TEORÍA DEL MÉTODO DEMING.

⁸Deming fue el principal impulsor del ciclo de la mejora continua, pero en realidad este ciclo fue definido por Shewhart quien lo considera como “Un proceso metodológico elemental aplicable en cualquier campo de la actividad, con el fin de asegurar la mejora continua de dichas actividades”

⁸ Metodología para la implementación de actuaciones de eficiencia Universidad de Sevilla

La rueda o ciclo de Deming es un proceso metodológico que tiene como objetivo aplicar a un proceso cualquiera una acción cíclica formada por cuatro pasos fundamentales:

P = PLAN = Planificar a fondo

D = DO = Efectuar, realizar, hacer.

C = CHECK = Verificar, comprobar.

A = ACT = Actuar.

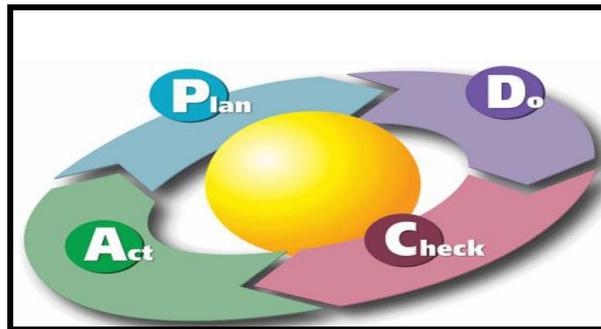


Ilustración No. 4 Ciclo de Deming

Fuente: Metodología para la implementación de actuaciones de eficiencia Universidad de Sevilla.

⁹**PLAN (PLANIFICAR).** Consiste en pensar por anticipado y plasmar dicho pensamiento mediante lo siguiente:

- Seleccionar el tema: Definir concretamente el defecto que se pretende mejorar y expresar concretamente la gravedad del mismo.
- Razón de la selección del tema: Tomar en cuenta si afecta a las políticas de la empresa, manifiesta alta frecuencia de ocurrencia, es muy notorio o grave. Para esto hay que hacerlo objetivamente mediante la colección de datos.
- Establecimiento de objetivos: definir el valor del objetivo, por ejemplo: reducir el porcentaje de defectos en 2%; definir un límite de tiempo para alcanzarlo; definir donde impactará, si en lo económico, en la calidad o en el

⁹ Ciclo De Control Deming Aplicado En La Docencia Jaimes García José Manuel Molina Estrada.

volumen de producción. De no ser posible definirlo así entonces definirlo en términos de la importancia del defecto, el grado de afección para los siguientes procesos o el grado de dificultad para corregir.

- Establecer un programa de actividades: en base a 5W y 2H en donde se especifique que se pretende hacer o alcanzar, quien o quienes son los involucrados, como tendrá que realizarse (bajo que lineamientos o procedimientos), cuando habrá de realizarse, cuanto se espera obtener, donde habrá de hacerse y porqué se ha de hacer (que se pretende solucionar o mejorar).

DO (HACER). Se refiere a conocer la realidad sin ideas preconcebidas ya que esto nos hace cometer errores; investigar la situación por nosotros mismos.

- Observar con naturalidad, tener la firme convicción del mejoramiento, pase lo que pase. Se necesita tener gran fuerza de voluntad y perseverancia, de ser necesario, ir inmediatamente a la línea o área de producción para conocer la situación actual, en cuanto se presente el defecto; no esperar para después, pues pudieron haber cambiado las condiciones que generaron el problema.
- Comparar los productos buenos con los malos, observar las variaciones, diferencias y cambios. Recabar datos y procesarlos mediante las 7 herramientas básicas para el control estadístico de procesos. Si en la etapa anterior se conoció la razón de la selección del tema, ahora se ha de investigar con mayor profundidad para encontrar la verdadera causa del problema. Hacer uso del diagrama de Pareto para conocer el grado de severidad, diagrama causa-efecto para conocer las causas, histograma y gráficas de control para conocer la variación y cambios en el tiempo, así como diagrama de dispersión para ver correlación. Tomar los factores principales para dar con la verdadera causa. Se estima que conocida la causa verdadera se tiene solucionado el problema en 80%.
- Establecer un plan de mejoramiento: plasmar la secuencia de actividades en forma gráfica para facilitar su seguimiento, haciéndolo de forma concreta.

Este plan debe ser acorde con la facilidad para ponerlo en práctica, capacidad técnica, facilidad de operación, seguridad, calidad y costo.

- Ejecución: una vez definido el plan de mejoramiento se procede a la implementación, durante su ejecución, cuidar que no provoque afecciones a otras áreas en torno a calidad, costo o volumen, una vez asegurado esto proceder a su ejecución.

CHECK (REVISAR). Tomar datos antes y después del mejoramiento; graficar con la misma escala para detectar alguna variación, si es preciso encimar un gráfico sobre otro. También poner cuidado con alguna desviación con respecto al objetivo. La mejora es más eficaz si se expresa monetariamente y si son medidos los resultados indirectos (derivados) o no tangibles tales como fidelidad del cliente.

ACTION (ACTUAR). Cualquier mejora será insignificante si solo es temporal, será una pérdida de recursos solamente. Se hace necesario tomar medidas para evitar recurrencia en la aparición de defectos, para lo cual conviene lo siguiente:

- Reflejar el resultado en las hojas de proceso, hojas de parámetros estándar hojas de operación o piezas patrón. Modificar, actualizar o rehacer en caso necesario.
- Capacitar en base a la nueva hoja de proceso o al nuevo documento.
- Verificar si se cumple lo establecido en el nuevo estándar.
- Reflexionar y definir temas para futuras mejoras: una vez logrado el objetivo planteado, conviene revisar si se pueden atacar problemas potenciales, nuevos problemas o si se puede pensar en mejorar lo que hoy se tiene. No esperar a que se presenten los problemas para empezar a pensar en cómo corregirlos, anticiparse a ellos.

2.3 DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS

Bache: son cavidades de formas y tamaños diferentes que se producen en un pavimento debido a una desintegración localizada.

Sellado: Acción de sellar alguna cosa para cerrarla o taponarla

Asfalto: El asfalto, también denominado betún, es un material viscoso, pegajoso y de color negro. Se utiliza mezclado con arena o gravilla para pavimentar caminos

Grieta: Una grieta es una abertura larga y estrecha producto de la separación de los materiales

Material pétreo: es aquel material proveniente de la roca, piedra o peñasco; regularmente se encuentran en forma de bloques, losetas o fragmentos de distintos tamaños

Pavimento: En ingeniería civil, forma parte del firme y es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos.

Rendimiento de mano de obra: un rendimiento es la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferentes especialidades por unidad de recurso humano.

Precio unitario: El precio unitario de un producto es el costo de cada unidad considerando el costo de producción, materia prima o equipo dependiendo del producto.

Material bituminoso: Los materiales bituminosos son sustancias de color negro, sólidas o viscosas, dúctiles, que se ablandan por el calor y comprenden aquellos cuyo origen son los crudos petrolíferos como también los obtenidos por la destilación destructiva de sustancias de origen carbonoso.

Falla estructural: es una deficiencia de pavimento que ocasiona, de inmediato o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de este.

Falla funcional: son deficiencias superficiales del pavimento a las que se asocian precisamente el índice de servicio que afectan en mayor o menor grado la capacidad del camino en proporcionar al usuario un tránsito cómodo y seguro.

Remoción: acción y efecto de remover o removerse

Impregnación: Técnica que se emplea para proteger los materiales de la acción del medio ambiente.

Emulsión asfáltica: Las emulsiones asfálticas son una mezcla de asfalto con emulsificantes que con el agua forman una emulsión estable que permite tender las carpetas asfálticas.

Recapeo: Las sobre carpetas o Recapeo, consisten en la colocación de mezcla asfáltica en frío o concreto asfáltico en caliente, en espesor no menor de 5 centímetros, sobre la capa de rodadura existente.

2.4 HIPÓTESIS.

La elaboración del Manual de Procesos de conservación y mantenimiento, permitirá guiar las actividades realizadas por profesionales de empresas contratistas dedicados a la conservación de redes viales en la Provincia de Chimborazo.

2.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

Las variables consideradas para el desarrollo de la investigación son las siguientes:

2.5.1 Variable Independiente

Elaboración del Manual “Procesos de Conservación y Mantenimiento en Pavimentos Flexibles para la Provincia de Chimborazo”.

2.5.2 Variable Dependiente

Actividades de mantenimiento realizadas por profesionales de empresas contratistas dedicados a la conservación de redes viales.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA.

La metodología que se utilizó en el presente trabajo de graduación se clasifica de la siguiente forma:

Investigación de Campo.

En la investigación de campo se realizó el levantamiento de información en situ, para detectar las deficiencias más comunes que presentan las actividades realizadas.

Documental Bibliográfico

Se consultó material bibliográfico sobre conservación, mantenimiento vial, cálculo de rendimientos y análisis de precios unitarios.

3.1 TIPO DE ESTUDIO.

- **Exploratorio.-** El levantamiento de información se llevó a cabo empleando una matriz de toma de datos para documentar las actividades de mantenimiento a realizarse; el material, personal técnico y equipo necesario para llevar a cabo cada proceso.
- **Descriptivo.-** Se definió esquemáticamente el desarrollo del manual en el cual consta la determinación de rendimientos, precios unitarios y el procedimiento a seguir para la correcta ejecución de actividades de mantenimiento de redes viales a base de pavimento asfáltico.
- **Explicativo.-** Se estableció la aplicación del Manual “Procesos de Conservación y Mantenimiento en Pavimentos Flexibles para la Provincia de Chimborazo”, que permitirá conservar las vías en óptimas condiciones.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

El universo al cual va dirigido la investigación son las vías de la provincia de Chimborazo.

Muestra

La muestra que se tomó para el análisis y fundamentación del presente proyecto se llevó a cabo en las vías que se están ejecutando obras de mantenimiento.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE INDEPENDIENTE: Elaboración del Manual “Procesos de Conservación y Mantenimiento en Pavimentos Flexibles para la Provincia de Chimborazo”

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Elaboración de un Manual “Procesos de Conservación y Mantenimiento en Pavimentos Flexibles para la Provincia de Chimborazo”	Proceso técnicos	Bacheo Superficial con mezcla asfáltica en caliente. Bacheo Profundo con mezcla asfáltica en caliente. Sellado de grietas o fisuras, Micro-pavimento, escarificación y re conformación, Tendido de base, capa de Imprimación, Riego bituminoso de adherencia, carpeta Asfáltica e=5 cm y pintura acrílica de tráfico en pasos cebras.	¿Cuáles son las condiciones del pavimento? ¿Qué tipo de mantenimiento se realizara?	Observación directa. Cuaderno de notas. Cámara fotográfica. Norma: NEVI-12 MTOP
	Rendimientos de mano de obra y maquinaria	Mano de obra y maquinaria, expresada como un/hH (unidad de medida de la actividad por hora	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué	Observación directa. Cuaderno de notas. Manual de cálculo de rendimientos en obra

		hombre).	materiales se necesita?	
	Precios Unitarios	Equipo y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Costo de equipo y maquinaria? ¿Costo de mano de obra a emplearse? ¿Costo de materiales?	Hoja de cálculo Microsoft Excel.

VARIABLE DEPENDIENTE: Actividades de mantenimiento y conservación realizadas por profesionales de empresas contratistas dedicados a la conservación de redes viales.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Actividades de mantenimiento realizadas por profesionales de empresas contratistas dedicados a la conservación de redes viales.	Mantenimiento Rutinario	Bacheo superficial y Profundo con mezcla asfáltica en caliente Sellado de grietas o fisuras, Pintura Acrílica de tráfico en pasos cebras.	¿Qué actividad se realizara? ¿Qué equipo, maquinaria y personal es necesario?	Norma: NEVI-12 MTOP
	Mantenimiento Periódico	Recapeo. escarificación y reconformación, Tendido de base, capa de Imprimación, Riego bituminoso de adherencia Micro-pavimento. carpeta Asfáltica e=5cm	¿Qué actividad se realizara? ¿Qué equipo, maquinaria y personal es necesario?	Norma: NEVI-12 MTOP

3.4 PROCEDIMIENTOS

Se realizaron investigaciones en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Consejo Provincial de Chimborazo, empresa privada COVIPAL , Ilustre Municipio de Riobamba y Compañía PANAVIAL.

Para recopilar información sobre intervenciones de mantenimiento en las vías que tienen a cargo estas instituciones se realizó:

- Reconocimiento de las vías en proceso de mantenimiento
- Recopilación de información en campo
- Determinación de rendimiento en obra (Mano de obra y maquinaria).
- Calculo de precios unitarios (mano de obra, materiales, equipo y maquinaria).
- Elaboración del Contenido del Manual.

En el contenido del manual se establecerá en forma descriptiva y práctica el proceso a seguir para cada una de las actividades de conservación y mantenimiento vial, el cual se formuló en base a la investigación documental realizada en campo y teniendo como apoyo la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP.

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Con los datos recolectados en campo se procesó la información, utilizando el programa “MICROSOFT EXCEL” que será de mucha utilidad para obtener parámetros importantes. Definiendo un sistema de procesos para la conservación y mantenimiento en pavimentos flexibles, lo que se propone sirva como apoyo para ser utilizado por entidades seccionales como información y a su vez insumo para la programación de intervenciones de conservación en carreteras.

CAPITULO 4

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta etapa de la investigación, se realizó una descomposición de los resultados generales para obtener sus particularidades.

El objetivo de este estudio fue establecer una guía de actividades de conservación y mantenimiento en pavimentos flexibles cuyo procedimiento se observó en campo.

Posteriormente se realizó el cálculo de rendimientos de mano de obra aplicando la metodología de promedio de resultados, de la documentación de Juan Guillermo Consuegra y Análisis de rendimiento de mano de obra para actividades de construcción por Lina Polanco de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga.

Debido a que estos procesos en su mayoría se realizan con maquinaria pesada se determinó rendimientos utilizando el método de fórmulas, apoyados en los expedientes de Roberto Vargas Sánchez, María Cecilia Suarez y Gian Carlos Soria.

Se concluyó con el análisis de precios unitarios de cada uno de los procesos de conservación y mantenimiento en pavimentos flexibles estableciendo el material, herramientas, mano de obra y maquinaria.

4.1.1 RECONOCIMIENTO DE LAS VÍAS EN PROCESO DE MANTENIMIENTO

Las vías analizadas en esta investigación son las siguientes:

- Calle: Primera Constituyente
- Calle: Puruhá
- Calle: Eloy Alfaro
- Calle: Lavalle
- Calle: Vargas Torres

- Calle: Brasil
- Calle: Carlos Zambrano
- Calle: Orozco
- Calle: Miguel Ángel León
- Vía Riobamba-Licto Inmaculada 13km

4.1.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO

Se diseñó una matriz para facilitar la recolección de datos la cual se presenta a continuación:

DATOS											
PROCESO	Ubicación	Dimensiones			Vol. (m ²)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final

Tabla 2: Matriz de recolección de datos.

Fuente: Autoría de la Investigación.

DÓNDE:

Proceso: se refiere a la actividad realizada en campo.

Ubicación: lugar donde se desarrolla el proceso.

L: Longitud libre de la sección.

A: Ancho de la sección.

P: altura que presenta la sección.

Vol. (m³): Volumen total que presenta el elemento, es el producto de las dimensiones y su unidad de medida es el m³.

Fecha: Se anota el día en que se realiza la toma de datos.

Ayud: En esta casilla se presenta el número de ayudantes que elaboraron la actividad

Op: En esta casilla se presenta el número de operarios que elaboraron la actividad

Ce: Cuadrilla equivalente en esta casilla se indica la relación de ayudantes correspondientes por cada operario.

HORA

Inicio: Este parámetro hace referencia al momento en el que inicia la toma de datos y se denota en unidad de tiempo.

Final: Este parámetro hace referencia al momento en que finaliza la actividad y se denota en unidad de tiempo.

4.1.2.1 DATOS RECOLECTADOS ACTIVIDAD DE BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Bacheo superficial	Calles: Primera Constituyente y Eloy Alfaro	12,60	1,25	0,05	0,79	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	8:24	9:00
	Calles: Primera Constituyente y Puruha	2,00	1,5	0,05	0,15	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	8:49	8:59
	Calles: Primera Constituyente y Puruha	5,69	3,17	0,05	0,90	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	9:03	9:40
	Calles: Primera Constituyente	2,00	1,50	0,05	0,15	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	12:15	12:34
	Calles: Primera Constituyente	3,03	2	0,05	0,30	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	12:22	12:47

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Bacheo superficial	Calles: Primera Constituyente y Lavalle	2,76	1,75	0,05	0,24	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	9:36	9:53
	Calles: Primera Constituyente	2,37	1,20	0,05	0,14	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	9:53	10:01
	Calles: Primera Constituyente	1,44	0,75	0,05	0,05	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	10:10	10:14
	Calles: Primera Constituyente y Lavalle	3,90	3,44	0,05	0,67	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	10:08	10:46
	Calles: Primera Constituyente	2,50	3,80	0,05	0,48	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	11:22	11:46
	Calles: Primera Constituyente	2,64	1,80	0,05	0,24	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	12:00	12:13
	Calles: Primera Constituyente y Vargas Torres	5,25	3,89	0,05	1,02	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	13:05	14:02
	Calles: Primera Constituyente y Miguel Angel Leon	3,17	1,35	0,05	0,21	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	13:32	13:44
	Calles: Primera Constituyente y Brasil	2,49	2,66	0,05	0,33	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	14:23	14:38
	Calles: Primera Constituyente y Carlos Zambrano	1,90	1,68	0,05	0,16	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	15:05	15:15

Tabla 3: Datos recolectados de Bacheo superficial con mezcla asfáltica en caliente

Fuente: Autoría de la Investigación.

**4.1.2.2 DATOS RECOLECTADOS ACTIVIDAD DE BACHEO PROFUNDO
CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.**

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Bacheo Profundo	Calles: Primera Constituyente	6,10	3,15	0,09	1,73	14 - Abril - 2015	5	6	0,8	8:26	9:08
	Calles: Primera Constituyente	3,90	2,83	0,09	0,99	14 - Abril - 2015	5	6	0,8	10:10	10:35
	Calles: Primera Constituyente	1,70	2,00	0,09	0,31	14 - Abril - 2015	5	6	0,8	9:03	9:10
	Calles: Orozco	5,15	4,87	0,09	2,26	14 - Abril - 2015	5	6	0,8	13:10	14:08

Tabla 4: Datos recolectados de Bacheo profundo con mezcla asfáltica en caliente.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.2.3 DATOS RECOLECTADOS SELLADO DE GRIETAS O FISURAS.

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Sellado de fisuras	Vía: Licto - Inmaculada	6,00			0,00	12 - Mayo - 2015	2 0			8:08	8:10
		15,00			0,00	12 - Mayo - 2015	2 0			8:16	8:19

Tabla 5: Datos recolectados de Sellado de grietas o fisuras.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.2.4 DATOS RECOLECTADOS MICROPAVIMENTO.

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Micropavimento	Via Tutantacto	150,00	3,5		0,00	19 - Mayo - 2015	2	1	2	11:05	12:01

Tabla 6: Datos recolectados Micro-pavimento.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.2.5 DATOS RECOLECTADOS ESCARIFICACIÓN.

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicación	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Escarificación	Vía: Licto - Inmaculada	94,50	3,4	0,07	22,49	27 - Abril - 2015	1	1	1	9:57	10:54
		113,00	3,4	0,05	19,21	27 - Abril - 2015	1	1	1	10:18	11:06

Tabla 7: Datos recolectados de Escarificación.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.2.6 DATOS RECOLECTADOS RECONFORMACIÓN.

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicación	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Reconformación	Vía: Licto - Inmaculada	485,00	3,2	0,15	232,80	29 - Abril - 2015	0	1	0	7:00	15:00
		485,00	3,2	0,15	232,80	29 - Abril - 2015	0	1	0	7:00	15:00

Tabla 8: Datos recolectados de Reconformación.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.2.7 DATOS RECOLECTADOS TENDIDO DE BASE.

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicación	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Base (material y compactación)	Vía: Licto - Inmaculada	500,00	3,2	0,10	160,00	13 - Mayo - 2015	2	3	0,667	8:00	17:00
		500,00	3,2	0,10	160,00	13 - Mayo - 2015	2	3	0,667	8:00	17:00

Tabla 9: Datos recolectados de Tendido de base.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.2.8 DATOS RECOLECTADOS CAPA DE IMPRIMACIÓN.

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Capa de imprimación	Vía: Licto - Inmaculada	200,00	3,2		0,00	18 - Mayo - 2015	2	2	1	7:00	9:10
		150,00	3,2		0,00	18 - Mayo - 2015	2	2	1	13:30	15:00

Tabla 10: Datos recolectados de Capa de imprimación.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.2.9 DATOS RECOLECTADOS COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFALTICO EN CALIENTE e= 5cm.

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Carpeta asfaltica e=5cm	Vía: Licto - Inmaculada	150,00	3,2	0,05	24,00	19 - Mayo - 2015	6	4	1,5	7:30	12:30
		210,00	3,2	0,05	33,60	19 - Mayo - 2015	6	4	1,5	7:00	14:30

Tabla 11: Datos recolectados colocación de Capa de Rodadura de hormigón asfaltico e=5cm.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.2.10 DATOS RECOLECTADOS RIEGO BITUMINOSO DE ADHERENCIA.

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Riego de liga	Vía: Licto - Inmaculada	230,00	3,2		0,00	21 - Mayo - 2015	2	2	1	8:00	10:20
		175,00	3,2		0,00	21 - Mayo - 2015	2	2	1	12:30	14:05

Tabla 12: Datos recolectados de Riego de liga.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.2.11 DATOS RECOLECTADOS PINTURA ACRÍLICA DE TRÁFICO EN PASOS CEBRAS.

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final
Pintura Acrílica paso cebra	Calle Jacinto	12,00	2,4			8 - Abril - 2015	3	2	1,5	14:00	14:19
	Gonzales	12,00	2,4			8 - Abril - 2015	3	2	1,5	14:25	14:43

Tabla 13: Datos recolectados de Pintura de tráfico en pasos cebras.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3 CÁLCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

4.1.3.1 CÁLCULO TIPO RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA

Mantenimiento superficial o Bacheo superficial con mezcla asfáltica en caliente

El cálculo de rendimiento de mano de obra para esta actividad se lo realiza de la siguiente manera:

Datos de la muestra tomada

L= longitud libre de la sección en m.

A= ancho de la sección en m.

P= altura o profundidad de la sección en m.

Cálculo del volumen:

$$\text{Vol (m}^3\text{)} = L * A * P$$

$$\text{Vol (m}^3\text{)} = 12,60 * 1,25 * 0,05 = 0,79 \text{ m}^3.$$

Personal

Ayudante= número de ayudantes que realizan la labor.

Operadores= número de operadores u oficiales que realizan la actividad.

Cálculo de la cuadrilla equivalente:

Ce= Ayudantes / operadores

$$Ce = 5/4 = 1,25.$$

Hora

Inicio= es la hora de inicio de la actividad

Final= hora en la que el personal termina la actividad.

Cálculo de la duración media bruta

Duración media bruta= hora final – hora inicial

$$\text{Duración media bruta} = 9:00:00 - 8:24:00 = 36 \text{ min}$$

Dct= Descuentos es el tiempo en el cual el personal hace una pausa se mide en minutos.

Cálculo de la duración Neta

Duración Neta = Duración media bruta – Dct.

$$\text{Duración Neta} = 36 \text{ min} - 0 \text{ min} = 36 \text{ min.}$$

Avance = porcentaje de la actividad ejecutada.

$$\text{Avance} = \text{Vol (m}^3) * 100 / 16 \text{ m}^3 = 4,92\%.$$

Cálculo de la duración Proyectada

Duración proyectada en minutos = Duración neta*(100% - (10%*(Ce – 1))).

$$\text{Duración proyectada en minutos} = 36\text{min}*(1 - (0.1%*(1.25 - 1))) = 35\text{min.}$$

Duración proyectada en horas = Duración proyectada en minutos/ 60min.

$$\text{Duración proyectada en horas} = 35 \text{ min} / 60 \text{ min} = 0,59 \text{ hr.}$$

Cálculo del rendimiento

Rendimiento= Duración proyectada en horas / (L*A)

$$\text{Rendimiento} = 0,59\text{hr} / (12,60\text{m}*1,25\text{m})$$

$$\text{Rendimiento} = 0,04 \text{ h/m}^2$$

4.1.3.2 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE																			
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO																			
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		MEDICIONES							
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Duracion Medida		Avance	Duracion Proy		Rendimiento		
												Bruta	Dcto	Neta	%	Min.	Hora	Hr/m2	
Bacheo superficial	Calles: Primera Constituyente y Eloy Alfaro	12,60	1,25	0,05	0,79	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	8:24	9:00	36	0	36	4,92	35	0,59	0,04	
	Calles: Primera Constituyente y Puruha	2,00	1,5	0,05	0,15	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	8:49	8:59	10	0	10	0,94	10	0,16	0,05	
	Calles: Primera Constituyente y Puruha	5,69	3,17	0,05	0,90	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	9:03	9:40	37	0	37	5,64	36	0,60	0,03	
	Calles: Primera Constituyente	2,00	1,50	0,05	0,15	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	12:15	12:34	19	0	19	0,94	19	0,31	0,10	
	Calles: Primera Constituyente	3,03	2	0,05	0,30	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	12:22	12:47	25	0	25	1,89	24	0,41	0,07	
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO																			
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Mediciones							
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Duracion Medida		Avance	Duracion Proy		Rendimiento		
												Bruta	Dcto	Neta	%	Min.	Hora	Hr/m2	
Bacheo superficial	Calles: Primera Constituyente y Lavalle	2,76	1,75	0,05	0,24	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	9:36	9:53	17	0	17	1,51	17	0,28	0,06	
	Calles: Primera Constituyente	2,37	1,20	0,05	0,14	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	9:53	10:01	8	0	8	0,89	8	0,13	0,05	
	Calles: Primera Constituyente	1,44	0,75	0,05	0,05	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	10:10	10:14	4	0	4	0,34	4	0,07	0,06	
	Calles: Primera Constituyente y Lavalle	3,90	3,44	0,05	0,67	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	10:08	10:46	38	0	38	4,19	37	0,62	0,05	
	Calles: Primera Constituyente	2,50	3,80	0,05	0,48	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	11:22	11:46	24	0	24	2,97	23	0,39	0,04	
	Calles: Primera Constituyente	2,64	1,80	0,05	0,24	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	12:00	12:13	13	0	13	1,49	13	0,21	0,04	
	Calles: Primera Constituyente y Vargas Torres	5,25	3,89	0,05	1,02	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	13:05	14:02	57	0	57	6,38	56	0,93	0,05	
	Calles: Primera Constituyente y Miguel Angel Leon	3,17	1,35	0,05	0,21	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	13:32	13:44	12	0	12	1,34	12	0,20	0,05	
	Calles: Primera Constituyente y Brasil	2,49	2,66	0,05	0,33	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	14:23	14:38	15	0	15	2,07	15	0,24	0,04	
	Calles: Primera Constituyente y Carlos Zambrano	1,90	1,68	0,05	0,16	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	15:05	15:15	10	0	10	1,00	10	0,16	0,05	
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: 0;"> <tr> <td>SUMATORIA TOTAL=</td> <td style="text-align: right;">0,77 min</td> </tr> <tr> <td>NÚMERO DE DATOS=</td> <td style="text-align: right;">15</td> </tr> <tr> <td>RENDIMIENTO TOTAL=</td> <td style="text-align: right;">0,05 hr/m2</td> </tr> </table>														SUMATORIA TOTAL=	0,77 min	NÚMERO DE DATOS=	15	RENDIMIENTO TOTAL=	0,05 hr/m2
SUMATORIA TOTAL=	0,77 min																		
NÚMERO DE DATOS=	15																		
RENDIMIENTO TOTAL=	0,05 hr/m2																		

Tabla 14: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Bacheo Superficial con mezcla asfáltica en caliente.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3.3 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA BACHEO PROFUNDO CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA BACHEO PROFUNDO MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE																		
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											MEDICIONES							
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Duracion Medida			Avance %	Duracion Proy		Rendimiento Hr/m2
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto	Neta		Min.	Hora	
Bacheo Profundo	Calles: Primera Constituyente	6,10	3,15	0,09	1,73	14 - Abril - 2015	5	6	0,8	8:26	9:08	42	0	42	10,81	43	0,71	0,04
	Calles: Primera Constituyente	3,90	2,83	0,09	0,99	14 - Abril - 2015	5	6	0,8	10:10	10:35	25	0	25	6,21	25	0,42	0,04
	Calles: Primera Constituyente	1,70	2,00	0,09	0,31	14 - Abril - 2015	5	6	0,8	9:03	9:10	7	0	7	1,91	7	0,12	0,03
	Calles: Orozco	5,15	4,87	0,09	2,26	14 - Abril - 2015	5	6	0,8	13:10	14:08	58	0	58	14,11	59	0,98	0,04
<p>SUMATORIA TOTAL= 0,15 NÚMERO DE DATOS= 4 RENDIMIENTO TOTAL= 0,04 hr/m2</p>																		

Tabla 15: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Bacheo Profundo con mezcla asfáltica en caliente.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3.4 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE SELLADO DE GRIETAS O FISURAS.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA REPARACIÓN TEMPORAL DE GRIETAS O FISURAS																		
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											MEDICIONES							
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Duracion Medida			Avance %	Duracion Proy		Rendimiento Hr/ml
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto	Neta		Min.	Hora	
Sellado de fisuras	Vía: Licto - Inmaculada	6,00			0,00	12 - Mayo - 2015	2	0		8:08	8:10	2	0	2	0,00	2	0,04	0,006
		15,00			0,00	12 - Mayo - 2015	2	0		8:16	8:19	3	0	3	0,00	3	0,06	0,0037
<p>SUMATORIA TOTAL= 0,010 NÚMERO DE DATOS= 2 RENDIMIENTO TOTAL= 0,005 hr/ml</p>																		

Tabla 16: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Sellado de Grietas o Fisuras.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3.5 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA MICROPAVIMENTO.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA MICROPAVIMENTO																		
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO										MEDICIONES								
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Duracion Medida		Avance %	Duracion Proy		Rendimiento Hr/m2	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto		Neta	Min.		Hora
Micropavimento	Via Tutantacto	150,00	3,5		0,00	19 - Mayo - 2015	2	1	2	11:05	12:01	56	0	56		50	0,84	0,0016
													SUMATORIA TOTAL=		0,002			
													NÚMERO DE DATOS=		1			
													RENDIMIENTO TOTAL=		0,002 hr/m2			

Tabla 17: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra Micropavimento.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3.6 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE ESCARIFICACIÓN.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA ESCARIFICACION																		
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO										MEDICIONES								
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Duracion Medida		Avance %	Duracion Proy		Rendimiento Hr/m3	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto		Neta	Min.		Hora
Escarificación	Vía: Licto - Inmaculada	94,50	3,4	0,07	22,49	27 - Abril - 2015	1	1	1	9:57	10:54	57	0	57	0,19	57	0,95	0,042
		113,00	3,4	0,05	19,21	27 - Abril - 2015	1	1	1	10:18	11:06	48	0	48	0,16	48	0,80	0,042
													SUMATORIA TOTAL=		0,08			
													NÚMERO DE DATOS=		2			
													RENDIMIENTO TOTAL=		0,04 hr/m3			

Tabla 18: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Escarificación.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3.7 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE RECONFORMACIÓN.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA RECONFORMACION																		
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											MEDICIONES							
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Duracion Medida			Avance %	Duracion Proy		Rendimiento Hr/m2
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto	Neta		Min.	Hora	
Reconformación	Vía: Licto - Inmaculada	485,00	3,2	0,15	232,80	29 - Abril - 2015	0	1	0	7:00	15:00	480	0	480	2,08	528	8,80	0,006
		485,00	3,2	0,15	232,80	29 - Abril - 2015	0	1	0	7:00	15:00	480	0	480	1,96	528	8,80	0,006
<p>SUMATORIA TOTAL= 0,01 NÚMERO DE DATOS= 2 RENDIMIENTO TOTAL= 0,006 hr/m2</p>																		

Tabla 19: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Reconformación.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3.8 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE TENDIDO DE BASE.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA TENDIDO DE BASE (MATERIAL Y COMPACTACIÓN)																		
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											MEDICIONES							
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Duracion Medida			Avance %	Duracion Proy		Rendimiento Hr/m3
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto	Neta		Min.	Hora	
Base (material y compactación)	Vía: Licto - Inmaculada	500,00	3,2	0,10	160,00	13 - Mayo - 2015	2	3	0,667	8:00	17:00	600	0	600	0,17	620	10,33	0,0065
		500,00	3,2	0,10	160,00	13 - Mayo - 2015	2	3	0,667	8:00	17:00	600	0	600	0,17	620	10,33	0,0065
<p>SUMATORIA TOTAL= 0,013 NÚMERO DE DATOS= 2 RENDIMIENTO TOTAL= 0,006 hr/m3</p>																		

Tabla 20: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Tendido de base.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3.9 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE CAPA DE IMPRIMACIÓN.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA CAPA DE IMPRIMACION																						
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO										MEDICIONES												
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Duracion Medida (Minutos)			Avance %	Duracion Proy		Rendimiento				
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto	Neta		Min.	Hora		Hr/m2			
Capa de imprimacion	Vía: Licto - Inmaculada	200,00	3,2		0,00	18 - Mayo - 2015	2	2	1	7:00	9:10	130	0	130	0,07	130	2,17	0,0034				
		150,00	3,2		0,00	18 - Mayo - 2015	2	2	1	13:30	15:00	90	0	90	0,05	90	1,50	0,0031				
<table border="1"> <tr> <td>SUMATORIA TOTAL=</td> <td>0,007</td> </tr> <tr> <td>NÚMERO DE DATOS=</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>RENDIMIENTO TOTAL=</td> <td>0,003 hr/m2</td> </tr> </table>																	SUMATORIA TOTAL=	0,007	NÚMERO DE DATOS=	2	RENDIMIENTO TOTAL=	0,003 hr/m2
SUMATORIA TOTAL=	0,007																					
NÚMERO DE DATOS=	2																					
RENDIMIENTO TOTAL=	0,003 hr/m2																					

Tabla 21: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Capa de Imprimación.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3.10 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO EN CALIENTE e= 5cm.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA COLOCACION DE CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFÁLTICO EN CALIENTE e=5cm																						
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO										MEDICIONES												
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Duracion Medida (Minutos)			Avance %	Duracion Proy		Rendimiento				
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto	Neta		Min.	Hora		Hr/m2			
Carpeta asfaltica e=5cm	Vía: Licto - Inmaculada	150,00	3,2	0,05	24,00	19 - Mayo - 2015	6	4	1,5	7:30	12:30	300	0	300	0,05	285	4,75	0,010				
		210,00	3,2	0,05	33,60	19 - Mayo - 2015	6	4	1,5	7:00	14:30	450	0	450	0,07	428	7,13	0,0106				
<table border="1"> <tr> <td>SUMATORIA TOTAL=</td> <td>0,020</td> </tr> <tr> <td>NÚMERO DE DATOS=</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>RENDIMIENTO TOTAL=</td> <td>0,010 hr/m2</td> </tr> </table>																	SUMATORIA TOTAL=	0,020	NÚMERO DE DATOS=	2	RENDIMIENTO TOTAL=	0,010 hr/m2
SUMATORIA TOTAL=	0,020																					
NÚMERO DE DATOS=	2																					
RENDIMIENTO TOTAL=	0,010 hr/m2																					

Tabla 22: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de colocación de capa de rodadura de Hormigón Asfaltico en Caliente e=5cm.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3.11 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE RIEGO BITUMINOSO DE ADHERENCIA.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA RIEGO BITUMINOSO DE ADHERENCIA																						
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											MEDICIONES											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Duracion Medida (Minutos)			Avance %	Duracion Proy		Rendimiento				
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto	Neta		Min.	Hora		Hr/m2			
Riego bituminoso de adherencia	Via: Licto - Inmaculada	230,00	3,2		0,00	21 - Mayo - 2015	2	2	1	8:00	10:20	140	0	140	0,08	140	2,33	0,0032				
		175,00	3,2		0,00	21 - Mayo - 2015	2	2	1	12:30	14:05	95	0	95	0,06	95	1,58	0,0028				
<table border="0" style="width: 100%; text-align: right;"> <tr> <td>SUMATORIA TOTAL=</td> <td>0,006</td> </tr> <tr> <td>NÚMERO DE DATOS=</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>RENDIMIENTO TOTAL=</td> <td>0,003 hr/m2</td> </tr> </table>																	SUMATORIA TOTAL=	0,006	NÚMERO DE DATOS=	2	RENDIMIENTO TOTAL=	0,003 hr/m2
SUMATORIA TOTAL=	0,006																					
NÚMERO DE DATOS=	2																					
RENDIMIENTO TOTAL=	0,003 hr/m2																					

Tabla 23: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Riego Bituminoso de adherencia.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.3.12 CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE PINTURA ACRÍLICA DE TRÁFICO EN PASOS CEBRAS.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PINTURA ACRÍLICA DE TRÁFICO EN PASOS CEBRA																						
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											MEDICIONES											
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Personal			Hora		Duracion Medida			Avance %	Duracion Proy		Rendimiento				
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto	Neta		Min.	Hora		Hr/m2			
Pintura Acrílica paso cebra	Calle Jacinto Gonzales	12,00	2,4			8 - Abril - 2015	3	2	1,5	14:00	14:19	19	0	19		18	0,30	0,010				
		12,00	2,4			8 - Abril - 2015	3	2	1,5	14:25	14:43	18	0	18		17	0,29	0,0099				
<table border="0" style="width: 100%; text-align: right;"> <tr> <td>SUMATORIA TOTAL=</td> <td>0,020</td> </tr> <tr> <td>NÚMERO DE DATOS=</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>RENDIMIENTO TOTAL=</td> <td>0,010 hr/m2</td> </tr> </table>																	SUMATORIA TOTAL=	0,020	NÚMERO DE DATOS=	2	RENDIMIENTO TOTAL=	0,010 hr/m2
SUMATORIA TOTAL=	0,020																					
NÚMERO DE DATOS=	2																					
RENDIMIENTO TOTAL=	0,010 hr/m2																					

Tabla 24: Cálculo de Rendimiento de Mano de Obra de Pintura Acrílica de Tráfico en Pasos Cebbras.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.1.4 RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA

4.1.4.1 RENDIMIENTO DE LA MOTONIVELADORA

Para el cálculo del rendimiento de la motoniveladora se usó las siguientes formulas:

$$\text{Tiempo total} = \frac{P1 \cdot D}{S1 \cdot E} + \frac{P2 \cdot D}{S2 \cdot E} + \frac{P3 \cdot D}{S3 \cdot E}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{D \cdot a}{\text{Tiempo total}}$$



Dónde:

P1= número de pasadas que realiza la motoniveladora.

D= distancia recorrida por cada pasada en km.

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

S1= velocidad de la motoniveladora en cada pasada.

a= ancho del carril.

Nota: se aumentara el número de pasadas y velocidades dependiendo de lo observado o especificado en la obra ejemplo. (P4, S4, P5, S5...).

Rendimiento calculado

Rendimiento= 287,23 m²/h

4.1.4.2 RENDIMIENTO DE LA CARGADORA FRONTAL

Para el cálculo del rendimiento de la cargadora frontal se utilizó la siguiente formula:

$$Cm = tf + tv$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{Q * Fw * E * 60}{Cm}$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

Fw= factor de esponjamiento dependiendo del tipo del suelo.

Q= Capacidad del cucharón en m³.

tf= Tiempo fijo es el tiempo que se demora la maquina en cargar y descargar en sg.

tv= Tiempo variable es el tiempo de viaje de acarreo de ida y de regreso en sg.

Rendimiento calculado

$$\text{Rendimiento} = 69,11 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.1.4.3 RENDIMIENTO DE LA VOLQUETA

Para el cálculo del rendimiento de una volqueta se empleó la siguiente formula:

$$tv = \frac{D * 60}{\text{Velocidad } C} + \frac{D * 60}{\text{Velocidad } D}$$

$$Cm = tf + tv$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{Q * E * 60}{Cm * Fw}$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

Fw= factor de esponjamiento dependiendo del tipo del suelo.

Q= Capacidad del cucharón en m³.

tf= Tiempo fijo es el tiempo que se demora la maquina en cargar y descargar en min

Velocidad C= velocidad de recorrido de la volqueta cargada en km/h

Velocidad D= velocidad de recorrido de la volqueta descargada en km/h

D= distancia de transporte en km.

Rendimiento calculado

Rendimiento= 59,80 m³/h

4.1.4.4 RENDIMIENTO DE LA MINI CARGADORA FRESADORA

Para el cálculo del rendimiento de una mini cargadora fresadora se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{A \times L \times E \times 60}{\text{Tiempo total}}$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

A= Ancho de la sección trabajada.

L= longitud de la sección trabajada.

Tiempo total= tiempo empleado para desarrollar la actividad.

Rendimiento calculado

Rendimiento= 141,75 m²/h

4.1.4.5 RENDIMIENTO DE LA MINI CARGADORA BOBCAT

Para el cálculo del rendimiento de la mini cargadora BOBCAT se utilizó la siguiente formula:

$$Cm = tf + tv$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{Q \cdot Fw \cdot E \cdot 60}{Cm}$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

Fw= factor de esponjamiento dependiendo del tipo del suelo.

Q= Capacidad del cucharón en m³.

tf= Tiempo fijo es el tiempo que se demora la maquina en cargar y descargar en sg.

tv= Tiempo variable es el tiempo de viaje de acarreo de ida y de regreso en sg.

Rendimiento calculado

$$\text{Rendimiento} = 41,51 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.1.4.6 RENDIMIENTO DEL RODILLO VIBRADOR LISO

En el cálculo de rendimiento de rodillo se usa la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{E \cdot V \cdot A \cdot C \cdot K}{N}$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

V= velocidad de recorrido del rodillo generalmente va de 3000m/h a 6000m/h.

A= ancho del cilindro de compactación se obtiene es especificaciones del fabricante medido en m.

C= espesor de la capa a compactar en m.

K= factor k de traslape va de 0.5 a 1.

N= número de pasadas realizadas.

Rendimiento calculado

Rendimiento= 64,26 m3/h

4.1.4.7 RENDIMIENTO DE LA PAVIMENTADORA FINISHER

Para el cálculo del rendimiento de la pavimentadora finisher se emplea la siguiente formula:

$$\text{Tiempo total} = \frac{d}{v} + tf$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{E \cdot d \cdot e \cdot Le \cdot V \cdot 60}{\text{Tiempo total}}$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

d= distancia de trabajo en m.

e= espesor de la carpeta en m.

le= ancho útil en m.

V= Velocidad de trabajo para carpetas de 5 a 10 cm la velocidad va de (200 a 350)m/h

tf= tiempo fijo va de 1 a 1,5 min.

Rendimiento calculado

Rendimiento= 131,90 m3/h

4.1.4.8 RENDIMIENTO DEL RODILLO NEUMÁTICO

Para el cálculo del rendimiento del rodillo neumático se aplica la misma fórmula del rodillo vibrador liso.

$$\text{Rendimiento} = \frac{E \cdot V \cdot A \cdot C \cdot K}{N}$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

V= velocidad de recorrido del rodillo generalmente va de 3000m/h a 6000m/h.

A= ancho del cilindro de compactación se obtiene es especificaciones del fabricante medido en m.

C= espesor de la capa a compactar en m.

K= factor k de traslape va de 0.5 a 1.

N= número de pasadas realizadas.

Rendimiento calculado

$$\text{Rendimiento} = 87,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.1.4.9 RENDIMIENTO DEL DISTRIBUIDOR DE ASFALTO

Para el cálculo del rendimiento del distribuidor de asfalto se usó la siguiente formula expresada de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = \frac{C \cdot r \cdot E \cdot 60}{i \cdot T}$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

C= capacidad del tanque imprimador en litros.

r= resistencia a la rodadura.

i= tasa de aplicación del asfalto en litros/m²

T= tiempo empleado para realizar la operación en min.

Rendimiento calculado

Rendimiento= 234,00 m²/h

4.1.4.10 RENDIMIENTO DE LA ESCARIFICADORA

Para el cálculo del rendimiento de una escarificadora la formula a usar se detalla a continuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{A * e * V}{n} * E * f * 1000$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

V= velocidad de recorrido de la escarificadora va de 2 km/h a 6km/h.

e= espesor de la capa trabajada en m.

f= factor de conversión del suelo.

A= ancho de la sección trabajada en m.

n= número de pasadas realizadas.

Rendimiento calculado

Rendimiento= 121,38 m³/h

4.1.4.11 RENDIMIENTO DE UN TANQUERO

Para calcular el rendimiento de un tanquero se emplean las siguientes formulas:

Tiempo de carga t1

$$t1 = \frac{C}{J}$$

Tiempo de acarreo

$$ta = \frac{D}{Vc}$$

Tiempo total

$$TA = t1 + t2 + ta + tr$$

$$\text{Rendimiento} = C * \frac{60}{TA}$$

Tiempo de descarga t2

$$t2 = \frac{C}{Jv}$$

Tiempo de retorno

$$tr = \frac{D}{Vv}$$



Dónde:

C= capacidad del tanquero en litros.

Medida de la bomba para cargar el tanquero en pulgadas.

Tf= tiempo fijo va de 1 a 1.5 min.

Jv= Caudal de vaciado se puede considerar de (400 a 600) lts/min.

Vv= velocidad del tanquero vacío m/min.

Vc= velocidad del tanquero lleno m/min.

D= distancia de acarreo en m.

j= valor del caudal de llenado tomado de la tabla litros/min.

Para una bomba de 2"	J = 215 Lts/Min
Para una bomba de 3"	J = 480 Lts/Min
Para una bomba de 4"	J = 850 Lts/Min

Rendimiento calculado

Rendimiento= 2439,55 m2/h

4.1.4.12 RENDIMIENTO DE UN CAMIÓN

Para calcular el rendimiento de un camión usado como transporte se emplea la siguiente formula:

$$T=T1+T2+T3+T4$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{Q \cdot 60 \cdot E}{T}$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

Q= Capacidad en m³.

T1= tiempo empleado en maniobras en min.

T2= tiempo de carga en min.

T3= tiempo empleado en cargar el material en min.

T4= tiempo empleado por la maquina vacía para el regreso en min.

Rendimiento calculado

$$\text{Rendimiento} = 4,09 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.1.4.13 RENDIMIENTO MICROPAVIMENTADORA

Para obtener el rendimiento de una micropavimentadora se usa las siguientes formulas:

$$\text{Tiempo total} = \frac{d}{v} + tf$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{E \cdot d \cdot e \cdot Le \cdot V \cdot 60}{\text{Tiempo total}}$$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

d= distancia de trabajo en m.

e= espesor de la carpeta en m.

le= ancho útil en m.

V= velocidad de trabajo de 1 a 3km/h

Tf= tiempo fijo va de 1 a 1.5 min.

Rendimiento calculado

Rendimiento= 964,20 m²/h

RENDIMIENTO DE LA BARREDORA MECÁNICA

El cálculo del rendimiento de una barredora mecánica se obtiene aplicando las siguientes formulas:

Tiempo total = $\frac{P * D}{V * E}$

Rendimiento = $\frac{D * a}{Tiempo\ total}$



Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%.

D= distancia recorrida en cada pasada en m.

P= número de pasadas requerido.

V= velocidad de la barredora de 2 a 4km/h.

a= ancho del cilindro barredor en m.

Rendimiento calculado

Rendimiento= 900,00 m²/h

4.1.5 CALCULO DE PRECIOS UNITARIOS VS GAD MUNICIPAL RIOBAMBA

4.1.5.1 BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
DETALLE :		BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE				UNIDAD	M2	
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	RENDIMIENTO GADM	COSTO D=CxR	COSTO GADM	
Herramienta Menor 5% de M. O.						0,08	0,08	
Mini cargadora fresadora	1,00	33,63	33,63	0,007	0,050	0,24	1,68	
Mini cargadora BOBCAT	1,00	15,00	15,00	0,020	0,050	0,30	0,75	
Volqueta	1,00	21,72	21,72	0,016	0,050	0,35	1,09	
Rodillo vibrador liso	1,00	36,60	36,60	0,016	0,050	0,59	1,83	
SUBTOTAL M						1,55	5,43	
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	RENDIMIENTO GADM	COSTO D=CxR	COSTO GADM	
OP de mini cargadora BOBCAT	1,00	3,39	3,39	0,050	0,050	0,17	0,17	
OP de rodillo vibrador liso	1,00	3,39	3,39	0,050	0,050	0,17	0,17	
OP de minicargadora fresadora	1,00	3,39	3,39	0,050	0,050	0,17	0,17	
Inspector de obra	1,00	3,57	3,57	0,050	0,050	0,18	0,18	
Peon	4,00	3,18	12,72	0,050	0,050	0,64	0,64	
Chofer volqueta	1,00	4,67	4,67	0,050	0,050	0,23	0,23	
SUBTOTAL N						1,56	1,56	
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	COSTO GADM			
Mezcla Asfáltica	Ton	0,170	56,00	9,52	9,52			
Emulsion Asfáltica (CSS-1H O CSS-1)	lt	1,20	0,30	0,36	0,36			
Diesel secador	lt	0,050	0,29	0,01	0,01			
SUBTOTAL O						9,89	9,89	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						13,00	16,88	
OTROS INDIRECTOS (25%)						3,25	4,22	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						16,25	21,10	
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$16,25	\$21,10	

4.1.5.2 BACHEO PROFUNDO CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
						UNIDAD	M2
DETALLE :		BACHEO PROFUNDO CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE					
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	RENDIMIENTO GADM	COSTO D=CxR	COSTO GADM
Herramienta Menor 5% de M. O.						0,08	0,10
Mini cargadora fresadora	1,00	33,63	33,63	0,007	0,050	0,24	1,68
Mini cargadora BOBCAT	1,00	15,00	15,00	0,020	0,050	0,30	0,75
Volqueta	2,00	21,72	43,44	0,016	0,050	0,70	2,17
Rodillo vibrador liso	1,00	36,60	36,60	0,016	0,050	0,59	1,83
Apisonador vibratorio manual	1,00	4,30	4,30	0,030	0,050	0,13	0,22
SUBTOTAL M						1,89	6,53
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	RENDIMIENTO GADM	COSTO D=CxR	COSTO GADM
OP de mini cargadora BOBCAT	1,00	3,39	3,39	0,040	0,050	0,14	0,17
OP de rodillo vibrador liso	1,00	3,39	3,39	0,040	0,050	0,14	0,17
OP de minicargadora fresadora	1,00	3,39	3,39	0,040	0,050	0,14	0,17
Inspector de obra	1,00	3,57	3,57	0,040	0,050	0,14	0,18
Peon	5,00	3,18	15,90	0,040	0,050	0,64	0,80
Chofer volqueta	2,00	4,67	9,34	0,040	0,050	0,37	0,47
SUBTOTAL N						1,56	1,95
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	COSTO GADM		
Mezcla Asfáltica	Ton	0,170	56,00	9,52	9,52		
Emulsion Asfáltica (CSS-1H O CSS-1)	lt	1,200	0,30	0,36	0,36		
Diesel secador	lt	0,050	0,29	0,015	0,01		
Material de base	m3	0,20	7,50	1,50	1,50		
SUBTOTAL O						11,39	11,39
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						14,85	19,87
OTROS INDIRECTOS (25%)						3,71	4,97
COSTO TOTAL DEL RUBRO						18,56	24,84
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$18,56	\$24,84

4.1.5.3 REPARACIÓN SELLADO DE GRIETAS O FISURAS.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS									
			UNIDAD	ML					
DETALLE :			SELLADO DE GRIETAS O FISURAS						
EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	COSTO		
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	GADM		
Herramienta Menor 5% de M. O.						0.00	0.01		
Selladora de fisuras	1.00	24.31	24.31	0.005	0.006	0.12	0.15		
Rodillo neumatico	1.00	31.57	31.57	0.011	0.006	0.35	0.19		
Camioneta de abastecimiento	1.00	5.02	5.02	0.006	0.006	0.03	0.03		
SUBTOTAL M						0.50	0.37		
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	COSTO		
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	GADM	D=CxR	GADM		
OP de selladora de fisuras	OP C1 1.00	3.57	3.57	0.005	0.006	0.02	0.02		
OP de rodillo neumatico	OP C1 0.25	3.57	0.89	0.005	0.006	0.00	0.01		
OP de camioneta de abastecimiento	OP C2 1.00	3.39	3.39	0.005	0.006	0.02	0.02		
Ayudante de maquinaria	OP C2 1.00	3.39	3.39	0.005	0.006	0.02	0.02		
Peon	EO E2 2.00	3.18	6.36	0.005	0.006	0.03	0.04		
SUBTOTAL N						0.09	0.11		
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO	COSTO		
DESCRIPCION			A	B		C=AxB	GADM		
Arena		m3	0.007	9.00		0.06	0.06		
Emulsion Asfaltica tipo (RS-1, RS-2, CSR-1, CSR-2)		lt	0.350	0.75		0.26	0.26		
SUBTOTAL O						0.33	0.33		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						0.92	0.80		
OTROS INDIRECTOS (25%)						0.23	0.20		
COSTO TOTAL DEL RUBRO						1.15	1.00		
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$1.15	\$1.00		

4.1.5.4 MICRO-PAVIMENTO.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
						UNIDAD	M2	
DETALLE :		MICROPAVIMENTO						
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	GADM
Herramienta Menor 5% de M. O.							0.003	0.00
Micropavimentadora		1.00	93.90	93.90	0.001	0.003	0.09	0.28
Barredora mecánica		1.00	29.45	29.45	0.001	0.003	0.03	0.09
Tanquero		1.00	21.15	21.15	0.0004	0.003	0.01	0.06
SUBTOTAL M							0.13	0.44
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	GADM
OP de Micropavimentadora	OP C1	1.00	3.57	3.57	0.002	0.003	0.01	0.01
OP de Barredora mecánica	OP C1	1.00	3.57	3.57	0.002	0.003	0.01	0.01
Chofer de tanquero	CH C1	1.00	4.67	4.67	0.002	0.003	0.01	0.01
Maestro de obra	EO C1	1.00	3.57	3.57	0.002	0.003	0.01	0.01
Peon	EO E2	5.00	3.18	15.90	0.002	0.003	0.03	0.05
SUBTOTAL N							0.06	0.09
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.			COSTO	COSTO
DESCRIPCION			A	B			C=AxB	GADM
Agregados triturados granulometricos		m3	0.012	14.50			0.17	0.17
Emulsion Asfaltica (CQS-1h)		lt	1.720	0.55			0.95	0.95
Cemento tipo I		sac	0.005	6.25			0.03	0.03
Aditivo control de rotura		lt	0.010	1.50			0.02	0.02
SUBTOTAL O							1.17	1.17
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)							1.36	1.70
OTROS INDIRECTOS (25%)							0.34	0.42
COSTO TOTAL DEL RUBRO							1.70	2.12
VALOR UNITARIO SIN IVA							\$1.70	\$2.12

4.1.5.5 ESCARIFICACIÓN.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
					UNIDAD	M3		
DETALLE :		ESCARIFICACIÓN						
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	
							GADM	
Herramienta Menor 5% de M. O.							0,00	0,00
Equipo Escarificadora		1,00	48,50	48,50	0,008	0,018	0,39	0,87
Cargadora frontal		1,00	43,42	43,42	0,014	0,018	0,61	0,78
Volqueta		1,00	21,72	21,72	0,016	0,018	0,35	0,39
SUBTOTAL M							1,34	2,05
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	
							GADM	
OP de Escarificadora	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,040	0,018	0,14	0,06
OP de Cargadora frontal	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,040	0,018	0,14	0,06
Chofer de volqueta	CH C1	1,00	4,67	4,67	0,040	0,018	0,19	0,08
Ayudante de maquinaria	OP C2	1,00	3,39	3,39	0,040	0,018	0,14	0,06
SUBTOTAL N							0,61	0,27
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO	
DESCRIPCION				A	B		C=AxB	
							GADM	
SUBTOTAL O							0,00	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)							1,95	2,32
OTROS INDIRECTOS (25%)							0,49	0,58
COSTO TOTAL DEL RUBRO							2,44	2,90
VALOR UNITARIO SIN IVA							\$2,44	\$2,90

4.1.5.6 RECONFORMACIÓN.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
			UNIDAD		M2			
DETALLE :	RECONFORMACIÓN							
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	RENDIMIENTO GADM	COSTO D=CxR	COSTO GADM	
Herramienta Menor 5% de M. O.						0,00	0,00	
Motoniveladora	1,00	55,00	55,00	0,003	0,010	0,17	0,55	
Tanquero	1,00	21,15	21,15	0,0004	0,010	0,01	0,21	
Rodillo vibrador liso	1,00	36,60	36,60	0,016	0,010	0,59	0,37	
SUBTOTAL M						0,76	1,13	
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	RENDIMIENTO GADM	COSTO D=CxR	COSTO GADM	
OP de Motoniveladora	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,006	0,010	0,02	0,04
OP de rodillo liso	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,006	0,010	0,02	0,04
Chofer de tanquero	CH C1	1,00	4,67	4,67	0,006	0,010	0,03	0,05
Ayudante de maquinaria	OP C2	1,00	3,39	3,39	0,006	0,010	0,02	0,03
SUBTOTAL N						0,09	0,15	
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B			COSTO C=AxB	COSTO GADM	
SUBTOTAL O						0,00	0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						0,85	1,28	
OTROS INDIRECTOS (25%)						0,21	0,32	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						1,06	1,60	
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$1,06	\$1,60	

4.1.5.7 TENDIDO DE BASE (MATERIAL Y COMPACTACIÓN)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
						UNIDAD	M3	
DETALLE :		TENDIDO DE BASE (MATERIAL Y COMPACTACIÓN)						
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	GADM
Herramienta Menor 5% de M. O.							0,01	0,01
Motoniveladora		1,00	55,00	55,00	0,003	0,007	0,17	0,39
Volqueta		1,00	21,72	21,72	0,016	0,007	0,35	0,15
Tanquero		1,00	21,15	21,15	0,0004	0,007	0,01	0,15
Rodillo vibrador liso		1,00	36,60	36,60	0,016	0,007	0,37	0,26
SUBTOTAL M							0,89	0,95
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	GADM
OP de Motoniveladora	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,006	0,007	0,02	0,02
OP de Rodillo vibrador liso	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,006	0,007	0,02	0,02
Chofer de tanquero	CH C1	1,00	4,67	4,67	0,006	0,007	0,03	0,03
Chofer de volqueta	CH C1	1,00	4,67	4,67	0,006	0,007	0,03	0,03
Ayudante de maquinaria	OP C2	1,00	3,39	3,39	0,006	0,007	0,02	0,02
SUBTOTAL N							0,12	0,14
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO	COSTO
DESCRIPCION				A	B		C=AxB	GADM
Material de base (Clase 1, Clase 2, Clase 3)			m3	1,200	10,00		12,00	12,00
SUBTOTAL O							12,00	12,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)							13,01	13,09
OTROS INDIRECTOS (25%)							3,25	3,27
COSTO TOTAL DEL RUBRO							16,27	16,36
VALOR UNITARIO SIN IVA							\$16,27	\$16,36

4.1.5.8 CAPA DE IMPRIMACIÓN

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
DETALLE :		CAPA DE IMPRIMACIÓN		UNIDAD		M2		
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M. O.							0,00	
Distribuidor de asfalto		1,00	44,58	44,58	0,004	0,005	0,18	
Barredora mecánica		1,00	29,45	29,45	0,001	0,005	0,03	
SUBTOTAL M							0,21	0,37
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	
OP de distribuidor de asfalto	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,005	0,01	
Maestro de obra	EO C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,005	0,01	
Peon	EO E2	1,00	3,18	3,18	0,003	0,005	0,01	
OP de barredora mecanica	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,005	0,01	
SUBTOTAL N							0,04	0,07
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO	
DESCRIPCION				A	B		C=AxB	
Emulsion Asfaltica (SS-1,SS-1h, CSS-1 o CSS-1h)			lt	1,200	0,55		0,66	
SUBTOTAL O							0,66	0,66
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)							0,91	1,10
OTROS INDIRECTOS (25%)							0,23	0,28
COSTO TOTAL DEL RUBRO							1,14	1,38
VALOR UNITARIO SIN IVA							\$1,14	\$1,38

4.1.5.9 COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFALTICO EN CALIENTE e= 5cm.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS										
						UNIDAD	M2			
DETALLE :		COLOCACION DE CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFÁLTICO EN CALIENTE e=5cm								
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	RENDIMIENTO GADM	COSTO D=CxR	COSTO GADM			
Herramienta Menor 5% de M. O.						0,02	0,02			
Volqueta	1,00	21,72	21,72	0,016	0,012	0,35	0,26			
Pavimentadora Finisher	1,00	65,49	65,49	0,010	0,012	0,65	0,79			
Rodillo Vibratorio tandem	1,00	36,60	36,60	0,011	0,012	0,40	0,44			
Rodillo neumatico	1,00	31,57	31,57	0,011	0,012	0,35	0,38			
SUBTOTAL M						1,77	1,89			
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	RENDIMIENTO GADM	COSTO D=CxR	COSTO GADM			
OP de Pavimentadora Finisher	1,00	3,57	3,57	0,010	0,012	0,04	0,04			
OP de Rodillo vibratorio tandem	1,00	3,57	3,57	0,010	0,012	0,04	0,04			
OP de Rodillo neumatico	1,00	3,57	3,57	0,010	0,012	0,04	0,04			
Chofer de volqueta	1,00	4,67	4,67	0,010	0,012	0,05	0,06			
Peon	6,00	3,18	19,08	0,010	0,012	0,19	0,23			
SUBTOTAL N						0,34	0,41			
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	COSTO GADM					
Hormigon asfaltico en caliente	m3	0,067	80,00	5,36	5,36					
SUBTOTAL O						5,36	5,36			
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						7,47	7,66			
OTROS INDIRECTOS (25%)						1,87	1,91			
COSTO TOTAL DEL RUBRO						9,34	9,57			
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$9,34	\$9,57			

4.1.5.10 RIEGO BITUMINOSO DE ADHERENCIA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
DETALLE :		RIEGO BITUMINOSO DE ADHERENCIA			UNIDAD	M2		
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M. O.							0,00	
Distribuidor de asfalto		1,00	44,58	44,58	0,004	0,005	0,18	
Barredora mecánica		1,00	29,45	29,45	0,001	0,005	0,03	
SUBTOTAL M							0,21	0,37
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	
OP de distribuidor de asfalto	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,005	0,01	
Maestro de obra	EO C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,005	0,01	
Peon	EO E2	1,00	3,18	3,18	0,003	0,005	0,01	
OP Barredora mecánica	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,005	0,01	
SUBTOTAL N							0,04	0,07
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO	
DESCRIPCION				A	B		C=AxB	
Emulsion Asfáltica cationica de rotura rapida			lt	0,450	0,68		0,31	
SUBTOTAL O							0,31	0,31
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)							0,56	0,75
OTROS INDIRECTOS (25%)							0,14	0,19
COSTO TOTAL DEL RUBRO							0,70	0,93
VALOR UNITARIO SIN IVA							\$0,70	\$0,93

4.1.5.11 PINTURA ACRÍLICA DE TRÁFICO EN PASOS CEBRAS.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
						UNIDAD	M2	
DETALLE :		PINTURA ACRÍLICA DE TRÁFICO EN PASOS CEBRA						
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	GADM	D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M. O.							0,009	0,009
SUBTOTAL M							0,01	0,01
		JORNAL/H						
MANO DE OBRA		CANTIDAD	R	COSTO HORA	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	GADM	D=CxR	
Maestro de obra	EO C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,013	0,04	
Peon	EO E2	3,00	3,18	9,54	0,010	0,013	0,10	
Chofer del camion	CH C1	1,00	4,67	4,67	0,010	0,013	0,05	
SUBTOTAL N							0,18	0,23
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO	
DESCRIPCION				A	B		C=AxB	
Pintura de trafico con caucho			gln	0,045	30,00		1,35	
Microesferas de vidrio			kg	0,135	3,25		0,44	
SUBTOTAL O							1,79	1,79
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)							1,98	2,03
OTROS INDIRECTOS (25%)							0,49	0,51
COSTO TOTAL DEL RUBRO							2,47	2,54
VALOR UNITARIO SIN IVA							\$2,47	\$2,54

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

Nuestro siguiente paso en esta investigación, es la de interpretar de manera técnica, los datos obtenidos.

4.2.1 COSTOS DE MANTENIMIENTO

De los valores de los costos de mantenimiento podemos separar nuestro análisis en valores del mantenimiento rutinario y periódico.

4.2.1.1 COSTOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO

RUBRO	PRECIO UNITARIO	UNIDAD
Bacheo superficial con mezcla asfáltica en caliente	\$16,25	m ²
Bacheo profundo con mezcla asfáltica en caliente	\$18,56	m ²
Sellado de grietas o fisuras	\$1,15	ml
Pintura Acrílica de tráfico en pasos cebra	\$2,47	m ²

Tabla 25: Costos de Mantenimiento Rutinario.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.2.1.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO

RUBRO	PRECIO UNITARIO	UNIDAD
Micro-pavimento	\$1,70	m ²
Recarpeteado		
Riego Bituminoso de adherencia	\$0,70	m ²
Colocación de la capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente e=5cm	\$9,34	m ²
Reposición de la capa de rodadura de concreto asfáltico		
Escarificación	\$2,44	m ³
Reconformación	\$1,06	m ²
Tendido de base (Material y compactación)	\$16,27	m ³
Capa de imprimación	\$1,14	m ²
Colocación de la capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente e=5cm	\$9,34	m ²

Tabla 26: Costos de Mantenimiento Periódico.

Fuente: Autoría de la Investigación.

4.2.2 ANÁLISIS COMPARATIVO PRECIOS CALCULADOS VS ESTABLECIDOS GAD RIOBAMBA.

Se ha realizado un análisis comparativo entre los precios calculados en esta investigación en los cuales se utilizó los rendimientos de maquinaria y mano de obra deducidos previamente en este capítulo y los establecidos por el GAD Municipal Riobamba.

RUBRO	PRECIO CÁLCULADO	PRECIO ESTABLECIDO GAD RIOBAMBA	DIFERENCIA	PORCENTAJE DE VARIACION
Bacheo superficial con mezcla asfáltica en caliente	\$ 16.25	\$ 21.10	\$ 4.85	30 %
Bacheo profundo con mezcla asfáltica en caliente	\$ 18.56	\$ 24.84	\$ 6.28	34 %
Sellado de grietas o fisuras	\$ 1.15	\$ 1.00	(\$ 0.15)	-13 %
Pintura Acrílica de tráfico en pasos cebra	\$ 2.47	\$ 2.54	\$ 0.07	3 %
Micropavimento	\$ 1.70	\$ 2.12	\$ 0.42	25 %
RECAPEO				
Riego Bituminoso de adherencia	\$ 0.70	\$ 0.93	\$ 0.23	33 %
Colocacion de la capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente e=5cm	\$ 9.34	\$ 9.57	\$ 0.23	2 %
REPOSICION DE LA CARPETA DE RODADURA				
Escarificación	\$ 2.44	\$ 2.90	\$ 0.46	19 %
Reconformación	\$ 1.06	\$ 1.60	\$ 0.54	51 %
Base (Material y compactación)	\$ 16.27	\$ 16.36	\$ 0.09	1 %
Capa de imprimación	\$ 1.14	\$ 1.38	\$ 0.24	21 %
Colocacion de la capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente e=5cm	\$ 9.34	\$ 9.57	\$ 0.23	2 %
PORCENTAJE PROMEDIO DE VARIACIÓN				19 %

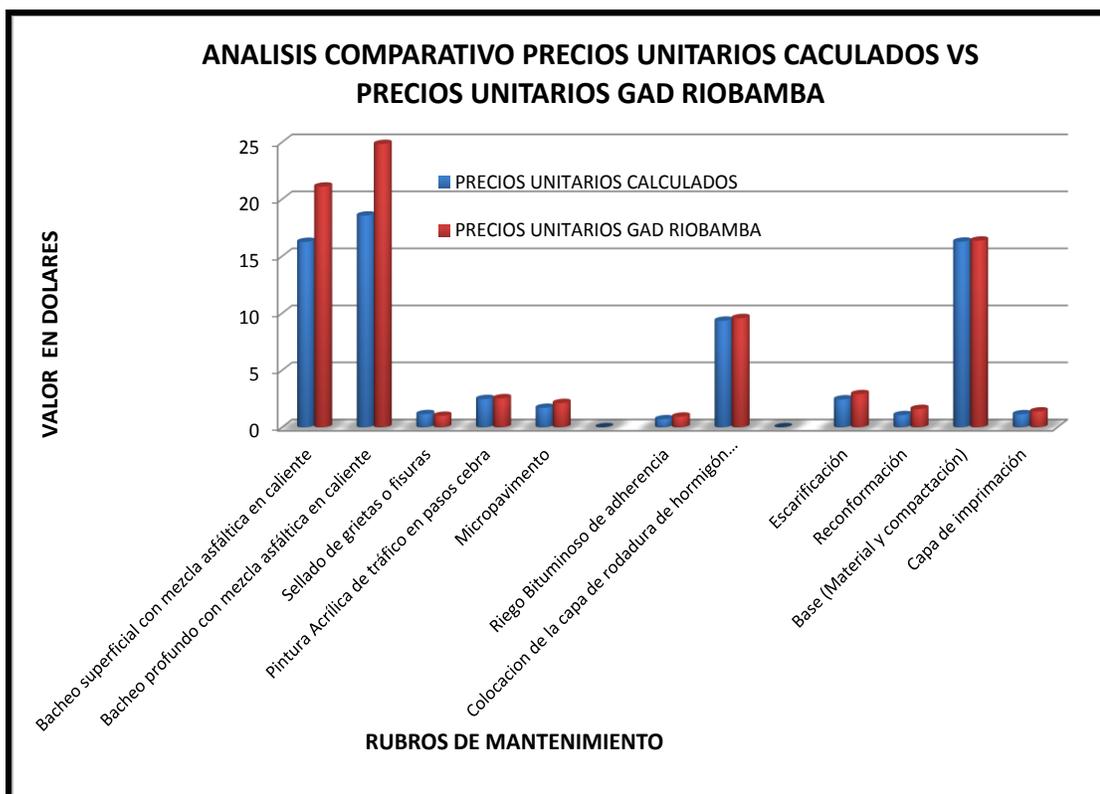


Tabla 27 Análisis comparativo
Fuente: Autoría de la Investigación.

Generalmente las empresas públicas trabajan con rendimientos ya establecidos o estandarizados, que suelen ser los mínimos con relación al personal y equipo, además se emplea un único rendimiento tanto para maquinaria como mano de obra; para el análisis de nuestros precios unitarios se estableció un rendimiento real de mano de obra que depende de la cuadrilla con la cual se trabaja y diferentes rendimientos de maquinaria que se calculan en base al tipo y naturaleza de trabajo; de esta manera se ha obtenido un precio real el cual ha resultado ser más bajo que el establecido por la empresa pública.

A través de este análisis podemos determinar un porcentaje promedio del 19% que representa una optimización de los recursos económicos, este se obtuvo considerando el mismo personal, material, equipo y maquinaria.

4.2.1 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EMPLEANDO EL CICLO DE DEMING.

Se demostrara en este ejemplo como todos los procesos observados pueden ser sometidos a mejoras continuas para ello aplicaremos el ciclo de Deming seleccionando unos de los procesos expuestos en esta investigación para este ejemplo hemos elegido el proceso de bacheo superficial.

PLAN (PLANIFICAR)

Consiste en pensar por anticipado y plasmar dicho pensamiento mediante lo siguiente:

Seleccionar el tema: Bacheo superficial con mezcla asfáltica en caliente.

Razón de la selección del tema: Se escogió este proceso debido a la frecuencia con la que se realiza esta actividad en las vías de nuestra provincia.

Establecimiento de objetivos: mejorar el proceso de ejecución de la actividad garantizando la calidad y su durabilidad.

DO (HACER)

Se refiere a conocer la realidad sin ideas preconcebidas ya que esto nos hace cometer errores; investigar la situación por nosotros mismos, ir inmediatamente a la línea o área de producción para conocer la situación actual.

Proceso de Bacheo Superficial actual observado en obra

1. Se realiza la demarcación del área afectada o bache.
2. Se procede al corte del área seleccionada usando la mini cargadora – fresadora.
3. La limpieza del área removida se lo realiza empleando una mini cargadora BOBCAT y 4 peones con herramienta menor (palas y escoba).
4. La mezcla asfáltica es esparcida uniformemente en el bache usando palas y rastrillos.
5. Se compacta con un rodillo vibrador liso dando por terminado el proceso.

Establecer un plan de mejoramiento: plasmar la secuencia de actividades en forma gráfica para facilitar su seguimiento, haciéndolo de forma concreta.

Proceso técnico mantenimiento superficial o bacheo superficial con mezcla asfáltica en caliente (actividad rutinaria).

Para realizar el proceso técnico de bacheo superficial de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Se realiza una revisión de la vía, en todo su tramo, para definir aquellas fallas en los pavimentos que requieran un pronto tratamiento, en este caso, definir los baches más importantes que se deberán tratar

- 2) Se deberá colocar dispositivos de señalización y verificar que todo el personal posea el equipo de seguridad necesario para realizar la actividad.



Fotografía 1 Colocación de dispositivos de señalización.

Fuente: Autoría de la Investigación.

- 3) Se delimita el área afectada del pavimento por remover, demarcándola con pintura en forma rectangular o cuadrada.



Fotografía 2 Delimitación del área a bachear.

Fuente: Autoría de la Investigación.

- 4) Se realiza el corte de la sección marcada, con la mini cargadora fresadora de manera que las paredes queden con una inclinación del orden de 1:3 (H: V).



Fotografía 3 Corte de la sección marcada.

Fuente: Autoría de la Investigación.

- 5) Una vez realizado el corte del área a reparar el personal de la cuadrilla se encarga de la limpieza del bache, si la cantidad de residuos es demasiada para hacerse de una forma manual, el BOBCAT ayuda a movilizar la mayoría de material, ya cuando el residuo es mínimo el personal de limpieza se encarga por medio de palas a sacar el resto del material quedando el área del corte perfectamente firme y limpio. El material removido será cargado y desalojado por la volqueta.



Fotografía 4 Material removido.

Fuente: Autoría de la Investigación.

- 6) Enseguida la superficie se cubre con Emulsión asfáltica tipo CSS- 1h o CSS- 1, diluida en agua en porción de 1:1 para lo cual se utiliza escobillones para esparcirlo uniformemente.



Fotografía 5 Colocación de la Emulsión Asfáltica.

Fuente: Autoría de la Investigación.

- 7) Antes de la colocación de la mezcla asfáltica se revisara la temperatura con la cual se va a trabajar, para que esta pueda ser colocada en el bache (no debe de estar debajo de la temperatura mínima de colocación 120°C).



Fotografía 6 Revisión de temperatura de la mezcla.

Fuente: www.wikipedia.com.

- 8) Verificada la temperatura de la mezcla se procede a colocar la mezcla asfáltica en caliente, extendiendo y nivelando la cantidad adecuada mediante rastrillos, quedando a nivel del pavimento circundante.



Fotografía 7 Colocación de la Mezcla Asfáltica.

Fuente: Autoría de la Investigación.

- 9) Finalmente se realiza la compactación con un rodillo liso vibratorio de 8 a 12 toneladas de peso dándole diversas pasadas, tomando en cuenta que el desnivel máximo tolerable, una vez compactado, entre la zona reparada y el pavimento que lo rodea es de 3mm.



Fotografía 8 Compactación con rodillo liso vibratorio.

Fuente: Autoría de la Investigación

10) Se deberá realizar un chequeo del grado de compactación que posee la mezcla, ya que debe estar en los rangos establecidos del diseño de la mezcla.

CHECK (REVISAR).

Se revisa las mejoras es más eficaz si estas son expresadas monetariamente.

Con el proceso técnico establecido, mano de obra y maquinaria se obtuvo una diferencia de \$4,85 en los valores calculados el cual representa un ahorro del 30% en la ejecución de la actividad generando una optimización de recursos económicos.

RUBRO	PRECIO CÁLCULADO	PRECIO ESTABLECIDO GAD RIOBAMBA	DIFERENCIA	PORCENTAJE DE VARIACION
Bacheo superficial con mezcla asfáltica en caliente	\$ 16,25	\$ 21,10	\$ 4,85	30 %

Tabla 28 Comparación de precios
Fuente: Autoría de la Investigación

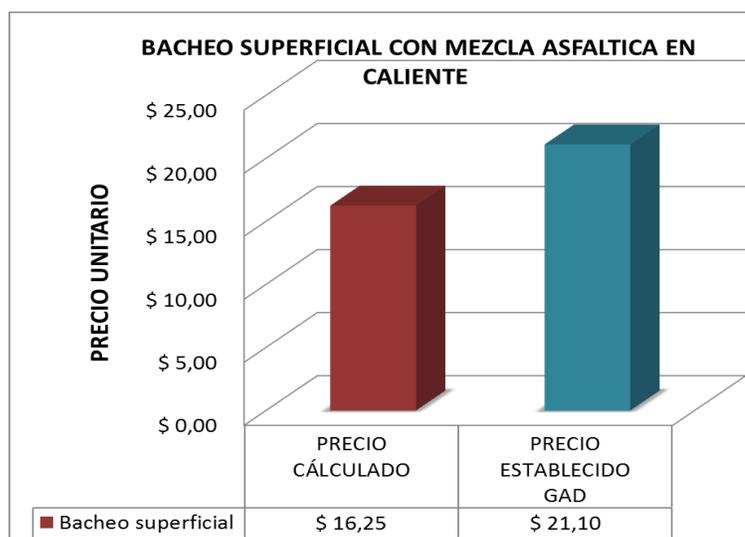


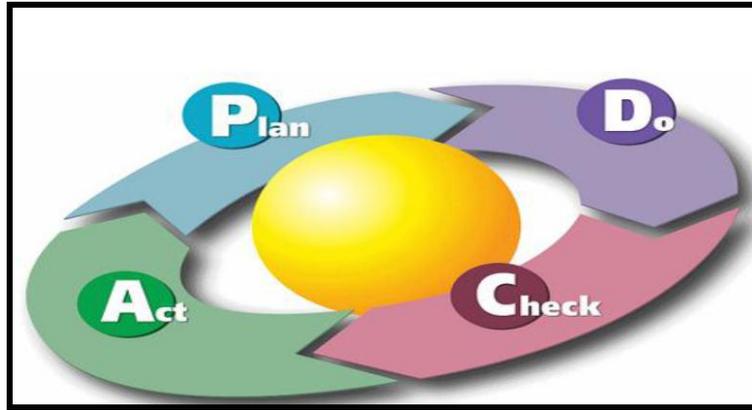
Ilustración No. 5 Representación gráfica comparación de precios Bacheo superficial con mezcla asfáltica en caliente.

Fuente: Autoría de la Investigación

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
DETALLE : BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE					UNIDAD	M2
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M. O.						0,08
Mini cargadora fresadora		1,00	33,63	33,63	0,007	0,24
Mini cargadora BOBCAT		1,00	15,00	15,00	0,020	0,30
Volqueta		1,00	21,72	21,72	0,016	0,35
Rodillo vibrador liso		1,00	36,60	36,60	0,016	0,59
SUBTOTAL M						=====
						1,55
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
OP de mini cargadora BOBCAT	OP C2	1,00	3,39	3,39	0,050	0,17
OP de rodillo vibrador liso	OP C2	1,00	3,39	3,39	0,050	0,17
OP de minicargadora fresadora	OP C2	1,00	3,39	3,39	0,050	0,17
Inspector de obra	EO B3	1,00	3,57	3,57	0,050	0,18
Peon	EO E2	4,00	3,18	12,72	0,050	0,64
Chofer volqueta	CH C1	1,00	4,67	4,67	0,050	0,23
SUBTOTAL N						=====
						1,56
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
DESCRIPCION				A	B	C=AxB
Mezcla Asfáltica			Ton	0,170	56,00	9,52
Emulsion Asfáltica (CSS-1H O CSS-1)			lt	1,20	0,30	0,36
Diesel secador			lt	0,050	0,29	0,01
SUBTOTAL O						=====
						9,89
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						13,00
OTROS INDIRECTOS (25%)						3,25
COSTO TOTAL DEL RUBRO						16,25
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$16,25

ACTION (ACTUAR).

Poner en práctica el nuevo proceso técnico establecido que ayude a desempeñar de forma adecuada cada actividad para un trabajo de calidad garantizando su durabilidad. Posteriormente realizar un control de las actividades desarrolladas con el propósito de observar si existe la posibilidad de implementar nuevas mejoras al proceso de tal manera que se pueda generar un nuevo ciclo de calidad en donde cada proceso se pueda optimizar a un más.



Ciclo de Deming

Fuente: Metodología para la implementación de actuaciones de eficiencia
Universidad de Sevilla

CAPITULO 5

**MANUAL “PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO EN
PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA CIVIL

**MANUAL “PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y
MANTENIMIENTO EN PAVIMENTOS
FLEXIBLES PARA LA PROVINCIA DE
CHIMBORAZO**

NATALY ALEJANDRA SALAZAR AVILÉS

JENNY FERNANDA NUÑEZ CAIMINAGUA



PRESENTACIÓN

El manual descrito a continuación está diseñado en base a las actividades de mantenimiento observadas únicamente en la capa de rodadura o carpeta asfáltica que se desempeñan comúnmente en las redes viales de pavimento flexible en nuestra Provincia de Chimborazo; para su elaboración nos hemos basado en las Normas Ecuatorianas Viales de nuestro país (NEVI- 12 MTOP) publicadas en Quito el año 2013.

Previamente al diseño de este manual, se realizaron mediciones en campo para determinar los rendimientos de mano de obra y maquinaria usando metodologías confiables que nos proporcionen resultados reales y asequibles, los cuales se presentan en este documento como un apoyo adicional.

Se ha proporcionado una base de datos de análisis de precios unitarios calculados a partir de maquinaria, material y personal necesario para ejecutar cada actividad, con el propósito que este se implemente en el cálculo presupuestario desarrollado por los ingenieros contratistas e instituciones dedicadas a actividades de mantenimiento y conservación vial en pavimentos flexibles.

INTRODUCCIÓN

Las redes viales son primordiales para el desarrollo y progreso de nuestro país, estas garantizan la competitividad y calidad de vida de sus habitantes, por esta razón requieren de mantenimiento para conservarlas en condiciones satisfactorias.

El Manual “Procesos de Conservación y Mantenimiento en Pavimentos Flexibles para la Provincia de Chimborazo”, está orientado a explicar de manera precisa y sencilla los fundamentos conceptuales que guían el mantenimiento vial, en él se describen los procedimientos a seguir enfocándose únicamente en la capa de rodadura, indicando herramientas a utilizar, personal y materiales que son necesarios para desarrollar cada actividad.

Este Manual, es un instrumento de consulta, tanto para trabajadores que directamente ejecutan las actividades en campo, como para contratistas e instituciones dedicadas a las actividades de conservación y mantenimiento vial.

INTRODUCTION

The road networks are basic for the development and progress of our country since these guarantee the competitiveness and quality of life of his inhabitants, for this reason they need of maintenance to preserve them in satisfactory conditions.

The Manual "Processes of maintenance and upkeep in flexible pavements for the province of Chimborazo", is geared to explain accurately and easily the conceptual foundations that guide the road maintenance, It describes the procedures to be followed by focusing only on the surface layer, indicating tools to use, staff and materials necessary to develop each activity.

This Manual, it is an instrument of consultation, both for workers who directly execute the activities in field, since for the contractors and Institutions dedicated to the activities of conservation and road maintenance.

OBJETIVO

Este manual tiene como objetivo ofrecer una guía práctica de especificaciones claras y confiables para facilitar el entendimiento de actividades rutinarias y periódicas que se deben realizar para una efectiva conservación vial, cuya aplicación deberá ser en redes viales de pavimento flexible enfocado únicamente en la capa de rodadura o carpeta asfáltica, con el propósito de mejorar el mantenimiento de las vías.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Asfalto diluido: Los asfaltos diluidos de petróleo resultan de la dilución del cemento asfáltico con destilados leves de petróleo, proporcionando productos menos viscosos que pueden aplicarse a temperaturas más bajas. Los diluyentes se evaporan después de la aplicación.

Base: Constituye la capa intermedia entre la capa de rodamiento y la sub-base. Generalmente se la usa en los pavimentos flexibles.

Cemento asfáltico: Pegamento asfáltico compuesto de asfalto modificado con resinas que le permiten mejorar la adhesividad y la resistencia al agua.

Compactación: La compactación se define como un proceso mecánico mediante el cual se logra la densificación del suelo.

Emulsificantes: Un compuesto que ayuda a que un compuesto no polar como las grasas y uno polar como el agua formen una mezcla estable llamada emulsión.

Emulsión asfáltica: Son una mezcla de asfalto con emulsificantes que con el agua forman una emulsión estable que permite tender las carpetas asfálticas.

Fraguado: El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad.

Imprimación: La imprimación sirve para preparar una superficie que facilita la adhesión. Sus principales funciones son de selladora, fijadora, aislante y protectora.

Material bituminoso: Los materiales bituminosos son sustancias de color negro, sólidas o viscosas, dúctiles, que se ablandan por el calor y comprenden aquellos cuyo origen son los crudos petrolíferos.

Mezcla Asfáltica: Una mezcla asfáltica es una combinación de asfalto y agregados minerales pétreos en proporciones exactas que se usa para construir firmes.

RS=rotura rápida.

MS=rotura media.

SS=rotura lenta.

QS=rotura ultra – rápida.

Rotura de la emulsión: Cuando dos glóbulos de betún entran en contacto se sueldan, originando otro de mayor tamaño y menor superficie, las partículas dispersas empezarán a unirse haciéndose cada vez más grandes hasta que se produce la separación del betún y del agua, diciéndose, en este caso, que la emulsión ha roto.

Riego: Consiste en la distribución o rociado uniforme de la emulsión asfáltica.

ÍNDICE

MANTENIMIENTO VIAL	1
MANTENIMIENTO RUTINARIO	1
MANTENIMIENTO PERIÓDICO	1
PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO	
1. (6.105.2 NEVI-12) MANTENIMIENTO SUPERFICIAL O BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (Actividad Rutinaria).	
	2
MATERIALES	2
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	4
MANO DE OBRA	6
RENDIMIENTOS	8
PROCESO TÉCNICO	9
PRECIO UNITARIO	13
2. (6.105.3 NEVI-12) MANTENIMIENTO PROFUNDO O BACHEO PROFUNDO CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (Actividad Rutinaria)	
	14
MATERIALES	14
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	15
MANO DE OBRA	18
RENDIMIENTOS	20
PROCESO TÉCNICO	20
PRECIO UNITARIO	24
3. (6.105.1 NEVI-12) REPARACIÓN TEMPORAL DE GRIETAS O FISURAS (Actividad Rutinaria)	
	25
MATERIALES	25

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	26
MANO DE OBRA	27
RENDIMIENTOS	29
PROCESO TÉCNICO	29
PRECIO UNITARIO	32
4. (405-7.1 NEVI-12) MICROPAVIMENTO (Actividad Periódica)	33
MATERIALES	33
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	36
MANO DE OBRA	37
RENDIMIENTOS	39
PROCESO TÉCNICO	39
PRECIO UNITARIO	44
5. (6.105.8 NEVI-12) REPOSICIÓN DE LA CAPA DE RODADURA DE CONCRETO ASFALTICO (Actividad Periódica).	45
(308-4 NEVI-12) ESCARIFICACIÓN Y RECONFORMACIÓN	45
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	45
MANO DE OBRA	47
RENDIMIENTOS	49
PROCESO TÉCNICO	50
PRECIO UNITARIO	52
(404-1.04.3 NEVI-12) TENDIDO DE BASE (Material y Compactación)	54
MATERIALES	54
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	54

MANO DE OBRA	56
RENDIMIENTOS	57
PROCESO TÉCNICO	58
PRECIO UNITARIO	61
(405-1 NEVI-12) CAPA DE IMPRIMACIÓN.	62
MATERIALES	62
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	62
MANO DE OBRA	64
RENDIMIENTOS	65
PROCESO TÉCNICO	68
PRECIO UNITARIO	69
(405-5 NEVI-12) COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFALTICO EN CALIENTE e=5cm.	69
MATERIALES	69
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	69
MANO DE OBRA	71
RENDIMIENTOS	72
PROCESO TÉCNICO	73
PRECIO UNITARIO	76
6. RECAPEO (Actividad Periódica).	77
(405-2 NEVI-12) RIEGO BITUMINOSOS DE ADHERENCIA	77
MATERIALES	77
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	77

MANO DE OBRA	78
RENDIMIENTOS	79
PROCESO TÉCNICO	80
PRECIO UNITARIO	82
(405-5 NEVI-12) COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA NUEVA DE HORMIGÓN ASFALTICO EN CALIENTE e=5cm.	83
MATERIALES	83
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	83
MANO DE OBRA	85
RENDIMIENTOS	86
PROCESO TÉCNICO	87
PRECIO UNITARIO	90
7. (706-3.02 NEVI-12) PINTURA ACRÍLICA DE TRAFICO EN PASOS CEBRAS.	91
MATERIALES	91
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	91
MANO DE OBRA	92
RENDIMIENTOS	92
PROCESO TÉCNICO	93
PRECIO UNITARIO	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tab 1: Propiedades de Origen Requeridas para Agregados Gruesos en Mezclas Asfálticas en caliente. _____	3
Tab 2: Propiedades de Origen Requeridas para Agregados Finos en Mezclas Asfálticas en caliente _____	3
Tab 3: Rendimiento de Mano de Obra de Bacheo Superficial con mezcla asfáltica en caliente. _____	8
Tab 4: Rendimiento de Maquinaria de Bacheo Superficial con mezcla asfáltica en caliente. _	8
Tab 5: Recomendaciones para uso de material de base _____	15
Tab 6: Rendimiento de Mano de Obra de Bacheo Profundo con mezcla asfáltica en caliente. _____	20
Tab 7: Rendimiento de Maquinaria para Bacheo Profundo con mezcla asfáltica en caliente.	20
Tab 8 : Granulometría de la arena para sellado de grietas. _____	25
Tab 9: Rendimiento de Mano de Obra para Sellado de Grietas _____	29
Tab 10: Rendimiento de Maquinaria de Sellado de Grietas _____	29
Tab 11 Granulometría ISSA de agregados. _____	34
Tab 12 Granulometría ISSA de agregados. _____	35
Tab 13: Rendimiento de Mano de Obra para Micro-pavimento. _____	39
Tab 14: Rendimiento de Maquinaria para Micro-pavimento. _____	39
Tab 15: Rendimiento de Mano de Obra de Escarificación. _____	49
Tab 16: Rendimiento de Mano de Obra de Reconformación. _____	49
Tab 17: Rendimiento de Maquinaria para Escarificación. _____	49
Tab 18: Rendimiento de Maquinaria para Reconformación. _____	49
Tab 19: Recomendaciones para uso de material de base. _____	54
Tab 20: Rendimiento de Mano de Obra para Tendido de Base. _____	57
Tab 21: Rendimiento de Maquinaria para Tendido de Base. _____	57

Tab 22: Rendimiento de Mano de Obra para Capa de Imprimación. _____	65
Tab 23: Rendimiento de Maquinaria para Capa de imprimación. _____	65
Tab 24: Rendimiento de Mano de Obra para Colocación de Capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente=5cm. _____	72
Tab 25: Rendimiento de Maquinaria Colocación de Capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente=5cm. _____	73
Tab 26: Rendimiento de Mano de Obra para el Riego bituminoso de adherencia. _____	79
Tab 27: Rendimiento de Maquinaria para Riego bituminoso de adherencia. _____	80
Tab 24: Rendimiento de Mano de Obra para Colocación de Capa de rodadura nueva de hormigón asfáltico en caliente=5cm. _____	86
Tab 25: Rendimiento de Maquinaria Colocación de Capa de rodadura nueva de hormigón asfáltico en caliente=5cm. _____	87
Tab 30: Rendimiento de Mano de Obra para Pintura Acrílica de tráfico en Paso Cebra. ____	92

ÍNDICE DE FIGURAS

BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

Fig. 1 Herramienta manual de Bacheo Superficial. _____	4
Fig. 2 Rodillo Liso Vibratorio. _____	4
Fig. 3 Mini cargadora BOBCAT. _____	5
Fig. 4 Mini cargadora Fresadora. _____	5
Fig. 5 Termómetro digital. _____	6
Fig. 6 Termómetro Análogo. _____	6
Fig. 7 Volqueta. _____	6
Fig. 8 Colocación de dispositivos de señalización. _____	9
Fig. 9 Delimitación del área a bachear. _____	9
Fig. 10 Corte de la sección marcada. _____	10
Fig. 11 Material removido. _____	10

Fig. 12 Colocación de la Emulsión Asfáltica. _____	11
Fig. 13 Revisión de temperatura de la mezcla. _____	11
Fig. 14 Colocación de la Mezcla Asfáltica. _____	11
Fig. 15 Compactación con rodillo liso vibratorio. _____	12

BACHEO PROFUNDO CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

Fig. 16 Herramienta manual. _____	15
Fig. 17 Rodillo Liso Vibratorio. _____	15
Fig. 18 Mini cargadora. _____	16
Fig. 19 Mini cargadora fresadora. _____	16
Fig. 20 Apisonador vibratorio manual. _____	17
Fig. 21 Volqueta. _____	17
Fig. 22 Termómetro digital. _____	18
Fig. 23 Termómetro análogo. _____	18
Fig. 24 Colocación de dispositivos de señalización. _____	20
Fig. 25 Delimitación del área afectada. _____	21
Fig. 26 Corte de la sección marcada. _____	21
Fig. 27 Material fresado retirado. _____	22
Fig. 28 Material de base o sub-base compactado. _____	22
Fig. 29 Colocación de la Emulsión Asfáltica. _____	23
Fig. 30 Colocación de la Mezcla Asfáltica. _____	23
Fig. 31 Compactación con rodillo liso vibratorio. _____	23

SELLADO DE GRIETAS O FISURAS

Fig. 32 Herramienta manual. _____	26
Fig. 33 Máquina de sellado de grietas en pavimentos asfálticos. _____	26
Fig. 34 Rodillo Neumático. _____	27

Fig. 35 Camión de abastecimiento.	27
Fig. 36 Colocación de dispositivos de señalización.	29
Fig. 37 Sopleteado del área afectada.	30
Fig. 38 Sellado de grietas.	30
Fig. 39 Arena esparcida por la gravilladora.	30
Fig. 40 Arena compactada (Rodillo Neumático).	31
Fig. 41 Pavimento Reparado con Sellado.	31
Fig. 42 Extracción de núcleos.	31

MICRO- PAVIMENTO

Fig. 43 Herramienta manual.	36
Fig. 44 Micro-pavimentadora.	36
Fig. 45 Barredora Mecánica.	37
Fig. 46 Tanquero	37
Fig. 47 Colocación de dispositivos de señalización.	39
Fig. 48 Barrido de la superficie.	40
Fig. 49 Riego de agua con tanquero.	40
Fig. 50 Micro-pavimentadora cargada.	41
Fig. 51 Plancha espaciadora nivelada.	41
Fig. 52 Aplicación del Micro-pavimento.	42
Fig. 53 Micro-pavimento.	42

ESCARIFICACIÓN Y RECONFORMACIÓN

Fig. 56 Escarificadora para asfalto.	45
Fig. 57 Cargadora Frontal	46
Fig. 58 Volqueta	46

Fig. 59 Motoniveladora _____	46
Fig. 60 Tanquero _____	47
Fig. 61 Rodillo Vibratorio Liso _____	47
Fig. 62 Colocación de dispositivos de señalización. _____	50
Fig. 63 Remoción de la carpeta asfáltica _____	50
Fig. 64 Trituración dela carpeta asfáltica. _____	50
Fig. 65 Desalojo del material escarificado. _____	51
Fig. 66 Reconformación de la superficie. _____	51
Fig. 67 Riego de agua con tanquero y compactación. _____	51

TENDIDO DE BASE

Fig. 68 Herramienta manual. _____	54
Fig. 69 Tanquero _____	55
Fig. 70 Volqueta _____	55
Fig. 71 Motoniveladora. _____	55
Fig. 72 Rodillo Vibratorio Liso. _____	56
Fig. 73 Superficie Preparada. _____	58
Fig. 74 Material extendido por la motoniveladora. _____	58
Fig. 75 Riego de agua con tanquero. _____	59
Fig. 76 Conformación de la vía. _____	59
Fig. 77 Compactación de la capa de base. _____	60

CAPA DE IMPRIMACIÓN

Fig. 78 Herramienta manual. _____	62
Fig. 79 Barredora Mecánica. _____	63
Fig. 80 Distribuidor de Asfalto. _____	63

Fig. 81 Barrido de la superficie. _____	65
Fig. 82 Trazo del ancho de la superficie. _____	66
Fig. 83 Emulsión Asfáltica distribuida. _____	66
Fig. 84 Riego de liga con manguera. _____	66
Fig. 85 Capa de arena distribuida. _____	67

CAPA DE RODADURA

Fig. 86 Herramienta manual. _____	69
Fig. 87 Finisher. _____	70
Fig. 88 Rodillo Vibratorio en Tándem. _____	70
Fig. 89 Rodillo Neumático. _____	71
Fig. 90 Volqueta. _____	71
Fig. 91 Superficie preparada. _____	73
Fig. 92 Descarga del material a la Finisher. _____	74
Fig. 93 Tendido de Mezcla Asfáltica. _____	74
Fig. 94 Compactación inicial. _____	74
Fig. 95 Compactación intermedia. _____	75
Fig. 96 Compactación final. _____	75

RIEGO BITUMINOSO DE ADHERENCIA

Fig. 97 Herramienta manual. _____	77
Fig. 98 Barredora Mecánica. _____	78
Fig. 99 Distribuidor de Asfalto. _____	78
Fig. 100 Colocación de dispositivos de señalización. _____	80
Fig. 101 Barrido del material. _____	80

Fig. 102 Distribución del ligante bituminoso.	81
Fig. 103 Colocación de nueva Carpeta Asfáltica	81

CAPA RODADURA NUEVA

Fig. 104 Herramienta manual.	83
Fig. 105 Finisher.	84
Fig. 106 Rodillo Vibratorio en Tándem.	84
Fig. 107 Rodillo Neumático.	85
Fig. 108 Volqueta.	85
Fig. 109 Descarga del material a la Finisher.	87
Fig. 110 Tendido de Mezcla Asfáltica.	88
Fig. 94 Compactación inicial.	88
Fig. 95 Compactación intermedia.	89
Fig. 96 Compactación final.	89

PINTURA ACRÍLICA DE TRAFICO EN PASOS CEBRAS

Fig. 114 Herramienta manual.	91
Fig. 115 Colocación de dispositivos de señalización.	93
Fig. 116 Trazo en la vía.	93
Fig. 117 Preparación de la pintura de tráfico.	94
Fig. 118 Colocación de pintura.	94

MANTENIMIENTO VIAL

El mantenimiento vial consiste en un conjunto de actividades cuyo propósito es conservar y preservar en buen estado las vías garantizando un nivel de servicio óptimo para el usuario la conservación vial comprende actividades tales como el mantenimiento rutinario y periódico.

MANTENIMIENTO RUTINARIO

Es un conjunto de labores de limpieza y actividades que se ejecutan de manera continua y sostenida a través del tiempo, para conservar la condición, el nivel de servicio y seguridad.

MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Son actividades programables previas a evaluaciones del estado de la vía las cuales tienden a renovar la condición original del pavimento dentro de estas actividades se puede señalar la aplicación de capas adicionales de tratamientos superficiales o carpetas asfálticas, sin alterar la estructura de las capas del pavimento subyacente.

PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

1. (6.105.2 NEVI-12) MANTENIMIENTO SUPERFICIAL O BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (Actividad Rutinaria).

Esta actividad consiste en la reparación de baches y el remplazo del área de pavimento afectada a nivel de la carpeta asfáltica siempre y cuando la estructura del pavimento se encuentre en buenas condiciones (base, sub-base subrasante).

Se considera un mantenimiento superficial o bacheo superficial cuando la profundidad de reposición de la carpeta de rodadura es menor o igual a 50mm.

Esta operación de mantenimiento se realiza cuando la carpeta asfáltica presenta grietas interconectadas (piel de cocodrilo) de un grado de severidad considerable, descartando una falla estructural.

No se recomienda realizar esta actividad en áreas de la carpeta de rodadura que presenta hundimientos longitudinales o transversales, por motivo de que la aplicación suele desprenderse. En estos casos se buscara otro proceso técnico para dar una solución, como por ejemplo, bacheo profundo.

MATERIALES

- Emulsión asfáltica tipo CSS- 1h o CSS-1, diluida en agua en porción de 1:1.
- Diésel secador, es colocado en el cilindro del compactador para evitar que la mezcla asfáltica en caliente se adhiera.
- Mezcla asfáltica en caliente en planta.
 - El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla, será cemento asfáltico con un grado de penetración 60- 70 (tráfico liviano a medio) y 85 – 100 (tráfico pesado). Los mismos que deberán cumplir con los requisitos que se presentan en la **Tab 1**.

ENSAYOS	60-70		85-100	
Betún original	mínimo	máximo	mínimo	máximo
Penetración (25 °C, 100 gr, 5 s), mm/10.	60	70	85	100
Punto de ablandamiento A y B, °C.	48	57	45	53
Índice de penetración (*).	-1,5	+1,5	-1,5	+1,5
Ductilidad (25 °C, 5 cm/minuto), cm.	100	---	100	---
Contenido de agua (en volumen), % .	---	0,2	---	0,2
Solubilidad en Tricloroetileno, %.	99	---	99	---
Punto de inflamación, Copa Cleveland, °C.	232	---	232	---
Densidad relativa, 25 °C/ 25 °C	1,00	---	1,00	---
Ensayo de la mancha (**)	NEGATIVO		NEGATIVO	
Contenido de parafinas, %.	---	2.2	---	2.2
Ensayos al residuo del TFOT:				
Variación de masa, %.	---	0,8	---	1,0
Penetración, % de penetración original.	54	---	50	---
Ductilidad , cm	50	---	75	---
Resistencia al endurecimiento (***)	---	5,0	---	5,0

Tab 1: Requisitos para Tipo y grado de material asfáltico (Cemento Asfáltico).

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP (Volumen3) Sección 405-5.

- Los agregados que se emplearán en la mezcla asfáltica en caliente podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en la **Tab 2**, para agregados tipo A, B o C.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través los tamices de malla cuadrada		
	A	B	C
2" (50.8 mm.)	100	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	90 - 100	100	--
1" (25.4 mm.)	--	90 - 100	100
3/4" (19.0 mm.)	56 - 80	--	90 - 100
1/2" (12.5 mm.)	--	56 - 80	--
3/8" (9.5 mm.)	--	--	56 - 80
Nº 4 (4.75 mm.)	23 - 53	29 - 59	35 - 65
Nº 8 (2.36 mm.)	15 - 41	19 - 45	23 - 49
Nº 50 (0.30 mm.)	4 - 16	5 - 17	5 - 19
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 6	1 - 7	2 - 8

Tab 2: Tipo de agregados utilizados para mezcla asfáltica en caliente en planta.

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP (Volumen3) Sección 404-5.

- En el contrato se determinará el tipo y graduación de los agregados, de acuerdo con las condiciones de empleo y utilización que se previene para la carpeta asfáltica.

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Herramienta manual.



Pala



Cinta Métrica



Escobas



Tiza

Fig. 1 Herramienta manual de Bacheo Superficial.

- Rodillo liso vibratorio



Fig. 2 Rodillo Liso Vibratorio.

Máquina autopropulsada o remolcada sobre ruedas, compuesta por un cilindro o masa diseñada para aumentar la densidad de los materiales por: Peso estático, Impacto, Vibración o Amasado (presión dinámica) o combinación de alguno de ellos. El tipo y

peso operacional del compactador será a elección del contratista para la realización de la actividad de mantenimiento (ver **Fig. 2**).

- Mini cargadora (BOBCAT).



Fig. 3 Mini cargadora BOBCAT.

Mini cargadora (BOBCAT) (ver **Fig. 3**) su función principal es la carga, transporte y descarga de volúmenes reducidos de material, se desplazan a una velocidad de 10km/h aproximadamente.

- Mini cargadora fresadora.



Fig. 4 Mini cargadora Fresadora.

La mini cargadora fresadora es un equipo ideal para la reparación de baches, siendo un implemento perfecto para equipos de obras públicas y de mantenimiento de carreteras que realizan pequeñas reparaciones (ver **Fig. 4**).

- Termómetros

Mide la temperatura de la mezcla asfáltica mientras se realiza el mantenimiento puede ser digital (ver **Fig. 5**) o análogo (ver **Fig. 6**), con un rango de temperaturas entre los -20°C – 200°C .



Fig. 5 Termómetro digital.



Fig. 6 Termómetro Análogo.

- Volqueta

Utilizada para el acarreo de muchas clases de materiales. Su velocidad está limitada la cual es de 50kph (30mph) con capacidad de acarreo de 8m^3 o más. La función que cumplirá en este proceso la volqueta primero llegará con mezcla asfáltica para la reparación del bache y posteriormente será utilizada para desalojo del material removido (ver **Fig. 7**).



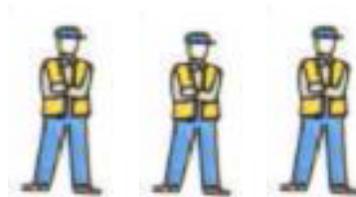
Fig. 7 Volqueta.

MANO DE OBRA

Para realizar la actividad de mantenimiento de Bacheo Superficial con mezcla asfáltica en caliente, es necesario utilizar mano de obra calificada que lo opere. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

- Operador de rodillo liso vibratorio con categoría OP C2.
- Operador de mini cargadora BOBCAT con categoría OP C2.
- Operador de mini cargadora fresadora con categoría OP C2.
- Inspector de obra con categoría EO B3.
- 4 Peones con categoría EO E2.
- Chofer de volqueta con categoría CH C1.

Operadores categoría OP C2:



Los operadores son encargados de manipular las distintas máquinas o vehículos utilizados en el mantenimiento, como compactadoras, mini-cargadores, etc.

Chofer de volqueta con categoría CH C1.



El chofer de volqueta será encargado de transportar la mezcla asfáltica en caliente y materiales de desalojo.

Inspector de obra con categoría EO B3.



El Inspector de obra tiene a su cargo la dirección de los trabajadores involucrados en el mantenimiento: peones, operadores, chofer, etc.

Peones con categoría EO E2.



Los peones son los encargados de realizar las actividades como remoción de obstáculos, guían al tránsito con banderillas, aplican la emulsión asfáltica, etc.

RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m2
OP de mini cargadora BOBCAT	OP C2	0,05
OP de rodillo vibrador liso	OP C2	0,05
OP de minicargadora fresadora	OP C2	0,05
Inspector de obra	EO B3	0,05
Peon	EO E2	0,05
Chofer volqueta	CH C1	0,05

Tab 3: Rendimiento de Mano de Obra de Bacheo Superficial con mezcla asfáltica en caliente.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Mini cargadora fresadora	141,75m2/h	0,007
Mini cargadora BOBCAT	41,53m3/h	0,02
Volqueta	59,80m3/h	0,016
Rodillo vibrador liso	64,26m3/h	0,016

Tab 4: Rendimiento de Maquinaria de Bacheo Superficial con mezcla asfáltica en caliente.

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de *Bacheo Superficial con mezcla asfáltica en caliente* de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Se deberá colocar dispositivos de señalización y verificar que todo el personal posea el equipo de seguridad necesario para realizar la actividad.



Fig. 8 Colocación de dispositivos de señalización.

- 2) Se realiza una revisión de la vía, en todo su tramo, para definir aquellas fallas en los pavimentos que requieran un pronto tratamiento, en este caso, definir los baches más importantes que se deberán tratar.
- 3) Se delimita el área afectada del pavimento por remover, demarcándola con pintura en forma rectangular o cuadrada.



Fig. 9 Delimitación del área a bachear.

- 4) Se realiza el corte de la sección marcada, con la mini cargadora fresadora de manera que las paredes queden con una inclinación del orden de 1:3 (H: V).

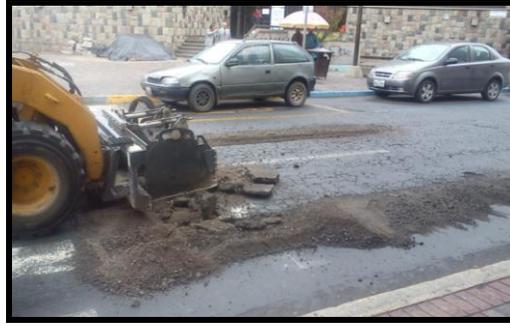


Fig. 10 Corte de la sección marcada.

- 5) Una vez realizado el corte del área a reparar, el personal de la cuadrilla se encarga de la limpieza del bache, si la cantidad de residuos es demasiada para hacerse de una forma manual, el BOBCAT ayuda a movilizar la mayoría de material, ya cuando el residuo es mínimo, el personal de limpieza se encarga por medio de palas retirando el resto del material quedando el área del corte perfectamente firme y limpio. El material removido será cargado por la mini cargadora y desalojado por la volqueta.



Fig. 11 Material removido.

- 6) Enseguida la superficie se cubre con Emulsión asfáltica tipo CSS- 1h o CSS-1, diluida en agua en porción de 1:1 para lo cual se utiliza escobillones para esparcirlo uniformemente.

La cantidad de emulsión asfáltica será indicada por el fiscalizador y estará entre límites de 0.5 a 1.4 l/m².



Fig. 12 Colocación de la Emulsión Asfáltica.

- 7) Antes de la colocación de la mezcla asfáltica se revisará la temperatura con la cual se va a trabajar, para que esta pueda ser colocada en el bache (no debe estar debajo de la temperatura mínima de colocación 120°C).



Fig. 13 Revisión de temperatura de la mezcla.

- 8) Verificada la temperatura de la mezcla, se procede a colocar la mezcla asfáltica en caliente, extendiendo y nivelando la cantidad adecuada mediante rastrillos, quedando a nivel del pavimento circundante.



Fig. 14 Colocación de la Mezcla Asfáltica.

- 9) Finalmente se realiza la compactación con un rodillo liso vibratorio de 3 a 5 toneladas de peso dándole diversas pasadas, tomando en cuenta que el desnivel máximo tolerable, una vez compactado, entre la zona reparada y el pavimento que lo rodea es de 3mm.



Fig. 15 Compactación con rodillo liso vibratorio.

- 10) Se deberá realizar un chequeo del grado de compactación que posea la mezcla, ya que debe estar en los rangos establecidos del diseño de la mezcla.
- 11) La medición y forma de pago se realizará en m².

PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					UNIDAD	M2
DETALLE :		BACHEO SUPERFICIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE				
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M. O.					0,08	
Mini cargadora fresadora	1,00	33,63	33,63	0,007	0,24	
Mini cargadora BOBCAT	1,00	15,00	15,00	0,020	0,30	
Volqueta	1,00	21,72	21,72	0,016	0,35	
Rodillo vibrador liso	1,00	36,60	36,60	0,016	0,59	
SUBTOTAL M					=====	
					1,55	
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
OP de mini cargadora BOBCAT	1,00	3,39	3,39	0,050	0,17	
OP de rodillo vibrador liso	1,00	3,39	3,39	0,050	0,17	
OP de minicargadora fresadora	1,00	3,39	3,39	0,050	0,17	
Inspector de obra	1,00	3,57	3,57	0,050	0,18	
Peon	4,00	3,18	12,72	0,050	0,64	
Chofer volqueta	1,00	4,67	4,67	0,050	0,23	
SUBTOTAL N					=====	
					1,56	
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
Mezcla Asfáltica	Ton	0,170	56,00	9,52		
Emulsion Asfáltica (CSS-1H O CSS-1)	lt	1,20	0,30	0,36		
Diesel secador	lt	0,050	0,29	0,01		
SUBTOTAL O					=====	
					9,89	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)					13,00	
OTROS INDIRECTOS (25%)					3,25	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16,25	
VALOR UNITARIO SIN IVA					\$16,25	

2. (6.105.3 NEVI-12) MANTENIMIENTO PROFUNDO O BACHEO PROFUNDO CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (Actividad Rutinaria)

La operación de bacheo profundo con mezcla asfáltica en caliente consiste en el reemplazo de una sección severamente deteriorada de la estructura del pavimento, cuando el daño afecte tanto a la capa de rodadura como parte de la base y sub-base de la estructura.

Ese proceso se emplea en la reparación de áreas que presenten fallas estructurales originadas por agrietamiento o por debilitamiento de la base, sub-base o subrasante.

Se considera un mantenimiento profundo o bacheo profundo cuando la profundidad de reparación es mayor a 50mm.

MATERIALES

- Emulsión asfáltica tipo CSS- 1h o CSS-1, diluida en agua en porción de 1:1.
- Mezcla asfáltica en caliente en planta.
 - El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla, será cemento asfáltico con un grado de penetración 60- 70 (tráfico liviano a medio) y 85 – 100 (tráfico pesado). Los mismos que deberán cumplir con los requisitos que se presentan en la **Tab 1**. (Especificadas en el proceso de Bacheo Superficial).
 - Los agregados que se emplearán en la mezcla asfáltica en caliente podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en la **Tab 2**, para agregados tipo A, B o C. (Especificadas en el proceso de Bacheo Superficial).
- Diésel secador, es colocado en el cilindro del compactador para evitar que la mezcla asfáltica en caliente se adhiera.
- Material de base: La clase y tipo de base que se utiliza estará especificada en los documentos contractuales con relación al tipo de vía y su utilización.

MATERIAL ESPECIFICADO	TIPO DE CARRETERA	No. CARRILES	TPDA
BASE CLASE 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico.	8 a 12	> 50.000
BASE CLASE 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65m. Se incluye franja central desde 2 a 4m.	2 a 6	8.000 50.000
BASE CLASE 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de tráfico	2 a 4	1.000 – 8.000
BASE CLASE 4	Caminos vecinales	2	<1.000

Tab 5: Recomendaciones para uso de material de base
Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP (Volumen3).

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Herramienta manual.



Pala



Cinta Métrica



Escobas



Tiza

Fig. 16 Herramienta manual.

- Rodillo vibratorio liso.



Fig. 17 Rodillo Liso Vibratorio.

Máquina autopropulsada o remolcada sobre ruedas, compuesta por un cilindro o masa diseñada para aumentar la densidad de los materiales por: Peso estático, Impacto, Vibración o Amasado (presión dinámica) o combinación de alguno de ellos. El tipo y peso operacional del compactador será a elección del contratista para la realización de la actividad de mantenimiento (ver **Fig. 17**).

- Mini cargadora.



Fig. 18 Mini cargadora.

Mini cargadora (ver **Fig. 18**) su función principal es la carga, transporte y descarga de volúmenes reducidos de material, se desplazan a una velocidad de 10km/h aproximadamente.

- Mini cargadora fresadora.



Fig. 19 Mini cargadora fresadora.

La mini cargadora fresadora es un equipo ideal para la reparación de baches, siendo un implemento perfecto para equipos de obras públicas y de mantenimiento de carreteras que realizan pequeñas reparaciones (ver **Fig. 19**).

- Apisonador vibratorio manual.

Utilizado en lugares donde no se requieren grados de compactación demasiado grandes como los que se logran con el rodillo vibratorio.

En especial para esta actividad el apisonador es utilizado para compactar la capa reparada en este caso base o sub-base dependiendo el grado de deterioro.

Es operado por una sola persona, la cual debe tener experiencia en el uso de este tipo de apisonador (ver **Fig. 20**).



Fig. 20 Apisonador vibratorio manual.

- Volqueta.

Utilizada para el acarreo de muchas clases de materiales. Su velocidad está limitada la cual es de 50kph (30mph) con capacidad de acarreo de 8m³ o más. La función que cumplirá en este proceso la volqueta primero llegará con mezcla asfáltica para la reparación del bache y posteriormente será utilizada para desalojo del material removido (ver **Fig. 21**).



Fig. 21 Volqueta.

- Termómetros

Mide la temperatura de la mezcla asfáltica mientras se realiza el mantenimiento puede ser digital (ver **Fig. 22**) o análogo (ver **Fig. 23**), con un rango de temperaturas entre los -20°C – 200°C .



Fig. 22 Termómetro digital.



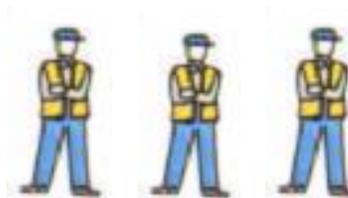
Fig. 23 Termómetro análogo.

MANO DE OBRA

Para realizar la actividad de mantenimiento de Bacheo Profundo con mezcla asfáltica en caliente, es necesario utilizar mano de obra calificada que lo opere. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

- Operador de rodillo vibratorio de 8 toneladas de peso con categoría OP C2.
- Operador de mini cargadora BOBCAT con categoría OP C2.
- Operador de mini cargadora fresadora con categoría OP C2.
- Inspector de obra con categoría EO B3.
- 5 Peón con categoría EO E2.
- 2 Choferes de volqueta con categoría CH C1.

Operadores categoría OP C2:



Los operadores son encargados de manipular las distintas máquinas o vehículos utilizados en el mantenimiento, como compactadoras, mini cargadores, etc.

Inspector de obra con categoría EO B3.



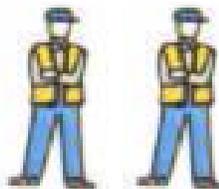
El Inspector de obra tiene a su cargo la dirección de los trabajadores involucrados en el mantenimiento: peones, operadores, choferes de volqueta, etc.

Peones con categoría EO E2.



Los peones son los encargados de realizar las actividades como remoción de obstáculos, guían al tránsito con banderillas, aplican la emulsión asfáltica, etc.

Chofer de volqueta con categoría CH C1.



El chofer de volqueta será encargado de transportar la mezcla asfáltica en caliente, material de base o sub-base y materiales de desalojo.

RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA BACHEO PROFUNDO CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m ²
OP de mini cargadora	OP C2	0,04
OP de rodillo vibrador liso	OP C2	0,04
OP de minicargadora fresadora	OP C2	0,04
Inspector de obra	EO B3	0,04
Peon	EO E2	0,04
Chofer volqueta	CH C1	0,04

Tab 6: Rendimiento de Mano de Obra de Bacheo Profundo con mezcla asfáltica en caliente.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA BACHEO PROFUNDO CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Mini cargadora fresadora	141,75m ² /h	0,007
Mini cargadora BOBCAT	41,53m ³ /h	0,02
Volqueta	59,80m ³ /h	0,016
Rodillo vibrador liso	64,26m ³ /h	0,016
Aplonador vibratorio manual	33,10m ² /h	0,030

Tab 7: Rendimiento de Maquinaria para Bacheo Profundo con mezcla asfáltica en caliente.

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de *Bacheo Profundo con mezcla asfáltica en caliente* de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Se deberá colocar dispositivos de señalización y verificar que todo el personal posea el equipo de seguridad necesario para realizar la actividad.



Fig. 24 Colocación de dispositivos de señalización.

- 2) Se realiza una revisión de la vía, en todo su tramo, para definir aquellas fallas en los pavimentos que requieran un pronto tratamiento, en este caso, definir los baches más importantes que se deberán tratar.
- 3) Se delimita el área afectada del pavimento por remover, demarcándola con pintura en forma rectangular o cuadrada.



Fig. 25 Delimitación del área afectada.

- 4) Se realiza el corte de la sección marcada, con una mini cargadora fresadora, la profundidad de la remoción será igual o superior a 150mm que corresponde al remplazo de la base conjuntamente con la capa de rodadura. En tal caso el corte para la reposición se lo realiza de manera que las paredes queden con una inclinación del orden de 1:3 (H: V) hacia dentro, que sirvan de apoyo firme al material que se agregará.



Fig. 26 Corte de la sección marcada.

- 5) El material de excavación es retirado y trasladado por la mini cargadora para ser transportado por la volqueta a un lugar de desalojo establecido o escombrera, sin afectar el medio ambiente.



Fig. 27 Material fresado retirado.

- 6) Antes de iniciar la colocación del material de reemplazo (base) se revisa la profundidad y paredes de la excavación, para verificar si no existen escurrimientos de aguas, si lo es así, se deberá instalar un drenaje.
- 7) Posteriormente se realiza la colocación del material de base por capas no más de 150mm de espesor, compactando con el apisonador vibratorio manual, hasta alcanzar el 100% de compactación.



Fig. 28 Material de base o sub-base compactado.

- 8) Finalizando la compactación del material de base, se cubre la superficie con emulsión asfáltica tipo CSS- 1h o CSS-1, diluida en agua en porción de 1:1 para lo cual se utiliza escobillones para esparcirlo uniformemente. La cantidad de emulsión asfáltica será indicada por el fiscalizador y estará entre límites de 0.5 a 1.4 l/m².



Fig. 29 Colocación de la Emulsión Asfáltica.

- 9) Posteriormente se coloca la Mezcla asfáltica en caliente extendiendo y nivelando la cantidad adecuada mediante rastrillos, quedando a nivel del pavimento circundante.



Fig. 30 Colocación de la Mezcla Asfáltica.

- 10) Finalmente se realiza la compactación con un rodillo liso vibratorio de 3 a 5 toneladas de peso, tomando en cuenta que el desnivel máximo tolerable, una vez compactado, entre la zona reparada y el pavimento que lo rodea es de 3mm.



Fig. 31 Compactación con rodillo liso vibratorio.

11) Se deberá realizar un chequeo del grado de compactación que posea la mezcla, ya que debe estar en los rangos establecidos del diseño de la mezcla.

12) La medición y forma de pago se realizara en m².

PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
DETALLE : BACHEO PROFUNDO CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE						UNIDAD M2
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M. O.						0,08
Mini cargadora fresadora		1,00	33,63	33,63	0,007	0,24
Mini cargadora BOBCAT		1,00	15,00	15,00	0,020	0,30
Volqueta		2,00	21,72	43,44	0,016	0,70
Rodillo vibrador liso		1,00	36,60	36,60	0,016	0,59
Apisonador vibratorio manual		1,00	4,30	4,30	0,030	0,13
SUBTOTAL M						1,89
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
OP de mini cargadora BOBCAT	OP C2	1,00	3,39	3,39	0,040	0,14
OP de rodillo vibrador liso	OP C2	1,00	3,39	3,39	0,040	0,14
OP de minicargadora fresadora	OP C2	1,00	3,39	3,39	0,040	0,14
Inspector de obra	EO B3	1,00	3,57	3,57	0,040	0,14
Peon	EO E2	5,00	3,18	15,90	0,040	0,64
Chofer volqueta	CH C1	2,00	4,67	9,34	0,040	0,37
SUBTOTAL N						1,56
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
DESCRIPCION				A	B	C=AxB
Mezcla Asfáltica			Ton	0,170	56,00	9,52
Emulsion Asfáltica (CSS-1H O CSS-1)			lt	1,200	0,30	0,36
Diesel secador			lt	0,050	0,29	0,015
Material de base			m3	0,20	7,50	1,50
SUBTOTAL O						11,39
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						14,85
OTROS INDIRECTOS (25%)						3,71
COSTO TOTAL DEL RUBRO						18,56
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$18,56

3. (6.105.1 NEVI-12) *SELLADO DE GRIETAS O FISURAS (Actividad Rutinaria)*

Este mantenimiento rutinario consiste en sellar con asfalto ciertas grietas o fisuras que se exponen superficialmente en la capa de rodadura, con el propósito de minimizar la infiltración del agua y la oxidación del asfalto. Es eficaz tratar en los siguientes tipos de fisuras:

- Serie de grietas pero casi sin conexión entre ellas y que no presentan evidencias de surgencia de agua o finos.
- Grietas que forman bloques semi rectangulares de 0.1 a 10m².
- Fisuras longitudinales, transversales y de borde.

Si el agrietamiento es más severo se buscara otro proceso técnico para dar una solución, como por ejemplo, bacheo superficial.

MATERIALES

- Emulsión asfáltica el tipo dependerá del ancho de las grietas que se vaya a reparar.
 - Para grietas entre 6mm a 20mm de ancho se emplea producto tipo mástic asfáltico modificado con polímero.
 - Para grietas entre 20mm a 70mm de ancho se emplea una mezcla arena- emulsión asfáltica tipo RS-1, RS-2, CRS-1 o CRS-2, con una dosis no inferior que 18% de emulsión. La arena se ajustara a las bandas granulométricas que se indica en la **Tab 8**.

TAMIZ mm (ASTM)	A	B	C
12.5-(1/2")			100
10-(3/8")	100	100	85-100
5-(No 4)	85-100	85-100	55-85
2.5-(No 8)	80-90	65-90	35-65
0.63-(No 30)	55-80	30-50	15-35
0.16-(No 100)	5-15	5-15	2-10

Tab 8 : Granulometría de la arena para sellado de grietas.

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP (Volumen6).

- Para grietas y cavidades más de 70mm de ancho, se utiliza mezclas asfálticas en caliente CSS-1 o SS-1, diluidas en agua en porción 1:1 empleando cemento asfáltico tipo CA 60 – 80 o CA 80-100 y un árido que se ajuste a la banda granulométrica C de la **Tab 8**.

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Herramienta manual.



Pala



Cinta Métrica



Escobas



Tiza

Fig. 32 Herramienta manual.

- Máquina de sellado de grietas en pavimentos asfálticos

Se utiliza para la reparación de grietas en carreteras y es sometida a procesos de fundición, calefacción, agitación y reinyección de base de petróleo. La máquina se compone de fuente de alimentación, chasis, sistema hidráulico, sistema de calefacción, contenedor fundidor de transmisión de calor, transportadora recirculante para material de sellado, agitador y sistema de control electrónico (ver **Fig. 33**).



Fig. 33 Máquina de sellado de grietas en pavimentos asfálticos.

- Rodillo neumático.

Son empleados sobre subsuelos, material granular o mezclas en frío y caliente para crear una densidad adicional y encontrar zonas débiles para que puedan repararse antes de pavimentar. El rodillo neumático es utilizado para crear una unión hermética en superficies de sellado con asfalto y áridos finos (ver **Fig. 34**).



Fig. 34 Rodillo Neumático.

- Camión de abastecimiento.

Es utilizado para abastecer emulsión asfáltica a la máquina selladora de grietas (ver **Fig. 35**).



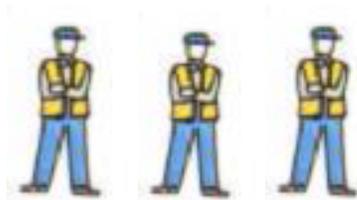
Fig. 35 Camión de abastecimiento.

MANO DE OBRA

Para realizar la actividad de mantenimiento de Sellado de Grietas o Fisuras, es necesario utilizar mano de obra calificada que lo opere. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

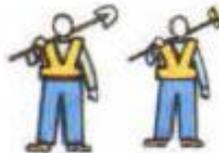
- Operador de selladora de fisuras con categoría OP C1.
- Operador de rodillo neumático con categoría OP C1
- Operador de camión de abastecimiento con categoría OP C2
- 2 Peón con categoría EO E3.
- Ayudante de maquinaria con categoría OP C2.

Operadores categoría OP C1:



Los operadores son encargados de manipular las distintas máquinas o vehículos utilizados en el mantenimiento, como compactadoras, mini cargadoras, etc.

Peones con categoría EO E2.



Los peones son los encargados de realizar las actividades como remoción de obstáculos, guían al tránsito con banderillas, aplican la emulsión asfáltica, etc.

Ayudante de maquinaria con categoría OP C2.



El Ayudante de maquinaria será encargado de múltiples funciones que solicite el operario con relación a la maquinaria.

RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA SELLADO DE GRIETAS O FISURAS		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/ml
OP de selladora de fisuras	OP C1	0.005
OP de rodillo rodillo neumatico	OP C1	0.005
OP de camioneta de abasteciminto	OP C2	0.005
Ayudante de maquinaria	OP C2	0.005
Peon	EO E2	0.005

Tab 9: Rendimiento de Mano de Obra para Sellado de Grietas

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA SELLADO DE GRIETAS O FISURAS		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Selladora de fisura	200.00m/h	0.005
Rodillo neumatico	87.00m3/h	0.011
Camioneta de abastecimiento	166.67m3/h	0.006

Tab 10: Rendimiento de Maquinaria de Sellado de Grietas

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de *Reparación Temporal de Grietas o Fisuras* de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Se deberá colocar dispositivos de señalización y verificar que todo el personal posea el equipo de seguridad necesario para realizar la actividad.



Fig. 36 Colocación de dispositivos de señalización.

- 2) Se realiza una revisión en la vía, para definir e identificar aquellas grietas y fisuras que requieran un pronto tratamiento, procediendo a marcarlas directamente sobre el pavimento con yeso, tiza u otro material de color visible (preferiblemente blanco).

- 3) Una vez terminado del trabajo de identificación de las grietas, se debe remover restos de antiguos sellos o materias sueltas, usando herramientas manuales ligeras que no destruya la capa que se encuentra en buen estado. Se limpiará el área afectada mediante un sopleteado o aire comprimido (presión mínima 120 psi).



Fig. 37 Sopleteado del área afectada.

- 1) Posteriormente se realiza el sellado de las grietas, mediante mangueras del camión distribuidor de asfalto se aplicará un riego de liga en toda el área previamente limpiada, a razón de 1.4 a 2.3 l/m².



Fig. 38 Sellado de grietas.

- 2) Inmediatamente aplicada la emulsión, se esparce la arena con una gravilladora cumpliendo con las bandas granulométricas de tipo A, B o C expresadas en la **Tab 8**.



Fig. 39 Arena esparcida por la gravilladora.

- 3) Finalmente la arena será compactada utilizando un rodillo neumático, asegurando no menos de tres pasadas por cada punto.



Fig. 40 Arena compactada (Rodillo Neumático).

- 4) La apariencia de la calzada queda como se observa en la **Fig. 41** a pesar de la forma en como se observa, si se realizó de la manera correcta, esto no generará incomodidad al usuario.



Fig. 41 Pavimento Reparado con Sellado.

- 5) El trabajo de sellado de fisuras o grietas solo se realizará cuando la temperatura ambiente será superior a 5°C e inferior a 30°C.
- 6) Para verificar la calidad del sello que se realizó a la grieta o fisura se debe realizar extracciones de núcleos cada 5000m de colocación, con esto se verifica la penetración del material, para determinar si se realizó en forma correcta.



Fig. 42 Extracción de núcleos.

7) La medición y forma de pago se realizará en ml.

PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
DETALLE : SELLADO DE GRIETAS O FISURAS						UNIDAD ML
EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M. O.						0.00
Selladora de fisuras	1.00	24.31	24.31	0.005		0.12
Rodillo neumatico	1.00	31.57	31.57	0.011		0.35
Camioneta de abastecimiento	1.00	5.02	5.02	0.006		0.03
SUBTOTAL M						0.50
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
OP de selladora de fisuras	OP C1	1.00	3.57	3.57	0.005	0.02
OP de rodillo neumatico	OP C1	0.25	3.57	0.89	0.005	0.00
OP de camioneta de abastecimiento	OP C2	1.00	3.39	3.39	0.005	0.02
Ayudante de maquinaria	OP C2	1.00	3.39	3.39	0.005	0.02
Peon	EO E2	2.00	3.18	6.36	0.005	0.03
SUBTOTAL N						0.09
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
Arena		m3	0.007	9.00	0.06	
Emulsion Asfaltica tipo (RS-1, RS-2, CSR-1, CSR-2)		lt	0.350	0.75	0.26	
SUBTOTAL O						0.33
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						0.92
OTROS INDIRECTOS (25%)						0.23
COSTO TOTAL DEL RUBRO						1.15
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$1.15

4. (405-7.1 NEVI-12) MICROPAVIMENTO (Actividad Periódica)

El siguiente proceso de mantenimiento consiste en cubrir una superficie de rodadura con Micro-Pavimento Asfáltico, definiéndose como una mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación, compuesta de agregados 100% triturados con granulometría bien definida, emulsión asfáltica catiónica modificada con polímeros, agua, relleno mineral y aditivos para controlar la ruptura en campo, el objetivo de la utilización de polímeros en mezclas de Micro-Pavimentos es reducir la susceptibilidad del ligante a los cambios térmicos en la vía, permitiendo mayor durabilidad.

La colocación del micro-pavimento es una solución que permite mantener en buenas condiciones la superficie de ruedo en pavimentos que posean una capacidad estructural adecuada, permitiendo corregir deterioros superficiales específicos; es decir, en superficies de ruedo que no tienen un nivel muy avanzado de deterioro como fatiga o deformación permanente.

El uso adecuado del micro-pavimento, permite brindar soluciones como:

- Pavimentos que presentan un estado de oxidación avanzado.
- Restaurar la textura superficial y proveerla de mayor resistencia al deslizamiento
- Impermeabilización de las capas de rodadura
- Corregir el desprendimiento de partículas.

El Micro-pavimento es aplicado como tratamiento superficial que se lo coloca por capas delgadas que van entre los 10 mm hasta los 50 mm de espesor.

MATERIALES

- Emulsión asfáltica modificada con polímeros.
- De acuerdo a la ISSA A – 143, se requiere una emulsión CQS-1h o CSS-1, CSS-1h, modificada con polímeros, que se ajuste a los requisitos que se establece en la AASHTO M208 o ASTM D2397.

- Agregados triturados granulométricos.

Deberán ser provenientes de roca triturada como granito, escoria, piedra caliza u otros agregados de alta calidad, o la combinación de ellas. La Asociación Internacional de Recubrimientos con morteros (ISSA) describe tres granulometrías estándar sin embargo por el uso convencional en todo el mundo únicamente se utiliza dos tipos: TIPO II Y TIPO III cada una diseñada y seleccionada de acuerdo a la estructura existente, tráfico y condiciones climatológicas (ver **Tab 11**).

Tipo		II	III
Tamaño del Tamiz		Porcentaje que Pasa	
9.5 mm	(3/8")	100	100
4.75mm	(Nº 4)	90-100	70-90
2.36mm	(Nº 8)	65-90	45-70
1.18mm	(Nº 16)	45-70	28-50
600 micrones	(Nº 30)	30-50	19-34
300 micrones	(Nº 50)	18-30	12-25
150 micrones	(Nº 100)	10-21	7-18
75 micrones	(Nº 200)	5-15	5-15
Contenido de asfalto en el mortero asfáltico %		7.5-13.5	6.5-12
Típica tasa de aplicación kg/m ²		5.4-9.1	8.2-13.6

Tab 11 Granulometría ISSA de agregados.

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP (Volumen 3).

Los tipos de morteros de acuerdo al tamaño del agregado según la ISSA (Asociación Internacional de Recubrimientos con morteros), se basaran de acuerdo al volumen y tipo de tráfico según indica la siguiente tabla (ver **Tab 12**).

- **Tipo I:** Se aplica en áreas de bajo tráfico, donde el objetivo principal es el óptimo sellado de la superficie. También se puede aplicar como tratamiento previo a un recabado asfáltico o sello de agregados.
- **Tipo II:** Es el tipo de lechada más usado, protege la superficie subyacente del envejecimiento y daño por efecto del agua, y mejora la fricción superficial. Además puede corregir desintegración de la superficie. Se usa principalmente en pavimentos que soportan tráfico moderado.

- **Tipo III:** Este tipo de lechada se usa para conseguir altas tasas de aplicación y elevados valores de fricción superficial. Se aplica en vías con elevados niveles de tráfico.

TRATAMIENTO	GRANULOMETRÍA A	VOLUMEN DEL TRAFICO			VELOCIDAD DEL TRAFICO	
		LIVIANO - MEDIANO	MEDIO-PESADO	PESADO-MUY PESADO	BAJA	ALTA
Mortero Asfáltico	Tipo II*	X			X	
	Tipo III*	X				X
Mortero Asfáltico Modificado con polímeros	Tipo II*		X		X	
	Tipo III*		X			X
Micro-pavimento	Tipo II*			X	XX	
	Tipo III*			X		

Tab 12 Granulometría ISSA de agregados.

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP (Volumen 3).

- Aditivo Control de rotura.

Según lo establece la ISSA A – 143, los aditivos pueden añadir a la mezcla de la emulsión o cualquiera de los materiales de los componentes, para proporcionar el control de las propiedades de tráfico.

- Mineral de relleno

Tiene como finalidad incrementar la propiedades de manejabilidad en la mezcla, como el comportamiento de ruptura y curado del mortero asfáltico.

Se elijará instintivamente como relleno mineral según las normas ASTM D-546, AASHTO T37: cemento Portland Tipo I, cal hidratada, polvo de piedra caliza o ceniza volcánica.

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Herramienta manual.



Pala



Cinta Métrica



Escobas

Fig. 43 Herramienta manual.

- Micro-pavimentadora.

La micropavimentadora es capaz de recibir materiales de camiones alimentadores, mientras ellas continúan mezclando y aplicando la mezcla. Este tipo de máquinas tienen estaciones de manejo en el lado opuesto, para optimizar la alineación longitudinal durante la aplicación. Las máquinas permiten al operador (en la parte trasera de la maquina) un total control de la velocidad durante la colocación. El control de velocidad es importante cuando se recuperan ahuellamientos en carriles de circulación con variaciones en su profundidad, ya que permite al operador ajustar el suministro de material simplemente ajustando la velocidad. El conductor al frente de la máquina, es responsable solo de la alineación de la máquina durante la aplicación (ver **Fig. 44**).



Fig. 44 Micro-pavimentadora.

- Barredora mecánica.

La barredora mecánica realiza un barrido en la superficie, como método de limpieza para eliminar la mayor cantidad de polvos y materiales nocivos (ver **Fig. 45**).



Fig. 45 Barredora Mecánica.

- Tanquero.

Esta maquinaria es utilizada para humedecer la vía, previo a la aplicación del micro-pavimento (ver **Fig. 46**).



Fig. 46 Tanquero

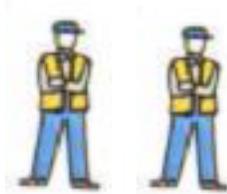
MANO DE OBRA

Para realizar la actividad de mantenimiento de Micro-pavimento, es necesario utilizar mano de obra calificada que lo opere. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

- Operador de barredora mecánica con categoría OP C1.
- Operador de micropavimentadora con categoría OP C1.
- Chofer de tanquero con categoría CH C1.

- Maestro de Obra con categoría EO C1.
- 5 Peón con categoría EO E2.

Operadores categoría OP C1:



Los operadores son encargados de manipular las distintas máquinas o vehículos utilizados en el mantenimiento, como micro-pavimentadoras, barredoras mecánicas, etc.

Chofer de tanquero con categoría CH C1.



Serán encargados de transportar y regar agua a la superficie tratada.

Peones con categoría EO E2.



Los peones son los encargados de realizar las actividades como remoción de obstáculos, guían al tránsito con banderillas, aplican la emulsión asfáltica, etc.

Maestro de obra EO C1.



El Maestro de obra tiene a su cargo la dirección de los trabajadores involucrados en el mantenimiento: peones.

RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA MICROPAVIMENTO		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m ²
OP de Micropavimentadora	OP C1	0,002
OP de barredora mecánica	OP C1	0,002
Chofer de tanquero	CH C1	0,002
Maestro de obra	EO C1	0,002
Peon	EO E2	0,002

Tab 13: Rendimiento de Mano de Obra para Micro-pavimento.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA MICROPAVIMENTO		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Micropavimentadora	964,29m ² /h	0,001
Barredora mecánica	900,00m ² /h	0,001
Tanquero	2439,55m ² /h	0,0004

Tab 14: Rendimiento de Maquinaria para Micro-pavimento.

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de *Micro-pavimento* de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Se deberá colocar dispositivos de señalización y verificar que todo el personal posea el equipo de seguridad necesario para realizar la actividad.



Fig. 47 Colocación de dispositivos de señalización.

- 2) Previo a la realización del trabajo, la superficie a pavimentarse con Micro-pavimento deberá ser preparada cuidadosamente realizando un barrido

(barredora mecánica) como método de limpieza, para eliminar la mayor cantidad de polvos y materiales nocivos.



Fig. 48 Barrido de la superficie.

- 3) Se realiza un riego de agua con un tanquero, previo a la aplicación del micro-pavimento, para el control de ruptura prematura de la mezcla y para mejorar la adherencia a la superficie existente.



Fig. 49 Riego de agua con tanquero.

- 4) La micro-pavimentadora ya se encuentra cargada con agregado, emulsión asfáltica y agua en el banco de materiales, los componentes del Micro-pavimento son mezclados iniciando el proceso de ruptura de la mezcla. El tiempo de este proceso depende de la química de los agregados, formulación de la emulsión, tipo y concentración de aditivos así como la temperatura ambiental.



Fig. 50 Micro-pavimentadora cargada.

- 5) En el sitio de aplicación se conecta a la caja o plancha esparcidora siendo nivelada según el ancho y espesor de la capa de micro-pavimento que se coloque.



Fig. 51 Plancha espaciadora nivelada.

- 6) Inmediatamente se inicia la aplicación del micro-pavimento sobre la superficie tratada, bajo supervisión de los ayudantes de maquinaria teniendo un control de manejo de juntas. Para permitir el tendido del micro-pavimento asfáltico sobre la vía, se requiere un tiempo mínimo de mezclado de 120 a 300 segundos, durante el cual el mortero asfáltico permanece fluido y puede ser distribuido sobre la superficie.

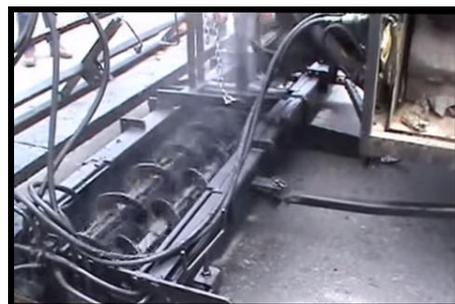




Fig. 52 Aplicación del Micro-pavimento.

- 7) Una vez colocado sobre la vía el sello asfáltico continúa con el proceso de ruptura liberando agua clara.



Fig. 53 Micro-pavimento.

- 8) La terminación del proceso químico de ruptura del micro-pavimento asfáltico se logra cuando la coloración de la mezcla cambia de café a negro en pocos minutos.



Fig. 54 Cambio de coloración del sello.

- 9) El tiempo de apertura al tránsito se establece cuando la mayor parte de agua es expulsada de la mezcla y la apertura se establece en 60 minutos o menos.



Fig. 55 Apertura del tránsito.

- 10) El proceso de curado de una mezcla de micro-pavimento asfáltico se realiza cuando la totalidad de agua en la mezcla es liberada, este proceso ocurre dentro de las primeras 48 horas después de su aplicación.
- 11) La actividad se podrá realizar cuando la temperatura atmosférica y de la superficie por sellar sea de 10C o superior durante todo el proceso.
- 12) La medición y forma de pago se realizará en m².

PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
DETALLE :		MICROPAVIMENTO			UNIDAD	M2
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M. O.						0.003
Micropavimentadora		1.00	93.90	93.90	0.001	0.09
Barredora mecánica		1.00	29.45	29.45	0.001	0.03
Tanquero		1.00	21.15	21.15	0.0004	0.01
SUBTOTAL M						0.13
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR
OP de Micropavimentadora	OP C1	1.00	3.57	3.57	0.002	0.01
OP de Barredora mecánica	OP C1	1.00	3.57	3.57	0.002	0.01
Chofer de tanquero	CH C1	1.00	4.67	4.67	0.002	0.01
Maestro de obra	EO C1	1.00	3.57	3.57	0.002	0.01
Peon	EO E2	5.00	3.18	15.90	0.002	0.03
SUBTOTAL N						0.06
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
DESCRIPCION				A	B	C=AxB
Agregados triturados granulometricos			m3	0.012	14.50	0.17
Emulsion Asfáltica (CQS-1h)			lt	1.720	0.55	0.95
Cemento tipo I			sac	0.005	6.25	0.03
Aditivo control de rotura			lt	0.010	1.50	0.02
SUBTOTAL O						1.17
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						1.36
OTROS INDIRECTOS (25%)						0.34
COSTO TOTAL DEL RUBRO						1.70
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$1.70

5. (6.105.8 NEVI-12) REPOSICIÓN DE LA CAPA DE RODADURA DE CONCRETO ASFÁLTICO (Actividad Periódica).

(308-4 NEVI-12) ESCARIFICACIÓN Y RECONFORMACIÓN

El proceso de escarificación y reconformación se lo realiza básicamente cuando el estado superficial de la carretera presenta un fuerte deterioro presentando grietas, ahuellamiento, pérdida de finos, desprendimiento de la capa de rodadura, etc.

El pavimento existente se debe escarificar y pulverizar, el material obtenido en estas operaciones, debe reducirse a un tamaño máximo de 1½ pulgadas, el cual será incorporado nuevamente a la estructura o retirado dependiendo de los documentos contractuales o decisiones del contratista.

En algunos casos es necesario aportar material adicional de base, con el fin específico de incrementar la capacidad soporte de la estructura, por el hecho de haber incrementado sustancialmente el tránsito.

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Escarificadora para asfalto.

La escarificadora es una máquina que sirve para cortar o roturar el asfalto. El escarificado se define como el rompimiento o rasgadura de la superficie con el fin de prepararla para iniciar otras tareas de mantenimiento.



Fig. 56 Escarificadora para asfalto.

- Cargadora frontal.

Estas máquinas son capaces de realizar excavación y carga de material de cualquier índole, sin ayuda adicional, excepto en roca compactada (ver **Fig. 57**).



Fig. 57 Cargadora Frontal

- Volqueta.

Utilizada para el acarreo de muchas clases de materiales. Su velocidad está limitada la cual es de 50kph (30mph) con capacidad de acarreo de 8m³ o más. La función que cumplirá en este proceso la volqueta desalojara material removido (ver **Fig. 58**).



Fig. 58 Volqueta

- Motoniveladora.

Es un equipo altamente versátil que sirve como escarificador, triturador y nivelador. Es un equipo ideal para el mantenimiento de caminos acabados en subbase, base o cualquier otro material granular o en tierra (ver **Fig. 59**).



Fig. 59 Motoniveladora

- Tanquero.

Esta maquinaria es utilizada para humedecer la vía, previo a la reconfiguración de la vía (ver **Fig. 60**).



Fig. 60 Tanquero

- Rodillo vibratorio liso.

Máquina autopropulsada o remolcada sobre ruedas, compuesta por un cilindro o masa diseñada para aumentar la densidad de los materiales por: Peso estático, Impacto, Vibración o Amasado (presión dinámica) o combinación de alguno de ellos. El tipo y peso operacional del compactador será a elección del contratista para la realización de la actividad de mantenimiento (ver **Fig. 61**).



Fig. 61 Rodillo Vibratorio Liso

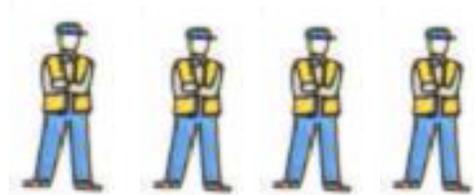
MANO DE OBRA

Para realizar la actividad de mantenimiento de Escarificación y Reconfiguración, es necesario utilizar mano de obra calificada que lo opere. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

- Operador de escarificadora con categoría OP C1.
- Operador de la cargadora frontal con categoría OP C1.

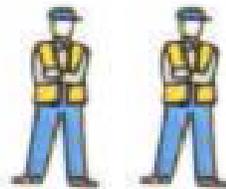
- Operador de motoniveladora con categoría OP C1.
- Operador de rodillo vibratorio liso con categoría OP C1.
- 2 Ayudantes de maquinaria con categoría OP C2.
- Chofer de volqueta con categoría CH C1.
- Chofer de tanquero con categoría CH C1.

Operadores categoría OP C1:



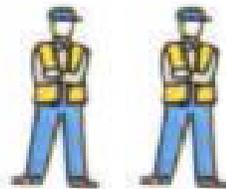
Los operadores son encargados de manipular las distintas máquinas o vehículos utilizados en el mantenimiento, como escarificadoras, cargadoras, motoniveladoras, rodillo vibratorio liso, etc.

Chofer de tanquero y volqueta con categoría CH C1.



Serán encargados de transportar y regar agua a la superficie tratada.

Ayudante de maquinaria con categoría OP C2.



El Ayudante de maquinaria será encargado de múltiples funciones que solicite el operario con relación a la maquinaria.

RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA ESCARIFICACIÓN		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m3
OP de Escarificadora	OP C1	0,04
OP de cargadora frontal	OP C1	0,04
Chofer volqueta	CH C1	0,04
Ayudante de maquinaria	OP C2	0,04

Tab 15: Rendimiento de Mano de Obra de Escarificación.

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA RECONFORMACIÓN		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m2
OP de Motoniveladora	OP C1	0,006
OP de rodillo vibrador liso	OP C2	0,006
Chofer de tanquero	CH C1	0,006
Ayudante de maquinaria	OP C2	0,006

Tab 16: Rendimiento de Mano de Obra de Reconformación.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA ESCARIFICACIÓN		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Equipo escarificadora	121,38m3/h	0,008
Cargadora frontal	69,11m3/h	0,014
Volqueta	59,80m3/h	0,016

Tab 17: Rendimiento de Maquinaria para Escarificación.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA RECONFORMACIÓN		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Motoniveladora	287,23m2/h	0,003
Tanquero	2439,55m2/h	0,0004
Rodillo vibrador liso	64,26m3/h	0,016

Tab 18: Rendimiento de Maquinaria para Reconformación.

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de *Escarificación y Reconformación de* manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Se deberá colocar dispositivos de señalización y verificar que todo el personal posea el equipo de seguridad necesario para realizar la actividad.



Fig. 62 Colocación de dispositivos de señalización.

- 2) Se procede a la remoción de la carpeta asfáltica deteriorada con el cincel escarificador.



Fig. 63 Remoción de la carpeta asfáltica

- 3) Posteriormente se realiza la trituración de la carpeta asfáltica removida mediante la oruga de la escarificadora.



Fig. 64 Trituración de la carpeta asfáltica.

- 4) Una vez que el material se encuentre triturado se realiza el desalojo del mismo con la ayuda de una cargadora frontal y la volqueta.



Fig. 65 Desalojo del material escarificado.

- 5) La motoniveladora procede a la reconfiguración de la superficie de la vía.

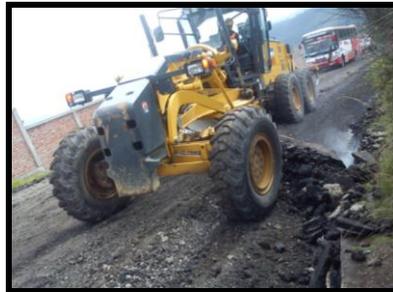


Fig. 66 Reconfiguración de la superficie.

- 6) Desde el inicio y durante el proceso de reconfiguración con la ayuda de un tanquero, se realiza un riego de agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación de la superficie.



Fig. 67 Riego de agua con tanquero y compactación.

- 7) La medición y forma de pago se realizará la escarificación en m^3 y reconfiguración en m^2 .

PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
DETALLE :					UNIDAD	M3
ESCARIFICACIÓN						
EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M. O.					0,00	
Equipo Escarificadora	1,00	48,50	48,50	0,008	0,39	
Cargadora frontal	1,00	43,42	43,42	0,014	0,61	
Volqueta	1,00	21,72	21,72	0,016	0,35	
SUBTOTAL M					1,34	
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR	
OP de Escarificadora	OP C1 1,00	3,57	3,57	0,040	0,14	
OP de Cargadora frontal	OP C1 1,00	3,57	3,57	0,040	0,14	
Chofer de volqueta	CH C1 1,00	4,67	4,67	0,040	0,19	
Ayudante de maquinaria	OP C2 1,00	3,39	3,39	0,040	0,14	
SUBTOTAL N					0,61	
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
SUBTOTAL O					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)					1,95	
OTROS INDIRECTOS (25%)					0,49	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,44	
VALOR UNITARIO SIN IVA					\$2,44	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETALLE :				UNIDAD	M2
		RECONFORMACIÓN			
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M. O.					0,00
Motoniveladora	1,00	55,00	55,00	0,003	0,17
Tanquero	1,00	21,15	21,15	0,0004	0,01
Rodillo vibrador liso	1,00	36,60	36,60	0,016	0,59
=====					
SUBTOTAL M					0,76
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OP de Motoniveladora	1,00	3,57	3,57	0,006	0,02
OP de rodillo liso	1,00	3,57	3,57	0,006	0,02
Chofer de tanquero	1,00	4,67	4,67	0,006	0,03
Ayudante de maquinaria	1,00	3,39	3,39	0,006	0,02
=====					
SUBTOTAL N					0,09
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
=====					
SUBTOTAL O					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)					0,85
OTROS INDIRECTOS (25%)					0,21
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,06
VALOR UNITARIO SIN IVA					\$1,06

(404-1.04.3 NEVI-12) TENDIDO DE BASE (Material y Compactación).

La operación de tendido de base consiste en la colocación de una capa compuesta por agregados triturados total o parcialmente, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración quien será colocada sobre la sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante igualmente preparada y aprobada, de acuerdo con los alineamientos, pendientes, y sección transversal establecida en los planos.

MATERIALES

- Capa de Base: puede ser TIPO I, TIPO II, TIPO III, su elección dependerá de los documentos contractuales, en concordancia con el tipo de vía y su utilización (ver **Tab 19**).

MATERIAL ESPECIFICADO	TIPO DE CARRETERA	No. CARRILES	TPDA
BASE CLASE 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico.	8 a 12	> 50.000
BASE CLASE 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65m. Se incluye franja central desde 2 a 4m.	2 a 6	8.000 – 50.000
BASE CLASE 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de tráfico	2 a 4	1.000 – 8.000
BASE CLASE 4	Camino vecinales	2	<1.000

Tab 19: Recomendaciones para uso de material de base.

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP (Volumen3).

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Herramienta manual.



Pala



Cinta Métrica



Escobas

Fig. 68 Herramienta manual.

- Tanquero.

Esta maquinaria es utilizada para humedecer la vía, previo a la reconfiguración de la vía (ver **Fig. 69**).



Fig. 69 Tanquero

- Volqueta.

Utilizada para el acarreo de muchas clases de materiales. Su velocidad está limitada la cual es de 50kph (30mph) con capacidad de acarreo de 8m³ o más. La función que cumplirá en este proceso la volqueta desalojara material removido (ver **Fig. 70**).



Fig. 70 Volqueta

- Motoniveladora.

Es un equipo altamente versátil que sirve como escarificador, triturador y nivelador. Es un equipo ideal para el mantenimiento de caminos acabados en sub-base, base o cualquier otro material granular o en tierra (ver **Fig. 71**).



Fig. 71 Motoniveladora.

- Rodillo Liso Vibratorio.

Máquina autopropulsada o remolcada sobre ruedas, compuesta por un cilindro o masa diseñada para aumentar la densidad de los materiales por: Peso estático, Impacto, Vibración o Amasado (presión dinámica) o combinación de alguno de ellos. El tipo y peso operacional del compactador será a elección del contratista para la realización de la actividad de mantenimiento (ver **Fig. 72**).



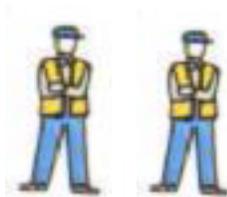
Fig. 72 Rodillo Vibratorio Liso.

MANO DE OBRA

Para realizar la actividad del Tendido de Base, es necesario utilizar mano de obra calificada que lo opere. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

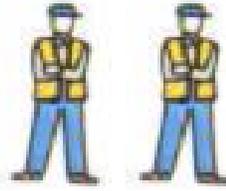
- Operador de motoniveladora con categoría OP C1.
- Operador de Rodillo Vibrador Liso con categoría OP C1.
- Chofer de volqueta con categoría CH C1.
- Chofer de Tanquero con categoría CH C1.
- Ayudante de maquinaria con categoría OP C2.

Operadores categoría OP C1:



Los operadores son encargados de manipular las distintas máquinas o vehículos utilizados en el mantenimiento, como escarificadoras, cargadoras, motoniveladoras, rodillo vibratorio liso, etc.

Chofer de tanquero y volqueta con categoría CH C1.



Serán encargados de transportar material y regar agua a la superficie tratada.

Ayudante de maquinaria con categoría OP C2.



El Ayudante de maquinaria será encargado de múltiples funciones que solicite el operario con relación a la maquinaria.

RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA TENDIDO DE BASE		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m ³
OP de Motoniveladora	OP C1	0,006
OP de rodillo vibrador liso	OP C2	0,006
Chofer volqueta	CH C1	0,006
Chofer de tanquero	CH C1	0,006
Ayudante de maquinaria	OP C2	0,006

Tab 20: Rendimiento de Mano de Obra para Tendido de Base.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA TENDIDO DE BASE		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Motoniveladora	287,23m ² /h	0,003
Rodillo vibrador liso	64,26m ³ /h	0,016
Volqueta	59,80m ³ /h	0,016
Tanquero	2439,55m ² /h	0,0004

Tab 21: Rendimiento de Maquinaria para Tendido de Base.

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de *Tendido de Base* de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Previo a la colocación del material de base, la superficie de la sub-base deberá estar debidamente preparada y libre de cualquier material extraño aprobado por el fiscalizador, el espesor de la capa base colocada no deberá ser mas de 10cm.



Fig. 73 Superficie Preparada.

- 2) El material de base mezclado e hidratado en planta será transportado a la vía por medio de volquetes, que posteriormente es extendido por medio de la motoniveladora en todo el ancho de la vía en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada.



Fig. 74 Material extendido por la motoniveladora.

- 3) Desde el inicio y durante el proceso de mezclado con la ayuda de un tanquero, se realiza un riego de agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida, obteniendo una capa de material uniforme sin compactar de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.



Fig. 75 Riego de agua con tanquero.

- 4) Inmediatamente se realiza la conformación de la vía de manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.



Fig. 76 Conformación de la vía.

- 5) Posteriormente se realiza la compactación uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central por medio de un rodillo liso de 8 a 12 toneladas de peso alcanzando el 100% de su peso volumétrico. Durante el rodillado, se continua humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.



Fig. 77 Compactación de la capa de base.

- 6) El tránsito vehicular estará terminantemente prohibido, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.
- 7) ¹⁰Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos.
- 8) La medición y forma de pago se realizará en m³.

¹⁰ Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP

PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DETALLE : TENDIDO DE BASE (MATERIAL Y COMPACTACIÓN)					UNIDAD M3
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M. O.					0,01
Motoniveladora	1,00	55,00	55,00	0,003	0,17
Volqueta	1,00	21,72	21,72	0,016	0,35
Tanquero	1,00	21,15	21,15	0,0004	0,01
Rodillo vibrador liso	1,00	36,60	36,60	0,016	0,59
SUBTOTAL M					=====
					1,11
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	COSTO D=CxR
OP de Motoniveladora	1,00	3,57	3,57	0,006	0,02
OP de Rodillo vibrador liso	1,00	3,57	3,57	0,006	0,02
Chofer de tanquero	1,00	4,67	4,67	0,006	0,03
Chofer de volqueta	1,00	4,67	4,67	0,006	0,03
Ayudante de maquinaria	1,00	3,39	3,39	0,006	0,02
SUBTOTAL N					=====
					0,12
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Material de base (Clase 1, Clase 2, Clase 3)		m3	1,200	10,00	12,00
SUBTOTAL O					=====
					12,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)					13,23
OTROS INDIRECTOS (25%)					3,31
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16,54
VALOR UNITARIO SIN IVA					\$16,27

(405-1 NEVI-12) CAPA DE IMPRIMACIÓN.

La presente actividad consiste en suministrar y distribuir material bituminoso con aplicación de asfalto diluido de curado medio o asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o sub-base que conforma la estructura de un pavimento.

Para la ejecución de la capa de imprimación la superficie (base o sub-base) deberá cumplir con anchos, alineamientos, y pendientes indicadas en planos y especificaciones técnicas que serán verificadas por el constructor y fiscalizador de la obra.

MATERIALES

El material bituminoso cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato.

- Asfalto diluido, la calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3 de las normas NEVI-12.
- Emulsión Asfáltica de rotura lenta las cuales podrán ser SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h.

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Herramienta manual.



Pala



Cinta Métrica



Escobas

Fig. 78 Herramienta manual.

- Barredora mecánica.

La barredora mecánica realiza un barrido en la superficie, como método de limpieza para eliminar la mayor cantidad de polvos y materiales nocivos (ver **Fig. 79**).



Fig. 79 Barredora Mecánica.

- Distribuidor de Asfalto.

El distribuidor de asfalto se utiliza para la aplicación de capas de imprimación o fijación sobre una superficie con el fin de prepararla para el pavimentado. Están disponibles en modelos montados sobre camiones o remolques y se consideran la pieza de equipo más importante para cualquier proyecto de tratamiento superficial de asfalto. Consisten en un tanque aislado con un sistema de calefacción, un irrigador de asfalto, y el sistema de control único (ver **Fig. 80**).



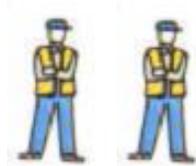
Fig. 80 Distribuidor de Asfalto.

MANO DE OBRA

Para realizar la actividad de Capa de Imprimación, es necesario utilizar mano de obra calificada que lo opere. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

- Operador de barredora mecánica con categoría OP C1.
- Operador de Distribuidor de Asfalto con categoría OP C1.
- Maestro de Obra con categoría EO C1.
- Peón con categoría EO E2.

Operadores categoría OP C1:



Los operadores son encargados de manipular las distintas máquinas o vehículos utilizados en el mantenimiento, como distribuidor de asfalto, barredoras mecánicas, etc.

Peones con categoría EO E2.



Los peones son los encargados de realizar las actividades como remoción de obstáculos, guían al tránsito con banderillas, aplican la emulsión asfáltica, etc.

Maestro de obra EO C1.



El maestro de obra tiene a su cargo la dirección de los trabajadores involucrados en el mantenimiento: peones.

RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA CAPA DE IMPRIMACIÓN		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m2
OP de Distribuidor de asfalto	OP C1	0,003
Maestro de obra	EO C1	0,003
Peon	EO E2	0,003
OP de barredora mecánica	OP C1	0,003

Tab 22: Rendimiento de Mano de Obra para Capa de Imprimación.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA CAPA DE IMPRIMACIÓN		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Distribuidor de asfalto	234,00m2/h	0,004
Barredora mecánica	900,00m2/h	0,001

Tab 23: Rendimiento de Maquinaria para Capa de imprimación.

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de la *Capa de Imprimación* de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Previo a la realización del proceso, la superficie se deberá realizar un barrido eliminando cualquier material extraño.



Fig. 81 Barrido de la superficie.

2) Posteriormente se realiza el trazo del ancho de la superficie a imprimir.



Fig. 82 Trazo del ancho de la superficie.

3) Una vez trazado el ancho de la vía, el asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada.

- Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado.
- Cuando se use un asfalto emulsificado la cantidad de asfalto variara entre 0.5 y 1.4 l/m² (De acuerdo al Manual Instituto del Asfalto).



Fig. 83 Emulsión Asfáltica distribuida.

4) Se realiza un riego de liga con manguera de aplicación, en las zonas que no puede ingresar el distribuidor de asfalto



Fig. 84 Riego de liga con manguera.

- 5) La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada.

Cabe recalcar que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, es absorbida totalmente, pero en algunos casos se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena ya que el asfalto no es absorbido completamente en 24 horas.



Fig. 85 Capa de arena distribuida.

- 6) La distribución de la capa de imprimación no se deberá efectuar cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente.
- 7) La medición y forma de pago se realizará en m².

PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
DETALLE : CAPA DE IMPRIMACIÓN						UNIDAD M2
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M. O.						0,00
Distribuidor de asfalto		1,00	44,58	44,58	0,004	0,18
Barredora mecánica		1,00	29,45	29,45	0,001	0,03
SUBTOTAL M						0,21
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR
OP de distribuidor de asfalto	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,01
Maestro de obra	EO C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,01
Peon	EO E2	1,00	3,18	3,18	0,003	0,01
OP de barredora mecanica	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,01
SUBTOTAL N						0,04
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
DESCRIPCION				A	B	C=AxB
Emulsion Asfaltica (SS-1,SS-1h, CSS-1 o CSS-1h)			lt	1,200	0,55	0,66
SUBTOTAL O						0,66
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						0,91
OTROS INDIRECTOS (25%)						0,23
COSTO TOTAL DEL RUBRO						1,14
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$1,14

(405-5 NEVI-12) COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO EN CALIENTE e=5cm.

El siguiente proceso consiste en la colocación de una capa asfáltica bituminosa elaborada en caliente sobre una superficie (base) debidamente preparada y aprobada por el fiscalizador encargado de la obra.

MATERIALES

- Hormigón asfáltico en caliente en planta, compuesto de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.
 - El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla, será cemento asfáltico con un grado de penetración 60- 70 (tráfico liviano a medio) y 85 – 100 (tráfico pesado). Los mismos que deberán cumplir con los requisitos que se presentan en la **Tab 1.** (Especificadas en el proceso de Bacheo Superficial).
 - Los agregados que se emplearán en la mezcla asfáltica en caliente podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en la **Tab 2,** para agregados tipo A, B o C. (Especificadas en el proceso de Bacheo Superficial).

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Herramienta manual.



Pala



Cinta Métrica



Escobas

Fig. 86 Herramienta manual.

- Finisher.

Equipo encargado de distribuir y dar forma al asfalto. La finisher está diseñada para para colocar mezcla asfáltica con espesor, alineamientos, pendientes y anchos especificados. Las partes principales de la finisher son: la unidad de potencia o tractor y la unidad de potencia o engrase (ver **Fig. 87**).



Fig. 87 Finisher.

- Rodillo Vibratorio en Tándem

Esta máquina se caracteriza por poseer una alta frecuencia de alta velocidad de trabajo y alta energía de compactación para obtener la densidad en la mínima cantidad de pasadas (ver **Fig. 88**).



Fig. 88 Rodillo Vibratorio en Tándem.

- Rodillo neumático.

Son empleados sobre subsuelos, material granular o mezclas en frío y caliente para crear una densidad adicional y encontrar zonas débiles para que puedan repararse antes de pavimentar. El rodillo neumático es utilizado para crear una unión hermética en superficies de sellado con asfalto y áridos finos (ver **Fig. 89**).



Fig. 89 Rodillo Neumático.

- Volqueta.

Utilizada para el acarreo de muchas clases de materiales. Su velocidad está limitada la cual es de 50kph (30mph) con capacidad de acarreo de 8m^3 o más. La función que cumplirá en este proceso la volqueta desalojara material removido (ver **Fig. 90**).



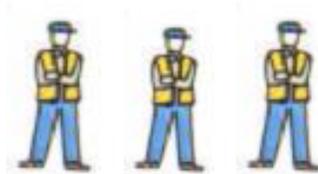
Fig. 90 Volqueta.

MANO DE OBRA

Para realizar la actividad de mantenimiento de Colocación de Capa de Rodadura de Hormigón Asfáltico en Caliente $e=5\text{cm}$, es necesario utilizar mano de obra calificada que lo opere. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

- Operador de finisher con categoría OP C1.
- Operador de rodillo vibratorio en tándem con categoría OP C1.
- Operador de rodillo neumático con categoría OP C1.
- Chofer de volqueta con categoría CH C1.
- 6 Peón con categoría EO E2.

Operadores categoría OP C1:



Los operadores son encargados de manipular las distintas máquinas o vehículos utilizados en el mantenimiento, como finisher, rodillo vibratorio liso, etc.

Chofer de volqueta con categoría CH C1.



El chofer de volqueta será encargado de transportar la mezcla asfáltica en caliente y materiales que asigne el constructor.

Peones con categoría EO E2.



Los peones son los encargados de realizar las actividades como remoción de obstáculos, guían al tránsito con banderillas, esparcir la mezcla asfáltica, etc.

RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA DE HORMIGON ASFÁLTICO EN CALIENTE e=5cm		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m ²
OP de Pavimentadora Finisher	OP C1	0,010
OP de Rodillo vibratorio tandem	OP C1	0,010
OP de Rodillo neumatico	OP C1	0,010
Chofer volqueta	CH C1	0,010
Peon	EO E2	0,010

Tab 24: Rendimiento de Mano de Obra para Colocación de Capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente=5cm.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO EN CALIENTE $e=5\text{cm}$		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Pavimentadora finisher	131,90m ² /h	0,010
Rodillo tandem	90,00m ³ /h	0,011
Rodillo neumatico	87,00m ³ /h	0,011
Volqueta	59,80m ³ /h	0,016

Tab 25: Rendimiento de Maquinaria Colocación de Capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente= 5cm .

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de *Colocación de la Capa de Rodadura de Hormigón Asfáltico en Caliente $e=5\text{cm}$* de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Previo a la realización del trabajo, la superficie (base) sobre la cual se va a colocar el hormigón asfáltico en caliente, debe cumplir con la densidad apropiada y cotas indicadas en los planos o emitidas por el fiscalizador.



Fig. 91 Superficie preparada.

La mezcla será transportada por medio de volquetas, al sitio que se realiza la colocación de la capa asfáltica, no se aceptará camiones que lleguen a obra con temperatura de la mezcla inferior a 120°C .

El espesor de la carpeta asfáltica será como mínimo de 5cm o más, esto dependerá del diseño, tipo de vía y especificaciones expuestas en los documentos contractuales.

Antes de la colocación de la mezcla asfáltica se revisará la temperatura con la cual se va a trabajar, para que esta pueda ser colocada en la superficie.

- 2) Una vez que se ha verificado todos lo establecido anteriormente, se procede a descargar el material sobre la maquina pavimentadora Fisher.



Fig. 92 Descarga del material a la Finisher.

- 3) La Finisher extenderá la mezcla asfáltica en caliente con mayor continuidad, formando una franja de mezcla y dando una ligera compactación.



Fig. 93 Tendido de Mezcla Asfáltica.

- 4) Una vez tendido del hormigón asfáltico en la vía se realiza la compactación cumpliendo con tres tipos los cuales serán:

- **Compactación Inicial:** Se lo realiza con un rodillo tándem vibratorio de 8 a 12 toneladas de peso, moviéndose paralelamente al eje del camino, de la orilla hacia el centro, y del lado interior hacia el exterior en las curvas por medio de 4 pasadas.



Fig. 94 Compactación inicial.

- **Compactación intermedia:** Será con un rodillo neumático, por medio de 6 pasadas.

Los rodillos neumáticos serán de llantas lisas y tendrán una carga por rueda y una presión de inflado convenientes para el espesor de la carpeta. Como mínimo, para carpetas de 5 cm de espesor compactado, tendrán 1.000 Kg por rueda y presión de inflado de 6.0 Kg/cm².



Fig. 95 Compactación intermedia.

- **Compactación final:** Se lo realiza con rodillo tándem vibratorio de 8 a 12 toneladas de peso usado en modo estático, haciendo 3 pasadas.



Fig. 96 Compactación final.

- 5) La temperatura de la mezcla al inicio del proceso de compactación no podrá ser inferior a 110 °C, y deberá compactarse hasta que alcance una densidad no inferior al 97% ni superior al 102% de la densidad de Marshall.
- 6) Concluida la compactación de la carpeta asfáltica, el Fiscalizador deberá comprobar los espesores, la densidad de la mezcla y su composición, a intervalos de 500 a 800 metros lineales en sitios elegidos al azar, a los lados del eje del camino, mediante extracción de muestras.

7) Se realizará una serie de 3 extracciones de núcleos como mínimo cada 10.000 m2 o por cada 1.000 toneladas de mezcla para la carpeta de rodadura con vista a comprobar la densidad en el sitio.

8) La medición y forma de pago se realizará en m2.

PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					UNIDAD	M2
DETALLE :	COLOCACION DE CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFÁLTICO EN CALIENTE e=5cm					
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M. O.					0,02	
Volqueta	1,00	21,72	21,72	0,016	0,35	
Pavimentadora Finisher	1,00	65,49	65,49	0,010	0,65	
Rodillo Vibratorio tandem	1,00	36,60	36,60	0,011	0,40	
Rodillo neumatico	1,00	31,57	31,57	0,011	0,35	
SUBTOTAL M					1,77	
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	COSTO D=CxR	
OP de Pavimentadora Finisher	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,04
OP de Rodillo vibratorio tandem	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,04
OP de Rodillo neumatico	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,04
Chofer de volqueta	CH C1	1,00	4,67	4,67	0,010	0,05
Peon	EO E2	6,00	3,18	19,08	0,010	0,19
SUBTOTAL N					0,34	
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Hormigon asfaltico en caliente		m3	0,067	80,00	5,36	
SUBTOTAL O					5,36	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)					7,47	
OTROS INDIRECTOS (25%)					1,87	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9,34	
VALOR UNITARIO SIN IVA					\$9,34	

6. RECAPEO (Actividad Periódica).

Esta actividad consistirá en el suministro, colocación, tendido y compactación de una mezcla de concreto asfáltico en caliente, sobre una estructura de pavimento previamente reparada o sin daños a la cual deberá aplicarse un riego asfáltico de liga.

(405-2 NEVI-12) RIEGO BITUMINOSOS DE ADHERENCIA.

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso sobre una superficie de un pavimento existente, a fin de conseguir adherencia entre este pavimento y una nueva capa asfáltica que se deberá colocar sobre él, de acuerdo con los requerimientos establecidos en los documentos contractuales.

MATERIALES

- Emulsión Asfáltica o Asfalto diluido, cuyo tipo estará fijado en las disposiciones especiales del contrato.
 - Si la disposición es utilizar asfalto diluido se debe regir a los requisitos establecidos en la NORMA NEVI-12 MOTP en la subsección 810-3 pág. 881 (volumen 3).
 - Los asfaltos diluidos se clasifican, de acuerdo al grado de volatilidad del diluyente, en asfaltos diluidos de curado rápido, medio y lento. Se los designa por las siglas RC, MC y SC.
 - Emulsión Asfáltica de rotura rápida CRS-1.

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Herramienta manual.



Pala



Cinta Métrica



Escobas

Fig. 97 Herramienta manual.

- Barredora mecánica.

La barredora mecánica realiza un barrido en la superficie, como método de limpieza para eliminar la mayor cantidad de polvos y materiales nocivos (ver **Fig. 98**).



Fig. 98 Barredora Mecánica.

- Distribuidor de Asfalto.

El distribuidor de asfalto se utiliza para realizar riegos de liga con el fin de preparar la superficie del pavimento (ver **Fig. 99**).



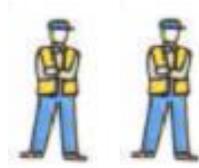
Fig. 99 Distribuidor de Asfalto.

MANO DE OBRA

Para realizar la actividad de Riego Bituminoso de Adherencia, es necesario utilizar mano de obra calificada que lo opere. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

- Operador de barredora mecánica con categoría OP C1.
- Operador de Distribuidor de Asfalto con categoría OP C1.
- Maestro de Obra con categoría EO C1.
- Peón con categoría EO E2.

Operadores categoría OP C1:



Los operadores son encargados de manipular las distintas máquinas o vehículos utilizados en el mantenimiento, como distribuidor de asfalto, barredoras mecánicas, etc.

Peones con categoría EO E2.



Los peones son los encargados de realizar las actividades como remoción de obstáculos, guían al tránsito con banderillas, etc.

Maestro de obra EO C1.



El Maestro de obra tiene a su cargo la dirección de los trabajadores involucrados en el mantenimiento: peones.

RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA RIEGO BITUMINOSO DE ADHERENCIA		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m ²
OP de Distribuidor de asfalto	OP C1	0,003
Maestro de obra	EO C1	0,003
Peon	EO E2	0,003
OP de barredora mecánica	OP C1	0,003

Tab 26: Rendimiento de Mano de Obra para el Riego bituminoso de adherencia.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA RIEGO BITUMINOSO DE ADHERENCIA		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Distribuidor de asfalto	234,00m ² /h	0,004
Barredora mecanica	900,00m ² /h	0,001

Tab 27: Rendimiento de Maquinaria para Riego bituminoso de adherencia.

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de *Riego Bituminoso de Adherencia* de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Se deberá colocar dispositivos de señalización y verificar que todo el personal posea el equipo de seguridad necesario para realizar la actividad.



Fig. 100 Colocación de dispositivos de señalización.

- 2) Previo a la realización del proceso, la superficie se deberá realizar un barrido eliminando todo material suelto.



Fig. 101 Barrido del material.

- 3) Una vez realizado el barrido, el ligante bituminoso será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada.

La cantidad del ligante ya sea asfalto diluido con emulsión asfáltica será indicado por el fiscalizador, estará entre límites de 0.15 a 0.45 litros por metro cuadrado.

- 4) La distribución se efectúa en una longitud determinada dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no tratada.



Fig. 102 Distribución del ligante bituminoso.

- 5) Generalmente la nueva carpeta asfáltica se aplicará 30 minutos después de haber distribuido el ligante bituminoso.



Fig. 103 Colocación de nueva Carpeta Asfáltica

- 6) El esparcimiento del ligante no se deberá efectuar cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente.

- 7) La medición y forma de pago se realizara en m².

PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
						UNIDAD
						M2
DETALLE :		RIEGO BITUMINOSO DE ADHERENCIA				
		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO	DESCRIPCION	A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR
	Herramienta Menor 5% de M. O.					0,00
	Distribuidor de asfalto	1,00	44,58	44,58	0,004	0,18
	Barredora mecánica	1,00	29,45	29,45	0,001	0,03
						=====
SUBTOTAL M						0,21
		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MANO DE OBRA	DESCRIPCION	A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR
	OP de distribuidor de asfalto OP C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,01
	Maestro de obra EO C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,01
	Peon EO E2	1,00	3,18	3,18	0,003	0,01
	OP Barredora mecánica OP C1	1,00	3,57	3,57	0,003	0,01
						=====
SUBTOTAL N						0,04
		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
MATERIALES	DESCRIPCION		A	B	C=AxB	
	Emulsion Asfaltica cationica de rotura rapida	lt	0,450	0,68	0,31	
						=====
SUBTOTAL O						0,31
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						0,56
OTROS INDIRECTOS (25%)						0,14
COSTO TOTAL DEL RUBRO						0,70
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$0,70

(405-5 NEVI-12) COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA NUEVA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO EN CALIENTE e=5cm.

El siguiente proceso consiste en la colocación de una capa nueva asfáltica bituminosa elaborada en caliente sobre una superficie de pavimento ya existente debidamente preparada y aprobada por el fiscalizador encargado de la obra.

MATERIALES

- Hormigón asfáltico en caliente, compuesto de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.
 - El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla, será cemento asfáltico con un grado de penetración 60- 70 (tráfico liviano a medio) y 85 – 100 (tráfico pesado). Los mismos que deberán cumplir con los requisitos que se presentan en la **Tab 1.** (Especificadas en el proceso de Bacheo Superficial).
 - Los agregados que se emplearán en la mezcla asfáltica en caliente podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en la **Tab 2,** para agregados tipo A, B o C. (Especificadas en el proceso de Bacheo Superficial).

MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Herramienta manual.



Pala



Cinta Métrica



Escobas

Fig. 104 Herramienta manual.

- Finisher.

Equipo encargado de distribuir y dar forma al asfalto. La finisher está diseñada para para colocar mezcla asfáltica con espesor, alineamientos, pendientes y anchos especificados. Las partes principales de la finisher son: la unidad de potencia o tractor y la unidad de potencia o engrase (ver **Fig. 105**).



Fig. 105 Finisher.

- Rodillo Vibratorio en Tándem

Esta máquina se caracteriza por poseer una alta frecuencia de alta velocidad de trabajo y alta energía de compactación para obtener la densidad en la mínima cantidad de pasadas (ver **Fig. 106**).



Fig. 106 Rodillo Vibratorio en Tándem.

- Rodillo neumático.

Son empleados sobre subsuelos, material granular o mezclas en frío y caliente para crear una densidad adicional y encontrar zonas débiles para que puedan repararse antes de pavimentar. El rodillo neumático es utilizado para crear una unión hermética en superficies de sellado con asfalto y áridos finos (ver **Fig. 107**).



Fig. 107 Rodillo Neumático.

- Volqueta.

Utilizada para el acarreo de muchas clases de materiales. Su velocidad está limitada la cual es de 50kph (30mph) con capacidad de acarreo de 8m^3 o más. La función que cumplirá en este proceso la volqueta desalojara material removido (ver **Fig. 108**).



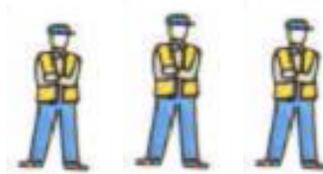
Fig. 108 Volqueta.

MANO DE OBRA

Para realizar la actividad de Colocación de Capa de Rodadura Nueva de Hormigón Asfáltico en Caliente $e=5\text{cm}$, es necesario utilizar mano de obra calificada que lo opere. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

- Operador de finisher con categoría OP C1.
- Operador de rodillo vibratorio en tándem con categoría OP C1.
- Operador de rodillo neumático con categoría OP C1.
- Chofer de volqueta con categoría CH C1.
- 6 Peón con categoría EO E2.

Operadores categoría OP C1:



Los operadores son encargados de manipular las distintas máquinas o vehículos utilizados en el mantenimiento, como finisher, rodillo vibratorio liso, etc.

Chofer de volqueta con categoría CH C1.



El chofer de volqueta será encargado de transportar la mezcla asfáltica en caliente y materiales que asigne el constructor.

Peones con categoría EO E2.



Los peones son los encargados de realizar las actividades como remoción de obstáculos, guían al tránsito con banderillas, esparcir la mezcla asfáltica, etc.

RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA DE HORMIGON ASFÁLTICO EN CALIENTE e=5cm		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m ²
OP de Pavimentadora Finisher	OP C1	0,010
OP de Rodillo vibratorio tandem	OP C1	0,010
OP de Rodillo neumatico	OP C1	0,010
Chofer volqueta	CH C1	0,010
Peon	EO E2	0,010

Tab 28: Rendimiento de Mano de Obra Colocación de Capa de rodadura nueva de hormigón asfáltico en caliente e=5cm.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PARA COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO EN CALIENTE e=5cm		
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	
Pavimentadora finisher	131,90m ² /h	0,010
Rodillo tandem	90,00m ³ /h	0,011
Rodillo neumatico	87,00m ³ /h	0,011
Volqueta	59,80m ³ /h	0,016

Tab 29: Rendimiento de Maquinaria Colocación de Capa de rodadura nueva de hormigón asfáltico en caliente=5cm.

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de *Colocación de la Capa de Rodadura Nueva de Hormigón Asfáltico en Caliente e=5cm* de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Realizado el riego de liga sobre la superficie existente, se colocará la nueva mezcla asfáltica que es transportada por medio de volquetas al sitio que se realiza la colocación, el espesor de la carpeta asfáltica será como mínimo de 5cm o más, esto dependerá del diseño, tipo de vía y especificaciones expuestas en los documentos contractuales.

No se aceptará volquetas que lleguen a obra con temperatura de la mezcla inferior a 120 °C.

- 2) Una vez que se ha verificado todos lo establecido anteriormente, se procede a descargar el material sobre la maquina pavimentadora Fisher.



Fig. 109 Descarga del material a la Finisher.

- 3) La Finisher extenderá la mezcla asfáltica en caliente con mayor continuidad, formando una franja de mezcla y dando una ligera compactación.



Fig. 110 Tendido de Mezcla Asfáltica.

- 9) Una vez tendido del hormigón asfáltico en la vía se realiza la compactación cumpliendo con tres tipos los cuales serán:

- **Compactación Inicial:** Se lo realiza con un rodillo tándem vibratorio de 8 a 12 toneladas de peso, moviéndose paralelamente al eje del camino, de la orilla hacia el centro, y del lado interior hacia el exterior en las curvas por medio de 4 pasadas.



Fig. 111 Compactación inicial.

- **Compactación intermedia:** Será con un rodillo neumático, por medio de 6 pasadas.

Los rodillos neumáticos serán de llantas lisas y tendrán una carga por rueda y una presión de inflado convenientes para el espesor de la carpeta. Como mínimo, para carpetas de 5 cm de espesor compactado, tendrán 1.000 Kg por rueda y presión de inflado de 6.0 Kg/cm².



Fig. 112 Compactación intermedia.

- **Compactación final:** Se lo realiza con rodillo tándem vibratorio de 8 a 12 toneladas de peso usado en modo estático, haciendo 3 pasadas.



Fig. 113 Compactación final.

- 10)** La temperatura de la mezcla al inicio del proceso de compactación no podrá ser inferior a 110 °C, y deberá compactarse hasta que alcance una densidad no inferior al 97% ni superior al 102% de la densidad de Marshall.
- 11)** Concluida la compactación de la carpeta asfáltica, el Fiscalizador deberá comprobar los espesores, la densidad de la mezcla y su composición, a intervalos de 500 a 800 metros lineales en sitios elegidos al azar, a los lados del eje del camino, mediante extracción de muestras.
- 12)** Se realizará una serie de 3 extracciones de núcleos como mínimo cada 10.000 m² o por cada 1.000 toneladas de mezcla para la carpeta de rodadura con vista a comprobar la densidad en el sitio.
- 13)** La medición y forma de pago se realizará en m².

PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
					UNIDAD	M2
DETALLE :		COLOCACION DE CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFÁLTICO EN CALIENTE e=5cm				
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M. O.						0,02
Volqueta	1,00	21,72	21,72	0,016		0,35
Pavimentadora Finisher	1,00	65,49	65,49	0,010		0,65
Rodillo Vibratorio tandem	1,00	36,60	36,60	0,011		0,40
Rodillo neumatico	1,00	31,57	31,57	0,011		0,35
SUBTOTAL M						1,77
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO CALCULADO	COSTO D=CxR	
OP de Pavimentadora Finisher	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,04
OP de Rodillo vibratorio tandem	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,04
OP de Rodillo neumatico	OP C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,04
Chofer de volqueta	CH C1	1,00	4,67	4,67	0,010	0,05
Peon	EO E2	6,00	3,18	19,08	0,010	0,19
SUBTOTAL N						0,34
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Hormigon asfaltico en caliente		m3	0,067	80,00		5,36
SUBTOTAL O						5,36
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						7,47
OTROS INDIRECTOS (25%)						1,87
COSTO TOTAL DEL RUBRO						9,34
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$9,34

7. (706-3.02 NEVI-12) PINTURA ACRÍLICA DE TRÁFICO EN PASOS CEBRAS.

Esta señalización consistirá en la realización de franjados longitudinales con pintura de tráfico, que definirá el cruce peatonal en las esquinas.

Los franjados podrán ser de 2.5 a 3.00m de largo y de 0.40 a 0.60 de ancho.

MATERIALES

- Pintura de tráfico con caucho (0.045gln /m2).
- Micro- esferas de vidrio (0.135kg /m2).

HERRAMIENTAS

- Herramienta manual.



Cinta adhesiva ECO PAINT



Cepillo



Brocha

Fig. 114 Herramienta manual.

MANO DE OBRA

Para realizar la actividad de Pintura Acrílica de Tráfico en Pasos Cebras, es necesario utilizar mano de obra experimentada. La mano de obra necesaria para esta actividad es la siguiente:

- Maestro de Obra con categoría EO C1.
- 3Peón con categoría EO E2.
- Chofer de camión con categoría CH C1.

Peones con categoría EO E2.



Los peones son los encargados de realizar las actividades como trazar en la vía el ancho y longitud de las franjas, pintar las franjas, etc.

Maestro de obra EO C1.



El Maestro de obra tiene a su cargo la dirección de los trabajadores involucrados en el mantenimiento: peones.

RENDIMIENTO

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA PINTURA ACRÍLICA DE TRAFICO EN PASOS CEBRA		
PERSONAL		RENDIMIENTO hr/m²
Maestro de obra	EO C1	0,010
Peon	EO E2	0,010
Chofer camion	CH C1	0,010

Tab 30: Rendimiento de Mano de Obra para Pintura Acrílica de tráfico en Paso Cebrá.

PROCESO TÉCNICO

Para realizar el proceso técnico de *Pintura Acrílica de Tráfico en Pasos Cebbras* de manera segura y sencilla se ejecutará de la siguiente manera:

- 1) Se deberá colocar dispositivos de señalización y verificar que todo el personal posea el equipo de seguridad necesario para realizar la actividad.



Fig. 115 Colocación de dispositivos de señalización.

- 2) Se realiza un trazado en la vía definiendo el ancho y longitud de las franjas establecidas para los pasos cebra.



Fig. 116 Trazo en la vía.

- 3) Se realiza la preparación de la pintura de tráfico con caucho mezclando las micro-esferas de vidrio.



Fig. 117 Preparación de la pintura de tráfico.

- 4) Posteriormente se aplica la preparación con una brocha o aplicador rectangular hasta cubrir toda la superficie.



Fig. 118 Colocación de pintura.

- 5) La medición y forma de pago se realizará en m².

PRECIOS UNITARIOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
DETALLE : PINTURA ACRÍLICA DE TRÁFICO EN PASOS CEBRA						UNIDAD M2
EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	CALCULADO	D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M. O.					0,009	
SUBTOTAL M						=====
						0,01
		JORNAL/H				
MANO DE OBRA	CANTIDAD	R	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Maestro de obra	EO C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,04
Peon	EO E2	3,00	3,18	9,54	0,010	0,10
Chofer del camion	CH C1	1,00	4,67	4,67	0,010	0,05
SUBTOTAL N						=====
						0,18
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
Pintura de trafico con caucho		gln	0,045	30,00	1,35	
Microesferas de vidrio		kg	0,135	3,25	0,44	
SUBTOTAL O						=====
						1,79
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						1,98
OTROS INDIRECTOS (25%)						0,49
COSTO TOTAL DEL RUBRO						2,47
VALOR UNITARIO SIN IVA						\$2,47

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Podemos recalcar que algunos de los mantenimientos vistos en obra, no se llevan a cabo de manera correcta debido a que no se cuenta con una guía práctica, por tal razón en la elaboración de este manual se ha descrito de forma gráfica, sencilla, técnica y precisa el método para ejecutar cada actividad de conservación, respaldándonos en el proceso desarrollado en campo y la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP.
- Se ha propuesto el método de promedio de resultados para el cálculo de rendimientos de mano de obra, el cual nos permite trabajar con una matriz de datos tomada en campo que tiene como premisas el número de personas y tiempo en el que ejecutan la actividad, siendo este un modelo más confiable y de fácil entendimiento.
- Como resultado de la investigación se puede reiterar que el cálculo de los rendimientos de maquinaria varía de acuerdo a su naturaleza de trabajo esto quiere decir por ciclos intermitentes, de operación continua y de operación intermedia, por esta razón las fórmulas para su deducción cambian dependiendo del tipo de trabajo y de maquinaria; en este proyecto se realizó la determinación de rendimiento de la maquinaria más utilizada en los procesos de conservación y mantenimiento.

- Se realizó una comparación entre los precios establecidos por una empresa pública y los calculados en esta investigación obteniéndose un porcentaje de variación del 19% el cual representa una menor inversión de recursos económicos lo cual genera una mayor productividad.
- Aplicando el ciclo de DEMING se optimizó los procesos de mantenimiento observados en campo, comprobando que cada actividad está sujeta a mejoras continuas las cuales dependen de la implementación de nuevas tecnologías, capacitaciones del personal y normas vigentes.
- Se verificó que en las vías de la provincia de Chimborazo no se realiza un mantenimiento adecuado ni oportuno, por esta razón se produce un deterioro prematuro de la estructura del pavimento, como consecuencia se genera una mayor inversión de recursos para devolver a la vía a su condición inicial.

La clave para la implementación de esta investigación radica en primer lugar en la necesidad y el deseo de mejorar la calidad de los procesos de mantenimiento y conservación.

CAPITULO 7

PROPUESTA

TEMA: DISEÑO DE UN MODELO DE CÁLCULO PARA EL CONTROL DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA Y MAQUINARIA PESADA PARA EL MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE REDES VIALES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.

7.1 INTRODUCCIÓN

En las actividades de mantenimiento y conservación de pavimentos flexibles un factor muy importante a considerar es el rendimiento de la mano de obra y maquinaria que influye en el tiempo de ejecución, calidad y economía de las actividades desarrolladas.

En el presente proyecto surgió la necesidad de contar con datos confiables y asequibles de rendimientos de mano de obra y maquinaria para lo cual se desarrolló el diseño de un modelo de cálculo en donde aplica la metodología de promedio de resultados para la determinación de rendimientos de mano de obra, y el método de fórmulas para calcular el rendimiento de cada maquinaria.

El modelo de cálculo que aplica la metodología de promedio de resultados para obtención de rendimientos de mano de obra se basa en una matriz de datos recolectada en campo, mientras que el modelo de calculo que aplica en método de fórmulas para la determinación de rendimientos en maquinaria se basa en las especificaciones técnicas de los fabricantes y observación directa de tiempos y ciclos.

7.2 OBJETIVOS

7.2.1 Objetivo general

- Diseñar un modelo de cálculo para el control de rendimientos de mano de obra y maquinaria para mantenimiento y conservación de redes viales en pavimentos flexibles.

7.2.2 Objetivos específicos

- Emplear la metodología de promedio de resultados para la obtención de rendimientos de mano de obra.
- Aplicar el método de fórmulas para el cálculo de rendimientos de maquinaria empleados en los procesos de conservación y mantenimiento en pavimentos flexibles.

7.3 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO

7.3.1 RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

La primera hoja de cálculo corresponde al de rendimientos de mano de obra en la portada se detalla los diferentes procesos de mantenimiento que se consideraron en este proyecto.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

PROCESOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE VIAS

<p><u>BACHEO SUPERFICIAL</u></p> 	<p><u>BACHEO PROFUNDO</u></p> 
<p><u>SELLADO DE FISURAS</u></p> 	<p><u>ESCARIFICACION</u></p> 
<p><u>RECONFORMACION</u></p> 	<p><u>TENDIDO DE BASE (MATERIAL Y COMPACTACION)</u></p> 
<p><u>CAPA DE IMPRIMACION</u></p> 	<p><u>CARPETA ASFALTICA e=5cm</u></p> 
<p><u>MICROPAVIMENTO</u></p> 	<p><u>PINTURA DE PASO CEBRA</u></p> 

La segunda hoja de cálculo corresponde al ingreso de datos tomados en campo y el cálculo automático del rendimiento de mano de obra.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA BACHEO SUPERFICIAL																		
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											MEDICIONES							
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Pesonal			Hora		Duracion Medida		Avance %	Duracion Proy		Rendimiento Hr/m2	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto		Neta	Min.		Hora
Bacheo superficial	Calles: Primera Constituyente y Eloy Alfaro	12,60	1,25	0,05	0,79	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	8:24	9:00	36	0	36	4,92	35	0,59	0,04
	Calles: Primera Constituyente y Puruha	2,00	1,5	0,05	0,15	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	8:49	8:59	10	0	10	0,94	10	0,16	0,05
	Calles: Primera Constituyente y Puruha	5,69	3,17	0,05	0,90	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	9:03	9:40	37	0	37	5,64	36	0,60	0,03
	Calles: Primera Constituyente	2,00	1,50	0,05	0,15	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	12:15	12:34	19	0	19	0,94	19	0,31	0,10
	Calles: Primera Constituyente	3,03	2	0,05	0,30	14 - Abril - 2015	5	4	1,25	12:22	12:47	25	0	25	1,89	24	0,41	0,07
DATOS TOMADOS EN EL LUGAR DEL PROYECTO											Mediciones							
PROCESO	Ubicacion	Dimensiones			Vol (m3)	Fecha	Pesonal			Hora		Duracion Medida		Avance %	Duracion Proy		Rendimiento Hr/m2	
		L	A	P			Ayud	Op	Ce	Inicio	Final	Bruta	Dcto		Neta	Min.		Hora
Bacheo superficial	Calles: Primera Constituyente y Lavalle	2,76	1,75	0,05	0,24	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	9:36	9:53	17	0	17	1,51	17	0,28	0,06
	Calles: Primera Constituyente	2,37	1,20	0,05	0,14	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	9:53	10:01	8	0	8	0,89	8	0,13	0,05
	Calles: Primera Constituyente	1,44	0,75	0,05	0,05	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	10:10	10:14	4	0	4	0,34	4	0,07	0,06
	Calles: Primera Constituyente y Lavalle	3,90	3,44	0,05	0,67	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	10:08	10:46	38	0	38	4,19	37	0,62	0,05
	Calles: Primera Constituyente	2,50	3,80	0,05	0,48	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	11:22	11:46	24	0	24	2,97	23	0,39	0,04
	Calles: Primera Constituyente	2,64	1,80	0,05	0,24	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	12:00	12:13	13	0	13	1,49	13	0,21	0,04
	Calles: Primera Constituyente y Vargas Torres	5,25	3,89	0,05	1,02	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	13:05	14:02	57	0	57	6,38	56	0,93	0,05
	Calles: Primera Constituyente y Miguel Angel Leon	3,17	1,35	0,05	0,21	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	13:32	13:44	12	0	12	1,34	12	0,20	0,05
	Calles: Primera Constituyente y Brasil	2,49	2,66	0,05	0,33	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	14:23	14:38	15	0	15	2,07	15	0,24	0,04
	Calles: Primera Constituyente y Carlos Zambrano	1,90	1,68	0,05	0,16	16 - Abril - 2015	5	4	1,25	15:05	15:15	10	0	10	1,00	10	0,16	0,05
	SUMATORIA TOTAL= 0,77 min NÚMERO DE DATOS= 15 RENDIMIENTO TOTAL= 0,05 hr/m2																	

Para una mayor comprensión del programa, se implementó notas de ayuda en cada celda que guiara al usuario en el ingreso de datos como se muestra a continuación:

1. En las primeras casillas se ingresa los datos generales de la actividad.

DATOS		
PROCESO	jenny: Ingrese la actividad desarrollada	
Bacheo superficial	Constituyente y Eloy Alfaro	12,60
	Calles: Primera Constituyente y Puruha	2,00
	Calles: Primera Constituyente y Puruha	5,69
	Calles: Primera	2,00

DATOS TOMADOS EN EL LUGAR			
Ubicacion	jenny: Lugar del proyecto		
Calles: Primera Constituyente y Eloy Alfaro	12,60	1,25	0,05

2. Las casillas siguientes corresponden a las dimensiones de la muestra tomada y el cálculo directo del volumen de la sección.

Dimensiones			Vol (m3)
L	A	P	
12,60	1,25	0,05	0,79

Dimensiones	Vol (m3)
L	
12,60	

Dimensiones	Vol (m3)
A	
1,25	

Dimensiones	Vol (m3)
P	
0,05	

Vol (m3)	Fecha	Personal
0,79	14 - Abril - 2015	5

3. En las casillas contiguas ingresaremos la fecha en la que se realizó la actividad y el personal que desarrollo el trabajo.

Fecha	14 - Abril - 2015
Ayud	5
Op	4
Ce	1,25
Ir	8:24

jenny:
Fecha de la actividad realizada

Personal				Ir	Final	Medida
Ayud	Op	Ce	Ir	8:24	9:00	30
5	4	1,25				

jenny:
Personal de trabajo

Ayud	5
------	---

jenny:
Ingresar el numero de ayudantes que realizan la labor

Personal		Op	Ir
Ayud	Op	1	
5	4		

jenny:
Numero de operadores u oficiales que realizan la actividad

Personal			Ir
Ayud	Op	Ce	
5	4	1,25	

jenny:
cuadrilla equivalente relacion de ayudantes correspondientes por cada oficial u operador

La Cuadrilla equivalente será calculada directamente por el programa.

4. A continuación ingresaremos la hora de inicio y fin de la actividad.

Hora		Duracion
Inicio	Final	
8:24	9:00	

jenny:
Hora de inicio de la actividad

Hora		Duracion Medida
Inicio	Final	
8:24	9:00	

jenny:
Hora en la que el personal termina la actividad

5. Posteriormente tenemos la tabla de mediciones la cual se detalla a continuación.

MEDICIONES						
Duracion Medida			Avance	Duracion Proy		Rendimiento
Bruta	Dcto	Neta	%	Min.	Hora	Hr/m2

Duración Bruta	jenny: Diferencia entre el tiempo final e inicial en minutos ingresar manualmente
36	

Dcto	jenny: Descuentos tiempo en el que el personal hace una pausa medido en minutos
0	

Duración Neta	jenny: Es la diferencia entre la duracion bruta y los descuentos
36	

Avance	jenny: Porcentaje de ejecucion de la actividad
4,92	35 0,59 0,0

La duración proyectada se calcula directamente en el programa y la formula usada para el caculo es:

$$\text{Duración proyectada} = D_{\text{neto}} * 100\% - (10\% * (\text{Cuadrilla equivalente} - 1))$$

Duración Min.	jenny: Duracion de la proyeccion neta al 100%
35	

Duración Proy Min.	Hora	jenny: Duracion proyectada en horas
35	0,59	

Rendimiento Hr/m2	jenny: Relacion entre la Duracion proyectada y la cantidad de obra ejecutada
0,04	

El rendimiento es la relación entre la duración proyectada en horas y la cantidad de obra ejecutada el rendimiento puede ser medido en hr/m2 o hr/m3 dependiendo de la actividad desarrollada.

Para el cálculo del rendimiento final se realiza el promedio como se muestra a continuación, el programa realiza este cálculo automáticamente.

SUMATORIA TOTAL=	0,77 min
NÚMERO DE DATOS=	15
RENDIMIENTO TOTAL=	0,05 hr/m2

SUMATORIA TOTAL=	0,77 min	jenny: Número de datos tomados en campo
NÚMERO DE DATOS=	15	
RENDIMIENTO TOTAL=	0,05 hr/m2	

7.3.2 RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA

La maquinaria pesada que se utiliza dentro de los procesos de conservación y mantenimiento es muy amplia y el cálculo de rendimientos de las mismas es diferente para cada tipo ya que depende de la actividad que desarrollan y las especificaciones que exponen los fabricantes.

La portada presenta las maquinarias utilizadas en los procesos de mantenimiento y conservación para pavimentos flexibles observados en esta investigación.

PROGRAMA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA APLICANDO EL MÉTODO DE FORMULAS

MAQUINARIA PESADA USADA PARA CAMINOS

<u>MOTONIVELADORA</u>		<u>CARGADORA FRONTAL</u>	
<u>VOLQUETA</u>		<u>MINICARGADORA FRESADORA</u>	
<u>MINICARGADORA BOBCAT</u>		<u>RODILLO VIBRADOR</u>	
<u>PAVIMENTADORA FINISHER</u>		<u>RODILLO NEUMATICO</u>	
<u>DISTRIBUIDOR DE ASFALTO</u>		<u>ESCARIFICADORA</u>	
<u>TANQUERO</u>		<u>CAMION</u>	
<u>MICROPAVIMENTADORA</u>		<u>BARREDORA</u>	

1. En la siguiente hoja encontramos el cálculo de rendimiento de una moto niveladora para facilitar al usuario su comprensión se implementó notas en donde se especifica claramente que dato se debe colocar además se anexado la tabla necesaria para el cálculo pertinente.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA MOTONIVELADORA

DATOS

P1:	5 #
D:	0,45 Km
E:	0,75
S1:	1,5 Km/h
P2:	5 #
S2:	2 Km/h
P3:	5 #
S3:	2,5 Km/h
a:	3 m

CALCULO DEL TIEMPO TOTAL

$$\text{Tiempo total} = \frac{P1 * D}{S1 * E} + \frac{P2 * D}{S2 * E} + \frac{P3 * D}{S3 * E}$$

Tiempo total= 4,70 horas



CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = \frac{D * a}{\text{Tiempo total}}$$

Rendimiento= 287,23 m²/h



Nota:

se aumentara el numero de pasadas y velocidades dependiendo de lo observado o especificado en la obra ejm (P4,S4,P5,S5...)

Se muestran a continuación las velocidades de trabajo promedio dadas por los fabricantes y contratistas dentro de la práctica.

Conservación de caminos	2 a 6 Km/hr.
Nivelación de bancos	1.5 a 2.5
Mezclando material	6 a 11
Formando cunetas	1.5 a 4
Extendiendo material	6 a 8
Nivelación	2 a 8
Conformando	1.5 a 4
Terminados	1 a 4
Escarificando	3 a 5
Desmante muy ligero	2 a 5
Despalme	2 a 5

Se debe ingresar los datos del número de pasadas y la velocidad en cada una de ellas de tal manera que si se toma más datos solo deberá incrementarse el número de pasadas P4 y la velocidad de las mismas S4.

<p>DATOS</p> <p>jenny: Numero de pasadas requerido</p> <p>P1: 1,5 Km/h</p> <p>D: 5 #</p> <p>E: 2 Km/h</p> <p>S1: 5 #</p> <p>S2: 2,5 Km/h</p> <p>S3: 3 m</p> <p>a:</p>	<p>DATOS</p> <p>jenny: distancia recorrida en cada pasada</p> <p>P1: 5 #</p> <p>D: 2 Km/h</p> <p>E: 5 #</p> <p>S1: 2,5 Km/h</p> <p>S2: 3 m</p> <p>S3:</p> <p>a:</p>
<p>DATOS</p> <p>P1: 5 #</p> <p>D: 0,45 Km</p> <p>E: jenny: factor de eficiencia de la niveladora va de 75% a 80%</p> <p>S1: 2 Km/h</p> <p>S2: 5 #</p> <p>S3: 2,5 Km/h</p> <p>a: 3 m</p>	<p>DATOS</p> <p>P1: 5 #</p> <p>D: 0,45 Km</p> <p>E: 0,75</p> <p>S1: 1,5 Km/h</p> <p>S2: 5 #</p> <p>S3: 2 Km/h</p> <p>a: jenny: Ancho de la calzada</p>

Se ha dispuesto de una tabla en donde se indican las velocidades necesarias por la motoniveladora dependiendo de la actividad que esta realice.

Se muestran a continuación las velocidades de trabajo promedio dadas por los fabricantes y contratistas dentro de la práctica.

Conservación de caminos	2 a 6 Km/hr.
Nivelación de bancos	1.5 a 2.5
Mezclando material	6 a 11
Formando cunetas	1.5 a 4
Extendiendo material	6 a 8
Nivelación	2 a 8
Conformando	1.5 a 4
Terminados	1 a 4
Escarificando	3 a 5
Desmonte muy ligero	2 a 5
Despalme	2 a 5

El programa realiza directamente el cálculo del tiempo total y rendimiento de la maquinaria.

CALCULO DEL TIEMPO TOTAL

$$\text{Tiempo total} = \frac{P1 * D}{S1 * E} + \frac{P2 * D}{S2 * E} + \frac{P3 * D}{S3 * E}$$

Tiempo total= 4,70 horas

CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = \frac{D * a}{\text{Tiempo total}}$$

Rendimiento= 287,23 m²/h

2. En la hoja número dos podemos realizar el cálculo del rendimiento de la cargadora frontal.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA CARGADORA FRONTAL

DATOS

E: 0,75
 Fw: 0,86
 Q: 2,5 m³
 tf: 30 sg
 tv: 54 sg

CALCULO DEL CICLO DE TRABAJO

$$Cm = tf + tv$$

Cm= 1,4 min

CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = \frac{Q * Fw * E * 60}{Cm}$$

Rendimiento= 69,11 m³/h



MATERIAL	d _L (t/m ³)	d _B (t/m ³)	S _w (%)	F _w	
Caliza	1,54	2,61	70	0,59	
Arcilla	Estado natural	1,66	2,02	22	0,83
	Seca	1,48	1,84	25	0,81
	Húmeda	1,66	2,08	25	0,80
Arcilla y Grava	Seca	1,42	1,66	17	0,86
	Húmeda	1,54	1,84	20	0,84
Roca Alterada	75% Roca - 25% Tierra	1,96	2,79	43	0,70
	50% Roca - 50% Tierra	1,72	2,28	33	0,75
	25% Roca - 75% Tierra	1,57	1,06	25	0,80

Juan Cherné Tarilonte
Andrés González Aguilar

15

Construcciones Industriales
5º Ingeniería Industrial



3. En la hoja tres encontramos el cálculo del rendimiento de la volqueta.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA VOLQUETA

<p>DATOS</p> <p>E: 0,75 Fw: 0,86 Q: 8 m3 tf: 2 min Velocidad C: 40 Km/h Velocidad D: 60 Km/h D: 2 km</p>	<p>CALCULO DEL CICLO DE TRABAJO</p> $Cm = tf + tv$ <p>Cm= 7 min</p> <p>CALCULO DE RENDIMIENTO</p> $\text{Rendimiento} = \frac{Q * E * 60}{Cm * Fw}$ <p>Rendimiento= 59,80 m3/h</p>	
<p>CALCULO DEL TIEMPO VARIABLE</p> $tv = \frac{D * 60}{\text{Velocidad C}} + \frac{D * 60}{\text{Velocidad D}}$ <p>tv= 5 min</p>		

4. En la hoja cuatro se detalla el cálculo del rendimiento de la mini cargadora fresadora.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA MINICARGADORA FRESADORA

<p>DATOS</p> <p>E: 0,75 A: 1,25 m L: 12,6 m Tiempo total: 5 min</p>	<p>CALCULO DE RENDIMIENTO</p> $\text{Rendimiento} = \frac{A * L * E * 60}{\text{Tiempo total}}$ <p>Rendimiento= 141,75 m2/h</p>																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="5">FACTOR DE EFICIENCIA DE TRABAJO</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Condiciones de trabajo</th> <th colspan="4">Organización y Ejecucion</th> </tr> <tr> <th>Excelente</th> <th>Buena</th> <th>Regular</th> <th>Mala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Excelente</td> <td>0.84</td> <td>0.81</td> <td>0.76</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>Buena</td> <td>0.78</td> <td>0.75</td> <td>0.71</td> <td>0.65</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>0.72</td> <td>0.69</td> <td>0.65</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>Mala</td> <td>0.63</td> <td>0.61</td> <td>0.57</td> <td>0.52</td> </tr> </tbody> </table>	FACTOR DE EFICIENCIA DE TRABAJO					Condiciones de trabajo	Organización y Ejecucion				Excelente	Buena	Regular	Mala	Excelente	0.84	0.81	0.76	0.7	Buena	0.78	0.75	0.71	0.65	Regular	0.72	0.69	0.65	0.6	Mala	0.63	0.61	0.57	0.52		
FACTOR DE EFICIENCIA DE TRABAJO																																				
Condiciones de trabajo	Organización y Ejecucion																																			
	Excelente	Buena	Regular	Mala																																
Excelente	0.84	0.81	0.76	0.7																																
Buena	0.78	0.75	0.71	0.65																																
Regular	0.72	0.69	0.65	0.6																																
Mala	0.63	0.61	0.57	0.52																																

5. En la quinta hoja se realiza el cálculo de la mini cargadora.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA MINICARGADORA BOBCAT

DATOS

E: 0,75
 Fw: 0,86
 Q: 0,59 m3
 tf: 9 sg
 tv: 24 sg

CALCULO DEL CICLO DE TRABAJO

$$Cm = tf + tv$$

Cm= 0,55 min

CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = \frac{Q * Fw * E * 60}{Cm}$$

Rendimiento= 41,51 m3/h



MATERIAL	d _L (t/m ³)	d _S (t/m ³)	S _w (%)	F _w	
Caliza	1,54	2,61	70	0,59	
Arcilla	Estado natural	1,66	2,02	22	0,83
	Seca	1,48	1,84	25	0,81
	Húmeda	1,66	2,08	25	0,80
Arcilla y Grava	Seca	1,42	1,66	17	0,86
	Húmeda	1,54	1,84	20	0,84
Roca Alterada	75% Roca - 25% Tierra	1,96	2,79	43	0,70
	50% Roca - 50% Tierra	1,72	2,28	33	0,75
	25% Roca - 75% Tierra	1,57	1,06	25	0,80

Juan Cherné Tarilonte
Andrés González Aguilar
15
Construcciones Industriales
5º Ingeniería Industrial



6. En la siguiente hoja encontramos el rendimiento de un rodillo vibrador liso.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA RODILLO VIBRADOR

DATOS

E: 0,75
 V: 3400 m/h
 A: 1,68 m
 C: 0,15 m
 K: 0,5
 N: 5

CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = \frac{E * V * A * C * K}{N}$$

Rendimiento= 64,26 m3/h



ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE	CATERPILLAR				CASE			
	CS423E	CS44	CS533E	CS533EXT	SV208	SV210	SV212	SV216
Peso operacional	6900kg	7240kg	10840kg	12360kg	7140kg	8820kg	11515kg	14274kg
Potencia bruta	62kw	75kw	97kw	97kw	73,8kw	73,8kw	110kw	110kw
Ancho del cilindro	1676mm	1676mm	2134mm	2134mm	1700mm	1700mm	2200mm	2200mm



7. En la hoja siete se detalla el cálculo de la pavimentadora finisher.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PAVIMENTADORA FINISHER

DATOS

E: 0,75
d: 600 m
e: 0,05 m
Le: 3,40 m
V: 4,17 m/min
tf: 1,00 min

CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = \frac{E \cdot d \cdot e \cdot Le \cdot V \cdot 60}{\text{Tiempo total}}$$

Rendimiento= 131,90 m³/h



CALCULO DEL TIEMPO

$$\text{Tiempo total} = \frac{d}{v} + tf$$

Tiempo total= 145 min



8. En esta hoja de cálculo se realiza el rendimiento del rodillo neumático.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA RODILLO NEUMÁTICO

DATOS

E: 0,75
V: 8000 m/h
A: 1,74 m
C: 0,05 m
K: 0,5
N: 3

CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = \frac{E \cdot V \cdot A \cdot C \cdot K}{N}$$

Rendimiento= 87,00 m³/h



ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE	CATERPILLAR		
	CW34	PS150C	P150CHW
Peso operacional	27000kg	12940kg	17273kg
Potencia bruta	96,5kw	75kw	75kw
Ancho de compactacion	2090mm	1740mm	1740mm



9. El rendimiento de la maquinaria distribuidora de asfalto se detalla en la hoja nueve.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA DISTRIBUIDOR DE ASFALTO

DATOS

E: 0,6
 C: 6000 litros
 r: 0,0325
 i: 1,2 litros/m²
 T: 25 min

CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = \frac{C * r * E * 60}{i * T}$$

Rendimiento= 234,00 m²/h



Tabla 24. Valores Estimados para la Productividad de un Camión Distribuidor de Asfalto con una Capacidad de 6.000 lts

Tipo de servicio	Duración del ciclo [min]	Tasa de aplicación [Lts/M ²]	Producción Horaria [M ² /hora]
Imprimación	100	1,2	1125
Riego de liga	100	0,8	1687
T.S.S. con CAP	200	1,0	830
T.S.S. con emulsión	100	1,4	965
T.S.D. con CAP	260	2,0	337
T.S.D. con emulsión	150	2,3	343
T.S.T. con CAP	320	2,4	236
T.S.T. con emulsión	200	3,6	230

*Fuente: Manual DNIT-Brasil

COEFICIENTES DE RESISTENCIA AL RODADO

Tipo de Camino	Coefficiente
Pavimento de hormigon hidraulico o bituminoso (parejo y no cede bajo carga).	0.02
Afirmado con grava o lastre (algo ondulado y cede un poco bajo carga).	0.0325
Arcilla dura con surcos, que no tiene buen mantenimiento (cede bajo el peso y los neumaticos penetran de 2 a 3cm).	0.05
Tierra sin estabilizar, con surcos (cede mucho bajo el peso y los neumaticos penetran de 10 a 15cm).	0.075
Arena y tierra blanda, fangosa y con surcos.	0.10 a 0.20



10. Podemos encontrar también como calcular el rendimiento de una escarificadora.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA ESCARIFICADORA

DATOS

E: 0,75
V: 4 Km/h
e: 0,07 m
f: 0,85
A: 3,4 m
n: 5

CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = \frac{A \cdot e \cdot V}{n} * E * f * 1000$$

Rendimiento= 121,38 m³/h




FACTORES DE CONVERSION DEL SUELO	
MATERIALES	FACTOR
Arcilla mojada	0.75
Arcilla seca	0.85
Arena mojada	0.87
Arena seca	0.89
Barro	0.83
Barro Seco	0.83
Ceniza	0.93
Grava mojada	0.88
Grava Seca	0.89
Tierra con arena y grava	0.9
Tierra seca	0.8
Tierra mojada	0.85

11. En la hoja siguiente se realizó el cálculo del rendimiento del tanquero.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA TANQUERO

DATOS

C: 6000 litros
medida en " de la bomba: 2 Pulg
Tf: 1,5 min
Jv: 200 litros/min
Vv: 310 m/min
Vc: 200 m/min
D: 10900 m
J: 215 litros/min

CALCULO DEL TIEMPO DE DESCARGA

$$t_2 = \frac{C}{J_v}$$

t₂= 30,00min

CALCULO DEL TIEMPO DE ACARREO

$$t_a = \frac{D}{V_c}$$

t_a= 54,50min

CALCULO DEL TIEMPO DE RETORNO

$$t_r = \frac{D}{V_v}$$

t_r= 35,16min

CALCULO DEL TIEMPO TOTAL

$$T_A = t_1 + t_2 + t_a + t_r$$

T_A= 147,57min

CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = C * \frac{60}{T_A}$$

Rendimiento= 2439,55 m²/h




CALCULO DEL TIEMPO DE CARGA

$$t_1 = \frac{C}{J}$$

t₁= 27,91min

Para una bomba de 2" J = 215 Lts/Min
Para una bomba de 3" J = 480 Lts/Min
Para una bomba de 4" J = 850 Lts/Min

12. La hoja doce muestra cómo se calcula el rendimiento de un camión usado para transportar herramientas o personal.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA CAMION

DATOS	CALCULO DE RENDIMIENTO	
E: 0,75	$\text{Rendimiento} = \frac{Q * 60 * E}{T}$	
Q: 2 m3	Rendimiento= 4,09 m3/h	
T1: 2 min		
T2: 5 min		
T3: 10 min		
T4: 5 min		
CALCULO DEL TIEMPO TOTAL		
$T = T1 + T2 + T3 + T4$		
T= 22 min		

13. A continuación se indica cómo realizar el cálculo de una micropavimentadora

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA MICROPAVIMENTADORA

DATOS	CALCULO DE RENDIMIENTO	
E: 0,75	$\text{Rendimiento} = \frac{E * d * e * Le * V * 60}{\text{Tiempo total}}$	
d: 1000 m	Rendimiento= 964,29 m2/h	
e: 0,005 m		
Le: 1,80 m		
V: 50,00 m/min		
tf: 1,00 min		
CALCULO DEL TIEMPO		
$\text{Tiempo total} = \frac{d}{v} + tf$		
Tiempo total= 21,00 min		

14. Finalmente en la hoja catorce tenemos el cálculo de una barredora mecánica.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA BARREDORA

DATOS		CALCULO DEL TIEMPO TOTAL	
P:	3 #	Tiempo total=	$\frac{P * D}{V * E}$
D:	0,45 Km		
E:	0,75		
V:	2 Km/h		
a:	1,8 m	Tiempo total=	0,90 horas

CALCULO DE RENDIMIENTO

$$\text{Rendimiento} = \frac{D * a}{\text{Tiempo total}}$$

Rendimiento= 900,00 m²/h



La utilización de este programa está dedicada a profesionales que realizan mantenimiento y conservación de redes viales en pavimentos flexibles, con la finalidad de brindar una ayuda práctica, clara y precisa.

El programa es de fácil manejo con guías claras y sencillas que indican al usuario donde y como ingresar los datos, además posee tablas con índices, especificaciones y factores necesarios para cada tipo de cálculo dependiendo de la maquinaria.

BIBLIOGRAFÍA.

- Ing. Galo Salazar Noboa. 2008. Sistema Institucional de Gestión de las carreteras de segundo orden del Ecuador, para disminuir Costos de Mantenimiento Vial y de Operación de Vehículos – Tesis, Magister. Ecuador.168p.
- Ing. René Alexander Rodríguez González.2011. “Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo”- Tesis, Magister.Ecuador.165p.
- Ing. Luis Aníbal Guevara Rodríguez.2009. “Modelo de Mantenimiento Vial que permita desarrollar planes de Conservación en la capa de rodadura para Vías Interparroquiales de la Provincia de Tungurahua”- Tesis, Magister.Ecuador.84p.
- Ing. Juan Manuel Campana.2010. Mantenimiento vial. Informe sectorial (CAF) – Informe Sectorial.68p.
- Ing. Augusto Jugo B, 2005. ”Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos Flexibles” – Manual. 35p.
- <http://www.visitaecuador.com/ve/mostrarRegistro.php?idRegistro=260>
- Boletín técnico emitido por la ISSA, específicamente la ISSA A-143; Diseño de Micro pavimentos.
- <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3087/1/T-ESPE-030896.pdf>.
- 04Capitulo2_DescripcionDeEquiposYCalculoDeProductividad Publicado por María Cecilia Suarez Rubí

- <https://es.scribd.com/doc/61803988/24/PRODUCTIVIDAD-DE-LAS-PAVIMENTADORAS-DE-ASFALTO>.
- Roberto Vargas Sánchez Tesis: La Maquinaria Pesada en Movimientos de Tierras (Descripción y Rendimiento)
- Gian Carlos Soria Juzga Rendimientos(Caminos II) REVISTA Universidad EAFIT diciembre | 2002
- Norma ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP Quito 2013.
- Universidad pontificia bolivariana de Bucaramanga 2009 Lina Maritza Polanco Sánchez. Análisis de rendimientos de mano de obra para actividades de construcción – estudio de caso edificio J UPB.
- Metodología para la implementación de actuaciones de eficiencia energética en flotas de transporte por carretera Universidad de Sevilla.
- CICLO DE CONTROL DEMING APLICADO EN LA DOCENCIA Autor Jaimes García, José Manuel y Molina Estrada José Severo.