

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MEJORAMIENTO VIAL AVENIDA DEFENSORES DEL
MORRO ENTRE LAS CALLES A Y CONFRATERNIDAD DEL
DISTRITO DE CHORRILLOS, CONSTRUCCIÓN DE
PAVIMENTO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ABILIO LINCOLD GARCÍA PAREDES

Lima- Perú

2015

	Pág.
RESUMEN	2
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE GRÁFICOS Y FOTOGRAFÍAS	5
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	9
1.1 ASPECTOS GENERALES.....	9
1.2 IDENTIFICACIÓN.....	11
1.3 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN.....	15
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN..	26
2.1 GENERALIDADES.....	26
2.2 INVESTIGACIONES EFECTUADAS.....	26
2.3 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO.....	28
2.4 DISEÑO DE PAVIMENTO	29
CAPÍTULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO	35
3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	35
3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	38
3.3 COSTOS Y PRESUPUESTOS.....	64
3.4 PROGRAMACIÓN.....	65
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
4.1 CONCLUSIONES.....	66
4.2 RECOMENDACIONES.....	67
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS	69

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia se presenta como una alternativa de Mejoramiento Vial Urbano de un sector de la avenida Defensores del Morro, tramo comprendido entre las Calles A y Confraternidad, elaborado por el suscrito, encargado de los Proyectos Viales en la Sub Gerencia de Obras Públicas de la Municipalidad Distrital de Chorrillos, para la obtención del Título de Ingeniero Civil por la modalidad de Actualización de Conocimientos.

Continuando con el desarrollo del mismo, el presente Informe pretende ampliar los conceptos y metodologías relacionados con la Construcción de Pavimento como instrumento importante en la elaboración de Proyectos Viales.

El capítulo I, es un resumen del Perfil del Proyecto de Inversión, formulado por la Gerencia de Obras y Desarrollo Urbano, aprobado por la Municipalidad Distrital de Chorrillos y el Ministerio de Economía y Finanzas, registrado según Formatos SNIP previos en el Banco de Proyectos, por la Unidad Formuladora y la Oficina de Programación e Inversiones de la MDCH, donde se detalla el desarrollo del Perfil del Proyecto de Inversión, en la cual se ha considerado 2 alternativas propuestas para determinar, la mejor alternativa técnica y económica.

El Capítulo II, trata el tema de Estudio de Suelos con Fines de Pavimentación, teniendo en cuenta los antecedentes existentes y los datos recolectados del suelo de la zona en estudio a través de las investigaciones efectuadas, descripción del Perfil Estratigráfico y el Planteamiento del Diseño del Pavimento adecuado. El Estudio de Suelos para la Construcción de Pavimento prevé verificar que la Estructura del Pavimento pueda soportar las cargas esperadas de tráfico.

El Capítulo III, describe el Expediente Técnico en base a sus componentes como son, la Memoria Descriptiva, Especificaciones Técnicas, Costos y Presupuestos, y Programación de Obra. Todo referido al proceso de Construcción de Pavimento.

Al final del presente Informe, se desarrollan las Conclusiones y Recomendaciones de diversa índole que permite expandir nuestro conocimiento acerca de este y otros temas relacionados al mismo. Adicionalmente se presenta

los Anexos de los datos recopilados, que han sido de gran ayuda para la elaboración del Informe de Construcción de Pavimento.

LISTA DE CUADROS	Pág.
Cuadro N°1 : Intereses de los Grupos Involucrados.....	12
Cuadro N°2 : Metodología del estudio.....	16
Cuadro N°3 : Población en Estudio del Proyecto.....	17
Cuadro N°4 : Proyección de la Demanda.....	18
Cuadro N°5 : Proyección de la Oferta.....	18
Cuadro N°6 : Balance Oferta – Demanda.....	19
Cuadro N°7 : Evaluación costo – Efectividad Precios Sociales Alternativa N°01 (Nuevos Soles).....	20
Cuadro N°8 : Evaluación costo – Efectividad Precios Sociales Alternativa N°02 (Nuevos Soles).....	21
Cuadro N°9 : Resultado del análisis de sensibilidad – pistas Alternativa N°01 (Nuevos Soles).....	22
Cuadro N°10 : Resultado del análisis de sensibilidad – pistas Alternativa N°02 (Nuevos Soles).....	22
Cuadro N°11 : Selección de Alternativas.....	23
Cuadro N°12 : Características de la Av. Defensores del Morro “Vía auxiliar”....	24
Cuadro N°13 : Características Técnicas y Geométricas (La Av. Defensores del Morro “Vía auxiliar”).....	24
Cuadro N°14 : Calicatas.....	26
Cuadro N°15 : Clasificación de suelos.....	28
Cuadro N°16 : Temperatura Media Anual de Mezcla en Caliente.....	50
Cuadro N°17 : Cantidad de Aplicación de Material Asfáltico.....	54
Cuadro N°18 : Cantidad de vehículos por día.....	70
Cuadro N°19 : Cálculo del IMD.....	71

LISTA DE GRÁFICOS Y FOTOGRAFÍAS		Pág.
Gráfico N°1	: Ubicación del Proyecto.....	10
Fotografía N°1	: Cartel de obra.....	92
Fotografía N°2	: Señalizaciones Temporales de seguridad en obra.....	92
Fotografía N°3	: Trazo, nivelación y replanteo de pavimento.....	93
Fotografía N°4	: Corte y demolición de carpeta asfáltica.....	93
Fotografía N°5	: Demolición de concreto.....	94
Fotografía N°6	: Excavación hasta nivel de subrasante.....	94
Fotografía N°7	: Eliminación de material excedente.....	95
Fotografía N°8	: Conformación y compactación de subrasante incluido escarificado E=12".....	95
Fotografía N°9	: Control de Compactación y Humedad.....	96
Fotografía N°10	: Base granular E=0.20m.....	96
Fotografía N°11	: Nivelación de tapa y marco de buzones.....	97
Fotografía N°12	: Control de Humedad y Compactación.....	97
Fotografía N°13	: Imprimación asfáltica.....	98
Fotografía N°14	: Carpeta asfáltica en caliente E=2".....	98
Fotografía N°15	: Compactación de la Carpeta ásfaltica.....	99
Fotografía N°16	: Señalización.....	99

LISTA DE TABLAS	Pág.
Tabla N°1 : Requisitos Granulométricos.....	41
Tabla N°2 : Requerimientos Agregado Grueso.....	41
Tabla N°3 : Requerimientos Agregado Fino.....	42
Tabla N°4 : Requerimientos para los Agregados Gruesos.....	47
Tabla N°5 : Requerimientos para los Agregados Finos.....	48
Tabla N°6 : Requerimientos para Caras Fracturadas.....	48
Tabla N°7 : Requerimientos del Equivalente de Arena.....	48
Tabla N°8 : Angulosidad del Agregado Fino.....	49
Tabla N°9 : Husos de Mezcla Asfáltica en Caliente.....	49
Tabla N°10 : Penetración del Cemento Asfáltico.....	50
Tabla N°11 : Viscosidad de Material Asfáltico.....	52
Tabla N°12 : Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso.....	54
Tabla N°13 : Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA).....	55
Tabla N°14 : Tolerancias de mezclas.....	55
Tabla N°15 : Factores de conversión vehicular equivalente.....	70
Tabla N°16 : Granulometría de las microesferas.....	90

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

AASHTO:	American Association of State Highway and Transportation Officials.
ASTM	: American Society for Testing and Materials.
CAE	: Costo Anual Equivalente.
C.B.R.	: Ensayo California Bearing Ratio.
CL	: Arcilla.
EAL	: Eje Axial Load.
EE	: Eje Equivalente.
GM	: Grava Mal graduada.
ICE	: Índice del Costo de Efectividad.
I.P.	: Índice Plástico.
L.L.	: Límite Líquido.
MDCH	: Municipalidad Distrital de Chorrillos.
M.D.S.	: Máxima Densidad Seca.
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas.
mi	: Coeficiente de Drenaje del pavimento.
ML	: Limo.
M.R.	: Módulo Resiliente.
N.P.	: No Plástico.
O.C.H.	: Óptimo Contenido de Humedad.
PIP	: Proyecto de Inversión Pública.
P.M.	: Ensayo de Proctor Modificado.
Po	: Población en el Año base.
Pt	: Población en el Año t.
r	: Tasa de crecimiento anual.
SC	: Arena arcillosa.
SM	: Arena Mal graduada.
SN	: Número Estructural del pavimento.
SNIP	: Sistema Nacional de Inversión Pública.
So	: Error estándar combinado del tráfico y comportamiento proyectado.
SUCS	: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
VAC	: Valor Actual de Costos.
W₁₈	: Número proyectado de carga Equivalente de 18 000 lb aplicado.
Zr	: Desviación estándar normal.
ΔPSI	: Diferencia entre Índice de Serviciabilidad final e inicial.

INTRODUCCIÓN

La Av. Defensores del Morro, entre las Calles A y Confraternidad, es una de las vías urbanas más importantes y principales del distrito de Chorrillos, siendo clasificada como una vía arterial, encargándose de conectar y comunicar vialmente a todos los asentamientos humanos, residenciales, asociaciones, urbanizaciones, pueblos jóvenes, etc. Sin embargo, esta se encontró en condiciones desfavorables e inadecuadas para la transitabilidad vehicular. Por ello, se han buscado alternativas de solución a este problema, tales como el Mejoramiento Vial Avenida Defensores del Morro entre las Calles A y Confraternidad. Es por ello que La Municipalidad Distrital de Chorrillos, dentro de su programa de mejoramiento y modernización de la red vial del distrito y de acuerdo a su plan de proyectos de inversión para el año 2013 y a través de la Gerencia de Obras y Desarrollo Urbano, bajo mis aportes, se encargó de formular y ejecutar el presente proyecto, cuya concepción surge de una necesidad sentida por muchos años por la población de dicha zona.

La vía en estudio carece de las condiciones adecuadas para el tránsito vehicular, siendo esta vía conformada por material de préstamo (grava mal gradada arenosas, limosas) y puntalmente se encontró rellenos (cascotes de ladrillo, bolsas plásticas), presenta desniveles en el terreno, origina emisión de polvo por el paso de vehículos, origina deterioro del frontis de los predios e instituciones adyacente a la vía vehicular y carece de señalización para el ordenamiento vehicular. Siendo esta vía necesaria y útil para los ingresos al Instituto Nacional de Rehabilitación Dra. Adriana Rebaza Flores, al Instituto Penitenciario Virgen de Fátima, al centro recreacional del CM STS Tarapacá y a la Empresa Luz Del Sur; así mismo esta vía sirve para el tránsito de la población del lugar en estudio. Por tal sentido la Municipalidad Distrital de Chorrillos ha dispuesto del desarrollo sostenido para proyectar y pavimentar la sección vial en estudio, con un ancho de 5.50m y así dotar al entorno urbano del sector en estudio una mejor infraestructura vial pavimentada y con adecuada señalización.

El desarrollo del presente Informe de Suficiencia, responde a la propuesta de Mejoramiento Vial Avenida Defensores del Morro, entre las Calles A y Confraternidad del distrito de Chorrillos, Construcción de Pavimento, ya que la vía se encontró en deterioro y con problema de transitabilidad vehicular.

CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

1.1 ASPECTOS GENERALES

La elaboración y aprobación del Perfil del Proyecto de Inversión que se describe y detalla en este Informe de Suficiencia, se basa en la estructuración establecida por el Ministerio de Economía y Finanzas (M.E.F) según los artículos 23° y 24° de la Directiva General del SNIP aprobadas bajo las ordenanzas R.D. 006-2012-EF/63.01 con fecha 24 de Julio de 2012, R.D. N° 003-2011-EF/68.01. Es por ello que de acuerdo a la Naturaleza de Intervención para la formulación del PIP de vías urbanas se opta por Mejoramiento Vial.

A. NOMBRE DEL PROYECTO

El nombre del PIP se formula, aprueba para su ejecución por la Municipalidad Distrital de Chorrillos y por el Ministerio de Economía y Finanzas e identifica con el código SNIP 253068 bajo el nombre de:

“MEJORAMIENTO DE LA VÍA VEHICULAR ENTRE LA CA. A DE LA ASOCIACIÓN DE PROPIETARIOS NAVIDAD DE VILLA Y LA CA. CONFRATERNIDAD DEL A.H. BUENOS AIRES DE VILLA, DISTRITO DE CHORRILLOS – LIMA – LIMA”

B. MARCO DE REFERENCIA

LINEAMIENTOS DE POLÍTICA RELACIONADOS CON EL PROYECTO

El proyecto, se enmarca dentro de los objetivos que tiene la Municipalidad de Chorrillos según Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972 que en su Art. 79 inciso 4.1 de ejecutar directamente las obras de infraestructura urbana que sean indispensables para el desenvolvimiento de la vida del vecindario, tales como pistas, puentes, parques, locales comunales y obras similares, en coordinación con la Municipalidad Provincial respectiva.

Actualmente la Municipalidad Distrital de Chorrillos, viene procesando, como parte de los lineamientos de la política sectorial para gobiernos locales, la construcción, el mejoramiento, rehabilitación de la infraestructura vial urbana del distrito, promoviendo de esta manera el desarrollo social – económico.

La formulación, contenido y el estudio a nivel de perfil se elabora en el marco de la ley No. 27293 Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública, modificado por

ley N° 28802, y la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública aprobada mediante Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01.

C. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en la vía vehicular auxiliar derecha Av. Defensores del Morro entre las Calles A y Confraternidad, tal como se visualiza en el gráfico N°1.

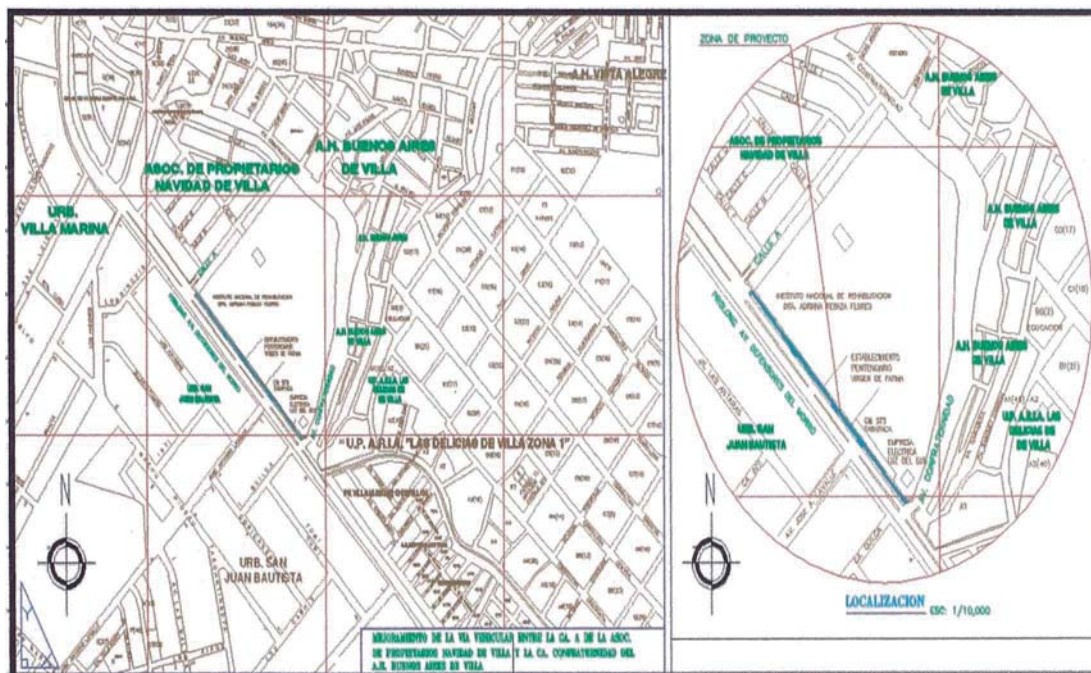


GRÁFICO N°1 – Ubicación del Proyecto

- ❖ Departamento: Lima
- ❖ Provincia: Lima
- ❖ Distrito: Chorrillos

DATOS GENERALES DEL DISTRITO:

- ❖ Localidad: Asociación de Propietarios Navidad de Villa y A.H. Buenos Aires de Villa.
- ❖ Región Geográfica: Costa
- ❖ Altitud (m.s.n.m): 43
- ❖ Coordenadas Geográficas: 12°11'11" S, 77°01'16" O
12°10'37" S, 77°01'08" O

1.2 IDENTIFICACIÓN

A. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A.1 ZONA Y POBLACIÓN AFECTADA

CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA AFECTADA Y LA ESTIMACIÓN DE SU POBLACIÓN

La zona del proyecto en estudio presenta las siguientes características:

➤ Límites

Los límites de la zona de proyecto son:

Norte : Calle A

Sur : Calle Confraternidad

Este : A.H. Buenos Aires de Villa.

Oeste : Asociación Propietarios Navidad de Villa

➤ Clima, Topografía y Suelos

La zona presenta un clima templado, cuya temperatura máxima en verano alcanza los 32°C. y la temperatura mínima en invierno es de 11°C. De otro lado, la precipitación pluvial es casi nula, no sobrepasa los 30mm en promedio anual, la cual está relacionada con la formación de alta nubosidad que existe en el invierno, precipitando finas garúas debido a la conocida influencia de las aguas frías marinas que bordean la costa peruana.

Durante los meses de verano existen vientos fuertes del mar que soplan en horas de la tarde, los cuales en combinación con el sol intenso, el aire seco en los meses de Febrero y la presencia de capas de arena origina el aumento de la evapotranspiración. La mayor parte del terreno tiene una topografía con pendientes entre 0.00% a 2.00%, no presenta vegetación. Los vientos son la única fuerza de erosión. La zona presenta un suelo compuesto de arena limosa, arena arcillosa no plástica (GM, SM del SUCS) hasta una profundidad promedio de 0.00m a 1.00m; y de arena arcilla limosa de media a baja elasticidad y arena arcillosa (ML, SC, CL del SUCS) encontrándose a una profundidad promedio entre 1.00m a 1.80m. La zona presenta una Litología Vulcanizada Sedimentaria, Roca compuesta por Limo y Arcillas. La zona de proyecto comprende la vía

vehicular auxiliar de la Av. Defensores del Morro entre las Calles A y Confraternidad, el cual tiene un área de 2,492.30 m² que representa el área del Pavimento Proyectado.

➤ Población

La población estimada para el distrito de Chorrillos es de 286,977 habitantes que representa el 3.78% de la población de Lima Metropolitana.

La población beneficiada en la zona en estudio está comprendida por la Asociación Propietarios Navidad de Villa y el Asentamiento Humano Buenos Aires de Villa, los cuales tienen conjuntamente 5100 habitantes beneficiarios directos (corresponde a la demanda efectiva), lo que representa el 1.78% de la población total del distrito de Chorrillos.

El distrito de Chorrillos tiene una densidad de ocupación de 64.24 hab/ha. Según la información señalada por el INEI, la tasa de crecimiento poblacional anual en el distrito de Chorrillos que se encuentra consolidada es de 1.6%.

A.2 INTERESES DE LOS GRUPOS INVOLUCRADOS

Se establecen de acuerdo al cuadro N°1.

Cuadro N°1.- Intereses de los Grupos Involucrados

Grupo de involucrados	Problemas percibidos	Intereses
Pobladores de la Asociación Propietarios Navidad de Villa y el A.H. Buenos Aires de Villa	Inadecuadas condiciones de transitabilidad vehicular de la vía entre las Calles A y Confraternidad	Adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular de la vía entre la Ca. A de la Asociación de Propietarios Navidad de Villa y la Ca. Confraternidad del A.H. Buenos Aires de Villa.
	Baja calidad de vida.	Mejorar la calidad de vida.
	Deterioro del paisaje urbano con poca armonía.	Mejorar el entorno urbano de la zona y el valor de los inmuebles.
Municipalidad Distrital de Chorrillos	Dotar a la población de la Asociación Propietarios Navidad de Villa y el A.H. Buenos Aires de Villa, con adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular.	Consolidar la sección vial vehicular de la Av. Defensores del Morro, entre las Calles A y Confraternidad, que por su clasificación son de uso constante, permitiendo una transitabilidad vehicular de manera fluida.

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

B. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

B.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL

El problema central se define como:

“Inadecuadas condiciones de transitabilidad vehicular en la Av. Defensores del Morro entre las Calles A y Confraternidad del distrito de Chorrillos”

B.2 ANÁLISIS DE LA CAUSA DEL PROBLEMA PRINCIPAL

La identificación y el análisis del problema central nos permiten presentar el número de causas del problema agrupándolas como causas directas.

➤ **Causas Directas**

1. La vía vehicular Av. Defensores del Morro entre las Calles A y Confraternidad cuenta con calzadas inadecuadas para el tránsito de vehículos.

➤ **Causas Indirectas**

1. La vía vehicular Av. Defensores del Morro entre las Calles A y Confraternidad se encuentra sin pavimento.

2. La vía vehicular Av. Defensores del Morro entre las Calles A y Confraternidad se encuentra con inadecuada señalización.

B.3 ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL PROBLEMA PRINCIPAL

Se han agrupado los efectos encontrados de acuerdo con su relación con el problema principal. Se han reconocido los efectos directos, efectos indirectos y el efecto final.

➤ **Efecto Final:** Deterioro de las condiciones de vida de la población adyacente a la Av. Defensores del Morro entre las Calles A y Confraternidad del distrito de Chorrillos.

➤ **Efectos Directos:**

1. Daños al patrimonio público y privado.
2. Daños a la salud de las personas.
3. Frecuentes accidentes de tránsito y obstrucción de vía.

➤ **Efectos Indirectos:**

1. Deficiente desarrollo urbano de la zona adyacente a la Av. Defensores del Morro entre las Calles A y Confraternidad del distrito de Chorrillos.

C. OBJETIVO DEL PROYECTO

C.1 DEFINICIÓN DEL OBJETIVO PRINCIPAL

El Objetivo principal es:

- ✓ Alcanzar con el proyecto en estudio, el Mejoramiento Vial adecuado de la Avenida Defensores del Morro entre las Calles A y Confraternidad del distrito de Chorrillos mediante la Construcción de Pavimento.

Los Objetivos específicos señalados con la finalidad de alcanzar el objetivo principal antes mencionado son:

- ✓ Reducir el deterioro de la infraestructura vial, de los Asentamientos Humanos, Asociaciones de Vivienda y Urbanizaciones.
- ✓ Mantenimiento optimizado de la sección vial.
- ✓ Conservación de la vía mejorada.

D. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Mediante el análisis del Problema y el Objetivo del proyecto, asumiendo consideraciones de orden técnico, económico, ambiental y de uso óptimo, así como costumbres de la población, se plantea las siguientes alternativas:

Alternativa N° 01

Construcción de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente E=2.0" de espesor, colocado sobre una base granular de 0.20m y una conformación de subrasante; ancho de calzada de 5.50m, en un área de 2,492.30 m²; nivelación de 3 tapas, marcos y techos de buzón de desagüe, nivelación de 1 caja de agua y señalización.

Alternativa N° 02

Construcción de pavimento rígido con carpeta de concreto $F_c=210\text{kg/cm}^2$ E=6.0" de espesor, colocado sobre una base granular de 0.15m y una conformación de subrasante; ancho de calzada de 5.50m en un área de 2,492.30 m²; nivelación de 3 tapas, marcos y techos de buzón de desagüe, nivelación de 1 caja de agua y señalización.

El planteamiento de las alternativas a nivel técnico, ha comprendido el análisis de los siguientes aspectos:

- ✓ Mejor calidad de los materiales, Equipo, Herramientas y Mano de Obra calificada
- ✓ Diseño técnico adecuado a las condiciones ambientales específicas como son topografía, suelos, clima (precipitación pluvial, intensidad solar, etc.).
- ✓ Tecnologías más apropiadas, tamaños más económicos y eficientes, etc.

Además del análisis de los aspectos señalados, han existido razones técnicas y económicas por las cuales se han descartado a priori algunas alternativas de solución, citándose entre ellas, el adoquinado, bicapa, empedrado, etc.

La concepción de dichas alternativas está sujeta a los estándares generales establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, para las características y categoría de la vía vehicular intervenida.

1.3 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

A. CICLO DEL PROYECTO Y SU HORIZONTE DE EVALUACIÓN

El ciclo de proyecto de inversión pública incluye básicamente tres fases: La Pre Inversión, la Inversión y la Post Inversión, que a continuación se detallan:

- **La Fase de Pre Inversión:** Considera la elaboración del Perfil del proyecto, el cual tiene una duración de 1 mes.
- **La Fase de Inversión:** Considera el desarrollo del Estudio Definitivo o Expediente Técnico y ejecución del proyecto, tienen una duración de 2 meses.
- **La Fase de Post Inversión:** Considera las actividades relacionadas con la operación y mantenimiento del proyecto y se inicia con la entrega de los servicios del proyecto, el cual tiene una vida útil de 10 años.

El horizonte de evaluación del proyecto se considera de 10 años, el mismo que es compatible con la vida útil de los principales componentes, considerando la recuperación de la Inversión con la generación de los beneficios esperados.

B. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

La demanda se estima en función a la necesidad de la población beneficiaria de disponer de áreas de vías adecuadas para el tránsito vehicular, para lo cual se asumen como variables de análisis, la población del área de influencia directa del proyecto, que se estima en 5100 habitantes y el índice medio diario vehicular de 45 veh/día. (Ver Anexo N° 1 donde se detalla el cálculo del índice medio diario IMD).

La población considerada para el área de influencia del proyecto ha sido calculada en base al número de contribuyentes que se encuentran registrados en las Oficinas de la Sub Gerencia de Informática y la Sub Gerencia de Catastro y Habilitaciones Urbanas, así mismo estos datos fueron complementados con los datos obtenidos de los trabajos de campo realizados según la metodología de estudio indicado en el cuadro N°2, resultando la población en estudio del proyecto según como indica el cuadro N°3.

Cuadro N°2.- Metodología del estudio

Etapas	Características
1.- Planificación	- Obtención y revisión de la información de fuente secundaria - Reconocimiento de la zona de proyecto
2.- Organización	- Programa de actividades - Adquisición de materiales - Adiestramiento de personal
3.- Ejecución	- Encuestas - Movilización y desmovilización de personal
4.- Proceso	- Revisión y consistencia de trabajo de campo
5.- Automatizado	- Digitación, verificación, identificación e IMD

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

Cuadro N°3.- Población en Estudio del Proyecto

Navidad de villa		Buenos aires de villa	
MZ.	LOTES	MANZANAS	LOTES
Mz. A	54	Mz. 24	22
Mz. B	61	Mz. 25	21
Mz. C	48	Mz. 26	19
Mz. D	47	Mz. 27	20
Mz. E	27	Mz. 44	34
Mz. F	23	Mz. 45	15
Mz. G	33	Mz. 45A	2
Mz. H	33	Mz. 46	6
Mz. I	33	Mz. 47	5
Mz. J	33	Mz. 48	12
Mz. K	35	Mz. 49	7
Mz. L	34	Mz. 50	2
Mz. M	25	Mz. 71	9
TOTAL	486	Mz. 71A	23
		Mz. 73	10
		Mz. 74	4
		Mz. 75	5
		Mz. 76	7
		Mz. 78	20
		Mz. 78A	20
		Mz. 78B	7
		Mz. 72	24
		Mz. 77	70
		TOTAL DE LOTES	364

Fuente: Elaboración propia

Según datos recopilados la población beneficiada en la zona en estudio está comprendida por la Asociación Propietarios Navidad de Villa, quien tiene 486 lotes y el Asentamiento Humano Buenos Aires de Villa con 364 lotes y teniendo en cuenta que el distrito de Chorrillos, de acuerdo a datos de la Municipalidad Distrital tienen una densidad poblacional de 6.00 hab/lote, se determinan 5100 habitantes y beneficiarios directos.

Tomando como tasa de crecimiento poblacional anual para el distrito de Chorrillos el 1,6% proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI.

La proyección de la demanda se ha estimado considerando la fórmula y variables siguientes:

$$P_t = P_o \cdot (1+r)^n$$

Donde:

- P_t = Población en el año "t", que vamos a estimar.
- P_o = Población en el "año base" (conocida)
- r = Tasa de crecimiento anual
- n = Número de años entre el "año base" (año cero) y el año "n"

Para proyectar el IMD se realiza el mismo procedimiento, tomando como tasa de crecimiento a la tasa de crecimiento poblacional anual para el distrito de Chorrillos de 1,6%. A continuación se indica la proyección de demanda según indica el cuadro N°4.

Cuadro N°4.- Proyección de la Demanda

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Población	5100	5182	5265	5349	5434	5521	5610	5699	5791	5883	5977

(Siendo el año 0 el año 2013 y así hasta el año 2023.)

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

C. ANÁLISIS DE OFERTA

La oferta actual es estimada tomando como tasa de crecimiento poblacional anual para el distrito de Chorrillos el 1% y se obtuvo en base a la cantidad de habitantes que usan la vía en estudio, según se muestra en el cuadro N°5.

Cuadro N°5.- Proyección de la Oferta

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Población	5100	5151	5203	5255	5307	5360	5414	5468	5523	5578	5634

(Siendo el año 0 el año 2013 y así hasta el año 2023.)

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

D. BALANCE OFERTA-DEMANDA

La comparación de la oferta actual y la demanda proyectada según el cuadro N°6, muestra que en la zona en estudio comprendida por la Asociación Propietarios Navidad de Villa y el Asentamiento Humano Buenos Aires de Villa, existe un déficit de uso de la vía en estudio, así como el incremento poblacional, por lo que con el proyecto dicho déficit se reducirá a un 100.00%.

Cuadro N°6.- Balance Oferta – Demanda

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Población	0	-31	-62	-94	-127	-161	-196	-231	-268	-305	-343

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

E. EVALUACIÓN SOCIAL

Para la evaluación del proyecto y sus componentes se utiliza la metodología Costo-Efectividad, debido a que los flujos vehiculares son poco significativos (IMD = 45 vehículos/día), y por lo tanto no es relevante la cuantificación y valoración de los costos operativos de los vehículos y costos por el valor del tiempo.

Dicho criterio se asume en virtud de que no es posible expresar los beneficios del proyecto en términos monetarios, ya que su medición implica cierto grado de dificultad y costos, que no ameritan realizar para el tamaño y características del proyecto que se plantea.

Sin embargo, el proyecto genera beneficios que pueden describirse cualitativamente y con seguridad contribuyen significativamente al desarrollo y crecimiento de la población beneficiaria. Por lo tanto estos beneficios detectados nos otorgan elementos de juicio para determinar la importancia y alcance del proyecto de Mejoramiento vial.

E.1 METODOLOGÍA COSTO - EFECTIVIDAD

Se ha utilizado la metodología "Costo Efectividad", para comparar las alternativas y tomar decisiones de conveniencia en relación con el objetivo planteado, procurando la mejor eficiencia económica posible en la asignación de los recursos, puesto que si el nivel de satisfacción de dichas alternativas es similar (en naturaleza, intensidad y calidad), se espera que la más conveniente económica y socialmente sea la que represente el menor costo por unidad de

beneficio cubierta. Los resultados se muestran en los Cuadros N°7 y N°8 siguientes:

Cuadro N°7.- Evaluación Costo - Efectividad
Precios Sociales
Alternativa N° 01
(Nuevos Soles)

Años	Sin Proyecto	Con Proyecto		Costo Incremental	Población Beneficiada
	Costo Manten.	Costo Manten.	Inversiones		
0			219,862.91	219,862.91	
1	466.70	671.99		205.29	5,182
2	466.70	671.99		205.29	5,265
3	466.70	671.99		205.29	5,349
4	466.70	671.99		205.29	5,434
5	466.70	5,456.06		4,989.36	5,521
6	466.70	671.99		205.29	5,610
7	466.70	671.99		205.29	5,699
8	466.70	671.99		205.29	5,791
9	466.70	671.99		205.29	5,883
10	466.70	5,456.06		4,989.36	5,977
VAC	S/. 2,995.12	S/. 9,442.76		S/. 226,310.55	
CAE				S/. 35,263.73	
Promedio Población Beneficiada				5,571.05	
ICE (S/. X población beneficiada)				S/. 40.62	
M2 PAVIMENTO				2,492.30	
ICE (S/. X M2)				90.80	

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

Cuadro N°8.- Evaluación Costo Efectividad

Precios Sociales
Alternativa N° 02
(Nuevos Soles)

Años	Sin Proyecto	Con Proyecto		Costo Incremental	Población Beneficiada
	Costo Manten.	Costo Manten.	Inversiones		
0			398,439.27	398,439.27	
1	466.70	1,129.61		662.91	5,182
2	466.70	1,129.61		662.91	5,265
3	466.70	1,129.61		662.91	5,349
4	466.70	1,129.61		662.91	5,434
5	466.70	1,129.61		662.91	5,521
6	466.70	1,129.61		662.91	5,610
7	466.70	1,129.61		662.91	5,699
8	466.70	1,129.61		662.91	5,791
9	466.70	1,129.61		662.91	5,883
10	466.70	10,390.36		9,923.66	5,977
VAC	S/. 2,995.12	S/. 11,161.29		S/. 406,805.44	
CAE				S/. 63,357.30	
Promedio Población Beneficiada				5,571.05	
ICE (S/. X población beneficiada)				S/. 72.99	
M2 PAVIMENTO				2,492.30	
ICE (S/. X M2)				163.14	

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

Los resultados del ICE se resumen en lo siguiente:

- El ICE de la alternativa 1 es menor al ICE de la alternativa 2, lo que significa que la primera alternativa es más rentable.

E.2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

A través de este análisis se intenta medir el nivel de sensibilidad en la estimación de los indicadores de costos con relación a la variación del monto de inversión, por ser esta la variable más importante del proyecto. Además, nos permite calcular el valor máximo de variación que puede ocurrir en los costos de inversión sin que el ICE sobre pase el valor referencial en el caso de pistas.

Se ha establecido un rango probable de variación con relación al valor medio estimado, de acuerdo al detalle siguiente: -10%,-5%,+10%,+20%,+40,+43.17.

Los resultados obtenidos de la sensibilización para los escenarios antes señalados, se muestran en los cuadros N°9 y N°10 siguientes:

**Cuadro N°9.- Resultado del análisis de sensibilidad – pistas
(Nuevos Soles)
Alternativa N° 01**

Factor de Variación	VAC	S/. M2	Linea Referencial MDCH (S/. M2)
1.4317	324,008.81	130.00	130
1.4000	316,834.77	127.13	
1.2000	271,572.66	108.96	
1.1000	248,941.61	99.88	
0.0000	226,310.55	90.80	
0.9500	214,995.02	86.26	
0.9000	203,679.50	81.72	

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

**Cuadro N°10.- Resultado del análisis de sensibilidad – pistas
(Nuevos Soles)
Alternativa N° 02**

Factor de Variación	VAC	S/. M2	Linea Referencial MDCH (S/. M2)
1.2000	487,926.53	195.77	130
1.1500	467,596.26	187.62	
1.1000	447,265.98	179.46	
1.0500	426,935.71	171.30	
0.0000	406,605.44	163.14	
0.9500	386,275.17	154.99	
0.9000	365,944.90	146.83	

Fuente: Elaboración Propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

Los resultados del análisis de sensibilidad del Cuadro N°9, nos indican que ante un incremento mayor de 43.17% en los costos de inversión, la alternativa 1 deja de ser recomendable, debido a que la inversión per cápita (S/. m2) es mayor a la línea de corte establecida por el MDCH. No se realiza el mismo análisis con la alternativa 2 debido a que su valor está por encima del referencial.

E.3 SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DEL PROYECTO

Para seleccionar la mejor alternativa se evalúan los resultados costo efectividad, la sensibilidad y sostenibilidad. Para ello se observa el siguiente cuadro N°11 comparativo.

Cuadro N°11.- Selección de Alternativas

	Alternativa 1	Alternativa 2
Monto total de Inversión	S/. 278,307.48	S/. 504,353.50
VAC social	S/. 226,310.55	S/. 406,605.44
ICE (S/. X población beneficiada)	S/. 40.62	S/. 72.99
ICE (S/. X m2)	S/. 90.80	S/. 163.14
Sensibilidad de ICE pistas	Hasta 43.17%	No se puede evaluar
Sostenible	Si	-

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

Como se aprecia en el cuadro, la alternativa 1 es la más recomendable por tener un menor costo efectividad y encontrarse por debajo del valor referencial.

E.4 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PIP

El planteamiento técnico de la alternativa seleccionada, para lograr el objetivo del proyecto presentan las siguientes características:

➤ **Alternativa seleccionada**

Construcción de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente E=2.0" de espesor, colocado sobre una base granular de 0.20m y una conformación de subrasante; ancho de calzada de 5.50m, en un área de 2,492.30 m²; nivelación de 3 tapas, marcos y techos de buzón de desagüe, nivelación de 1 caja de agua y señalización.

La alternativa seleccionada incluye acciones que reducirán los daños y/o pérdidas que se podrían generar por la probable ocurrencia de desastres durante la vida útil de proyecto.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y GEOMÉTRICAS DE LA VÍA A PAVIMENTAR

Las características se presentan según los cuadros N°12 y N°13.

Cuadro N°12.- Características de la Av. Defensores del Morro "Vía auxiliar"

Vías	Longitud (m)	Ancho de Vía (m)	Características
Vía entre las calles A y Confraternidad	426.71	5.50	Inadecuadas condiciones de transitabilidad vehicular de la vía entre la Ca. A de la Asoc. de Propietarios Navidad de Villa y la Ca. Confraternidad del A.H. Buenos Aires de Villa, superficie de rodadura de tierra, difícil accesos a las viviendas y a las instituciones existentes. Secciones transversales consolidadas según Ordenanza N° 341-MML. La clasificación de estas avenidas, jirones y calles según su función es de vías locales.
TOTAL	426.71		

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

**Cuadro N°13.- Características Técnicas y Geométricas
(La Av. Defensores del Morro "Vía auxiliar")**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
Vía		
IMD (Veh/día)	< 45	> 45
Longitud total de vía (m)	426.71	426.71
Área de pavimento (m ²)	2,492.30	2,492.30
Superficie de rodadura	Tierra	Asfalto en caliente
Ancho de Superficie de rodadura (*)	Variable	5.50m.
Ancho de Veredas	2.50m, 2.60m.	2.50m, 2.60m.
Velocidad directriz (km/hora)	No definida	30.00
Estado de la vía	Malo	Bueno
Pendiente máxima (%)	0.00% a 2.0%	0.00% a 2.00%
Espesor de Carpeta Asfáltica	0.00	0.05m.

(*) Según Ord. 341-MML

Fuente: Elaboración propia en base al Formato SNIP 4 Perfil Simplificado del PIP menor

E.8 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

El análisis de impacto a los medios físicos, biológicos y socioeconómicos como resultado de la ejecución y puesta en servicio del proyecto, por las características particulares de la obra y la pequeña envergadura física de la infraestructura, no generará efectos negativos relevantes. Sin embargo, se han identificado los impactos que podrían presentarse en la etapa de construcción principalmente, así como, se ha planteado las medidas de mitigación de dichos impactos, los que se detallan a continuación:

➤ Impactos Negativos

- Incremento de emisión de partículas de polvo, por acciones como movimiento de tierras, transporte de materiales, maniobras de vehículos y equipos, entre otros.
- Inhabilitación del tránsito en la zona donde se ejecutará el proyecto.
- Perturbación de los habitantes de la zona, por ruidos, maniobra de vehículos y trabajos.

➤ Plan de Mitigación de los Impactos Adversos.

- Realizar un adecuado mantenimiento de los caminos de acceso a la obra, con el fin de evitar la emisión de partículas de polvo.
- Los materiales excedentes serán evacuados a botaderos disponibles por la Municipalidad Distrital de Chorrillos.
- Toda la maquinaria, vehículos motorizados, funcionarán con los silenciadores en buen estado.
- La superficie de tierra suelta que genera polvo, se mantendrá húmeda con agua.
- Se realizará adecuada señalización de la zona de trabajos, controlando el tránsito vehicular mediante vigías de seguridad vial en todo momento.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN

2.1 GENERALIDADES

A. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El estudio de suelos realizado con fines de pavimentación para el proyecto en estudio, tiene por objeto dar a conocer el Estudio Geotécnico por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio necesarios para definir el perfil estratigráfico a lo largo del eje del trazo de la vía, definir sus propiedades físicas mecánicas y proponer soluciones para la pavimentación, en base a las condiciones propias de la zona, diseñar un pavimento con capacidad estructural suficiente y adecuada para soportar las cargas actuales y futuras proyectadas, es decir debe ser capaz de soportar la fluencia del tráfico para la vida útil estimada con una serviciabilidad que brinde seguridad y confort a los usuarios.

B. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El terreno en estudio, presenta una topografía relativamente plana, en los cuales actualmente no existe estructura de pavimento alguno, en los cuales se proyectará un pavimento de un ancho promedio de 5.50m, sobre una longitud aproximada de 0.5 km.

2.2 INVESTIGACIONES EFECTUADAS

A. TRABAJOS DE CAMPO

CALICATAS

Con la finalidad de definir las características del subsuelo, se realizaron 4 exploraciones según cuadro N°14, distribuidos convenientemente en el área en estudio, con las siguientes profundidades.

Cuadro N°14 - Calicatas

Calicata N°	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)
C-1	1.50	N.E
C-2	1.50	N.E
C-3	1.50	N.E
C-4	1.50	N.E

Fuente: Elaboración propia

Ver Anexo 3 – Plano de Ubicación de Calicatas, N.E.: No se encontró

➤ **Muestreo Disturbado**

Se tomaron muestras distribuidas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos. Así mismo se extrajeron muestras de la capa subrasante a fin de determinar sus propiedades de esfuerzo y deformación mediante el ensayo de Proctor Modificado y C.B.R. (California Bearing Ratio).

Además se extrajeron muestras del subsuelo de la calicata C-3 de 0.00-1.50 de profundidad para determinar el C.B.R. de la subrasante.

➤ **Registro de Excavaciones**

Paralelamente al muestreo, se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: espesor, humedad, plasticidad, etc.

B. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Mecánica de Suelos de C.A.A. Ingenieros Consultores y de acuerdo a la siguiente relación.

Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422

Límite Líquido ASTM D-423

Límite Plástico ASTM D-424

Proctor Modificado ASTM D-1557

California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883

C. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Los suelos han sido clasificados de acuerdo a los Sistemas SUCS y AASHTO, según se muestra en el cuadro N°15 siguiente:

Cuadro N°15.- Clasificación de suelos

CALICATA N°	C-1	C-2	C-3	C-4
Prof. (m)	0.00 – 1.50	1.10-1.50	0.00-1.50	0.40-1.50
Ret. N° 4	56.70	12.02	60.51	54.57
Pasa N°200	4.90	7.20	9.12	10.35
L.L.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
I.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
SUCS	GP	SP-SM	GP-GM	GP-GM
AASHTO	A-1-a(0)	A-3(0)	A-1-a(0)	A-1-a(0)

Fuente: Elaboración propia

2.3 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se presenta la siguiente conformación.

En el Sector de la calicata C-1 se presenta un material de préstamo conformado por gravas mal gradadas arenosas, no plástico de baja a nula plasticidad, color gris, con gravas redondeadas de tamaño variado > 3" redondeadas en 20%, hasta la profundidad explorada de 1.50m, se observa que hasta la profundidad de 0.60m presenta bolsas plásticas y cascotes de ladrillo.

En el sector de la calicata C-2 se presenta un material de préstamo conformado por gravas mal gradadas arenosas, medianamente denso, no plásticos, de baja a nula humedad, color gris, con gravas redondeadas de tamaño variado > 3" redondeadas en 20%, hasta la profundidad explorada de 1.10m, hasta los 0.50m se presenta bolsas plásticas y cascotes de ladrillo en forma aislada, continuando hasta la profundidad explorada de 1.50m con una arena mal gradada limosa, en estado semisuelto, no plástico, de baja a nula humedad, color gris con gravas redondeadas en 12%.

En el sector de la calicata C-3 presenta un material de préstamo conformado por grava mal gradada limosa, medianamente denso, no plástico, de baja a nula humedad, color gris, con gravas redondeadas de tamaño variado > 3"

redondeadas en 30%, se observa bolsas plásticas y cascotes de ladrillo en forma aislada. Hasta la profundidad explorada de 1.50m.

En el sector de la Calicata C-4 se presenta material de préstamo conformado por grava mal gradada limosa, medianamente denso, no plásticos, baja humedad, color gris, con gravas redondeadas de tamaño variado, se observa bolsas plásticas en forma aislada hasta la profundidad de 0.30m, continuando con material de préstamo conformado por grava limosa, en estado denso, no plásticos, baja humedad, color marrón, con gravas sub angulosas de tamaño variado hasta la profundidad de 0.40m, continuando con material de préstamo conformado por grava mal gradada limosa, medianamente denso, no plástico, de baja humedad, color gris, con gravas redondeadas de tamaño variado.

2.4 DISEÑO DE PAVIMENTO

➤ Diseño Estructural de Pavimento

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se procede a determinar el requerimiento estructural para el periodo de servicio de 10 años mediante el método AASHTO-93 para carreteras.

Para ello se han tomado en consideración los siguientes criterios:

- ✓ Que el Estudio de Suelos realizado resulta representativo para el sector en análisis.
- ✓ Que se adoptarán módulos elásticos para los materiales de Subrasante y Afirmado Granular según los criterios metodológicos del AASHTO-93.

➤ Ejes Equivalentes para el Diseño

El tipo y volumen de tránsito fijan el ancho del pavimento, mientras que el peso y la frecuencia de las cargas de los ejes o de las ruedas de los vehículos determinan el espesor y otras características del diseño estructural.

Para nuestro caso el tráfico es de vías auxiliares, el cual se estima de 150,000 ejes equivalentes para el periodo de diseño.

Sector	Periodo 10 años
Vía Auxiliar de la Prolongación Av. Morro Solar.	150,000 EE

➤ Diseño de Pavimento – Método AASHTO 1993

En lo que respecta al método de diseño propuesto por la AASHTO, se ha tomado la información proveniente de la Guide for Paviment Structures, edición 1993, que se basa en el valor de CBR (California Bearing Ratio) de la capa subrasante, número de ejes estándar anticipado, para determinar el número estructural de diseño. Este método proporciona una expresión analítica que para efectos de cálculos computarizados la solución matemática es sumamente útil. La evolución del método, establece las complementaciones siguientes:

- ✓ Se introduce el coeficiente de drenaje como parámetro de caracterización de la base granular para fines del Número Estructural. Indirectamente se mide la influencia del agua en la capacidad estructural del pavimento.
- ✓ Se deja sin efecto el parámetro factor regional.
- ✓ Se introduce el concepto de “perdida de servicio”.
- ✓ El valor soporte de la subrasante “S”, se reemplaza por el módulo resiliente MR
- ✓ Se introduce el parámetro de confiabilidad partiendo de la consideración que el comportamiento vs tránsito sigue la distribución normal de Gauss.

A pesar de las bondades mencionadas, la aplicación de la Metodología AASHTO versión 86, al igual que la versión AASHTO 72, encuentran un vacío en nuestro medio cuanto a la ejecución directa al Ensayo que mide el MR en suelos, sin embargo para el diseño se ha establecido la correspondencia con los valores de C.B.R., siguiendo las recomendaciones de la experiencia Brasileira.

La fórmula general que gobierna el número estructural de diseño, presenta la expresión siguiente:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}(MR) - 8.07$$

Donde:

W_{18} : Numero proyectado de cargo equivalente de 18 Kip (18000 lb) de aplicación de carga axial simple.

Z_r : Desviación estándar normal.

S_o : Error estándar combinado del tráfico proyectado y del comportamiento proyectado.

Δ PSI: Diferencia entre índice de Serviciabilidad inicial (p_o), y el índice de Serviciabilidad terminal (p_t)

MR: Modulo Resiliente (psi)

S_n : Número estructural indicativo del espesor total del pavimento requerido.

Pasamos a detallar algunos parámetros de diseño.

➤ **Módulo de Resiliencia efectivo del suelo de fundación (MR)**

Es un parámetro que a diferencia del CBR, referido a un ensayo de punzonamiento, trata de simular el efecto dinámico de las cargas vehiculares. La equivalencia entre ambos esta definida en la Guía AASHTO para valores de C.B.R. menores de 10 por medio de la fórmula de Heukelom y Klomp: MR (psi)= $1500 \times CBR$. Para valores a 7.20 hay diferentes relaciones. Una de las mas usadas es la llamada fórmula sudafricana: MR (psi)= $3000 \times CBR^{0.65}$.

➤ **Nivel de Confiabilidad**

Básicamente, es una forma de incorporar cierto grado de certeza en el proceso de diseño, para garantizar que el Pavimento proyectado permanecerá el periodo para el que fue diseñado. La Guía AASHTO recomienda para Vías Urbanas Arteriales Principales un valor comprendido entre 80 y 99, adoptándose para el presente proyecto una Confiabilidad (R) de 95%, a la que le corresponde una Desviación Estándar Normal (ZR) de -1.645 Desviación Estándar Total, para Pavimentos flexibles.

(S_o) se toma de 0.35 a 0.45 según recomendación de la AASHTO.

➤ **Variación total del Índice de Serviciabilidad ($\Delta PSI = p_t - p_o$)**

El índice de Serviciabilidad inicial se ha tomado como igual a 4.2, según recomendación de la AASHTO para pavimentos flexibles. El Índice de Serviciabilidad terminal se considera igual a 2.0, valor que indica la necesidad de Rehabilitar el Pavimento, para lo cual será necesario efectuar evaluaciones periódicas, tanto Funcional como Estructural, a fin de obtener la base de datos con los cuales se establecerán las medidas correctivas y con ellas asegurar la durabilidad de la misma.

➤ **Coefficiente de Drenaje (mi)**

Representa el porcentaje del tiempo durante el Periodo de Diseño, que las capas del Pavimento (Base y Sub base) estarán expuestas a niveles de humedad cercanos a la saturación, el cual depende de la pluviosidad del sitio, de la topografía del terreno, de la composición granulométrica del terreno natural y del riesgo que ofrezcan los servicios de agua y desagüe. En este caso se adopta un valor de 1.00, correspondiente a una calidad de drenaje aceptable en un tiempo de riesgo estimado entre 5 y 25%.

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

a_i : Coeficiente de capa "i"

D_i : Espesor de la Capa (pulgadas) "i"

m_i : Coeficiente de Drenaje de la capa "i"

Con la finalidad de procesar la fórmula indicada, se dividió el análisis por componentes. Estas componentes son de fácil proceso y permitieron establecer los valores en una hoja de cálculo y cuyas partes tienen la forma siguiente:

$$K_1 = \text{Log}(W_{18}) - Z_r * S_o + 0.20 + 8.07$$

$$K_2 = \text{Log} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]$$

$$K_3 = 2.32 * \text{Log}(MR)$$

Donde:

MR (psi) = 1500*(CBR) (AASHTO)

Para CBR < 10%

Instituto de Aeronáutica de Brasil

$$CBR_{SR} = 0.0624 * (MR_{SR})^{1.176} (Mpa)$$

Para CBR de 4% a 48%

Sabiendo que:

$$1\text{psi} = 0.07\text{kgf/cm}^2 = 0.007 \text{ Mpa}$$

$$1\text{Kgf/cm}^2 = 0.1 \text{ Mpa} = 14.22 \text{ psi}$$

Finalmente se empleó la fórmula siguiente:

$$\text{MR (psi)} = 4326 * \text{LN (CBR)} + 241$$

Para $\text{CBR} > 20\%$

Luego de reemplazar y despejar, la ecuación general de AASHTO, quedo de la manera siguiente:

$$K_1 - K_3 = 9.36 * \text{Log}(SN + 1) + \frac{K_2}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}}$$

Sí, se hace:

$$J_1 = 9.36 * \text{Log}(SN + 1)$$

Y además:

$$J_2 = \frac{K_2}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}}$$

Por igualdad se debe cumplir que:

$$K_1 - K_3 = J_1 + J_2 \text{ ó también } (K_1 - K_3) - (J_1 + J_2) = 0$$

Esta última expresión, permitió efectuar las iteraciones hasta cumplir la igualdad y por lo tanto encontrar el SN de diseño. El cuadro adjunto "Diseño de Pavimentos Flexibles – AASHTO 93", presentan los insumos para la evaluación de las fórmulas antes descritas, como valores de CBR y concluye en los espesores de refuerzo o alternativas de solución a interpretar por el ingeniero especialista.

Los Parámetros para el cálculo de espesores de las capas del Pavimento Asfáltico en la vía auxiliar derecha Av. Defensores del Morro entre las calles A y Confraternidad del distrito de Chorrillos están dados por los siguientes Datos:

$$W_{18} : 150,000 \text{ Valor EAL}$$

Z_R : 0.95 Factor de Confiabilidad

S_0 : 0.45 Desviación Estándar

P_0 : 4.2 Serviciabilidad inicial

P_t : 2.25 Serviciabilidad final

C.B.R. de diseño: 39%

El número estructural (SN) requerido es de 1.99

Luego en base a los parámetros anteriores se ha adoptado como diseño la sección del pavimento de vía a construir.

➤ **Sección de la Vía a construir**

- **Subrasante:** Escarificada nivelada y compactada al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado en un espesor de 30cm. Eliminándose los rellenos consistentes en cascotes de ladrillos y plásticos, debidamente compactado por 2 capas de 15cm cada uno al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado hasta el nivel de la subrasante.
- **Base:** Material granular con un espesor de 0.20m, compactado al 100% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado.
- **Superficie de Rodadura:** 0.05m (cinco centímetros), constituido por una mezcla asfáltica en caliente, de granulometría cerrada y colocado de acuerdo a las especificaciones de obra.

CAPÍTULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

A. DISEÑO GEOMÉTRICO.

- **Diseño en planta.-** La geometría de la vía se encuentra definida por las secciones de vías ó transversales y están aprobadas por los planos de lotización.
- **Diseño del perfil de la vía.-** Se ha considerado en las zonas de pendientes menores a 5%, que el perfil de la superficie de rodadura terminada sea aproximadamente similar al que existe en el terreno natural, y en las zonas con pendientes mayores a 5% el perfil de terreno, se ajuste de tal manera que disminuya el porcentaje de estas pendientes, respetando en lo posible los niveles de acceso a las viviendas.
- **Secciones transversales.-** Las dimensiones de las secciones transversales, son concordantes con las que corresponden al diseño indicado en el plano de lotización aprobado. Las secciones transversales han sido tomadas de manera tal que se mantiene en lo posible las mismas cotas actuales del nivel de terreno existente, respetando el acceso a los ingresos de las propiedades particulares.
- **Tipo de pavimento.-** De acuerdo a las características de los pavimentos de las vías vehiculares del entorno urbano adyacente a la zona del proyecto, así mismo considerando que las vías a pavimentar son de mediano tránsito y teniendo en cuenta la economía del diseño para hacer factible su ejecución, se propone en concordancia con los estudios de suelos y diseño, la colocación de una carpeta asfáltica en caliente de 2.0" de espesor, previa ejecución de trabajos de escarificado, nivelado conformación y compactación de la subrasante, conformación y compactación de la base granular de 20 cm é imprimación asfáltica.
- **Señales horizontales.-** También denominadas marcas en el pavimento son utilizadas con el objeto de reglamentar el movimiento de vehículos motorizados e incrementar la seguridad en su operación.

B. DESARROLLO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO POR PARTIDAS.

Los trabajos para el Mejoramiento Vial Avenida Defensores del Morro, entre las Calles A y Confraternidad del Distrito de Chorrillos, consisten en la construcción del Pavimento Asfáltico, con una longitud de 426.71m que hacen un total de 2,492.30 m² de pavimento a proyectar, como se indican en los planos respectivos y se ejecutan de acuerdo a lo indicado a continuación:

a. Obras Provisionales.- Comprende las actividades de Construcciones Provisionales mediante las partidas de Campamento, oficina, vestuarios y guardiana de Obra con un metrado de 28.92 m², Cartel de Identificación de Obra de 3.60x2.40m. con un metrado de 1.00und; Seguridad y salud durante la construcción mediante las partidas de Equipos de seguridad individual con 1.00 glb, Equipos de protección colectivo con 1.00glb, Señalizaciones temporales de seguridad con 1.00glb, Recursos para emergencias durante el trabajo con 1.00glb; Gastos de Operación mediante las partidas de Movilización y desmovilización de equipos con 1.00glb, Mantenimiento de tránsito con 1.00glb; protección del Medio ambiente mediante la partida Riego de la zona de trabajo por contaminación del aire con 1.00glb

b. Obras Preliminares.- Comprende las actividades de Trazo, Niveles y replanteo mediante la partida de Trazo, Niveles y Replanteo con un metrado de 2,492.30 m²; Demoliciones mediante las partidas de Corte diamantino de pavimento flexible E=0.05m. c/equipo con un metrado de 13.96m, Demolición de pavimento flexible c/equipo E=0.05m. con un metrado de 45.25 m².

c. Obras de pavimentación.- Comprende las actividades de Movimiento de tierras mediante los trabajos de remoción y eliminación del terreno existente hasta una profundidad igual al nivel de Subrasante indicada en los planos, mediante las partidas de Excavación hasta Subrasante Material Suelto con un metrado de 755.25 m³ y Eliminación de excedentes C/Volq.10m³ D=10km, con un metrado de 947.46 m³; se desarrolla la partida Pavimentos con los trabajos de conformación de la subrasante mediante el escarificado, batido, nivelado y compactado correspondiente hasta un espesor de 12.0" (30.48cm) en dos capas de 15cm, previamente se deberá evaluar la humedad de tal manera que se encuentre +/- 2% del O.C.H., después se le densificara hasta alcanzar una

compactación de 95% de la M.D.S. del P.M. respectivo, mediante la partida Conformación y compactación subrasante con un metrado de 2,492.30 m².

Sobre la Subrasante conformada y compactada de zona de pavimento proyectado se extenderá, se conformará y compactará una capa de Base granular de 0.20m según lo indicado en el diseño, se procederá a eliminar en forma manual los elementos extraños y mayores a los recomendados, luego se regará con agua a fin de obtener el O.C.H., se realizará la mezcla y batido correspondiente y se les densificará hasta alcanzar una compactación de 100% de la M.D.S. del P.M. correspondiente, mediante la partida Base Granular de 0.20m con un metrado de 2,492.30 m².

Concluido los trabajos de conformación y compactación de la Base Granular se realizarán los trabajos de Nivelación de tapa y marco de buzones hasta alcanzar el nivel de rasante empleando concreto $F'c = 140\text{kg/cm}^2$, mediante la partida Nivelación de tapa y marco de buzón, hasta $H=0.10\text{m}$ con un metrado de 3und; se realizarán los trabajos de Nivelación de caja de agua hasta alcanzar el nivel de rasante empleando concreto $F'c = 140\text{kg/cm}^2$, mediante la partida de Nivelación de caja de llave de agua, hasta $H=0.10\text{m}$ con un metrado de 1und.

Terminado los trabajos de nivelación de tapas, marcos, techo de buzones de desagüe y cajas de llave de agua; Conformación y compactación de la base granular de 0.20m, se colocará la capa de imprimación asfáltica, mediante la partida Imprimación Asfáltica con un metrado de 2,492.30 m²; Sobre la superficie imprimada se colocará una capa de rodadura a base de mezcla asfáltica en caliente, mediante la partida Carpeta Asfáltica en Caliente $E=2''$ c/equipo mezcla adq. con un metrado de 2,492.30 m²; sobre la carpeta asfáltica en caliente colocada se proyectará gibas de asfalto mediante la partida de Giba de asfalto en caliente con un metrado de 0.74 m³.

Sobre la superficie asfaltada se hará los trabajos de Señalización según lo indicado en los Planos, mediante las partidas de Pintura lineal continua con un metrado de 404.13m, Pintura de símbolos y letras con un metrado de 26.99 m² y Pintura de sardinel con un metrado de 448.26m.

C. PLAZO DEL PROYECTO.

El plazo de ejecución del proyecto es de 30 días calendarios.

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

“MEJORAMIENTO VIAL AVENIDA DEFENSORES DEL MORRO, ENTRE LAS CALLES A Y CONFRATERNIDAD DEL DISTRITO DE CHORRILLOS, CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO”

A. GENERALIDADES

A.1 ALCANCES DE LAS ESPECIFICACIONES

Las presentes Especificaciones Técnicas describen el trabajo que deberá realizar para llegar a alcanzar el objetivo principal del Proyecto y dotar una estructura de Pavimento que satisfaga los estándares de calidad durante cada etapa de su ejecución.

Estas especificaciones se emplean en la Construcción de Pavimento. Todos los trabajos sin excepción se desarrollarán dentro de las mejores prácticas constructivas a fin de asegurar su correcta ejecución.

A.2 NORMAS

La calidad de los materiales su modo de utilización y las condiciones de ejecución de los diversos ensayos a los que se les deberá someter en obra, estarán en conformidad con la última edición de las normas siguientes, (salvo que se estipule lo contrario en los planos del proyecto)

- ITINTEC (NTP) Normas Técnicas Peruanas
- Manual de Suelos (MS-10).
- Manual de ensayos de materiales para carreteras del MT, en el caso del Perú (EM).
- ASTM (Asociación Americana para ensayo de materiales)
- AASHTO (Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte)
- RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones).
- Especificaciones Técnicas de los fabricantes de materiales o autores de tecnología reciente empleada en la obra.

B. CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO A NIVEL DE PARTIDAS

03.02 PAVIMENTOS

03.02.01 CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE, INC. ESCARIFICADO E=12.0" (M2)

Este trabajo se realiza luego de ejecutada la excavación a nivel de subrasante. Consiste en la conformación y compactación de la superficie a nivel de la subrasante del terreno de fundación, con el objeto de obtener una superficie uniforme y estable que sirva de soporte a la estructura del pavimento construido. El proceso constructivo de esta partida, contempla el escarificado y nivelado del material de la subrasante (terreno de fundación) en un espesor máximo de 0.15 m, mediante el empleo de la cuchilla de la motoniveladora, en el caso de que la geometría así lo permita, o mediante equipo menor e inclusive manualmente empleando rastrillos, regándose uniformemente para que luego, con el paso de los rodillos liso vibratorio autopropulsados se compacte hasta alcanzar el 95% de la M.D.S. del proctor modificado. Se logrará con ello una superficie uniforme y resistente, lista para recibir las capas superiores del pavimento.

Asimismo se deberá verificar la uniformidad del contenido de humedad del suelo, a todo lo largo y ancho de la plataforma, efectuándose controles de laboratorio en forma conjunta con los ensayos de compactación. El contenido de humedad verificado en campo deberá estar en el rango de +/- 3% de la Humedad Óptima obtenida en el laboratorio.

03.02.02 BASE GRANULAR E= 0.20 m (M2)

Consistirá de una capa de material granular, compuesta de grava y/o piedra fracturada en forma natural o artificial y materiales finos; construida sobre una superficie debidamente preparada y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales típicas indicadas en los planos. La base es una capa que cumple una función estructural en los siguientes aspectos:

Ser resistente y distribuir adecuadamente las presiones solicitantes.

Servir como dren para eliminar rápidamente el agua proveniente de la carpeta e interrumpir la ascensión capilar del agua que proviene de niveles inferiores.

Absorber las deformaciones de la subrasante debido a cambios volumétricos.

➤ **Materiales**

El material granular para conformar la capa de base consistirá de partículas no friables, fragmentos de piedra y/o grava triturada. La porción de material retenido en el Tamiz N° 4 será denominado agregado grueso y la porción que pasa el Tamiz N° 4 será denominado agregado fino.

El material compuesto para conformar la capa de base, deberá estar libre de materia orgánica y terrones de arcilla. Presentará en lo posible, una granulometría continua y bien graduada.

Los materiales que se usarán como base serán selectos, provisto de suficiente cantidad de vacíos para garantizar sus resistencia, estabilidad y capacidad de drenaje.

Serán suelos granulares del tipo A-1-a ó A-1-b del sistema de clasificación AASTHO, es decir gravas ó gravas arenosas compuestas por partículas duras y durables y de aristas vivas. Podrán provenir de depósitos naturales, del chancado de rocas, ó de una combinación de agregados zarandeado y chancado con un tamaño máximo de 1 1/2". Debe contener una cantidad de finos que garanticen su trabajabilidad y den estabilidad a la superficie antes de colocar el riego de imprimación ó la capa de rodamiento.

➤ **Gradación**

El material cumplirá cualquiera de los requisitos de granulometría dados en la Tabla N°1, N°2 y N° 3. La granulometría definitiva que se adopte dentro de estos límites, tendrá una gradación uniforme de grueso a fino. La fracción del material que pasa la malla No. 200, no deberá exceder de 1/2 y en ningún caso de los 2/3 de la fracción que pasa la malla No. 40. La fracción que pasa la malla No. 40 deberá tener un límite líquido no mayor de 25% y un índice de plasticidad igual o inferior a 6%, determinados según los métodos T-89 y T-90 de la AASHTO.

El agregado grueso consistirá de material duro y resistente. No deberán emplearse materiales que se fragmenten cuando son sometidos a ciclos alternados de hielo y deshielo o de humedad y secado. Deberá tener un valor de desgaste no mayor de 50%, según el ensayo "Los Ángeles", método AASHTO T-96. No deberá contener partículas chatas y alargadas, en porcentaje superior

a 15. En el caso que se mezclen dos o más materiales para lograr la granulometría requerida, los porcentajes serán referidos en volumen.

El C.B.R. (Relación Soporte de California) deberá ser superior a 90%, para muestras ensayadas a la Óptima Humedad y al 100% de Máxima Densidad Seca.

Tabla N°1.- Requisitos Granulométricos

Tamaño de la malla: AASHTO T11 y T27 (abertura cuadrada)	% en peso que pasa			
	Grad. A	Grad. B	Grad. C	Grad. D
2"	100	100	100	100
1"	100	75-85	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-80	60-100
N° 4	25-55	30-60	35-65	50-35
N° 10	15-40	20-45	25-50	40-70
N° 40	8-20	15-30	15-30	25-45
N° 100	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos

Tabla N°2.- Requerimientos Agregado Grueso

ENSAYO	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				Altitud	
				<Menor de 3000 msnm	> ó = 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín	50% mín
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 98	40% max	40% max
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% max	15% max
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0.5% max.	0.5% max.
Pérdida con sulfato de Sodio	MTC E 209	C 88	T 104	-----	12% max
Pérdida con sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	-----	18% max

(1) La relación ha emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

Fuente: Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos

Tabla N°3 – Requerimientos Agregado Fino

ENSAYO	NORMA	Requerimientos	
		< 3000 m.s.n.m.	> 3000 m.s.n.m.
Índice Plástico	MTC E 111	4% max.	2% max.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% min.	45% min.
Sales solubles totales	MTC E 219	0.55% max.	0.5% max.
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% min.	35% min.

Fuente: Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos

➤ Colocación y Extendido

Todo el material de base deberá ser colocado y extendido sobre la superficie preparada en volumen apropiado para que una vez compactado, alcance el espesor indicado en los planos. El material será colocado y extendido en una capa uniforme y sin segregación, suelto, con un espesor tal, que la capa tenga después de ser compactada, el espesor requerido. Se efectuará el extendido con equipo mecánico apropiado (motoniveladora o a mano en lugares de difícil acceso). Al comenzar, el material podrá ser colocado en hileras si el equipo así lo requiere.

➤ Mezcla

Después que el material de capa de base haya sido extendido, y en los casos en los que se presume que se hubiera producido segregación, este será mezclado por medio de una cuchilla u otros medios, en toda la profundidad de la capa alternadamente hacia el centro y a las orillas de la calzada. Cuando la mezcla esté ya uniforme deberá ser otra vez extendida y perfilada hasta obtener la sección transversal que se muestra en los planos.

➤ Compactación

Inmediatamente después del extendido, regado con la óptima humedad y perfilado, todo el material colocado deberá ser compactado a todo lo ancho de la vía, con rodillos estáticos, rodillos vibratorios, rodillos neumáticos o una combinación de éstos.

El material de base deberá ser compactado hasta por lo menos el 95% de la densidad obtenida por el método de prueba Proctor Modificado AASHTO T-180. El contenido de humedad verificado en campo no deberá escapar del rango de +/- 2% de la Óptima Humedad de laboratorio.

Cualquier irregularidad o depresión que se presente después de la compactación deberá ser corregida removiendo el material en esos lugares y añadiendo o retirando material hasta que la superficie sea llana o uniforme.

Después que la compactación descrita haya sido terminada, la superficie será refinada mediante una niveladora de cuchilla u otros medios. La nivelación y la compactación serán efectuadas para mantener una superficie llana igual y uniformemente compactada, necesaria para que el tratamiento o superficie de desgaste sea colocada.

A lo largo de sardineles y en todo lugar que no sea accesible al rodillo, el material de capa de base será apisonado con compactadores mecánicos o manuales. Cada compactador manual deberá pesar por lo menos 23.00 kilogramos y no deberá tener una cara cuya área mida más de 630 centímetros cuadrados.

Se deberá regar el material con agua durante el apisonado y nivelado; durante la operación al término de la compactación y deberá efectuar ensayos de densidad, de acuerdo con el método AASHTO T-191.

➤ **Control de Calidad**

El grado de compactación exigido será de 100% del obtenido por el Método de Proctor Modificado. Será tolerado como mínimo el 98% en puntos aislados, pero siempre que la media aritmética de cada 9 puntos (correspondientes a un tramo compactado en la misma jornada de trabajo), sea igual o superior a 100%.

➤ **Control Geométrico**

El espesor de la base terminada no deberá diferir en ± 0.01 m de lo indicado en los planos. El espesor será medido en uno o más puntos cada 100 metros lineales de pista.

Se permitirá hasta el 20% en exceso de la flecha de bombeo. No debe tolerarse por defecto.

03.02.03 IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA (M2)

Se refiere a la aplicación mediante riego de asfalto líquido del tipo "Cutback" sobre la superficie de una base no asfáltica.

La calidad y cantidad de asfalto será la necesaria para cumplir los siguientes fines:

- a) Impermeabilizar la superficie de la base.
- b) Recubrir y unir partículas sueltas de la superficie.
- c) Mantener la compactación de la base.
- d) Propiciar la adherencia entre la superficie de la base y la nueva capa a construirse.

➤ **Materiales**

El material asfáltico a suministrarse corresponde al asfalto líquido RC-250.

➤ **Equipo**

El equipo para la colocación de la imprimación asfáltica debe incluir una barredora giratoria u otro tipo de barredora mecánica, un ventilador de aire mecánico (aire o presión) una unidad calentadora para el material bituminoso y un distribuidor a presión.

Las escobillas barredoras giratorias, deben ser construidas, de tal manera que permitan que las revoluciones de la escobilla sean reguladas con relación al progreso de la operación, deben permitir el ajuste y mantenimiento de la escobilla con relación al barrido de la superficie y debe tener elementos tales que sean suficientemente rígidos para limpiar la superficie sin cortarla.

El ventilador mecánico debe estar montado en llantas neumáticas, debe ser ajustable de manera que limpie sin llegar a cortar la superficie y debe ser construido de tal manera que sople el polvo del centro de la carretera hacia el lado de afuera.

El equipo calentador del material bituminoso debe ser de capacidad adecuada como para calentar el material en forma apropiada por medio de la circulación de vapor de agua o aceite a través de serpentines en un tanque o haciendo circular este material alrededor de un sistema de serpentines pre-calentador o haciendo circular dicho material bituminoso a través de un sistema de serpentines o cañerías encerradas dentro de un recinto de calefacción. La unidad de calefacción debe ser construida de tal manera que evite el contacto directo entre las llamas del quemador y la superficie de los serpentines, cañerías o del recinto

de calefacción, a través de los cuales el material bituminoso circula y deberá ser operado de tal manera que no dañe dicho material.

Los distribuidores a presión usados para aplicar el material bituminoso, lo mismo que los tanques de almacenamiento, deben estar montados en camiones o tráileres en buen estado, equipados con llantas neumáticas, diseñadas de tal manera que no dejen huellas o dañen de cualquier otra manera la superficie de la vía. Los camiones o tráileres deberán tener suficiente potencia, como para mantener la velocidad deseada durante la operación. El velocímetro, que registra la velocidad del camión debe ser una unidad completamente separada, instalada en el camión con una escala graduada de tamaño grande y con unidades tales que, la velocidad del camión pueda ser determinada dentro de los límites de aproximación de tres metros por minuto. Las escalas deben estar localizadas de tal manera que sean leídas con facilidad por el operador del distribuidor en todo momento.

Se deberá instalar un tacómetro en el eje de la bomba del sistema distribuidor y la escala debe ser calibrada de manera que muestre las revoluciones por minuto y debe ser instalada en forma de que sea fácilmente leída por el operador en todo tiempo.

Los conductos esparcidores deben ser construidos de manera que se pueda variar la longitud de imprimado en incrementos de 30 cm ó menos, y para longitudes hasta de 6 m; deben también permitir el ajuste vertical de las boquillas hasta la altura deseada sobre la superficie del camino y de conformidad con el bombeo de la misma; asimismo, deben permitir movimiento lateral del conjunto del conducto esparcidor durante la operación.

El conducto esparcidor y las boquillas deben ser construidas de tal manera que se evite la obstrucción de las mismas durante operaciones intermitentes y deben estar provistas de un cierre inmediato que corte la distribución del asfalto cuando este cese, evitando así que gotee desde el conducto esparcidor.

El sistema de la bomba de distribución y la unidad matriz deben tener una capacidad no menor de 250 galones por minuto, deberán estar equipadas con un conducto de desvío hacia el tanque de suministro y deben ser capaces de

distribuir un flujo uniforme y constante de material bituminoso a través de las boquillas y con suficiente presión que asegure una aplicación uniforme.

La totalidad del distribuidor deber ser de construcción tal, y operada de tal manera que asegure la distribución del material bituminoso, con una precisión de 0.02 galones por metro cuadrado dentro de un rango de cantidades de distribución entre 0.10 a 0.15 galones por metro cuadrado.

Se deberán proveer medios adecuados para indicar permanentemente la temperatura del material; el termómetro será colocado de tal manera que no entre en contacto con el tubo calentador.

➤ **Método de Construcción**

Requisitos del Clima

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica está por encima de los 15°C, la superficie a aplicar esté razonablemente seca y las condiciones climatológicas sean favorables.

Preparación de la Superficie

La superficie sobre la cual ha de aplicarse la imprimación deberá cumplir todos los requisitos de uniformidad exigidos para que pueda recibir la capa asfáltica. Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño deber ser retirado por medio de una barredora mecánica y/o manualmente.

Aplicación del material asfáltico

El control de la cantidad de material asfáltico aplicado en la imprimación, se debe hacer comprobando la adherencia al tacto de la cubierta recién regada.

La variación permitida de la proporción (gln/m²) seleccionada, no debe exceder en 20% por exceso o defecto a la proporción estimada.

El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificada por el Supervisor. En general, el régimen debe ser entre 0.25 y 0.27 galones por metro cuadrado. La secuencia de los trabajos de pavimentación asfáltica se debe planear de manera que las áreas que sean cubiertas con imprimación se les apliquen el mismo día la capa asfáltica.

Protección de las Estructuras Adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta de tratamiento, deben ser protegidas de tal manera que se eviten salpicaduras o manchas.

03.02.04 CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E=2" C/EQUIPO, MEZCLA ADQ. (M2).

03.02.05 GIBA DE ASFALTO EN CALIENTE (M2).

Esta partida está referida a la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente y construida sobre una base granular de $e = 0.20m$, para tal efecto el espesor del pavimento será de 2".

Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.

➤ **Materiales**

Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

(a) Agregados Minerales Gruesos

La tabla N°4, indica los siguientes requerimientos que deben cumplir:

Tabla N°4 - Requerimientos para los Agregados Gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx.	10% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)		18 máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	Según Tabla N°6	
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	1.00%	Según Diseño
Adherencia	MTC E 519	+95	

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

(b) Agregados minerales finos

Se deberá cumplir con los requerimientos de las tablas N° 5, N° 6, N° 7 y N° 8.

Tabla N°5 - Requerimientos para los Agregados Finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 209	Según Tabla N°7	
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	Según Tabla N°8	
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4% mín.	6% mín.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Max 4	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	0.50%	Según Diseño

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

Tabla N°6 - Requerimientos para Caras Fracturadas

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	65/40	50/30
> 3 – 30	85/50	60/40
> 30	100/80	90/70

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

Nota: La notación "85/50" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 50% tiene dos caras fracturadas.

Tabla N°7 - Requerimientos del Equivalente de Arena

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalente Arena (mínimo)
≤ 3	45
> 3 – 30	50
> 30	55

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

Tabla N°8 - Angularidad del Agregado Fino

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	30 mín.	30mín.
> 3 – 30	40 mín.	40 mín.
> 30	40 mín.	40 mín.

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

(c) Gradación

Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido en el acápite (a) y (b), el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptará como máximo el uno por ciento (1%) de partículas deleznablese según ensayo. MTC E 212. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos.

La gradación de la mezcla asfáltica deberá responder a alguno de los siguientes husos granulométricos indicados en la tabla N°9.

Tabla N°9 – Husos de Mezcla Asfáltica en Caliente

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80 -100	100	-
12,5 mm (1/2")	67- 85	80 - 100	-
9,5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4,75 mm (N° 4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2,00 mm (N° 10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 mm (N° 40)	14 - 25	17- 28	16 - 29
180 mm (N° 80)	8 -17	8 -17	9 -19
75 mm (N° 200)	04 – 8	04 - 8	05 - 10

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

(d) Filler o Polvo Mineral

El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado-asfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada, no plástica que deberá cumplir la norma AASHTO M-303. De no ser cal, será polvo de roca. La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezcla según el Método Marshall.

(e) Cemento Asfáltico

El Cemento Asfáltico 40/50; 60/70; 85/100 o 120/150, según requisitos establecidos se indica en la tabla N°10 siguiente:

Tabla N°10 – Penetración del Cemento Asfáltico

Características	Ensayo	Grado de Penetración							
		40 - 50		60 - 70		85 - 100		120 - 150	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Penetración 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150
Punto de Inflamación COC, °C	MTC E 312	232	-	232	-	232	-	218	-
Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm	MTC E 306	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	MTC E 302	99	-	99	-	99	-	99	-
Susceptibilidad Térmica									
Ensayo de Película Delgada en Horno, 3.2 mm, 163°C, 5 hrs	MTC E 316								
> Pérdida de masa, %		-	0.8	-	0.8	-	1	-	1.5
> Penetración del residuo, % de la penetración original.	MTC E 304	55	-	52	-	47	-	42	-
> Ductilidad del residuo, 25°C, 5cm/min, cm.	MTC E 306	-	-	50	-	75	-	100	-
Índice de Susceptibilidad térmica		-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
Ensayo de la Mancha con solvente Heptano – Xileno 20% (opcional)	MTC E 314	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Penetración

El tipo de material asfáltico deberá satisfacer los requisitos siguientes: El cemento asfáltico a emplear en las mezclas asfálticas elaboradas en caliente será clasificado por viscosidad absoluta y por penetración. Su empleo será según las características climáticas de la región, la correspondiente carta viscosidad del cemento asfáltico y tal como lo indica el cuadro 16 de Mezclas en Caliente, las consideraciones del Proyecto y las indicaciones del Supervisor.

➤ Mezclas en Caliente

Especificaciones del Cemento Asfáltico por Penetración según cuadro N°16.

Cuadro N°16.- Temperatura Media Anual de Mezcla en Caliente

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C – 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40 – 50 ó		85 – 100	Asfalto Modificado
60-70 ó	60-70	120 - 150	
Modificado			

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

Los requisitos de calidad del cemento asfáltico son los que establecen las tablas 10 y 11 de clasificación por Penetración y por Viscosidad.

El cemento asfáltico debe presentar un aspecto homogéneo, libre de agua y no formar espuma cuando es calentado a temperatura de 175°C.

El cemento asfáltico podrá modificarse mediante la adición de activantes, rejuvenecedores, polímeros, asfaltos naturales o cualquier otro producto garantizado por los productos correspondientes. En tales casos, las especificaciones particulares establecerán el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir tanto el ligante modificado como las mezclas asfálticas resultantes. La dosificación y dispersión homogénea del producto de adición deberán tener la aprobación del Supervisor.

Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Viscosidad

De acuerdo con la aplicación y según lo establezca la respectiva especificación, se utilizarán emulsiones catiónicas de rotura rápida, media o lenta, cuyas características básicas se presentan en la tabla de Especificaciones para Emulsiones Catiónicas.

Las emulsiones catiónicas podrán ser modificadas mediante polímeros, en tal caso las Especificaciones de calidad, dosificación y dispersión del producto deberán tener la aprobación del Supervisor.

De acuerdo al tipo de material asfáltico seleccionado, se debe determinar la cantidad de litros de material asfáltico que se debe aplicar por metro cuadrado de base, a menos que esa información estuviese indicada en los planos. El cuadro N°17 siguiente debe servir como guía para hacer dicha determinación:

Cuadro N°17.- Cantidad de Aplicación de Material Asfáltico

Material Asfáltico	Tipo	Cantidad (l/m ²)
Cemento Asfáltico	40/50; 60/70; 80/100 o 120/150	0,1 – 0,4
Emulsión diluida con agua en partes iguales	CRS-1 o CRS-2	0,2 – 0,7

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

Tabla N° 11. – Viscosidad de Material Asfáltico

Características	Ensayo	Grado de Viscosidad			
		AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad Absoluta 60°C, Pa.s (Poises)	MTC E 308	50±5 (500±100)	100±20 (1000±200)	200±40 (2000±400)	400±80 (4000±800)
Viscosidad Cinemática, 135°C mm ² /s, mínimo	MTC E 301	100	150	210	300
Penetración 25°C, 100 gr. 5s mínimo	MTC E 304	120	70	40	20
Punto de Inflamación COC, °C,	MTC E 303	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno % masa, mínimo	MTC E 302	99	99	99	99
Susceptibilidad Términa Ensayo de Película Delgada en Horno	MTC E 316				
➤ Viscosidad Absoluta, 60°C, Pa.s (Poises) máximo	MTC E 304	200 -2000	400 -4000	800 -8000	1600 -16000
➤ Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm. Mínimo	MTC E 306	100	50	20	10
Ensayo de la mancha con solvente Heptano-xileno	MTC E 314	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

➤ Equipo

(a) Equipo para el transporte

Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetes debidamente acondicionadas para tal fin. La forma y altura de la tolva será tal, que durante el vertido en la terminadora, el volquete sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello. Los volquetes deberán estar siempre provistos de dispositivos que mantengan la temperatura, así como para proteger debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir emisiones contaminantes.

(b) Equipo para la extensión de la mezcla

La extensión y terminación de las mezclas densas en caliente se hará con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de precompactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La pavimentadora estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sin fin, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar. La pavimentadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formas. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño. Asimismo,

deberá poseer sensores electrónicos para garantizar la homogeneidad de los espesores.

Si se determina que el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables que no sean fácilmente corregibles durante la construcción, se exigirá su inmediata reparación o cambio. Cuando la mezcla se realice en planta portátil, la misma planta realizará su extensión sobre la superficie.

(c) Equipo de compactación

Se deberán utilizar rodillos autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibratorios, triciclos o tándem y de neumáticos. Para Vías de Primer orden los rodillos lisos se restringen a los denominados tipos tándem, no permitiéndose el uso de los que poseen dos llantas traseras neumáticas. Para otros tipos de vías se aconseja el uso de equipos tándem, mas no restringe exclusivamente a éste.

Los compactadores de rodillos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Además, deberán poseer controladores de vibración y de frecuencia independientes. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones lineales estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la compactación adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado ni arrollamiento de la mezcla a las temperaturas de compactación.

(d) Equipo accesorio

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla.

➤ **Mezcla de Agregados**

Las características de calidad de la mezcla asfáltica, deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican en la Tabla N°12 y N°13, según corresponda al tipo de mezcla que se produzca, de acuerdo al diseño del proyecto y lo indicado por el Supervisor.

Tabla N°12.- Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall (MTC E 504)	8 kN (815Kg)	5,34 kN (544 Kg)	4,45 kN (453 Kg)
1.Estabilidad (mín.)	8 – 14	8 – 16	8 – 2
2.Flujó 0.25 mm	3 – 5	03 - 5	03 – 5
3.Porcentaje de vacíos con aire (1)	Ver Tabla 13		
(MTC E 505)			
4.Vacíos en el agregado mineral (Ver Tabla 13)	75	50	50
5.Compactación, núm. de golpes en cada capa de testigo			
c. Inmersión – Compresión (MTC E 518)	2,1	2,1	1,4
1.Resistencia a la compresión Mpa mín.	70	70	70
2.Resistencia retenida % (mín.)			
d. Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta(mín.) (MTC E 521)	70	70	70
e. Relación Polvo – Asfalto	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3
f. Relación Est./flujo (2)	1700 – 2500		

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2000

El Índice de Compactabilidad mínimo será 5, definido este como:

$$\frac{1}{\text{GEB } 50 \text{ y } \text{GEB } 5}$$

Siendo GEB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

Tabla N°13.- Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA)

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm. (N° 8)	21	-
4,75 mm. (N° 4)	18	-
9,5 mm. (3/8")	16	15
12,5 mm. (1/2")	15	14
19 mm. (3/4")	14	13
25 mm. (1")	13	12
7,5 mm. (1 1/2")	12	11
50 mm. (2")	11.5	10.5

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

Composición de la Mezcla de Agregados

La mezcla se compondrá básicamente de agregados minerales gruesos, finos y relleno mineral (separados por tamaños), en proporciones tales que se produzca una curva continua, aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado y elegido. La fórmula de la mezcla de Obra será determinada para las condiciones de operación regular de la planta asfáltica. Esta a su vez posee tolerancias admisibles, producirá el huso granulométrico de control de obra, debiéndose producir una mezcla de agregados que no escape de dicho huso; cualquier variación deberá ser investigada y corregida.

Las mezclas con valores de estabilidad muy altos y valores de flujos muy bajos, no son adecuadas cuando las temperaturas de servicio son valores bajos.

Tolerancias

Las tolerancias admitidas en las mezclas son absolutamente para la fórmula de trabajo, estarán dentro del huso de especificación y serán según tabla N° 14.

Tabla N°14.- Tolerancias de mezclas

Parámetros de Control	Variación permisible en % en peso total de áridos
N° 4 o mayor	± 5%
N°8	± 4%
N°30	± 3%
N°200	± 2%
Asfalto	± 0.3%

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2013

Limitaciones climáticas

Las mezclas asfálticas calientes se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10°C en ascenso y el tiempo no esté neblinoso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial.

➤ **Método de Control**

El empleo de pavimento asfáltico en la construcción de vías requiere tener un adecuado manejo ambiental, dado que las consecuencias pueden ser grandes. Para lo cual, se requiere realizar una serie de acciones complementarias para que sus efectos negativos se minimicen o eviten y no altere el ecosistema.

Para realizar las actividades de suministrar y aplicar materiales diversos a una base, la cual ha sido preparada con anterioridad, es necesario considerar las implicancias ambientales para ser tratados adecuadamente.

Durante la aplicación del material bituminoso, se deberá contar con extintores, debido a que las temperaturas en las que se trabajan pueden generar incendios.

En estas etapas, se debe contar con un botiquín permanente para cualquier tipo de quemaduras que pudiera sufrir el personal de obra. Además, es conveniente dotar al personal de obra que trabaja directamente en las labores de aplicación del material bituminoso, con equipos idóneos para la protección de los gases que emanen de éstas.

Se debe disponer, si las condiciones así lo requieren, de un personal exclusivo para vigilar y evitar que personas ajenas ingresen a las zonas de obra, para que no retrasen las labores y salvaguardar su integridad física. También se debe disponer de un vehículo para casos en que ocurran eventuales accidentes.

Se debe dar la protección adecuada para evitar que se manche y dañe la infraestructura adyacente a la vía, ya que los costos de rehabilitación de lo dañado pueden ser muy elevados.

En las áreas que han sido tratadas, no se debe permitir el paso de vehículos, para lo cual se instalarán las señalizaciones y desvíos correspondientes, sin que perturbe en gran medida el normal tránsito de los vehículos.

Elaboración de la mezcla

Por tratarse de una obra en la ciudad, y en la que la aplicación de mezcla asfáltica requerida es pequeña, es altamente probable que la misma no sea preparada en obra sino que sea adquirida a proveedores que se dedican a la elaboración de mezcla asfáltica en caliente. No obstante lo anteriormente expuesto, las siguientes consideraciones deben ser tomadas en cuenta para la elaboración de la mezcla por el proveedor.

Los agregados se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los ciento cincuenta milímetros (150 mm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de salida de las tolvas en frío se regularán en forma tal, que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de las tolvas en caliente a la altura de calibración.

Los agregados preferentemente secos se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al filler y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del filler recuperado sean uniformes. La dosificación del filler de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad. Las tolvas en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibración, sin rebosar.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el llenante mineral seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador al mismo tiempo, la cantidad de asfalto requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá

intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla al volquete.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los agregados y el llenante, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada bachada, el cual deberá encontrarse a la temperatura adecuada y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente a una temperatura superior en más de cinco grados Celsius (5°C) a la temperatura del asfalto. El cemento asfáltico será calentado a una temperatura tal, que se obtenga una viscosidad comprendida entre 75 y 155 SSF (según Carta Viscosidad-Temperatura proporcionado por el fabricante) y verificada en laboratorio por la Supervisión. En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de materiales no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical, siendo recomendable que no superen los dos tercios ($2/3$) de su altura.

A la descarga del mezclador, todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla y sus partículas total y homogéneamente cubiertas. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También se rechazarán aquellas mezclas en las que la envuelta no sea perfecta.

Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará a la obra en volquetes hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Supervisor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba. Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

Extensión de la mezcla

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Supervisor. A menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas.

La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada; de lo contrario, deberá ejecutarse una junta transversal. Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

En los sitios en los que a juicio del Supervisor no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o

instrucciones del Supervisor, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

No se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a diez grados Celsius (10°C).

Compactación de la mezcla

La compactación deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta viscosidad - temperatura.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Supervisor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Supervisor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

Si se diseña una mezcla tipo Superpave, deberá entenderse que dado el tipo de mezcla, los procesos de compactación deberán ser diferentes, en especial, en la temperatura, amplitud y frecuencia de la compactación inicial, el tiempo de espera o "zona tierna", el tipo de equipos y temperatura en la compactación intermedia y final.

- **Compactación Inicial.**

Rodillo tándem vibratorio, entrando a una temperatura entre 145° C y 150° C. Inicialmente se dan dos (2) pasadas con amplitud alta a 3 000 - 3 200 VPM y luego dos (2) pasadas con amplitud baja a 3 000 - 3 400 VPM

- **Zona Tierna**

En esta etapa se deberá esperar que la temperatura baje hasta 115°C sin operar ningún equipo sobre la mezcla.

- **Compactación Intermedia**

Rodillo neumático de 20 a 22 Toneladas de peso, ejerciendo una presión de contacto por llanta entre 520 Kpa y 550 Kpa, en dos (2) a cuatro (4) pasadas, en un rango de temperatura entre 95° C y 115°C.

- **Compactación final**

Rodillo tándem vibratorio usado en modo estático, haciendo tres (3) pasadas en un rango de temperatura entre 70°C y 95°C.

Juntas de trabajo

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les aplicará una capa uniforme y ligera de asfalto antes de colocar la mezcla nueva, dejándola curar suficientemente.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación. Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Supervisor lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisonés, se compactará mecánicamente.

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales y de quince centímetros (15 cm) en el caso de las longitudinales.

3.3 COSTOS Y PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO - ALTERNATIVA N° 1

Presupuest 0498025 MEJORAMIENTO DE LA VIA VEHICULAR ENTRE LA CA. A DE LA ASOCIACION DE PROPIETARIOS
NAVIDAD DE VILLA Y LA CA. CONFRATERNIDAD DEL A.H. BUENOS AIRES DE VILLA

Subpresupl. 001 MEJORAMIENTO DE LA VIA VEHICULAR

Cliente S10 S.A.

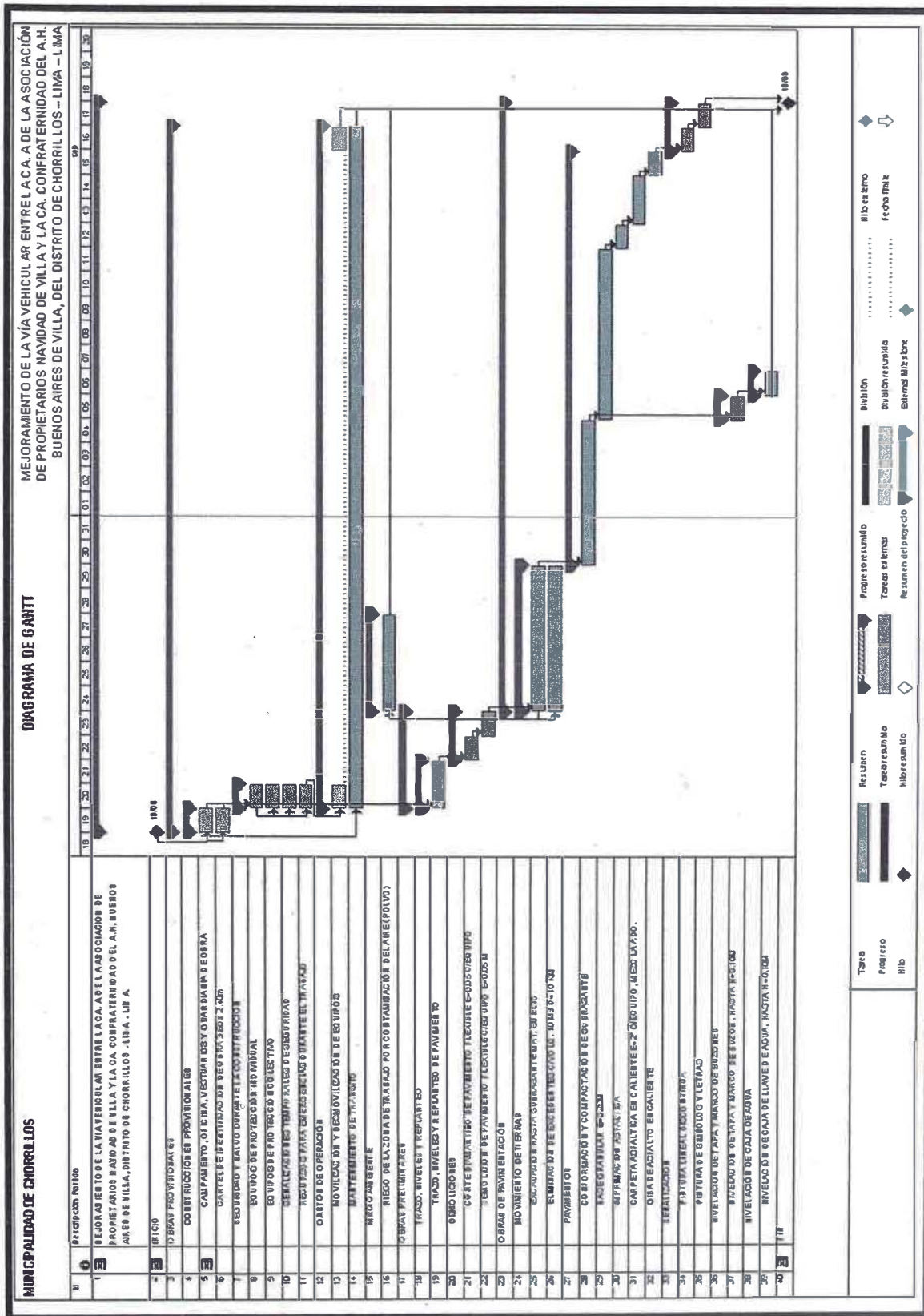
Costo al FEB. 2013

Lugar LIMA - LIMA - CHORRILLOS

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				16,411.56
01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				5,804.72
01.01.01	CAMPAMENTO, OFICINA, VESTUARIOS Y GUARDIANA DE OBRA	m2	41.88	113.73	4,763.01
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60 x 2.40 m	und	1.00	1,041.71	1,041.71
01.02	SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA CONSTRUCCION				1,235.00
01.02.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	510.00	510.00
01.02.02	EQUIPOS	GLB	1.00	300.00	300.00
01.02.03	SEÑALIZACIONES TEMPORALES DE SEGURIDAD	GLB	1.00	300.00	300.00
01.02.04	RECURSOS PARA EMERGENCIAS DURANTE EL TRABAJO	GLB	1.00	125.00	125.00
01.03	GASTOS DE OPERACION				7,009.34
01.03.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1.00	2,716.00	2,716.00
01.03.02	MANTENIMIENTO DE TRANSITO	GLB	1.00	4,293.34	4,293.34
01.04	MEDIO AMBIENTE				2,362.50
01.04.01	RIEGO DE LA ZONA DE TRABAJO POR CONTAMINACION DEL AIRE (POLVO)	GLB	1.00	2,362.50	2,362.50
02	OBRAS PRELIMINARES				5,683.47
02.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO				2,741.53
02.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE PAVIMENTO	m2	2,492.30	1.10	2,741.53
02.02	DEMOLICIONES				2,941.94
02.02.01	CORTE DIAMANTINO DE PAVIMENTO FLEXIBLE E=0.05 C/EQUIPO	m	13.96	3.88	54.16
02.02.02	DEMOLICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE C/EQUIPO E=0.05 M	m2	505.74	5.71	2,887.78
03	OBRAS DE PAVIMENTACION				166,588.01
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				36,308.88
03.01.01	EXCAVACION HASTA SUBRASANTE MAT. SUELTO	m3	783.25	7.91	6,195.51
03.01.02	ELIMINACION DE EXCEDENTES C/VOLQ. 10 M3 D=10 KM	m3	1,017.00	29.61	30,113.37
03.02	PAVIMENTOS				127,356.53
03.02.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE, INC. ESCARIFICAD	m2	2,492.30	4.14	10,318.12
03.02.02	BASE GRANULAR E=0.20M.	m2	2,492.30	14.51	36,163.27
03.02.03	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	2,492.30	3.80	9,470.74
03.02.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 2" C/EQUIPO, MEZCLA ADQ.	m2	2,492.30	28.65	71,404.40
03.03	SEÑALIZACION				2,197.85
03.03.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA	m	147.00	11.25	1,653.75
03.03.02	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	16.95	32.10	544.10
03.04	NIVELACION DE TAPA Y MARCO DE BUZONES				629.49
03.04.01	NIVELACION DE TAPA Y MARCO DE BUZON, HASTA H=0.10m.	und	3.00	209.83	629.49
03.05	NIVELACION DE CAJA DE AGUA				95.26
03.05.01	NIVELACION DE CAJA DE LLAVE DE AGUA, HASTA H=0.10m.	und	1.00	95.26	95.26
	COSTO DIRECTO				188,683.04
	GASTOS GENERALES		15%		28,302.46
	UTILIDAD		10%		18,868.30
	SUB TOTAL				235,853.80
	IMPUESTOS		18%		42,453.68
	TOTAL				278,307.48

SON : DOSCIENTOS SETENTIOCHO MIL TRESCIENTOS SIETE Y 48/100 NUEVOS SOLES

3.4 PROGRAMACIÓN DE OBRA



CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- De las exploraciones y laboratorios efectuados se puede comprobar que la subrasante está conformada por material de préstamo conformado por gravas mal gradadas limosas, en estados medianamente densos, no plásticos, de baja a nula humedad, color gris, con gravas redondeadas de tamaño variado hasta la profundidad explorada de 1.50m, presentando bolsas plásticas y cascotes de ladrillo hasta la profundidad de 0.60m.
- El suelo que conforma la subrasante, en general se clasifica en el sistema SUCS como GP-GM y en el sistema AASHTO como A-1-a(0), llegando a mejorarse por conformación y compactación, escarificando hasta alcanzar un CBR de 39%.
- El pavimento asfáltico ejecutado esta constituido por una subrasante escarificada, nivelada y compactada en un espesor de 30 cm. Se eliminaron los rellenos consistentes por cascotes de ladrillos y bolsas plásticas, se compacto en 2 espesores de 15cm; una base de 20cm y una superficie de rodadura de 5cm, colocado de acuerdo a especificaciones técnicas de construcción EG-2013 y la Norma Técnica Peruana CE.010 Pavimentos Urbanos.
- A las profundidades efectuadas de 1.50m, no se presentó la presencia del nivel de agua ni filtraciones dentro de las calicatas.
- El mejoramiento vial Avenida Defensores del Morro, entre las Calles A y Confraternidad del Distrito de Chorrillos, se desarrollo bajo los criterios y fundamentos técnicos de construcción de pavimento asfáltico, cumpliendo las especificaciones técnicas de construcción EG-2013 y la Norma Técnica Peruana CE.010 Pavimentos Urbanos, resolviendo los problemas de deterioro, accesibilidad, transitabilidad y serviciabilidad en satisfacción de las necesidades de los usuarios y operadores de los vehículos con calidad en el servicio.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se deberá tener un estricto control en la colocación de los espesores de las capas, manejando parámetros como humedad, que se encuentran cercanas al O.C.H. y el grado de compactación según sea el caso; así como los niveles para controlar dichos espesores, todo esto de acuerdo a especificaciones técnicas nacionales CE.010 Pavimentos Urbanos y las EG-2013.
- Los materiales a emplearse en la conformación de la capa base granular deben cumplir con los requerimientos requeridos de calidad para dicho fin. Asimismo deberán tener un valor relativo de CBR no menor de 80% al 100% de la MDS del PM.
- Asegurar que los materiales cumplan con las especificaciones técnicas de construcción EG-2013 y la Norma Técnica Peruana CE.010 Pavimentos Urbanos.
- Aplicar correctamente las técnicas de construcción, realizar el adecuado control y medición de calidad de los materiales, equipos, de los procesos y procedimientos constructivos del pavimento asfáltico antes, durante y después de su ejecución.
- Se es necesario elaborar un plan de mantenimiento y conservación del pavimento de la vía detallando un conjunto de actividades que tienen por objeto mantener sus características de serviciabilidad y confort, de tal manera que el transporte de personas y mercancías resulte en todo momento seguro y económico.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Estudio de Factibilidad del Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Lunahuana – Dv. Yauyos PROVIAS NACIONAL; INFORME FINAL VOL II – FACTIBILIDAD TECNICA-ECONOMICA”, Agosto 2005.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”. Lima, Marzo 2008.
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras”. Lima, Mayo 2000.
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, “Manual de Especificaciones Técnicas Generales para construcción”. Lima, Enero 2013.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, “Norma técnica de edificación CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones-RNE”. Lima, Enero 2010.