



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS
Y ARQUITECTURA

“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA
URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE
JOSE LONARDO ORTIZ - CHICLAYO -
LAMBAYEQUE”

TESIS

PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

- ☞ Bach. Ing. Civil AREBALO BURGA MARRUFO
- ☞ Bach. Ing. Civil OSCAR VÍCTOR JEAN FRANK CHÁVEZ VILLALOBOS

PATROCINADOR:

- ☞ ING. SERGIO BRAVO IDROGO

LAMBAYEQUE – PERU
2015

“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE LONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE”

TESIS PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL

- ☞ Bach. Ing. Civil AREBALO BURGA MARRUFO
- ☞ Bach. Ing. Civil OSCAR VÍCTOR JEAN FRANK CHÁVEZ VILLALOBOS

HONORABLE JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS:

Ing. VICTOR MANUEL ESCOBEDO OBLITAS
PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO
MIEMBRO DEL JURADO

Ing. HAMILTON VLADIMIR CUEVA CAMPOS
MIEMBRO DEL JURADO

Ing. SERGIO BRAVO IDROGO
PATROCINADOR DE TESIS

**“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA
MARIA DISTRITO DE JOSE LONARDO ORTIZ - CHICLAYO
- LAMBAYEQUE”**

**TESIS PARA OPTAR TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

Bach. Ing. Civil AREBALO BURGA MARRUFO
RESPONSABLE

Bach. Ing. Civil CHAVEZ VILLALOBOS OSCAR VICTOR JEAN FRANK
RESPONSABLE

DEDICADO A:

A Dios.

Por su infinita bondad y amor y por haberme dado salud para terminar este trabajo de investigación.

A mis padres.

Por ser la fuente de inspiración de este proyecto, por todos los errores que supieron comprender y haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por enseñarme a ser perseverante y constante y por todo su amor incondicional.

A mis hermanos.

Quienes creyeron y nunca bajaron los brazos por mí, gracias.

Bach. Arébaló Burga Marrufo

DEDICO A:

*A **Dios** por ser la luz de mi camino y darme fuerzas para superar cada obstáculo que la vida me puede poner en frente.*

*A mis **padres Víctor Chávez Cieza y Doris Villalobos Gonzales**, por darme su amor, por enseñarme a nunca rendirme ante los problemas, porque gracias a sus consejos y comprensión he logrado realizar cada meta propuesta.*

*A mis hermanas **Pamela y Victoria** por los ánimos cuando me sentía abatido y por su apoyo incondicional.*

Y a mis familiares y amigos por sus buenos deseos.

Bach. Oscar Víctor Jean Frank Chávez Villalobos

AGRADECIMIENTO

A Dios ¡El Amigo Que Nunca Falla!

A la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo nuestra alma mater.

Y un especial agradecimiento al Ing. Sergio Bravo Idrogo, por su tiempo dedicado a este proyecto, así como la sabiduría que nos transmitió y a la motivación para el desarrollo de este proyecto de tesis.

Los autores.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
GENERALIDADES.....	2
1.1. ANTECEDENTES.....	2
1.2. PROBLEMA.....	2
1.3. HIPÓTESIS.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	3
1.5. OBJETIVOS.....	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivos Específicos	3
CAPITULO II	4
ESTUDIOS DE PLANEACIÓN.....	4
2.1. ESTUDIO GEOGRÁFICO FÍSICO.....	4
2.1.1. Situación geográfica	4
2.1.2. Ubicación del Proyecto.....	4
2.1.3. Geología	6
2.1.4. Meteorología y Climatología	6
2.1.5. Recursos Naturales.....	8
2.2. ESTUDIOS ECONÓMICOS.....	8
2.2.1. Actividades económicas de la zona	8
2.2.2. Vías de Comunicación.....	9
2.2.3. Materiales Predominantes y Sistema Constructivo	9
2.2.4. Otros Servicios.....	10
2.2.5. Participación de los beneficiados y sus características	10
CAPITULO III	12
ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	12
3.1. RECONOCIMIENTO PRELIMINAR	12
3.2. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO	12
3.3. ALTIMETRÍA Y NIVELACIÓN	16
3.3.1 Altimetría.....	16
3.3.2 Nivelación	16

3.3.2.1. Perfiles longitudinales y secciones transversales.....	17
3.4. METODOLOGIA DE TRABAJO.....	19
3.4.1 APOYO PLANIMÉTRICO.....	20
CAPITULO IV.....	21
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	21
4.1. GENERALIDADES	21
4.2. PRESENCIA DE AGUA EN EL SUELO.....	22
4.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	22
4.3.1. Clasificación AASHTO:.....	24
4.3.1.1. Descripción de los grupos de clasificación	29
4.3.2. Clasificación unificada de suelos (SUCS):	32
4.4. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA	37
4.5. ANÁLISIS DE MUESTRAS	38
4.5.1. Toma de muestras:	38
4.5.2. Métodos de evaluación:	39
4.6. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO.....	39
4.6.1. Contenido de Humedad: (ASTM D 2216).....	40
4.6.2. Límites de Consistencia:	41
4.6.2.1. Límite Líquido (ASTM D 4318)	41
4.6.2.2. Límite Plástico (ASTM D 4318).....	44
4.6.3. Granulometría:	45
4.6.4. Contenido de Sales (bs 1377).....	47
4.6.5. Ensayos de Compactación (Proctor Modificado): (ASTM D1557)	48
4.6.6. Ensayos para determinar CBR (California Bearing Ratio) y la expansión en el laboratorio: (ASTM D1883)	52
4.7. Resultados de los Ensayos de Laboratorio realizados:.....	58
CAPITULO V	59
ESTUDIO DE CANTERAS.....	59
5.1. ESTUDIO DE CANTERAS.....	59
5.2. LOCALIZACIÓN DE CANTERAS EN LA ZONA	60
5.3. EXPLORACIÓN Y EVALUACIÓN DE CANTERAS	61
5.3.1. EXPLORACIÓN:.....	62

5.3.2. EVALUACIÓN:	63
CAPITULO VI	65
DISEÑO VIAL URBANO	65
6.1. GENERALIDADES.	65
6.2. CONCEPTO DE VÍA.	65
6.3. CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS SEGÚN EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS.	65
6.3.1. Vías Expresas	66
6.3.2. Vías Arteriales	67
6.3.3. Vías colectoras	68
6.3.4. Vías Locales	69
6.3.5. Diseño geométrico	72
6.3.5.1. Parámetros básicos para el diseño	72
6.3.5.1.1. Velocidad directriz	72
6.3.5.1.2. Alineamiento horizontal	73
6.3.5.1.3. Trazado de perfiles longitudinales	73
6.3.5.1.3.1 Rasante	74
6.3.5.1.3.2. Pendientes mínimas.	74
6.3.5.1.3.3. Pendientes máximas	74
6.3.5.1.4. Curvas verticales	75
6.3.5.1.4.1 Ancho de calzada	76
6.3.5.1.4.2. Ancho de vereda	77
6.3.5.1.4.3. Bombeo	77
6.3.5.2. Estudio del tráfico	78
6.3.5.3. Vehículo de diseño.	87
6.3.5.4. Longitud de frenado	96
6.3.5.5. Visibilidad	97
6.3.5.6. Sección Transversal Típica.	98
6.3.5.7. Resumen de parámetros de diseño.	101
6.3.5.8. Intersección de vías	101
6.3.5.8.1. Intersecciones simples	102
6.3.5.8.2. Intersecciones canalizadas	102

6.3.5.9. Requerimientos que deben reunir las intersecciones	102
6.3.5.9.1. Intersecciones de las calles	102
CAPITULO VIII.....	153
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA.....	153
8.1 INTRODUCCION.....	153
8.2 TERMINOLOGÍA DE ASFALTO.....	153
8.2.1 Asfaltos Líquidos o Diluidos (CUT - BACKS).....	154
8.2.2 Cemento Asfáltico o Betún Asfáltico	154
8.2.3 Asfalto Emulsionado	154
8.3 NOMENCLATURA PARA LOS ASFALTOS LÍQUIDOS O CUT – BACKS	155
8.4 MATERIALES PÉTREOS O AGREGADOS PARA MEZCLASASFÁLTICAS	155
8.5. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES PÉTREOS	155
8.6 MÉTODO ANALÍTICO PARA EL CÁLCULO DE LOS PORCENTAJES DE MATERIALES QUE INTERVIENE EN EL DISEÑO DE MEZCLA.....	156
8.7 CÁLCULO DE MEZCLA ASFÁLTICA Y ENSAYOS DE AGREGADOS	157
CAPITULO IX.....	174
SEÑALIZACION	174
9.1 DEFINICIÓN	174
9.2 NORMATIVIDAD VIGENTE	174
9.4. CLASIFICACIÓN DE LAS SEÑALES DE TRÁNSITO.....	175
9.4.1. Señales reguladoras o de reglamentación.....	175
9.4.1.1. Definición.....	175
9.4.1.2. Clasificación	175
9.4.1.3. Forma.....	175
9.4.1.4. Colores.....	176
9.4.1.5. Dimensiones	176
9.4.1.6. Ubicación.....	177
9.4.1.7. Relación de Señales Restrictivas o de Reglamento.....	177
9.4.2. Señales Preventivas	179
9.4.2.1. Definición.....	179
9.4.2.2. Forma.....	179
9.4.2.3. Color	180

9.4.2.4. Dimensiones	180
9.4.2.5. Ubicación.....	180
9.4.2.6. Relación de Señales Preventivas.....	181
9.4.3. Señales de Información.....	184
9.4.3.1. Definición.....	184
9.4.3.2. Clasificación	184
9.4.3.3. Forma.....	185
9.4.3.4. Colores.....	186
9.4.3.5. Dimensiones	186
9.4.3.6. Normas de diseño	187
9.4.3.7. Ubicación.....	189
9.5. MARCAS EN EL PAVIMENTO.....	190
9.5.1 Generalidades.....	190
9.5.2. Marcas en pavimento y bordes de pavimento:	194
9.5.3. Espaciamiento de delineadores	199
CAPITULO X	201
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	201
10.1. GENERALIDADES.....	201
10.1.1. Factores Ambientales.....	201
10.1.1.1. Medio Físico	201
10.1.3. Acciones Ambientales	202
10.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	202
10.2.1. Método De Identificación.....	202
10.2.2. Descripción De Impactos	203
10.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	204
10.3.1 Método de evaluación.....	204
10.3.1.1 Matriz de importancia	204
10.4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	209
10.5. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	209
10.5.1. Generalidades	209
10.5.2. Medidas de mitigación, control y prevención ambiental	210
CAPITULO XI.....	217

METRADOS, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE OBRA	217
11.1. METRADOS	217
11.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS	224
11.3 RELACION DE INSUMOS	225
11.4 FORMULA POLINOMICA	225
11.5 PRESUPUESTO DE PROYECTO.....	225
11.6 PROGRAMACION Y EJECUCION DE OBRA.....	226
CAPITULO XII.....	227
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	227
CAPITULO XIII.....	277
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	277
13.1. CONCLUSIONES.....	277
13.2. RECOMENDACIONES.....	277
BIBLIOGRAFÍA.....	278
ANEXOS	279
PLANOS.....	280

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de tesis **“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**, se hizo con la finalidad de que la Municipalidad Distrital De José Leonardo Ortiz cuente con este proyecto para su posterior ejecución, con el propósito de mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal de la Urbanización Santa María, que actualmente son inadecuados, facilitar un acceso más eficiente, mejorar las condiciones de desarrollo de la población satisfaciendo sus necesidades básicas, además es de gran importancia ya que servirá como acceso rápido y cómodo para la actividad comercial de mercados adyacentes.

Para el desarrollo de este proyecto se ha usado el “Manual de la Guía del Aashto´1993”, “Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, “Manual De Diseño Geométrico De Vías Urbanas – 2005 (MDGVU-2005)”.

Se ha desarrollado el Diseño Vial Urbano, Estudios Geotécnicos, Diseño de Pavimento Flexible en Caliente, Evaluación de Impacto Ambiental, Metrados, Análisis de Costos Unitarios, Presupuesto y Cronogramas de Desarrollo de Obra.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

En la actualidad las vías de la Urbanización Santa María no cuentan con pistas ni veredas, encontrándose solo a nivel de terreno natural.

Es así que la ejecución del presente proyecto de tesis denominado **“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**, va a otorgar la alternativa de solución a la problemática presente en la Urbanización Santa María, con la pavimentación de la Urbanización Santa María se podrá garantizar una mejor calidad de vida y optimizará el tránsito vehicular y peatonal.

La Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz tiene previsto promover la sostenibilidad de las diferentes vías vehiculares, que permitan una adecuada interconexión a la red vial de su jurisdicción, orientado a mejorar condiciones adecuadas de calidad y continuidad.

1.2. PROBLEMA

¿Por qué realizar el **“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**?

1.3. HIPÓTESIS

El “**DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE**”, servirá para que se gestione el financiamiento y su posterior ejecución..

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Ayudará a mejorar el nivel de vida de la población de la urbanización Santa María.

Este proyecto de tesis permita a la entidad responsable elabore el expediente técnico final para su posterior ejecución del proyecto que beneficiara a los habitantes de la urbanización Santa María.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Realizar el “**DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE**”, proponiendo adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar El IMDA.
- Realizar El Estudio Topográfico.
- Realizar Los Estudios Geotécnicos.
- Realizar El Diseño Del Pavimento Flexible.
- Realizar La Evaluación De Impacto Ambiental.
- Realizar El Estudio Económico Del Proyecto, Metrados, Costos Unitarios, Presupuesto Y Programación De Obra.

CAPITULO II

ESTUDIOS DE PLANEACIÓN

2.1. ESTUDIO GEOGRÁFICO FÍSICO

2.1.1. Situación geográfica

El proyecto se encuentra ubicado en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, pertenece a la región Costa o Chala. Su área territorial es de 28.22 km^2 , que representa el 0.85% del territorio de la provincia de Chiclayo

El distrito de José Leonardo Ortiz se ubica a una altura de 21.8 msnm a $06^\circ 45' 10''$ de Latitud Sur y a $79^\circ 51' 22''$ de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

2.1.2. Ubicación del Proyecto

Se encuentra dentro de la extensión del distrito JLO, teniendo como referencia:

Limita de la siguiente manera:

Norte : Con la Urbanización Salamanca
Sur : Con la Av. Augusto B. Leguía Y Urb. Cruz de Chalpon.
Este : Con el Pueblo Joven San Lorenzo y Pueblo joven Las Palmeras.
Oeste : Con la Urbanización El Ingeniero II

GRÁFICO N° 2.1
UBICACIÓN ZONA DEL PROYECTO



2.1.3. Geología

El suelo de José Leonardo Ortiz está compuesto por depósitos aluvionales acumulados por millones de años sobre un cono de eyección de pendiente mínima. Debido a la configuración de dunas a los lados sur y oeste de la ciudad, es muy probable que el sitio haya sido un antiguo lecho de río.

Estratigráficamente el suelo de Lambayeque está formado por depósitos superficiales de:

- Arenas pobremente graduadas.
- Arenas limo – arcillosas, hasta 3 m. de profundidad.
- Limos de baja plasticidad.
- Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, hasta 3 m. de profundidad.

Estos suelos expansivos de naturaleza friccionante se encuentran a nivel de cimentación, por lo que no resultan económicos para la edificación, específicamente en el área de la ciudad, encontramos el mismo tipo de arcilla expansiva dentro del área consolidada.

Los suelos con arcillas más cohesivas se encuentran hacia el norte, y específicamente hacia el suroeste de la ciudad.

2.1.4. Meteorología y Climatología

a) Clima

Posee un clima del tipo desértico subtropical, cálido, templado, seco durante las estaciones de primavera, otoño e invierno y caluroso en época de verano, los vientos son moderados. Las precipitaciones pluviales son escasas.

b) Temperatura

La ciudad de José Leonardo Ortiz en condiciones normales presenta temperaturas máximas de 28.27°C durante los meses de Enero y Marzo correspondientes al periodo más caluroso y temperaturas mínimas de 15.37°C en los meses de invierno. La temperatura media anual es de 21°C.

c) Humedad Relativa

La Humedad Relativa promedio anual en la ciudad de José Leonardo Ortiz y en general en la costa norte es de 80% aproximadamente. Los meses de menor humedad son los de verano, incrementándose en los meses más fríos y durante la presencia del Fenómeno de El Niño.

d) Pluviométrica

En la ciudad de José Leonardo Ortiz al igual que toda la región las precipitaciones son bastante escasas, pues gran parte del año no llueve considerablemente; sin embargo el régimen pluviométrico se ve notablemente alterado en años extraordinarios, estando asociado directamente a la presencia del Fenómeno de El Niño, en estos años las lluvias son muy intensas, llegando como en los años 1983 y 1998 la máxima precipitación total Anual de 304 mm.

En el año 1998 se tiene registros que el volumen máximo de precipitaciones en 24 horas fue de 112 mm. según información de la Estación Meteorológica de Reque.

Dentro del área de influencia de la ciudad de José Leonardo Ortiz no se encuentra ubicada ninguna estación meteorológica, por lo que se toma en cuenta la información de la Estación Climatológica de Reque, más próxima al área de estudio.

e) Vientos

El Anticiclón del Pacífico del Sur, determina la presencia de los vientos alisios del sureste. La dirección e intensidad de los vientos depende principalmente de la posición en que se encuentre el Anticiclón de la hora y la estación del año.

Las condiciones climáticas de la zona norte varían cada cierto tiempo, especialmente durante la presencia del Fenómeno de El Niño, en cuyo periodo la temperatura es mayor, notándose una prolongación del periodo caluroso.

2.1.5. Recursos Naturales

Sus suelos son limosos y muy profundos, que disminuyen debido al desarrollo urbano. La flora natural es escasa, predominan algunas hierbas y matorrales que crecen mayormente en las orillas de las acequias.

2.2. ESTUDIOS ECONÓMICOS

Se hará un enfoque social y económico precisando la situación actual.

2.2.1. Actividades económicas de la zona

El comercio es una de las principales actividades, debido a la existencia del complejo comercial Los Patos, donde se comercializan productos agrícolas, y otros de la región.

En este distrito se ubica el Complejo Comercial de Los Patos, al que los mayoristas y productores agrícolas del departamento y la región llevan sus productos para su venta al por mayor y menor.

Asimismo, hay numerosos talleres de reparación de vehículos automotores (lubricantes, oleocentros y repuestos) y maquinarias, carpinterías de madera y metálicas, almacenes de materiales de construcción, curtiembre y numerosas tiendas comerciales y otros.

2.2.2. Vías de Comunicación

Para ir a la zona del proyecto primero se debe llegar a Chiclayo vía terrestre desde Lima (770 Km en 10 horas aproximadamente) o vía aérea (una hora), luego se tiene que tomar una movilidad en un tiempo de entre 10 a 15 min aproximadamente a 5 km.

La accesibilidad física a José Leonardo Ortiz y del área de estudio en general, con su entorno regional se encuentra limitada a la accesibilidad de la ciudad de Chiclayo, se articula e integra directamente con el sector oeste, este y norte metropolitano de la ciudad de Chiclayo y complementariamente existe la carretera Panamericana y la carretera que une la parte de Cajamarca que le permite conectarse con los diferentes ámbitos del contexto regional.

El eje de articulación Chiclayo y José Leonardo Ortiz está constituida por vías de acceso amplio y en buenas condiciones, cuenta con un servicio de transporte público, prevaleciendo el servicio de combis, el cual cobra desde Chiclayo a José Leonardo Ortiz S/1.00 (un nuevo sol).

La Ciudad de José Leonardo Ortiz colinda con la Ciudad de Chiclayo, siendo la Av. Leguía la zona de frontera entre ambas ciudades.

2.2.3. Materiales Predominantes y Sistema Constructivo

En la Urbanización Santa María predominan las viviendas de entre 1 y 4 pisos, los cuales son de material noble.

2.2.4. Otros Servicios

- ✓ Telefonía.- Existe cobertura de conexiones domiciliarias, con cabinas pública y locutorios en distintos puntos. El cableado es aéreo, instalado en forma reciente para efectos del discado directo. Existe una estación de la empresa Telefónica del Perú, ubicada en la zona del centro de Chiclayo.
- ✓ Energía eléctrica.- Cuenta con un servicio de energía eléctrica durante las 24 horas del día. El suministro tiene red de alta tensión y cableado domiciliario aéreo.
- ✓ Estaciones de radio.- No existen estaciones de radio locales, pero se captan perfectamente las estaciones de Chiclayo y Lima.
- ✓ Canales de televisión.- Los canales que se sintonizan son los de Chiclayo y Lima.
- ✓ Correo.- La población utiliza la agencia de servicios de correo, de la ciudad de Chiclayo.
- ✓ Centros Policiales.- Existe una delegación de la Policía Nacional del Perú (PNP), para todo el Distrito.
- ✓ Recojo y disposición de basura.- Está a cargo del Municipio, con una frecuencia diaria en el centro de la ciudad, mediante un camión volquete.

2.2.5. Participación de los beneficiados y sus características

Comunidad

La población de la Urbanización Santa María, de acuerdo a las entrevistas realizadas durante el trabajo de campo, como beneficiarios del proyecto, han expresado la necesidad de su ejecución, considerándolo como uno de los aspectos más importantes dentro de su comunidad, pues actualmente vienen sufriendo por la falta de un adecuado acceso vial y peatonal.

Pues este proyecto les permitirá contar con una mejor infraestructura para mejorar las condiciones de habitabilidad.

Transportistas

En su búsqueda de tener vías urbanas adecuadas para brindar un mejor servicio.

Cuadro N° 2.1
POBLACIÓN DEL DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ

Categorías	Casos	%	% Acumulado
Area Urbana	161110	99.62	99.62
Area Rural	607	0.38	100.00
Total	161717	100.00	100.00

Fuente: INEI censo Nacional 2007 XI de población y VI de Vivienda

Sus calles y Avenidas se encuentran en terreno natural sin pavimento y veredas, actualmente se encuentran en mal estado.

Las principales características de las propuestas en el estudio tienen como metas la construcción de pistas de pavimento flexible y veredas, de las calles que se enumeran a continuación:

- Ca. Henry Francois
- Av. El Dorado
- Ca. Manuel Duato
- Ca. María Escriba De Valaguer
- Ca. Las Palmeras
- Ca. María Ignacio Goycochea
- Av. La Despensa
- Ca. Juan Landázuri
- Ca. Juan Pablo VI
- Ca. San Miguel
- Ca. San Lorenzo
- Ca. Juan Tomis Stack
- Ca. Sin Nombre

CAPITULO III

ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

3.1. RECONOCIMIENTO PRELIMINAR

El reconocimiento preliminar se hizo con el fin de ubicar los vértices de la poligonal de apoyo.

3.2. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO

Estos trabajos topográficos consistirán en las diversas actividades que se realizaran con la finalidad de obtener los datos necesarios de campo para luego procesarlos y obtener así los planos topográficos que reflejen el relieve del terreno, en el cual se realizará el trazo preliminar teniendo en cuenta los parámetros y valores permisibles indicados en el Manual de diseño geométrico de vías urbanas.

Así, los distintos órdenes de control estarán en función de:

- Importancia de la vía (categoría de la vía).
- Extensión del área por levantar.
- Escala del plano que se desea dibujar.

La correcta determinación del orden de control, dará lugar a establecer la metodología adecuada de levantamiento topográfico, así como los distintos tipos de instrumentos a utilizarse.

Para nuestro proyecto hemos considerado un levantamiento planimétrico de segundo orden.

- **SEGUNDO ORDEN.-** Precisión suficiente en gran parte para trabajos de planos de población, levantamiento de líneas jurisdiccionales y comprobación de planos topográficos de gran extensión; los ángulos deben ser leídos con una precisión de 15”; el error angular de cierre es de $15''\sqrt{n}$ y el error relativo no debe exceder de 1/5 000.

RED ALTIMETRICA.- Para el control altimétrico hemos considerado una nivelación de tercer orden.

- **NIVELACION DE TERCER ORDEN.-** Es una nivelación de baja precisión, con miras graduadas en doble centímetro, con vista atrás y vista adelante no balanceados; visuales hasta de 250 m anteojo de buen aumento, adecuado para levantamientos preliminares, encontrar altimetría de una zona, para trabajos de reconocimiento y para usos militares. En cuanto a la precisión tomar un instrumento de gran aumento y su tolerancia adoptada a una nivelación de ida y vuelta es :

$$E_{perm} = 0.10\sqrt{k}$$

METODOS E INSTRUMENTOS EMPLEADOS.

Normalmente en levantamientos topográficos en pavimentos urbanos, se utilizan poligonales cerradas que es una serie de líneas consecutivas cuyas longitudes y direcciones se determinaran de acuerdo a la precisión de la vía, básicamente están en función de las siguientes variables:

Clase de vía	: Vía Colectora - Local.
Extensión	: 4.430 Km.
Escala del plano	: Plano Topográfico A 1/750.
La topografía del terreno	: Llana.

En la poligonal cerrada deben repetirse las medidas para evitar las equivocaciones. En este sentido nuestro tipo de levantamiento a realizar deberá garantizar un buen control horizontal y vertical; perteneciendo el tipo de levantamiento a realizar al Segundo Orden.

Para realizar el levantamiento topográfico del presente proyecto se utilizó instrumentos electrónicos, las precisiones llegan a valores muy altos, que superan largamente la precisión exigida para carreteras de categoría superior del 1er orden, como es 1/25000

En el levantamiento topográfico se ha utilizado los siguientes instrumentos y materiales:

- 01 Estación Total Electrónica Modelo TOPCON GTS-210
- 03 bastones con sus respectivos prismas,
- 01 GPS GARMIN MAP 62 ST.
- Winchas de 50 m.
- 01 cámara fotográfica.
- Jalones, libretas de campo, estacas, clavos y pintura.

Se optó por trabajar con Estación Total debido a:

- Menor tiempo de trabajo en campo.
- Precisión en el levantamiento topográfico.
- Corrección de errores automática.
- Procesamiento de datos en gabinete instantáneo.
- Reducción de los costos en el proceso de levantamiento topográfico.

INSTRUMENTOS TOPOGRAFICOS: ESTACION TOTAL.

Características Del Instrumento:

Los instrumentos de estación total combinan tres componentes básicos, Un IEMD, un teodolito digital electrónico y una computadora o un microprocesador en una sola unidad. Estos aparatos, llamados también taquímetros electrónicos, pueden medir

automáticamente ángulos horizontales y verticales, así como distancias inclinadas desde una sola estación.

Con base en estos datos, ellos pueden calcular instantáneamente las componentes horizontales y verticales de las distancias, las elevaciones y coordenadas, así como exhibir los resultados

En un LCD (Diodo de Cristal Líquido). También pueden almacenar los datos, ya sea en Recolectores internos o externos de datos.

Las estaciones totales ofrecen muchas ventajas en casi todo tipo de levantamientos.

Se usan en levantamientos topográficos, hidrográficos, catastrales y de construcciones.

Funciones Que Realizan Las Estaciones Totales:

Las estaciones totales, con sus microprocesadores, pueden efectuar varias funciones y cálculos, dependiendo como estén programadas.

Las capacidades varían según los diferentes instrumentos, pero algunos cálculos estándar son:

1. Obtención de promedios de mediciones múltiples angulares y de distancia.
2. Corrección electrónica de distancias medidas de constantes de prismas, presión atmosférica y de temperatura
3. Correcciones por curvatura y por refracción de elevaciones determinadas por nivelación trigonométrica.
4. Reducciones de distancias inclinadas a sus componentes horizontal y vertical.
5. Cálculo de elevación de puntos a partir de los componentes de distancias verticales (las cuales se complementan con entradas por medio del teclado de las alturas del instrumento y del reflector),

6. Cálculo de las coordenadas de los puntos del levantamiento a partir de las componentes de distancia y ángulo horizontal (que se complementan con entrada por medio del teclado de las coordenadas de la estación ocupada y de un acimut de referencia.

El levantamiento topográfico se ha realizado íntegramente con un equipo estación total marca Topcon modelo GTS 210, para lo cual era necesario contar con datos como:

- Coordenadas del punto de inicio: N 9 252725.285 E 626431.186
- Altura sobre el nivel del mar punto de inicio: 19.00 m.s.n.m.
- Temperatura ambiental: 15°C
- Presión atmosférica: 625 mm/Hg

3.3. ALTIMETRÍA Y NIVELACIÓN

3.3.1 Altimetría

Es la parte de la topografía que tiene por objeto estudiar las elevaciones de puntos respecto a una superficie de nivel, el nivel medio de las aguas del mar es la superficie que se toma como referencia y se denomina dátum, el mismo que fue tomado con GPS, el cual nos da como coordenadas N 9252725.285 E 626431.186, con una cota de 19.00 m.s.n.m, punto E1.

3.3.2 Nivelación

Es el conjunto de métodos u operaciones que tienen por objeto determinar las altitudes de diversos puntos del terreno referente a un mismo plano horizontal de referencia.

Al medir las cotas de diversos puntos fue necesario realizar "puntos de cambio", pues la visión no era la adecuada, debiendo trasladar la estación a una nueva posición.

Los puntos importantes fueron ubicados en las calles e intersecciones de las mismas.

En la localidad la elevación está entre 17.00 y 19.00 m.s.n.m.

3.3.2.1. Perfiles longitudinales y secciones transversales

Perfil longitudinal es la configuración del terreno, obtenido a lo largo del eje de simetría de la calzada al ser cortada por un plano vertical.

El levantamiento de perfiles longitudinales de las calles se hizo en forma paralela con el seccionamiento y replanteo de buzones; la localidad cuenta con calles delineadas y topografía normalmente plana, por lo cual se tomaron las cotas cada 20 metros, teniendo como punto de partida el punto de la intersección de la calle en estudio con la calle perimetral correspondiente.

La toma de lecturas se hizo simultáneamente en el eje y en los lados paralelos a este (izquierdo-derecho) y en la línea perpendicular al eje, datos usados para el cálculo de los volúmenes en el movimiento de tierras de la futura ejecución del proyecto.

CUBICACIÓN DE CORTES Y RELLENOS:

Para carreteras y vías urbanas, el método usado para la cubicación de tierras es el de las secciones transversales. Para ello se tuvo por anticipado el perfil longitudinal de cada calzada, la línea de rasante y el área de cada sección transversal.

Se usaron las siguientes fórmulas para el cálculo de los volúmenes de corte y relleno.

CASOS:

a) Cuando ambas secciones están en corte y en relleno:

$$Vc = d/2(Ac_1 + Ac_2) \quad Vr = d/2(Ar_1 + Ar_2)$$

b) Cuando una sección está en corte y la otra en relleno:

$$Vc = d/2(Ac^2/(Ac + Ar)) \quad Vr = d/2(Ar^2/(Ac + Ar))$$

c) Cuando una sección es mixta (corte y relleno) y la otra está en corte o en relleno.

c-1) Una sección mixta y la otra en corte:

$$Vc = d/2(Ac_1 + Ac_2) \quad Vr = d * Ar/4$$

c-2) Una sección mixta y la otra en relleno:

$$Vr = d/2(Ar_1 + Ar_2) \quad Vr = d * Ac/4$$

Donde:

Vc = Volumen de corte

Ar = Área de relleno

Vr = Volumen de relleno

d = Distancia entre secciones.

Ac = Área de corte

3.4. METODOLOGIA DE TRABAJO.

El posicionamiento de los puntos de apoyo para los trabajos topográficos se realizó con un sistema de posicionamiento GPS.

Es por ello que para iniciar el trabajo se ha escogido una base relativa y se le han tomado las coordenadas planimétricas de la red con el GPS.

→ Datum de Referencia : **WGS 84 – World Geodetic System 1984**

→ Proyección Cartográfica: **UTM - Universal Transversal Mercator**

Una vez empleado el GPS, ubicado y materializado los puntos, se hizo un previo reconocimiento de campo para ubicar y materializar el resto de los puntos que conformaran la red poligonal de apoyo para el referido proyecto.

Luego se procedió a utilizar la Estación Total que posee un distanciómetro con alcance de hasta 3000 metros y una precisión de 5 mm aproximadamente realizando las lecturas de medición, para el cual se hará uso de un prisma el que será un receptor a un láser emitido por la estación total para las lecturas y mediciones correspondientes; la estación total realizará un proceso de cálculo interno tomando como base los principios básicos de topografía, es decir la orientación del punto considerando los ángulos horizontal y vertical, la distancia inclinada y horizontal para luego arrojar valores de coordenadas XYZ por cada punto o lectura efectuada.

En los trabajos topográficos desarrollados en campo se inicio con la toma de datos en la zona correspondiente.

Se ubicó el BM, materializado por una varilla de fierro asentado con su respectiva descripción.

Una vez medidos todos los puntos, se procede a dibujar un croquis del lugar a mano alzada el cual servirá de apoyo durante el trabajo de gabinete.

3.4.1 APOYO PLANIMÉTRICO

Para el control planimétrico de los vértices de la poligonal del trazo y del levantamiento topográfico del eje de las vías, se ha obtenido una poligonal cerrada con lecturas de distancias y ángulos con estación total, Empleado en lugares que fue posible enlazar otros puntos y regresar al punto de partida. Teniendo como apoyo poligonal los siguientes datos:

Cuadro 3.1

ESTACION	P.V.	DISTANCIA	ANG. INTERNO	RUMBO	COORDENADAS	
					E	N
1	2	208.174	80°16'08"	N80°59'4"E	626431.186	9252725.285
2	3	322.392	86°28'50"	N6°12'42"E	626643.008	9252691.667
3	4	118.033	89°18'27"	N84°23'36"W	626686.831	9253083.947
4	5	122.214	269°55'11"	N5°37'48"E	626595.363	9253091.907
5	6	538.742	90°38'25"	N83°42'28"W	626602.007	9253152.565
6	7	63.473	101°2'59"	S161°53'15"E	626035.553	9253219.474
7	8	309.422	106°33'52"	S134°40'37"E	626017.630	9253162.718
8	9	210.234	141°7'32"	S84°11'51"E	626232.878	9252942.243
9	10	107.789	264°21'37"	S84°11'51"W	626448.654	9252919.320
10	1	75.010	186°33'13"	S6°43'0"W	626448.524	9252811.680

CAPITULO IV

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

4.1. GENERALIDADES

El suelo, material bastante abundante y de uso práctico en el desarrollo de un proyecto de construcción, muchas veces no reúne las propiedades o características para su uso. Por esto, se recurre a realizar sobre él análisis y pruebas, para lograr con certeza la estabilidad en el tiempo.

Los Ingenieros Civiles dividen arbitrariamente los materiales que constituyen la corteza terrestre en dos categorías: suelos y rocas. Definen al suelo, como un material compuesto por partículas minerales que pueden ser separadas mediante una acción suave, como es el de la agitación con agua, y las rocas como materiales compuestos de partículas minerales que están unidas por fuerzas de cohesión intensas y permanentes.

Si se sobrepasan los límites de capacidad resistente del suelo o si aun sin llegar a ellos, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en las estructuras, que en algunos casos no son considerados en el diseño , como es el caso de deformaciones importantes, grietas, alabeo o desplomos que se pueden producir al momento de la construcción.

En general el Ingeniero Civil puede considerar como suelo cualquier material de la tierra que encuentre en su trabajo, con excepción de la roca maciza o las pizarras. Según esta definición un suelo puede variar desde una arcilla hasta una grava glaciada o de río, y a taludes detríticos en las laderas de las montañas.

4.2. PRESENCIA DE AGUA EN EL SUELO

En el aspecto constructivo el exceso de agua en el suelo suele ser nocivo en diferentes formas, tanto en momento mismo de la construcción, así como durante la vida útil de la estructura.

Las lluvias que caen en la superficie del suelo se subdividen en diversas fracciones, dando lugar a las formas de agua siguiente:

Aguas de escorrentía

Superficial o hipodérmica, cuando circula en el interior de los horizontes superiores, paralelamente a la superficie (esta segunda forma es el agente causante del empobrecimiento, del arrastre lateral de las partículas más finas, limos y arcillas). La escorrentía no es constante y únicamente lo es en las superficies con pendiente (aunque esta sea débil) sometidas a lluvias violentas.

Aguas de gravitación

Se infiltra por la fuerza de la gravedad y circula por los poros gruesos, en general verticalmente, aunque a veces también lo hace de forma oblicua si existe una pendiente y cuando la permeabilidad del suelo disminuye en los horizontes profundos.

NOTA: Para nuestro proyecto, en la exploración de calicatas no se encontró presencia de la Napa Freática.

4.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

La determinación y cuantificación de las diferentes propiedades de un suelo, efectuadas mediante los ensayos LMS realizados, tienen como objetivo último el establecimiento de una división sistemática de los diferentes tipos de suelos existentes atendiendo a la similitud de sus caracteres físicos y sus propiedades geomecánicas.

Una adecuada y rigurosa clasificación permite al ingeniero de carreteras y pavimentos tener una primera idea acerca del comportamiento que cabe esperar de un suelo como cimiento firme, a partir de propiedades de sencilla determinación, normalmente, suele ser suficiente conocer la granulometría y plasticidad de un suelo para predecir su comportamiento mecánico. Además, facilita la comunicación e intercambio de ideas entre profesionales del sector, dado su carácter universal.

De las múltiples clasificaciones existentes, estudiaremos la que sin duda es la más racional y completa - clasificación de Casagrande modificada o llamada también el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y otras de aplicación más directa en Ingeniería de Carreteras, como son la empleada por la AASHTO.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos:

- Clasificación AASHTO (American Association of State Highway And Transportation Officials).
- Clasificación Unificada (SUCS).

Cuadro 4.1

Correlación de Tipos de Suelos AASHTO – SUCS

CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO-145	CLASIFICACION DE SUELOS ASTM (SUCS) ASTM - D -2487
A - 1 - a	GW, GP, GM ,SW, SP, SM
A - 1 - b	GM, GP ,FM ,SP
A - 2	GM, GP, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

4.3.1. Clasificación AASHTO:

Los organismos viales de los Estados Unidos de Norteamérica, sugirieron diferentes clasificaciones para los suelos, tal es así, que en 1,929 la Public Roads Administration (actualmente Bureau of Public Roads), presentó un sistema de clasificación. A partir de 1,931 este sistema fue tomado como base, pero ha sido modificado y refinado, además unificado con el sistema propuesto en 1,944 por el Highway Research Board, para por fin ser adoptado por la AASHTO, en 1,945.

Este sistema describe un procedimiento para la clasificación de suelos en siete grupos básicos que se enumeran (A1 – A7), con base en la distribución del tamaño de las partículas, el límite líquido y el índice de plasticidad determinados en laboratorio.

La clasificación de grupo será útil para determinar la calidad relativa del material del suelo que se usará en terracerías, sub-bases y bases. Para la clasificación se utilizan las pruebas de límites y los valores de índices de grupo.

Los incrementos de valor de los índices de grupo (IG) reflejan una reducción en la capacidad para soportar cargas por el efecto combinado de aumento de Límite Líquido (L.L.) e Índice de Plasticidad (I.P) y disminución en el porcentaje de material grueso.

Índice de Grupo (IG)

Aquellos suelos que tienen un comportamiento similar se hallan dentro de un mismo grupo y están representadas por un determinado índice. La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su L.L., I.P. y porcentaje de material fino que pasa el tamiz #200. Índices de grupo.

Para establecer el índice de grupo de un suelo se tiene la siguiente ecuación:

$$IG = 0.2 a + 0.005 ac + 0.01 bd \quad (I)$$

Donde:

a = Porcentaje de material más fino que pasa el tamiz N° 200, mayor que el 35 % pero menor que el 75 %, expresado como un número entero positivo ($1 \leq a \leq 40$).

b = Porcentaje de material más fino que pasa el tamiz N° 200, mayor que 15% pero menor que 55 %, expresado como un número entero positivo ($1 \leq b \leq 40$).

c = Porción del límite líquido mayor que 40 pero no mayor que 60, expresado como un número entero positivo ($0 \leq c \leq 20$).

d = Porción del índice de plasticidad mayor que 10 pero no excedente a 30, expresado como un número entero positivo ($0 \leq d \leq 20$).

El índice de grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice de grupo cero significa un suelo muy bueno y un índice igual o mayor a 20, un suelo inutilizable para caminos.

Cuadro 4.2

INDICE DE GRUPO	SUELO DE SUBRASANTE
IG > 9	Muy pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 a 2	Bueno
IG está entre 0 a 1	Muy bueno

Si se desea una clasificación más detallada, puede hacerse una sub división posterior de los grupos del cuadro anterior, para esto se puede utilizar el siguiente cuadro:

Cuadro 4.3
CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS - MÉTODO AASHTO

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES							MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS			
	(Igual o menor del 35% pasa el tamiz N°200)							(más del 35% pasa el tamiz N°200)			
GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUBGRUPOS	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
											A-7-6
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N° 10	50 máx.										
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.								
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del Material que pasa el tamiz N° 40:											
Límite Líquido (LL)				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de Plasticidad (IP)	6 máx.	6 máx.	N.P.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmento de Piedra Grava o arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a bueno					Regular a deficiente					

Fuente: Guía AASHTO 93
















En el cuadro se da una descripción de los grupos de clasificación AASHTO.

Cuadro 4.4
SIMBOLOS DE CLASIFICACIÓN AASHTO

TIPO DE SUELO	SIMBOLO DE CLASIFICACION AASHTO
Fragmentos de piedra, grava y arena	A - 1 - a
	A - 1 - b
Gravas y arenas limosas o arcillosas	A - 2
Arena fina	A - 3
Suelos limosos	A - 4
	A - 5
Suelos arcillosos	A - 6
	A - 7

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.5
SIGNOS CONVENCIONALES PARA PERFIL DE CALICATAS
CLASIFICACIÓN AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		MATERIA ORGANICA
	A - 2 - 6		ROCA SANA
	A - 2 - 7		ROCA DESINTEGRADA
	A - 4		

Fuente: Simbología AASHTO

4.3.1.1. Descripción de los grupos de clasificación

Materiales granulares:

Contiene 35% o menos de material que pasa la malla de 0.075 mm.

GRUPO A – 1:

El material representativo de este grupo es una mezcla bien graduada de fragmentos de piedra o grava, arena gruesa, arena fina y un cementante no plástico o cohesivo y ligeramente plástico. Este grupo se subdivide en:

Subgrupo A -1 – a:

Comprende aquellos materiales formados de manera predominante por fragmentos de piedra o grava, con o sin material de cohesión (cementante) bien graduado, fino.

Subgrupo A -1 – b:

Incluye aquellos materiales formados de manera predominante por arena gruesa, con o sin cementante bien graduado.

GRUPO A – 2:

Este grupo abarca una amplia variedad de materiales “granulares” que están en la línea divisoria entre el material que pertenece a los grupos A-1, A-3 y los materiales arcillo - limosos de los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.

Comprende todos los suelos que tienen 35% o menos de material que pasa por la malla de 0.075mm y no se puede clasificar como A-1 o A-3, debido al exceso en el contenido de finos o a la plasticidad, o a ambos respecto a los límites de esos grupos.

Subgrupo A – 2 – 4 y A – 2 – 5:

Están formados por diferentes materiales granulares que contienen 35% o menos que pasan por la malla de 0.075mm y con una parte de menos de 0.425mm que tienen las características de los grupos A-1 y A-5.

Subgrupo A – 2 – 6 y A – 2 – 7:

Comprende materiales similares a los descritos en los subgrupos A-2-4 y A-2-5, con la diferencia de que la parte fina contiene arcilla plástica que tiene las características de los grupos A-6 y A-7.

Materiales arcillo – limosos:

Contiene más del 35% de material que pasa la malla de 0.075mm.

GRUPO A – 3:

El material típico de este grupo es arena fina de playa o arena fina del desierto arrastrada por el viento sin finos limosos o arcillosos o con una cantidad muy pequeña de limo no plástico.

Grupo A – 4:

El material típico de este grupo es un suelo limoso o plástico o moderadamente plástico, que tiene un 75% o más de material que pasa la malla de 0.075mm.

Grupo A – 5:

El material típico de este grupo es similar al descrito para el grupo anterior, con la diferencia de que es usualmente de material con características de diatomeas o de las micas; es de una elevada elasticidad, según lo indica su alto límite líquido.

Grupo A – 6:

El material típico de este grupo es un suelo de arcilla plástica que por lo regular tiene un 75% o más de material que pasa por la malla de 0.075mm. El grupo también abarca mezclas de suelos arcillosos finos y hasta un 64% de arena y grava retenida en la malla de 0.075mm. Por lo regular, los materiales de este grupo tienen un notable cambio de volumen entre los estado húmedo y seco.

Grupo A – 7:

El material típico de este grupo es similar al descrito para el grupo A-6 con la diferencia de que este tiene los límites líquidos característicos del grupo A-5 y puede ser elástico así como también, estar sujeto a grandes cambios en el volumen.

Subgrupo A – 7 – 5:

Comprende materiales que tienen índices de plasticidad moderados con relación con el límite líquido y pueden ser

sumamente elástico así como estar sujetos a considerables cambios en el volumen.

Subgrupo A – 7 – 6:

Incluye los materiales que tienen índices de plasticidad altos en relación al límite líquido y están sujetos a cambios extremadamente elevados en el volumen.

CUADRO 4.5

CLASIFICACIÓN AASHTO DE LAS MUESTRAS DEL PROYECTO

SIMBOLOGIA DE SUELOS	PROFUNDIDAD 0 -2.20 M	
	N° DE MUESTRAS	PORCENTAJE (%)
A - 6	6	60.00
A - 7 - 6	1	10.00
A - 4	3	30.00
TOTAL	10	100

4.3.2. Clasificación unificada de suelos (SUCS):

Fue el Dr. Arturo Casagrande quien en 1942 ideó este sistema genérico de clasificación de suelos, que fue empleado por el Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU para la construcción de pistas de aterrizaje durante la II guerra Mundial.

Diez años más tarde, y vista la gran utilidad de este sistema en Ingeniería Civil, fue ligeramente modificada por el Bureau of Reclamation, naciendo el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS); este sistema fue adoptado por la ASTM (American Society of Testing Materials) como parte de sus métodos normalizados.

Divide a los suelos en dos grupos: granulares y finos:

- En el primer grupo se hallan las gravas, arenas y suelos gravosos arenosos, con pequeñas cantidades de material fino (limo o arcilla). Estos suelos corresponden, en líneas generales a los clasificados como A1, A2 y A3 por la AASHTO y son designados en la siguiente forma:

Gravas o Suelos gravosos: GW, GC, GP, GM

Arenas o Suelos arenosos: SW, SC, SP, SM

- En el segundo grupo se hallan los materiales finos, limosos o arcillosos, de baja o alta compresibilidad y son designados en la siguiente forma:

Suelo de mediana o baja compresibilidad: ML, CL, OL

Suelos de alta compresibilidad: MH, CH, OH

Dicha clasificación se vale de unos símbolos de grupo, consistentes en un prefijo que designa la composición del suelo y un sufijo que matiza sus propiedades. En el siguiente esquema se muestran dichos símbolos y su significación:

Cuadro 4.6
Símbolos de grupo (SUCS)

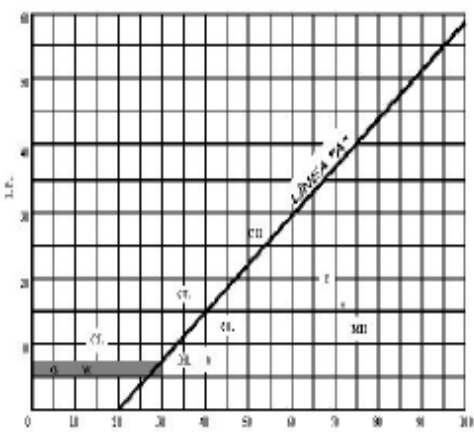
TIPO DE USUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava o suelo gravoso	G	Bien graduado	W
Arena o suelo arenoso	S	Pobrementemente graduado	P
Limo inorgánico o arena muy fina	M	Limoso	M
Arcilla inorgánica	C	Arcilloso	C
Limos, arcillas y mezclas limo-arcillosas	O	Limite liquido alto (>50) Baja o mediana compresibilidad	L
Turba	Pt	Limite liquido bajo (<50) Alta compresibilidad	H

En función de estos símbolos, pueden establecerse diferentes combinaciones que definen uno y otro tipo de suelo:

Cuadro 4.7
Tipología de Suelos (SUCS)

SIMBOLO	CARACTERISTICAS GENERALES		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	LIMPIAS (Finos <5%)	Bien graduadas
GP			Pobrementemente graduadas
FM		Con Finos (Finos > 12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	LIMPIAS (Finos <5%)	Bien graduadas
SP			Pobrementemente graduadas
SM		Con Finos (Finos > 12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja Plasticidad (LL<50)	
MH		Alta Plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja Plasticidad (LL<50)	
CH		Alta Plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS ORGANICOS	Baja Plasticidad (LL<50)	
OH		Alta Plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Cuadro 4.8
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR	SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 @	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
		GM [*]	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.
		SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.
		SM [*]	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.
	ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	d	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
		u	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 @	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.
		CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.
	SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.
			G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad
			CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.) 

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.




@ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.

* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFJO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFJO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Cuadro 4.9

Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS

	Gravas bien mezcla arena, grava con poco o nada de material fino, variacion en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja.
	Grava mal graduadas, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arenas arcillosas, mezcla de arena arcillosa.
	Gravas limosas mezclas de gravas arena limosas		Limos organicos y arenas muy finos, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas o limos arcillosos con ligera plasticidad.
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla, gravas con material fino, cantidad apreciable de material fino.		Arcillas inorganicas de plasticidad baja, arcillas gravas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas negras.
	Arena bien graduadas, arena con grava, poco o nada de material fino. Arenas limpias poco o nada, amplia variacion en tamaños granulares y cantidades de particulas en tamaño intermedios.		Limos organicos y arcillas limosas organicas, baja plasticidad.
	Arena mal graduadas, con grava, poco o nada de material fino. Arenas limpias poco o nada, un tamaño predominante a una serie de tamaños con ausencia de particulas internas.		lomos inorganicos suelos finos gravosos o limosos, limos plasticos.

	Arcillas inorganicas de elevada plasticidad, arcillas gravosas.
	Arcillas organicas de mediana o elevada plasticidad, limos organicos.
	Turbe, suelos considerablemente organicos.

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos

Cuadro 4.10

CLASIFICACIÓN SUCS DE LAS MUESTRAS DEL PROYECTO

SIMBOLOGIA DE SUELOS	PROFUNDIDAD 0 -2.20 M	
	N° DE MUESTRAS	PORCENTAJE (%)
CL	7	70.00
SC	1	10.00
SM/SC	2	20.00
TOTAL	10	100

4.4. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA

Está ubicada en el cuadrante 14-d de la Carta geológica Nacional, publicada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, del Sector Energía y Minas del Perú, La zona de estudio se encuentra ubicada al Norte de la Ciudad de Chiclayo, se encuentra dentro de la parte baja de la Cuenca del Chancay Lambayeque.

Un análisis cualitativo de la estratigrafía que conforman los depósitos sedimentarios de suelos finos, ubica un estrato de potencia definida sobre depósitos fluviales, eólicos, aluviales del cuaternario reciente, cuarcitas mal graduadas empacadas por arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, con abundancia de trazas blancas de carbonatos, de compacidad relativa de media a compacta.

El estudio determinará las características geológicas del terreno a lo largo del trazo definitivo y de las fuentes de materiales (canteras), definiendo las unidades estratigráficas considerando las características geológicas más destacadas tanto de rocas como de suelos y el grado de sensibilidad o la pérdida de estabilidad en relación a la obra a construir.

El estudio geológico debe ser de extensión y alcance local y será desarrollada fundamentalmente sobre la base del reconocimiento de campo y complementada con documentos de consulta, como información técnica general publicada por el INGEMET a nivel regional, mapas geológicos, topográficos o de restitución fotogramétrica.

Depósitos cuaternarios

➤ **Depósitos aluviales**

Son producto de la meteorización y erosión de los afloramientos y/o depósitos antiguos que han sido trasladados constantemente por la corriente de los ríos principales y permanentes, en las partes más bajas forma terrazas.

La mayoría de estos depósitos son utilizados como campos de cultivo.

➤ **Depósitos coluviales**

Es producto de la meteorización mayormente física, resultante principalmente de la gravedad o por movimientos sísmicos. Está constituido por fragmentos rocosos en las laderas de los cerros.

➤ **Depósitos proluviales**

Son depósitos provenientes de corrientes temporales de agua y lluvias, ocasionando acumulación de fragmentos rocosos y lodos a manera de conos defectivos en su desembocadura.

Constituidos por gravas areno limosas y grava limo arcillosas. Cuando es a manera de flujos de lodo, su composición es limo-arcillosa.

4.5. ANÁLISIS DE MUESTRAS

4.5.1. Toma de muestras:

La obtención de muestras es una de las tareas más importantes, pues requiere no solo el conocimiento de suelos y materiales, sino, experiencia para seleccionar el ó los sitios donde deberán tomarse y poder determinar además, la profundidad a la cual habrá de extraerse.

Las muestras que se obtengan deben ser representativas, es decir, deben ser una fiel representación del material existente en el sitio, pues de lo contrario se corre el riesgo de dar una idea falsa del terreno de fundación o del material a emplearse.

En nuestro estudio se han realizado excavaciones en algunas intersecciones de calles con ésta y a una profundidad de 2.00m., por debajo de la sub rasante siguiendo la recomendación de la AASHTO de que la investigación del subsuelo se haga a una profundidad no menor de 1.00m.

Hemos obtenido muestras alteradas para los ensayos de Contenido de Humedad, Límite Líquido, Límite Plástico, Análisis Granulométrico, Contenido de Sales, compactación (Próctor Modificado) y C.B.R. (California Bearing Ratio)

4.5.2. Métodos de evaluación:

Para estudiar las características físicas y mecánicas de un suelo, se puede recurrir a dos métodos: uno de ellos llamado Ensayo In situ, que se desarrollaron a partir de la mitad de este siglo, marcando la segunda gran época en el desarrollo de la Mecánica de Suelos; permiten determinar directamente las características del suelo.

También, se tiene el método llamado Ensayos en Laboratorio, cuya aplicación significó la primera época de desarrollo de la Mecánica de Suelos, basándose en las Teorías de Coulomb, Terzaghi, Caquot, Kerisel, etc.

4.6. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Todos los ensayos que a continuación se detallan han sido realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, pavimentos y ensayo de materiales pertenecientes a Laboratorio “SEGENMA”.

4.6.1. Contenido de Humedad: (ASTM D 2216)

a) Generalidades

La humedad o contenido de agua de una muestra de suelo, es la relación del peso del agua contenida en la muestra, al peso de la muestra secada en el horno, expresada como tanto por ciento.

b) Equipo

- Estufa
- Balanza electrónica con aprox. al 0.01 gr.
- Cápsulas
- Espátula

c) Procedimiento

- Se pesa en la balanza electrónica las cápsulas a utilizar, esta debe ser previamente calibrada y se registra en la hoja de datos.
- Luego se procede a llenar hasta la mitad las cápsulas con las muestras obtenidas, y se obtienen sus pesos.
- La muestra deberá estar en la estufa un tiempo no menor de 18 horas ni mayor de 24 horas, a una temperatura de 105°C.
- Después de este tiempo se saca la muestra del horno y se deja enfriar a la temperatura de la habitación.
- Luego se vuelve a pesar la muestra y se anota en la hoja de datos.
- Por último se calcula la humedad como la diferencia entre los pesos húmedos y secos dividida por el peso seco.

4.6.2. Límites de Consistencia:

4.6.2.1. Límite Líquido (ASTM D 4318)

El límite líquido de un suelo es aquel contenido de humedad bajo el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido.

a) Equipo

- Copa de Casagrande.
- Acanalador.
- Bombilla.
- Espátula.
- Balanza Electrónica.
- Depósito de porcelana (absorbe humedad).
- Tamiz N°40.
- Estufa, mortero, pesa filtros, vidrio pavonado.

b) Corrección del aparato para el Límite Líquido

- Antes de usarse la copa de Casagrande para la determinación del Límite Líquido se debe inspeccionar a fin de determinar si se halla en buen estado.
- La altura de caída que debe tener la copa es de un centímetro exactamente, esta altura se mide por medio del calibre del mago del acanalador.
- En la copa del aparato se marca una cruz con lápiz en el centro de la huella que se forma al golpearse con la base.
- Se da vuelta a la manija hasta que la copa se levante hasta su mayor elevación y tomando como punto de referencia a la cruz marcada se verifica la distancia entre ésta y la base con el mango del acanalador.
- Se aflojan los tornillos de cierre y se gira el tornillo hasta que la distancia sea de un centímetro.

c) Preparación de la muestra:

Este ensayo se realiza solamente con fracciones de suelo que pasen el tamiz N°40. Para la preparación de la muestra existen dos métodos:

Método seco y método húmedo.

Método seco:

- Se pulveriza aproximadamente 50 grs. de material seco en un mortero.
- Se tamiza la muestra pulverizada por la malla N°40, desechando el que queda retenido.
- Se pone en una cápsula de porcelana el material que pasa la malla N° 40, se le agrega agua y con la espátula se mezcla perfectamente hasta obtener una pasta espesa y suave.

Método húmedo:

Se siguen los mismos procedimientos que se usa para el análisis granulométrico en húmedo, con la diferencia de que en vez de utilizar la malla N°200, se utiliza la malla N°40 y que al evaporar el agua del recipiente se deja que el material se seque hasta que tenga la consistencia de una pasta suave, logrado lo cual se pasa a la cápsula.

d) Procedimiento:

- Se toma una porción de la masa preparada y se coloca en el plato de bronce del aparato de Casagrande, nivelándola con la espátula, de tal modo que tenga un centímetro de espesor en el punto de máxima profundidad.

- El suelo en el plato de bronce, es dividido con un corte firme del acanalador, diametralmente al plato de bronce de arriba hacia abajo, de manera que se forme un surco claro y bien definido de dimensiones adecuadas.
- El plato de bronce que contiene la muestra, preparada y cortada como indicamos en la sección anterior, es levantado y soltado, por medio del manubrio a una velocidad de dos golpes por segundo aproximadamente, hasta que las dos mitades de la muestra se unan en su base, en una distancia de $\frac{1}{2}$ " (12.7 mm.), aproximadamente, luego se registra el número de golpes que ha sido necesario dar para cerrar el canal.
- Se toma una porción del suelo, aproximadamente del ancho de la espátula y cortada en toda su sección en ángulo recto al canal, se coloca esta porción en una pesa filtro, se pesa y se coloca en la estufa (105°C - 110°C) para determinar su contenido de humedad.
- La muestra que queda en el plato de bronce se traslada a la cápsula de porcelana, se le echa más agua y se repite el ensayo. Previamente se debe lavar y secar el plato de bronce y el acanalador.
- Se realizaron 4 ensayos para determinar contenidos de humedad diferentes: dos ensayos se hicieron sobre los 25 golpes y dos entre 15 y 25 golpes.
- Una vez determinado el contenido de humedad, se dibuja la curva de flujo que representa la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes.
- El contenido de humedad correspondiente a la intersección de la curva de flujo con la ordenada de 25 golpes, se anota como Límite Líquido del suelo.

4.6.2.2. Límite Plástico (ASTM D 4318)

Por plasticidad se entiende la propiedad que tiene el suelo de deformarse sin romperse. El Límite plástico está definido como contenido de humedad que tiene el suelo, cuando empieza a resquebrajarse al amasarlo en rollitos de 1/8” de diámetro (3 mm) aproximadamente.

Las arenas no tienen plasticidad. Los limos la tienen, pero muy poca en cambio las arcillas y sobre todo aquellas ricas en material coloidal, son muy plásticas.

Si se construyen terraplenes o sub-bases, deberá evitarse compactar el material cuando su contenido de humedad sea igual o mayor a su límite plástico, es decir, la capacidad para soportar cargas aumenta rápidamente cuando el contenido de humedad disminuye por debajo del límite plástico y disminuye rápidamente cuando el contenido de humedad sobrepasa el límite plástico.

Procedimiento:

- De la muestra que ha servido para el L.L. se separó una porción y se tomó la mitad de esa porción.
- Con la palma de la mano se fue eliminando la humedad, haciendo rodar la muestra sobre un vidrio empavonado, hasta obtener unos rollitos de aproximadamente 1/8”(3.17 mm) de diámetro
- El L.P. se alcanza cuando el bastoncillo se desmigaja en varias piezas al ser rodado.
- En este momento la muestra se coloca en el horno con la finalidad de determinar su contenido de humedad que es el L.P. de la muestra.

Nota:

En caso de existir duda de si el L.P. obtenido es el correcto, como comprobación se hace otra determinación del L.P. usando el material de la otra porción que quedo de la muestra original.

4.6.3. Granulometría:

a) Generalidades:

Llamado también Análisis Mecánico, tiene como finalidad determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo. La cantidad de granos de los distintos tamaños es expresada en porcentajes de su peso total. Hay dos tipos de Análisis granulométricos:

Análisis por mallas, para partículas mayores de 0.074 mm, es decir que son retenidas en la malla N° 200.

b) Equipo:

- Juego de mallas que varían desde 3” hasta la N° 200.
- Balanza de torsión (0.1 gr. de aproximación)
- Horno de temperatura constante (105°C - 110°C)
- Accesorios como: brocha, bandejas, cucharones, rodillos.

Nota: La cantidad de la muestra depende del tipo de suelo que se va a cribar

c) Procedimiento:

Análisis de mallas en húmedo: Este método es usado cuando el material contiene suficiente cantidad de finos o cuando las aglomeraciones de partículas son duras y difíciles de romper. Para nuestro análisis se ha usado este método y seguimos el siguiente procedimiento:

- La muestra para el análisis se selecciona por cuarteo y la cantidad a muestrearse se pesa.
- Se pasa la muestra por la malla N°4, el material retenido se lava (en la malla N°200), se seca en la estufa.
- Los dos últimos pasos requieren que la muestra esté remojando de 2 a 12 horas a fin de que los grumos queden desintegrados.
- Luego se procede al tamizado de la muestra, la toma de sus pesos retenidos y el cálculo del porcentaje de estos pesos retenidos.
- Para el cálculo de los porcentajes se procede de la forma siguiente:
- Se toma el peso total de la muestra.
- El porcentaje del material retenido, comprendido desde la malla de 3” hasta la malla de 4”, se halla multiplicando el peso retenido en cada malla por 100 y dividiendo por el peso total. - La diferencia del peso natural a partir de la malla N°6 es el agregado fino.

$$k = \frac{\text{Peso total} \times \text{peso fino}}{\text{Diferencia de material natural}}$$

Esta K se toma como si fuera el peso de la muestra total, es decir, el porcentaje de finos se obtiene multiplicando los pesos retenidos comprendidos desde la malla N°6 hasta la malla N°200 por 100 y dividido entre K .

Una vez terminado los cálculos que se adjuntan en hojas aparte, se proceden a dibujar la Curva Granulométrica en papel semi logarítmico; en el cual el porcentaje del material que pasa se gráfica en la escala aritmética, mientras que el tamaño de los granos, o el tamaño de las mallas se colocan en la escala logarítmica.

Una vez dibujada la curva granulométrica de un suelo, se puede determinar además los porcentajes de arena, limo y arcilla, su diámetro efectivo (D_{10}), su coeficiente de uniformidad (C_u) y su coeficiente de curvatura (C_e).

Diámetro Efectivo (D_{10}):

Se llama al diámetro de la partícula correspondiente al 10% del material más fino en la curva granulométrica.

Coeficiente de Uniformidad (C_u):

Es la relación de D_{60}/D_{10} o sea la relación entre el diámetro correspondiente al 60% y al 10% más fino, respectivamente, tomados de la curva granulométrica.

El coeficiente de uniformidad (C_u) es mayor de 4 en las gravas y mezclas gravo-arenosas y mayor de 6 en los suelos arenosos o mezclas areno-gravosas, con poco o nada de material fino.

Coeficiente de Curvatura (C_c): es la relación:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Donde D_{10} , D_{30} y D_{60} son los diámetros correspondientes al 10%, 30% y 60% de material más fino, respectivamente tomados de la curva granulométrica.

Cuando el suelo está bien graduado, el coeficiente de curvatura C_c , estará comprendido entre 1 y 3.

4.6.4. Contenido de Sales (bs 1377).

Sirve para averiguar el contenido de sales que posee un suelo.

a) Equipo:

- Balanza con aproximación a 0.01 gr.
- Agua destilada
- Recipientes (vasos descartables)
- Cápsulas de aluminio.
- Papel filtro
- Estufa.

b) Procedimiento:

- Pesar una muestra de suelo de 50 ó 100 grs. esto dependiendo de la granulometría del mismo y colocarla en un recipiente.
- Medir el agua destilada en mililitros equivalente al peso de la muestra, es decir 50 ml. ó 100 ml respectivamente. Sólo en caso de que el suelo sea arcilloso tomar agua destilada en un 20% más.
- Verter el agua sobre la muestra colocada en el vaso, y removerla a fin de que el suelo se lave.
- Tapar el recipiente y dejarlo reposar durante 24 horas.
- Pesar la cápsula de aluminio.
- Retirar el agua y verterla a la cápsula de aluminio previa colocación del papel filtro con la finalidad de que no pasen impurezas que podrían alterar el ensayo.
- Colocar a la estufa el recipiente con el agua y dejarla secar.
- Sacar de la estufa, dejarla enfriar y luego pesar para luego realizar los respectivos cálculos.

4.6.5. Ensayos de Compactación (Proctor Modificado): (ASTM D1557)

Este ensayo es un proceso mecánico por el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo - deformación de los suelos; por lo general, el proceso implica una reducción más o menos rápida de los vacíos, como consecuencia de lo cual en los suelos ocurren cambios de volumen de importancia, fundamentalmente ligadas a pérdidas

de volumen de aire, pues por lo general no se expulsa agua de los huecos durante el proceso de compactación.

No todo el aire sale del suelo, por lo que la condición de un suelo compactado es la de un suelo parcialmente saturado. El objetivo general de la compactación es obtener un suelo que mantenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra.

Para la obtención de las relaciones Humedad - Densidad (peso unitario seco) existen varios métodos, todos los cuales apuntan a reproducir la densidad que se obtienen en obra con equipo mecánico especial, llámese: aplanadoras, rodillos lisos o de llantas, rodillos “patas de cabra”, ya que a fin de que el material a compactarse alcance la mayor densidad posible en el terreno, deberá tener una humedad adecuada en el momento de la compactación. Esta humedad se llama **HUMEDAD ÓPTIMA** y la densidad obtenida se conoce con el nombre de **MÁXIMA DENSIDAD SECA**.

Se ha aplicado el método dinámico de Proctor Modificado, llamado así en honor a R.R. proctor, que en una serie de artículos publicados en 1,933 en la ENGINEERING NEWS RECORD, la compactación dinámica en el laboratorio se realizaba utilizando un peso que caía libremente y golpeaba a una masa de suelo confinada, emulando la compactación en el campo que se obtenían a través de rodillos o compactadores vibratorios que pasan sobre capas de suelo relativamente delgadas durante el proceso de construcción.

Posteriormente la AASHTO adoptó este método llamándolo “Estándar Proctor” o “Estándar AASHTO” (T99-70), el mismo que posteriormente fue modificado ya que se usó un equipo de compactación más pesado y aumentando el número de capas de compactación de 3 a 5 y se le denominó “AASHTO Modificado” (T18Q-70).

Este método que tiene por objeto determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad de los suelos compactados en un

molde de dimensiones dadas, empleando un apisonador de 10 lb (4.54 Kg) que se deja caer libremente desde una altura de 18 pulgadas (45.7 cm). A continuación se indican los cuatro procedimientos:

Método A: Molde de 4” (10.16 cm) de diámetro. El suelo pasa por el tamiz N°04 (4.75 mm).

Método B. Molde de 6” (15.24 cm) de diámetro. El suelo pasa por el tamiz N°04 (4.75 mm).

Método C: Molde de 4” (10.16 cm) de diámetro. El suelo pasa por el tamiz 3/4”.

Método D. Molde de 6” (15.24 cm) de diámetro. El suelo pasa por el tamiz 3/4”.

a) Equipo:

- Molde cilíndrico de compactación de 6” de diámetro.
- Apisonador de 10 lb (4.54 Kg)
- Enrasador.
- Tamiz de W (19 mm)
- Cuchillo
- Depósitos plásticos
- Cápsulas metálicas
- Balanza de aprox. a 1 gramo
- Estufa a temperatura 110+ 5°C.

b) Procedimiento:

- En laboratorio, se efectúa según el método A, por ello el primer paso será tomar una muestra seca al aire de 15 Kg. De peso, tamizada por la malla N°04.
- Se mezcla la muestra representativa con una cantidad de agua, aproximadamente el 2%, de tal forma de humedecer toda la muestra.

- Se compacta la muestra en 5 capas estando el molde con el collar ensamblado, con 56 golpes cada una de ellas; el golpe del apisonador se distribuirá uniformemente sobre la superficie que se compacta.

Compactada la quinta capa se retira el collar y se enrasa tapando los huecos que quedasen en la superficie.

La altura de caída será de 18” con respecto al nivel de enrase del molde, el que se encontrará apoyado sobre una superficie uniforme, rígida y nivelada.

Se retira el molde con la muestra y se obtiene su peso ($W_{\text{MOLDE}} + SUELO$), luego se retira una muestra del interior del molde para la obtención de su contenido de humedad. Conocido el peso de la muestra y el volumen de la misma, además del contenido de humedad (W) se puede obtener un punto de la curva de compactación, es decir, Densidad seca vs. Contenido de humedad, de la siguiente forma:

- Estufa a temperatura $110^{\circ} + 5^{\circ}\text{C}$.
- Depósitos plásticos, etc.

$$DENSIDAD HUMEDA = \frac{W_{\text{MOLDE+SUELO}} - W_{\text{SUELO}}}{\text{Volumen de molde}}$$

$$DENSIDAD SECA = \frac{\text{Densidad Humeda}}{(1 + w)}$$

- Se repite el paso 3; antes se desmenuza el suelo anteriormente compactado, incrementando en el contenido de humedad 3 ó 4% la humedad del suelo a ensayar.
- Se continúa hasta que se note una disminución en el peso unitario seco o densidad, o hasta que el suelo no se vuelva francamente húmedo y presente exceso de humedad.
- Se gráfica la curva de compactación en escala aritmética en los ejes, hallando la máxima densidad seca y su óptimo contenido de humedad.

4.6.6. Ensayos para determinar CBR (California Bearing Ratio) y la expansión en el laboratorio: (ASTM D1883)

El ensayo de California Bearing Ratio (CBR), llamado también Relación de soporte de California o índice CBR, fue propuesto, en 1,929, por los ingenieros Stanton y Porter, del departamento de carreteras del estado de California; desde entonces hasta hoy, este método se ha generalizado tanto en América como en Europa para el diseño de pavimentos flexibles.

El ensayo CBR mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas en comparación con la resistencia que ofrecen un material de piedra triturada estandarizado.

Este método que ha sido adoptado por el cuerpo de Ingenieros del ejército estadounidense, así como otros organismos técnicos viales, ha experimentado varias modificaciones; pero en la actualidad se sigue, en líneas generales, el procedimiento sugerido por el U.S. Waterways Experiment Station, siendo un procedimiento empírico basado en un sin número de trabajos de investigación llevados a cabo, tanto en laboratorio como en el campo.

Dado que el comportamiento de los suelos varía de acuerdo con su “grado de alteración”, con su granulometría y sus características físicas, el método a seguir para determinar el CBR será diferente en cada caso, así se tiene:

- Determinación del CBR de suelos perturbados y pre moldeados.
- Determinación del CBR de suelos inalterados.
- Determinación del CBR in situ.

Para aplicación en el presente proyecto se usará el método 1, dado que se contó con muestras alteradas. El método comprende tres pasos que son:

a) Determinación de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad

Se obtiene de la curva de compactación elaborada por medio del ensayo de determinación de la relación densidad humedad, enunciado en el acápite anterior.

b) Determinación de las propiedades expansivas del material:

Consiste en dejar empapar en agua durante un período de 96 horas (4 días) tres moldes compactados según el método AASHTO T180-70 “Proctor Modificado”, con la variante siguiente: el primer molde con 56 golpes cada capa, el segundo con 25 golpes cada capa y el tercero con 12 golpes cada capa.

Todos los moldes serán de diámetro interior de 6” y altura de 8”, con un disco espaciador colocado en la base.

Además, a cada uno de ellos se les colocará una sobrecarga consistente en dos placas de 5 lb de peso cada una, que aproximadamente representa el peso de un pavimento de concreto hidráulico de 12.5 cm de espesor; por lo que en pavimentos flexibles el peso de dichas placas debe corresponder aproximadamente al peso combinado de la sub base, base y carpeta asfáltica.

Luego, cada 24 horas, se debe medir la expansión producida en el material a través de un trípode y un extensómetro, dando como resultado final una expansión en función de la altura de la muestra expresada en porcentaje.

Una expansión de 10% corresponde aproximadamente a los suelos malos, ya sean demasiado arcillosos y los orgánicos, en cambio, un suelo con expansiones menores del 3% tienen características de subrasante buena.

c) Determinación de CBR:

Después de saturada la muestra durante 4 días, se sacan los moldes del agua y se someten a la prensa para medir la resistencia a la penetración, mediante la introducción de un pistón de 19.35 cm² de sección circular.

Antes de empezar la prueba de penetración debe asentarse el pistón sobre la superficie de la muestra con una carga inicial de 10 lb y luego colocar el extensómetro en cero.

Enseguida se procede a la aplicación lenta del pistón con cargas continuas, las que se anotan para las siguientes penetraciones 0.64 mm; 1.27 mm, 1.91 mm, 2.54 mm, 3.18 mm, 3.81 mm, 4.45 mm, 5.08 mm, 7.62 mm, 10.16 mm, 12.70 mm.

Se busca la carga que produjo la deformación de 2.54 mm y 5.08 mm, en relación con la carga que produce las mismas deformaciones en la piedra triturada estándar, expresada en porcentaje.

Estos serán los valores CBR a definir para el suelo, con el siguiente criterio: que el CBR determinado a partir de los valores portantes para penetración de 5.08 mm no debe diferir en más de 1 ó 2% del correspondiente a una penetración de 2.54 mm; si no es así, debe repetirse el ensayo, y si siempre se obtiene para 5.08 mm un valor superior de CBR, éste es el que debe tomarse como CBR del suelo.

d) Equipo:

Compactación:

- Molde cilíndrico de compactación de 6” diámetro.
- Molde metálico, cilíndrico y de acero con diámetro interior 6” y altura de 8”.
- Collarín metálico de 2” de alto con base perforada.

- Disco espaciador de acero y 5 15/16” de diámetro con 2.5” de altura.
- Apisonador, martillo de 10 lb con altura de caída libre de 18”.

Medir el hinchamiento o expansión del suelo:

- Extensómetro con aprox. de 0.001”, montado sobre un trípode.
- Pesas, como sobrecarga de plomo, cada una de ellas de 5 lb de peso.
- Tanque con agua para sumergir las muestras.

Para la prueba de penetración:

- Pistón cilíndrico de acero de 19.35 cm² de sección con longitud suficiente para poder pasar a través de las pesas y penetrar el suelo hasta 1/2”.
- Aparato para aplicar la carga, como una prensa hidráulica que permita aplicar la carga a una velocidad de 0.05pulgada/minuto.

Equipo Mixto:

- Tamiz de $\phi = 3/4$ ”, bandeja, cucharón.
- Martillo de goma.
- Cuchillo.
- Enrasador.
- Balanza de aprox. a 0.01 gr y 1 gr.
- Estufa a temperatura 110° + 5°C.
- Depósitos plásticos, etc.

e) Procedimiento:

- En campo, se obtiene una muestra compuesta alterada en cada calicata.
- En laboratorio, se seca al aire la muestra, luego se extrae para ensayar por cuarteo (6 Kg), debidamente tamizada por la malla de 3/4”, para cada molde.

Conociendo el valor del óptimo contenido de humedad y la humedad natural que presenta en ese momento la muestra, se calcula el agua que añadirá con la siguiente expresión:

$$AGUA_{CBR} = \left(\frac{W_{MUESTRA}}{1 + HH} \right) \times \left(\frac{OH - HH}{100} \right) \dots (I)$$

Donde:

$MUESTRA$ = Peso de la muestra, en este caso 6 Kg.

OH = Óptimo contenido de humedad.

HH = Contenido de humedad de la muestra.

- Se mezcla la muestra preparada con la cantidad de agua determinada en la fórmula (I), de tal forma que se produzca una mezcla uniforme. Se compacta el primer molde, colocando primero el disco espaciador y un papel de filtro en 5 capas con 56 golpes de martillo cada una, colocando el collarín metálico previamente, se retira éste y se enrasa la muestra, rellenando los huecos que quedan en la superficie con el mismo material, apisonándolo con un martillo de goma.
- En seguida, se pesa el molde incluida la muestra conociendo de antemano el peso del molde y el volumen ocupado por la muestra dentro del molde, se determina la densidad húmeda del material con la siguiente expresión:

$$\gamma_{HUMEDA} = \frac{W_{MOLDE+MUESTRA} - (W_{MOLDE})}{V_{MUESTRAS}} \quad (II)$$

- Se procede de manera similar con el segundo y tercer molde, pero con el segundo se compacta con 25 golpes / capa y el tercero con 12 golpes / capa.

- Se coloca encima del material compactado un papel filtro, sobre éste se coloca una placa perforada, que es un vástago -” además de dos placas con agujero central con peso 5 lb cada una, que representará la sobrecarga.

Sobre el vástago de la placa perforada se coloca un extensómetro montado en un trípode, registrando la lectura inicial. Efectuado lo anterior, se sumerge el molde en agua, dando inicio así a la prueba de expansión y tomando lecturas cada 24 horas en el extensómetro. Posteriormente se calcula el porcentaje de expansión, dividiendo la expansión producida en 24 horas entre la altura de la muestra y multiplicada por 100. Este procedimiento se realiza para los tres moldes.

Después de saturada la muestra, se le retira el extensómetro cuidadosamente; se inclina el molde para que escurra el agua (teniendo cuidado de que no se salgan las pesas).

Así volteado debe permanecer durante 15 minutos. Luego se retiran las pesas, el disco y el papel filtro y se pesa la muestra con el molde, repitiendo el cálculo efectuado en la expresión (II). Se procede luego con la prueba de la penetración, llevando el molde a la prensa y asentando el pistón sobre la superficie de la muestra con una carga de 4.5 Kg; inicialmente se coloca el extensómetro en cero. Se procede a la aplicación lenta (0.05 pulg/minuto) del penetrómetro.

Cuadro 4.11
UTILIDAD DE LOS ENSAYOS

ENSAYO	DATOS OBTENIDOS	UTILIDAD PRACTICA	EN EL PROYECTO
1. CONTENIDO DE HUMEDAD	% de humedad	Cantidad de agua en el suelo	Tipo de suelo
2. LIMITE LIQUIDO	L.L	Obtención del IP, clasificación SUCS	Tipo de suelo
3. LIMITE PLASTICO	L.P	Obtención del IP, clasificación SUCS	Tipo de suelo
4. GRANULOMETRIA	Curva granulométrica	Clasificación del suelo de acuerdo a los tamaños	Tipo de suelo
5. CONTENIDO DE SALES	% sales	Prevención de ataques químicos por acción de sales	Alcantarillas
6. PROCTOR MODIFICADO	Máxima densidad seca y optimo contenido de humedad	Grado de compactación para capas de relleno	Sub rasante, subbase y base
7. CALIFORNIA BEARING RATIO	CBR	Evaluar la capacidad de soporte de los suelos	Sub rasante, subbase y base

4.7. Resultados de los Ensayos de Laboratorio realizados:

CAPITULO V

ESTUDIO DE CANTERAS

5.1. ESTUDIO DE CANTERAS

Uno de los costos más importantes en la construcción y mantenimiento de vías terrestre, corresponde a los materiales: roca, grava, arena y otros suelos, por lo que su localización y selección se convierte en una de los problemas básicos del Ingeniero Civil, en conexión estrecha con el geólogo.

Existen dos formas para detectar canteras, ya sea a través de métodos exploratorios comunes, desde la simple observación sobre el terreno, hasta el empleo de pozos a cielo abierto, posteadoras, barrenos y máquinas perforadoras; o a través de estudios geofísicos, que en épocas recientes han alcanzado una gran potencialidad por ahorrar tiempo, esfuerzo humano y mucha exploración.

Es necesario establecer diferencias entre Bancos de Roca y los de Suelo, ya que los de Roca pueden presentarse con diversos grados de alteración o el material que se encuentre puede ser mixto, en el sentido de contener tanto formaciones rocosas como auténticos suelos. Además, existen dos puntos principales a tomar en cuenta, el primero se refiere a los cambios físicos que la roca puede sufrir por fragmentación durante la extracción, manejo o durante la colocación; el segundo es respecto a la alteración fisicoquímica que puede presentarse durante la vida útil de la obra.

En los casos de Bancos de Suelos, estos mismos factores deben considerarse, aunque revisten menos importancia, pues los suelos seguramente han sufrido ya sus

transformaciones físico-químicas importantes durante su proceso de descomposición que les dio existencia a partir de la roca madre.

5.2. LOCALIZACIÓN DE CANTERAS EN LA ZONA

Se define como canteras, al afloramiento rocoso del que se extrae piedras, gravas, arenas, etc.; para ser utilizados como material de construcción. Estos yacimientos deberán cumplir ciertas exigencias, como de calidad y cantidad.

Localizar una cantera es más que descubrir un lugar en donde exista un volumen alcanzable y explotable de suelos o rocas que puedan emplearse en la construcción de una carretera, satisfaciendo las especificaciones de calidad, ha de garantizarse que los bancos elegidos son los mejores entre todos los disponibles en varios aspectos que se interrelacionan, como la evaluación de la calidad por medio de sus características físicas y mecánicas de sus partículas, valiéndose en este caso del análisis granulométrico, y de los límites de plasticidad; para clasificarlo como excelente, bueno o malo como material de construcción.

Teniendo en cuenta la calidad y cantidad necesaria para la obra que se proyecte, es necesario elegir cuidadosamente las canteras que se encuentran en el medio, para que al final podamos evaluar y decidir la cantera que combinado en criterio técnico y económico, resulte el mejor.

Es necesario localizar las canteras de tal manera que:

- Tengan una distancia mínima de transporte del material a la obra, que permita aminorar los costos.
- Los materiales de cantera no requieran tratamiento especial para ser utilizados, salvo tamizados.
- Las canteras deben ser utilizadas de manera que su explotación no conlleve a problemas legales que perjudique a los habitantes de la región.

Para la ubicación de canteras nos hemos valido de la información proporcionada por los pobladores de la zona. De la experiencia local de otras obras, éstas presentan antecedentes de explotación para cubrir los requerimientos de los materiales de las obras que se han ejecutado en la zona cuyo resultado reflejan su buena calidad.

La cantera tomada en cuenta es la Cantera Tres Tomas, eligiéndose para éste proyecto por su calidad de material para sub-base y base y por su menor costo.

- Cantera Tres Tomas

Distancia : 24 Km. desde la ciudad de Chiclayo.
Coordenadas UTM : E 644741 N 9267901
Dimensiones : 250 m x 200 m x 2 m
Volumen : 100,000 m³

La accesibilidad se hace por la carretera asfaltada de Chiclayo a Ferreñafe (18 Km.) y desde allí a la cantera de Tres Tomas por carretera afirmada, pasando el poblado de Mesones Muro.

La petrología de la presente cantera corresponde a material de lecho de quebrada y/o de río, encontrándose material poco consolidado casi homogéneo predominan rocas andesitas e intrusivas, los tamaños presentan una gradación buena. Los bloques y cantos rodados que se depositaron en el cuaternario, presentan una matriz limo arcillosa predominante.

Las canteras están siendo trabajadas por una asociación de la Comunidad Campesina Santa Lucía de Ferreñafe.

5.3. EXPLORACIÓN Y EVALUACIÓN DE CANTERAS

5.3.1. EXPLORACIÓN:

La exploración de una zona en la que se pretenda establecer un Banco de Materiales debe tener las siguientes metas:

- ✓ Determinación de la naturaleza del depósito, incluyendo toda la información que sea dable obtener sobre su geología, historia de exploraciones previas, relaciones con escurrimiento de agua superficial, etc.
- ✓ Profundidad, espesor, extensión y composición de los estratos de suelos o rocas que se pretenda explotar.
- ✓ Situación de agua subterránea, incluyendo posiciones y variaciones del nivel freático.
- ✓ Obtención de toda la información posible sobre las propiedades de los suelos y las rocas, los usos que de ellos se haya hecho, etc.

La investigación completa está formada por tres etapas:

a) Reconocimiento Preliminar

Que debe incluir la opinión de un geólogo. En esta etapa debe considerarse oficial el contar con el estudio geológico de la zona, por sencillo que sea.

b) La Exploración Preliminar

En la que por medio de procedimientos simples y expeditos, puede obtenerse información sobre el espesor y la composición del subsuelo, la profundidad del agua freática y demás datos que permitan, en principio, definir si la zona es prometedora para la implantación de un banco de las características del que se busca y si, por consiguiente, conviene continuar la investigación sobre ella.

c) La Exploración Definitiva

En la que por medio de sondeos y pruebas de laboratorio han de definirse detalladamente las características ingenieriles de los suelos y las rocas encontradas.

En aplicación para proyectos como éste, se emplean muestreos a través de pozos a cielo abierto, definiendo algunas características de acuerdo a la disponibilidad de recursos económicos.

5.3.2. EVALUACIÓN:

CANTERA TRES TOMAS

En esta cantera encontramos Afirmado, piedra para chancadora y arena gruesa. Suelos identificados en el sistema AASHTO, como A – 1 - a (0) Gravas arcillosas arenosas, mezclas de Grava, arena y arcilla de baja plasticidad.

Con respecto al afirmado se concluye que es apto para usarse en obra ya que tiene las siguientes características:

Cuadro 5.1

CARACTERISTICAS DE MATERIAL

DESCRIPCION	AFIRMADO	ARENA GRUESA
Clasificación AASHTO	A - 1 - a (0)	A - 1 - a (0)
Clasificación SUCS	SM - SP	SM
Contenido de Sales	0.022	0.06
Limite Liquido	26.35	25.32
Limite Plástico	17.19	20.21
Índice Plástico	9.16	5.11
Máxima Densidad	2.14 - 2.16 gr/cm3	2.11 gr/cm3
Humedad Optima	6.02 - 8 %	6.95%
CBR al 100%	75.42 - 83.09 %	47.49%
Desgaste a abrasión	21.46 - 26.54	10.11

La piedra también es apta, su porcentaje de sal es 0.03%, 7.8% de desgaste de abrasión, 1.4% de inalterabilidad y 2.74 de peso específico. La arena gruesa para poder usarla se tiene que lavarla ya que el porcentaje de finos es un poco elevado, tiene 2.5% de inalterabilidad, 0.06% de sales.

CAPITULO VI

DISEÑO VIAL URBANO

6.1. GENERALIDADES.

Como se trata de vías en zonas urbanas, las restricciones de velocidad, las condiciones de la rasante en las intersecciones de las calles, sección de las vías consolidadas y proyectadas, exige aportemos de ciertas normas de diseño, por lo que se ha tratado de adaptar a las condiciones urbanísticas imperantes en la zona.

6.2. CONCEPTO DE VÍA.

La vía es el espacio donde se desarrolla el tránsito. Se denomina vía a toda calle, carretera o camino abierto al uso público, así como al camino privado utilizado por una colectividad indeterminada de usuarios.

6.3. CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS SEGÚN EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS.

El sistema de clasificación planteado es aplicable a todo tipo de vías públicas urbanas terrestres, ya sean calles, jirones, avenidas, alamedas, plazas, malecones, paseos, destinados al tráfico de vehículos, personas y/o mercaderías; habiéndose considerado los siguientes criterios:

- Funcionamiento de la red vial.
- Tipo de tráfico que soporta.

- Uso del suelo colindante (acceso a los lotes urbanizados y desarrollo de establecimientos comerciales).
- Espaciamiento (considerando a la red vial en su conjunto).
- Nivel de servicio y desempeño operacional.
- Características físicas.
- Compatibilidad con sistemas de clasificación vigentes.

La clasificación adoptada considera cuatro categorías principales: Vías expresas, arteriales, colectoras y locales:

6.3.1. Vías Expresas

✓ Función

Las vías expresas establecen la relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tránsito de paso (origen y destino distantes entre sí). Unen zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos, con circulación a alta velocidad y bajas condiciones de accesibilidad. Sirven para viajes largos entre grandes áreas de vivienda y concentraciones industriales, comerciales y el área central.

Facilitan una movilidad óptima para el tráfico directo. El acceso a las propiedades adyacentes debe realizarse mediante pistas de servicio laterales.

En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la descarga de mercaderías, ni el tránsito de peatones.

Este tipo de vías también han sido llamadas “autopistas”.

✓ **Características del Flujo**

En esta vía el flujo es ininterrumpido, porque no existen cruces al mismo nivel con otras vías, sino solamente a diferentes niveles en intercambios especialmente diseñados.

✓ **Conexiones**

Las vías expresas están directamente conectadas entre sí con vías arteriales. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el área central de la ciudad, a través de vías auxiliares.

6.3.2. Vías Arteriales

✓ **Función**

Las vías arteriales permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido.

El término Vía Arterial no equivale al de Avenida, sin embargo muchas vías arteriales han recibido genéricamente la denominación de tales.

✓ **Características del Flujo**

En estas vías deben evitarse interrupciones en el flujo de tráfico.

En las intersecciones donde los semáforos están cercanos, deberán ser sincronizados para minimizar las interferencias al flujo directo.

Los peatones deben cruzar solamente en las intersecciones o en cruces semaforizados especialmente diseñados para el paso de peatones.

Los paraderos del transporte público deberán estar diseñados para minimizar las interferencias con el movimiento del tránsito directo.

En las intersecciones pueden diseñarse carriles adicionales para volteos con el fin de aumentar su capacidad.

Se recomienda que estas vías cuenten con pistas de servicio laterales para el acceso a las propiedades.

✓ **Conexiones**

Las vías arteriales se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras, no siendo conveniente que se encuentren conectadas a vías locales residenciales.

6.3.3. Vías colectoras

✓ **Función**

Las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.

Pueden ser colectoras distritales o interdistritales, correspondiendo esta clasificación a las Autoridades Municipales, de la cual se derivan, entre otros, parámetros para establecer la competencia de dichas autoridades.

Este tipo de vías, han recibido muchas veces el nombre genérico de Jirón, Vía Parque, e inclusive Avenida.

✓ **Características de Flujo**

El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizados, cuando empalman con vías arteriales y, con controles simples, con señalización horizontal y vertical, cuando empalman con vías locales.

✓ **Conexiones**

Las vías colectoras se conectan con las arteriales y con las locales, siendo su proporción siempre mayor con las vías locales que con las vías arteriales.

6.3.4. Vías Locales

Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida.

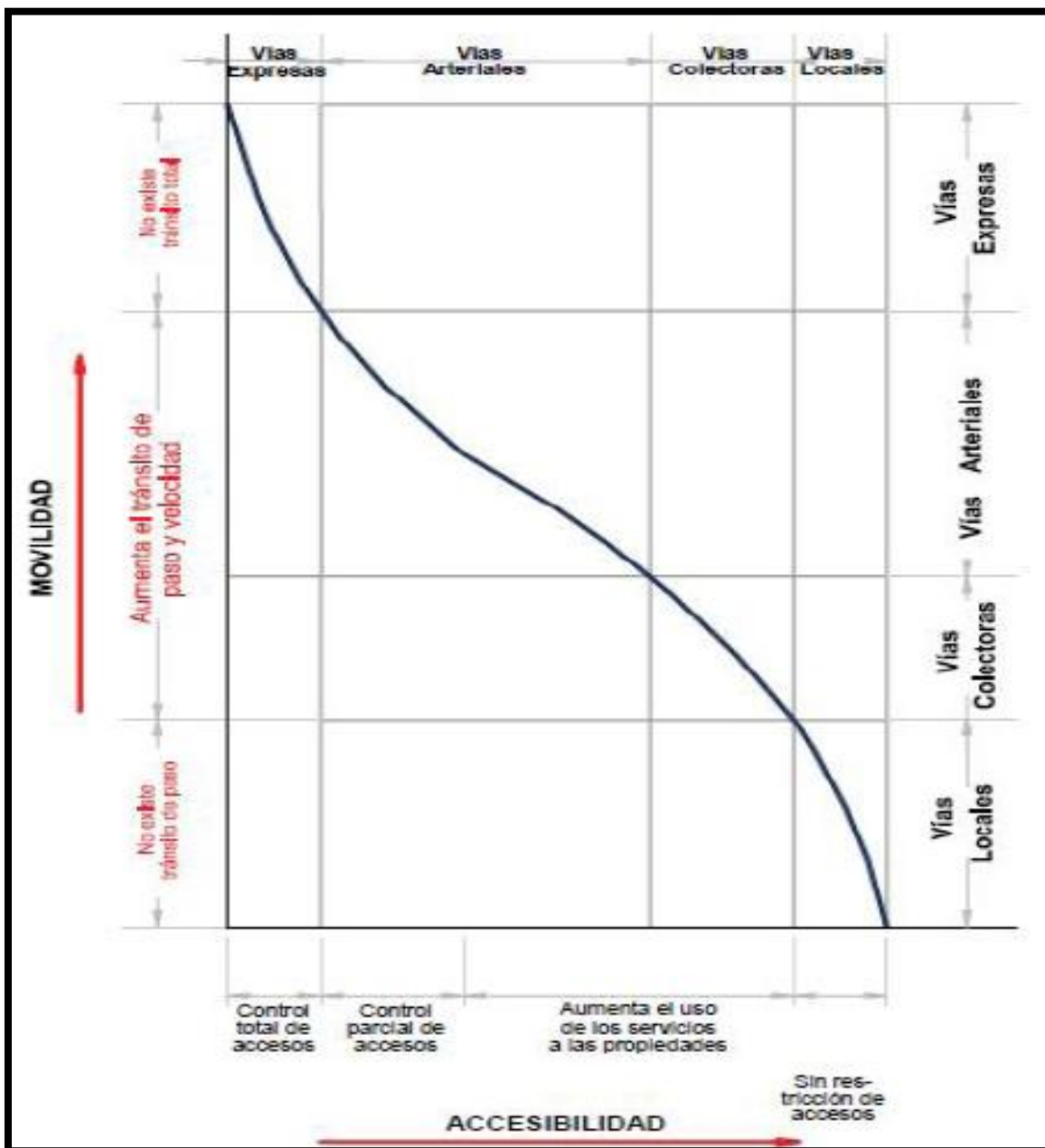
Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras.

Este tipo de vías han recibido el nombre genérico de calles y pasajes.

La Figura 6.1 presenta en forma gráfica los grados de movilidad y acceso de un sistema vial. En un extremo, las vías principales son de accesos controlados destinados a proveer alta movilidad y poco o nulo acceso a la propiedad lateral, mientras que, en el otro extremo, las vías locales son de accesos no controlados que proveen fácil acceso a la propiedad lateral, pero raramente las utiliza el tránsito de paso.

Gráfico 6.1

MOVILIDAD Y ACCESIBILIDAD DE UN SISTEMA VIAL URBANO



FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

Cuadro 6.1
PARAMETROS DE DISEÑO VINCULADOS A LA CLASIFICACION DE VIAS URBANAS

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VIAS EXPRESAS	VIAS ARTERIALES	VIAS COLECTORAS	VIAS LOCALES
VELOCIDAD DE DISEÑO	Entre 80 y 100 km/hora. Se seguira por lo establecido en los articulos 160 y 168 del Reglamento Nacional de Transito (RNT) vigente	Entre 50 y 80 km/hora Se regirapor lo establecido en el articulos 160 a 168 del RNT vigente	Entre 40 y 60 km/ hora Se regira por lo establecido en los articulos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 km/hora. Se regira por lo establecido en los articulos 160 al 168 del RNT vigente.
CARACTERISTICAS DE FLUJO	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehiculos livianos. Cuando es permitido tambien por vehiculos pesados. No se permite la circulacion de vehiculos menores, bicicletas, ni circulacion de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del trafico. Los semaforos cercanos deberan sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el transito de diferentes tipos de vehiculos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehiculos livianos. Las bicicletas estan permitidas en ciclovias	Se permite el transito de diferentes tipos de vehiculos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En areas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el transito de bicicletas recomendandose la implementacion de	Esta permitido el uso de vehiculos livianos y el transito peatonales es irrestricto. El flujo de vehiculos semipesados es eventual. Se permite el transito de bicicletas.
CONTROL DE ACCESOS Y RELACION CON OTRAS VIAS	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo otras vias expresas o vias arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales se puede preveer algunas conexiones con vias colectoras especialmente en el Area Central de la ciudad a tragres de vias auxiliares	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasajo a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vias expresas a otras vias arteriales y a vias colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vias arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y consideraran carriles adicionales para volteo	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vias arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vias conectoras o vias locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existan volúmenes de vehiculos y/o peatones de magnitud apreciable.	Se conectan a nivel entre ellas y con las vias colectoras.
NUMERO DE CARRILES	Bidireccionales 3 o mas carriles sentido	Unidireccionales: 2 o 3 carriles Bidireccionales 2 o 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 o 3 carriles Bidireccionales 1 o 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carriles/sentido
SERVICIO A PROPIEDADES ADYACENTES	Vias auxiliares laterales	Deberan contar preferencialmente con vias de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar unicamente su transito propio generado.
SERVICIO DE TRANSPORTE PUBLICO	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en carriles Exclusivos o Carriles Solo Bus son paraderos diseñados al exterior de la via.	desarrollado por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con paraaderos diseñados al exterior de la via o en bahia	El transporte publico, cuando es autorizado se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido
ESTACIONAMIENTO , CARGA Y DESCARGA DE MERCADERIAS	No permitidosalvo en emergencias	No permitido salvo en emergencias o en las vias de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se regira por lo establecido en los articulos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehiculos se realiza en estas vias en areas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se regira por o establecido en los articulos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento esta permitido

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

- ✓ **De acuerdo a la clasificación de vías urbanas** según el Manual De Diseño Geométrico De Vías Urbanas – 2005 (MDGVU-2005) Las Av. La Despensa, y El Dorado son **Vías Colectoras** las demás calles de la Urbanización Santa María son **Vías Locales**.

6.3.5. Diseño geométrico

Las características geométricas de una vía dependen fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada, de la composición y volumen del tránsito proyectado, a fin de satisfacer las condiciones mínimas que permitan circular, los determinados tipos de vehículos en el camino.

Los criterios seguidos para el trazo y diseño geométrico ha sido: **Manual De Diseño Geométrico De Vías Urbanas – 2005 (MDGVU-2005)**, determinándose las siguientes características:

6.3.5.1. Parámetros básicos para el diseño

Con la finalidad de tener como base al “Manual De Diseño Geométrico De Vías Urbanas” asumiremos que:

6.3.5.1.1. Velocidad directriz

✓ Definición

Es aquella velocidad máxima que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

✓ **Elección**

La velocidad directriz, en el cuadro 6.1 (Ver MDGVU-2005), para una vía colectora le corresponde una velocidad directriz de $V = 40 \text{ km/hora}$. Y para una vía local le corresponde una $V = 30 \text{ km/hora}$

6.3.5.1.2. Alineamiento horizontal

Las calles de la Urbanización Santa María están bien definidas, se han trazado los ejes a partir de la intersección de las calles. De acuerdo al Manual de diseño geométrico de vías urbanas, el trazado deberá tener un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangente y curvas se sucedan armónicamente, evitando en lo posible ángulos de deflexión pequeños.

En general, el relieve del terreno ha servido como elemento de control, ya que el trazado ha tenido que adaptarse a la conformidad urbanística y a la disponibilidad del área para el diseño del pavimento de las calles de la ciudad.

6.3.5.1.3. Trazado de perfiles longitudinales

En este proyecto la nivelación longitudinal tuvo como objeto determinar el perfil de las calles. Este perfil nos permitió apreciar la relación entre la pendiente del terreno natural y fijar las cotas de la rasante. Esta operación se llevó a cabo a distancias de 20.00 metros, determinándose la red longitudinal cuyos puntos y cotas en las intersecciones de las calles son los mismos como se aprecian en los planos de perfiles longitudinales.

6.3.5.1.3.1 Rasante

Conocido el relieve del suelo, en este caso, llano, el perfil de la rasante sigue la naturaleza del terreno, sin perder de vista limitaciones impuestas por la estética, la seguridad y la visibilidad.

La mayoría de las calles tienen pendientes uniformes como se puede apreciar en los planos longitudinales. Además se adoptarán de tal manera que armonicen, permitiendo un adecuado drenaje superficial; asimismo se tiene en consideración el nivel de las casas.

6.3.5.1.3.2. Pendientes mínimas.

La pendiente mínima está gobernada por problemas de drenaje, es así que si el bombeo de la calzada es de por lo menos 2% se puede aceptar pendientes mínimas de 0.3%, para casos de bombeo menor usar como pendiente mínima 0.5%.

6.3.5.1.3.3. Pendientes máximas.

En vías urbanas, cuando se tiene la posibilidad de elegir la pendiente a emplear en un alineamiento vertical, se deberá tener presente las consideraciones económicas, constructivas y los efectos de la gradiente en la operación vehicular.

A continuación se muestra un cuadro, en donde se adoptan valores de pendiente máxima con la incorporación del criterio del Tipo de Terreno.

Cuadro 6.2
PENDIENTES MÁXIMAS

TIPO DE VIA	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso
Vía Expresa	3%	4%	4%
Vía Arterial	4%	5%	7%
Vía Colectora	6%	8%	9%
Vía Local	Según topografía	10%	10%
Rampas de acceso o salida a vías libres de intersecciones	6% - 7%	8% - 9%	8% - 9%

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

6.3.5.1.4. Curvas verticales

Cuando cambia la pendiente de la rasante es necesario que dicho cambio se realice gradualmente. Para ello se usan las llamadas curvas verticales.

La forma de unir dos tramos en tangente con pendientes diferentes es a través de curvas verticales, estas curvas son del tipo parabólica y se adoptan así por la suavidad de transición en el cambio de pendientes y su facilidad de cálculo.

Cuando la velocidad directriz de la vía es menor a 50 *km/h* se deberá diseñar una curva vertical siempre que la diferencia algebraica de pendientes sea mayor a 1%.

Según la forma en que las dos pendientes se encuentran se requerirá el diseño de una curva vertical Cóncava o Convexa. En cualquiera de los casos, estas curvas se trazan gracias a la tabulación de fórmulas cuadráticas del tipo $y = kx$.

ELEMENTOS BÁSICOS DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES

En las zonas urbanas, las secciones transversales quedan definidas y adaptadas a las dimensiones disponibles, clasificación de vías, economía y seguridad que ellas conllevan, los elementos de la sección transversal incluyen ancho de calzada o superficie de rodadura, ancho de estacionamiento, ancho de acera y bombeo.

A continuación tenemos cada uno de estos elementos:

6.3.5.1.4.1 Ancho de calzada

Es la luz libre diseñada para la circulación del tránsito vehicular, varía con el volumen de tránsito. En general el ancho de la calzada está en función del ancho del carril, el cual a su vez depende de las características de los vehículos.

Las calles de la Urbanización Santa María, tienen un ancho reducido las cuales varían entre 11.00m a 23.00m.

Cuadro 6.3

ANCHO DE CARRILES			
CLASIFICACION DE VIAS		Velocidad (km/h)	Ancho mínimo recomendable
	LOCAL	30 a 40	3
	COLECTORA	40 a 50	3.3
		50 a 60	3.3
ARTERIAL		60 a 70	3.5
		70 a 80	3.5
EXPRESAS		80 a 90	3.6
		90 a 100	3.6

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

6.3.5.1.4.2. Ancho de vereda

Las aceras o veredas constituyen un complemento del ancho total de las calzadas, las aceras están designadas para el tránsito peatonal.

Cuadro 6.4

	TIPO DE HABILITACION			
	VIVIENDA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
VIAS LOCALES PRINCIPALES				
ACERAS O VEREDAS	1.80-2.40-3.00	3.00	2.40-3.00	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.20-3.00	3.00	3.00	3.00-6.00
CALZADAS O PISTAS	3.00-3.30-3.60	3.30-3.60	3.60	3.30-3.60
VIAS LOCALES ECUNDARIAS				
ACERAS O VEREDAS	0.60-1.20	2.40	1.80	1.80-2.40
ESTACIONAMIENTO	1.80	5.40	3.00	2.20-5.40
CALZADAS O PISTAS	2.70	3.00	3.60	3.00

FUENTE: NORMA GH. 020 COMPONENTES DE DISEÑO URBANO

6.3.5.1.4.3. Bombeo

Es una característica importante de la sección transversal de un pavimento, su función es el drenaje transversal, en las calzadas el bombeo es del 2%. (SEGUN: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005)

Cuadro 6.5

BOMBEO

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (mts) (2,3)	Bombeo %	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento superior	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5 (1)	2.5 - 3
Afirmado	3 - 3.5 (1)	3 - 4.9

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

6.3.5.2. Estudio del tráfico

Tiene por objeto estudiar las condiciones del tráfico actual y proyectarlas durante la vida útil del proyecto. Las condiciones del tráfico actuales están definidas por su composición y cantidad, la composición nos permitirá definir los tópicos y la cantidad de cada uno de ellos para el punto de partida para la proyección del tráfico.

En el presente estudio se presentan los resultados de las proyecciones del tráfico que servirán de base para la definición de las características técnicas del proyecto.

a) Estaciones de conteo

Previo verificación de campo y recorrido de la ruta del proyecto se procede a identificar una estación de conteo vehicular mediante la cual el aforador se ubica en un lugar estratégico y conveniente desde donde se realiza el conteo diario por tipo y clase de vehículos.

b) Periodo de estudio en el campo.

La estación de conteo operó las 24 horas del día entre los días 22 - 29 de Junio del 2015, durante 7 días incluyendo días laborables y un fin de semana.

La estación de conteo se ubico en la intersección de las Avenidas LA DESPENSA y EL DORADO y para las calles la estación se ubico en la intersección de las Ca. MARÍA ESCRIBA DE BALAQUER Y JUAN TOMIS STACK.

Durante el periodo de conteo el aforador ha registrado los vehículos que transitan en la vía, el sentido y el tipo de vehículos.

c) Determinación del tránsito actual.

Cuadro 6.6

Resultado del conteo tráfico para las Avenidas

Tipo de Vehículo	Lunes 22	Martes 23	Miércoles 24	Jueves 25	Viernes 26	Sábado 27	Domingo 28
Automóvil	75	69	77	80	67	86	64
Camioneta	36	42	49	44	47	52	32
Micro	7	9	6	7	11	15	7
Camión 2E	9	7	11	15	16	19	18
Camión 3E	4	5	9	9	10	13	12
Camión 4E	7	5	8	7	9	8	10
Semi trayler 2S2	8	4	5	8	9	9	12
Semi trayler 3S3	6	5	9	6	8	10	11
TOTAL	131	146	174	176	177	212	166

Resultado del conteo tráfico para las Calles.

Tipo de Vehículo	Lunes 22	Martes 23	Miércoles 24	Jueves 25	Viernes 26	Sábado 27	Domingo 28
Automóvil	15	19	17	16	18	27	13
Camioneta	9	11	19	12	15	28	7
Micro	3	4	3	6	4	5	7
Camión 2E	5	7	4	5	4	6	4
Camión 3E	5	2	2	3	5	6	2
Camión 4E	2	2	3	3	7	7	4
Semi trayler 2S2	3	2	1	2	3	4	3
Semi trayler 3S3	1	2	1	1	2	3	2
TOTAL	37	49	50	48	58	86	42

- **Determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino**

F.C.E. Vehículos ligeros : 1.04146056465893

F.C.E. Vehículos pesados : 0.963259518657013

Datos al mes de Junio - Peaje Mocce (Cód. P039)

- **Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días**

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

Dónde:

IMDS = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular tomada.

IMDa = Índice Medio Anual

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

d) Demanda Proyectada

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0(1 + R)^{(n-1)}$$

Dónde:

Tn = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito.

Cuadro 6.7

Cálculo del índice medio actual (IMDa) para las Avenidas.

Tipo de Vehículo	Lunes 22	Martes 23	Miércoles 24	Jueves 25	Viernes 26	Sábado 27	Domingo 28	TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
Automóvil	75	69	77	80	67	86	64	518	74	1.041461	77
Camioneta	36	42	49	44	47	52	32	302	43	1.041461	45
Micro	7	9	6	7	11	15	7	62	9	0.963260	9
Camión 2E	9	7	11	15	16	19	18	95	14	0.963260	13
Camión 3E	4	5	9	9	10	13	12	62	9	0.963260	9
Camión 4E	7	5	8	7	9	8	10	47	7	0.963260	6
Semi trayler 2S2	8	4	5	8	9	9	12	47	7	0.963260	6
Semi trayler 3S3	6	5	9	6	8	10	11	49	7	0.963260	7
TOTAL	131	146	174	176	177	212	166	1182	169		172

Cálculo del índice medio actual (IMDa) para las Calles.

Tipo de Vehículo	Lunes 22	Martes 23	Miércoles 24	Jueves 25	Viernes 26	Sábado 27	Domingo 28	TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
Automóvil	15	19	17	16	18	27	13	125	18	1.041461	19
Camioneta	9	11	19	12	15	28	7	101	14	1.041461	15
Micro	3	4	3	6	4	5	7	32	5	0.963260	4
Camión 2E	5	7	4	5	4	6	4	35	5	0.963260	5
Camión 3E	5	2	2	3	5	6	2	25	4	0.963260	3
Camión 4E	2'	2	3	3	7	7	4	26	4	0.963260	4
Semi trayler 2S2	3'	2	1	2	3	4	3	15	2	0.963260	2
Semi trayler 3S3	1'	2	1	1	2	3	2	11	2	0.963260	2
TOTAL	37	49	50	48	58	86	42	370	53		53

• Tasa de Crecimiento x Región en %

$rvp = 1.50$ Tasa de Crecimiento Anual de la Población (para vehículos de pasajeros). Según INEI.

$rvc = 3.00$ Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (para vehículos de carga). Según INEI.

Cuadro 6.8

Proyección de tráfico- situación sin proyecto para las Avenidas.

TIPO DE VEHICULO	TASA DE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
TRAFICO NORMAL	CRECIMIENTO	172	172	175	182	192	207	228	255	292	343	411
Automóvil	1.50	77	77	78	81	84	89	96	105	117	132	151
Camioneta	1.50	45	45	46	47	49	52	56	61	68	77	88
Micro	1.50	9	9	9	9	9	10	11	12	13	15	17
Camión 2E	3.00	13	13	13	14	16	18	20	24	30	38	49
Camión 3E	3.00	9	9	9	9	10	11	13	16	20	25	32
Camión 4E	3.00	6	6	7	7	8	9	10	12	15	19	24
Semi trayler 2S2	3.00	6	6	7	7	8	9	10	12	15	19	24
Semi trayler 3S3	3.00	7	7	7	7	8	9	11	13	15	20	25

Proyección de tráfico- situación sin proyecto para las Calles.

TIPO DE VEHICULO	TASA DE CRECIMIENTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
TRAFICO NORMAL		53	53	54	57	60	65	72	81	93	110	133
Automóvil	1.50	19	19	19	19	20	22	23	25	28	32	36
Camioneta	1.50	15	15	15	16	16	17	19	21	23	26	29
Micro	1.50	4	4	4	5	5	5	6	6	7	8	9
Camión 2E	3.00	5	5	5	5	6	6	8	9	11	14	18
Camión 3E	3.00	3	3	4	4	4	5	5	6	8	10	13
Camión 4E	3.00	4	4	4	4	4	5	6	7	8	10	14
Semi trayler 2S2	3.00	2	2	2	2	2	3	3	4	5	6	8
Semi trayler 3S3	3.00	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	6

e) Demanda Proyectada "Con Proyecto"

Cuadro 6.9

Tipo de intervención de proyecto

TIPO DE INTERVENCION	% DE TRAFICO NORMAL
CONSTRUCCION	15

Cuadro 6.10

Proyección de tráfico- situación con proyecto para las Avenidas.

TIPO DE VEHICULO	TASA DE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
TRAFICO NORMAL	CRECIMIENTO	172	172	175	182	192	207	228	255	292	343	411
Automóvil	1.50	77	77	78	81	84	89	96	105	117	132	151
Camioneta	1.50	45	45	46	47	49	52	56	61	68	77	88
Micro	1.50	9	9	9	9	9	10	11	12	13	15	17
Camión 2E	3.00	13	13	13	14	16	18	20	24	30	38	49
Camión 3E	3.00	9	9	9	9	10	11	13	16	20	25	32
Camión 4E	3.00	6	6	7	7	8	9	10	12	15	19	24
Semi trayler 2S2	3.00	6	6	7	7	8	9	10	12	15	19	24
Semi trayler 3S3	3.00	7	7	7	7	8	9	11	13	15	20	25
TRAFICO GENERADO		0	26	26	26	28	30	35	39	43	53	63
Automóvil		0.00	12	12	12	13	13	14	16	18	20	23
Camioneta		0.00	7	7	7	7	8	8	9	10	12	13
Micro		0.00	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
Camión 2E		0.00	2	2	2	2	3	3	4	4	6	7
Camión 3E		0.00	1	1	1	2	2	2	2	3	4	5
Camión 4E		0.00	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4
Semi trayler 2S2		0.00	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4
Semi trayler 3S3		0.00	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4
IMD TOTAL		172	198	201	208	220	237	263	294	335	396	474

Proyección de tráfico- situación con proyecto para las Calles.

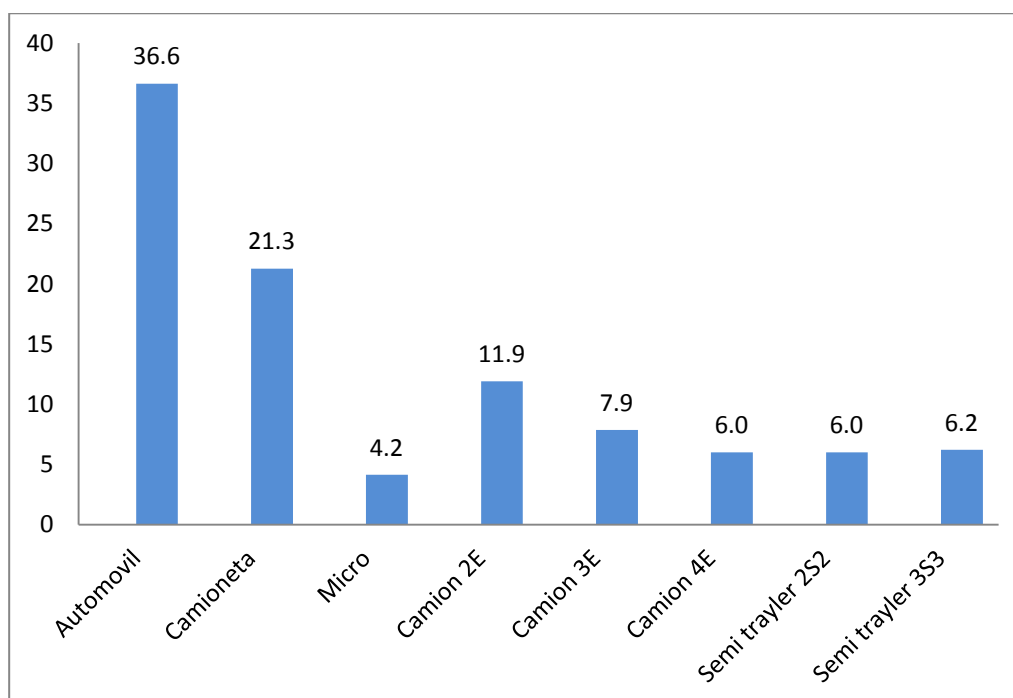
TIPO DE VEHICULO	TASA DE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
TRAFICO NORMAL	CRECIMIENTO	53	53	54	57	60	65	72	81	93	110	133
Automóvil	1.50	19	19	19	19	20	22	23	25	28	32	36
Camioneta	1.50	15	15	15	16	16	17	19	21	23	26	29
Micro	1.50	4	4	4	5	5	5	6	6	7	8	9
Camión 2E	3.00	5	5	5	5	6	6	8	9	11	14	18
Camión 3E	3.00	3	3	4	4	4	5	5	6	8	10	13
Camión 4E	3.00	4	4	4	4	4	5	6	7	8	10	14
Semi trayler 2S2	3.00	2	2	2	2	2	3	3	4	5	6	8
Semi trayler 3S3	3.00	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	6
TRAFICO GENERADO		0	9	9	9	9	10	10	12	14	17	19
Automóvil		0.00	3	3	3	3	3	3	4	4	5	5
Camioneta		0.00	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4
Micro		0.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 2E		0.00	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
Camión 3E		0.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Camión 4E		0.00	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Semi trayler 2S2		0.00	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Semi trayler 3S3		0.00	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
IMD TOTAL		53	62	63	66	69	75	82	93	107	127	152

Cuadro 6.11
Porcentaje de trafico situación con proyecto Avenidas y Calles

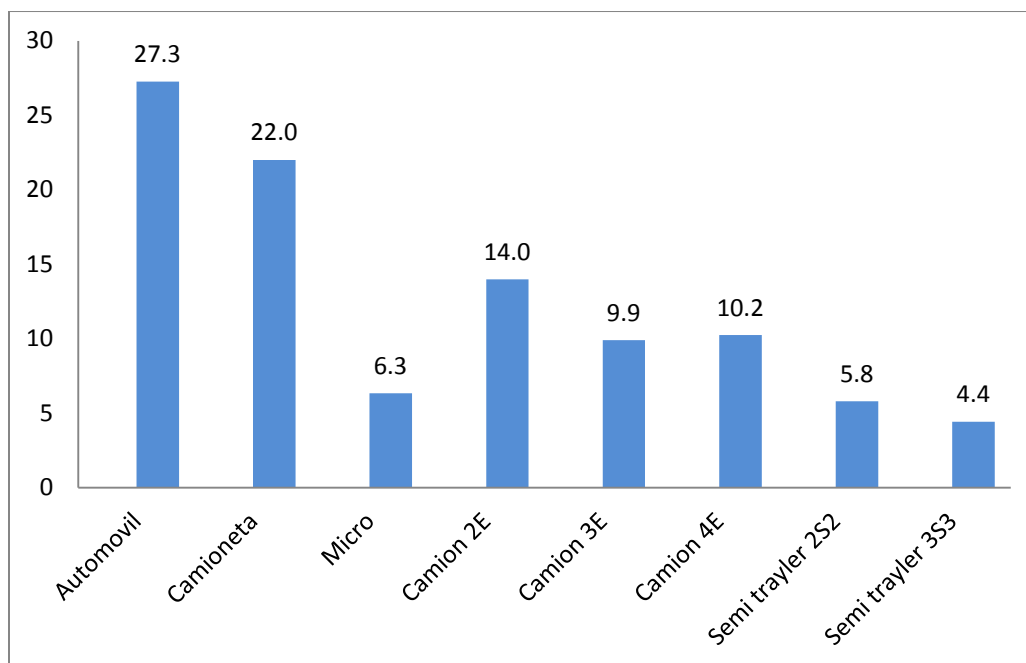
Tipo de Vehículo	VEH/DIA	%
Automóvil	174	36.6
Camioneta	101	21.3
Micro	20	4.2
Camión 2E	56	11.9
Camión 3E	37	7.9
Camión 4E	28	6.0
Semi trayler 2S2	28	6.0
Semi trayler 3S3	29	6.2
TOTAL	474	100.0

Tipo de Vehículo	VEH/DIA	%
Automóvil	41	27.3
Camioneta	33	22.0
Micro	10	6.3
Camión 2E	21	14.0
Camión 3E	15	9.9
Camión 4E	16	10.2
Semi trayler 2S2	9	5.8
Semi trayler 3S3	7	4.4
TOTAL	152	100.0

Gráfico 6.3
Grafico que muestra el porcentaje de tráfico situación con proyecto.
AVENIDAS



CALLES



6.3.5.3. Vehículo de diseño.

En el presente proyecto se adoptó la clasificación del Reglamento Nacional de Vehículos vigente, complementada con la incorporación de la categoría de “vehículos especiales” según se muestra en el Cuadro 6.9.

Se deberá tener presente que la vía, durante su vida útil, será transitada por diversos tipos de vehículos por lo que se requerirá del buen juicio y criterio para elegir los “vehículos de diseño” que resulten adecuados para diversas solicitudes de la vía.

Para tal fin deberá tenerse presente que:

- Los vehículos automotores menores y las bicicletas o similares, a no ser que se encuentren en elevada proporción, no suelen tener gran trascendencia en cuanto a la capacidad de las vías debido a sus

dimensiones reducidas y gran movilidad. Sin embargo, la influencia de estos vehículos en los accidentes suele ser considerable.

- Las furgonetas, automóviles, station wagon y camionetas son más importantes desde el punto de vista del tráfico, ya que su participación en el mismo es casi siempre muy superior a la de los demás vehículos. Por esta razón, sus características son las que más condicionan los elementos relacionados con la geometría de la vía y con la regulación del tráfico.





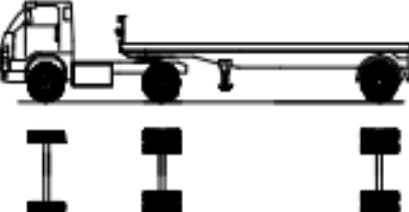
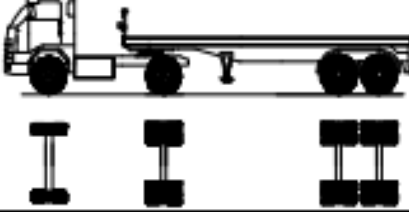
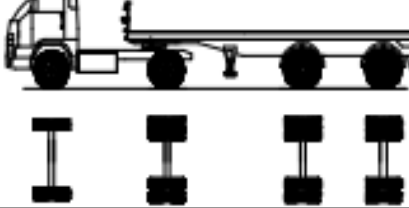
- Los buses, camiones, remolcadores, remolques y semi-remolques suelen constituir una parte importante, aunque no mayoritaria del tráfico. Sus dimensiones y pesos son muy superiores a los del resto de los vehículos y están destinados generalmente al transporte de mercancías pesadas o voluminosas o al transporte colectivo de personas.

Cuadro 6.12
CLASIFICACION VEHICULAR

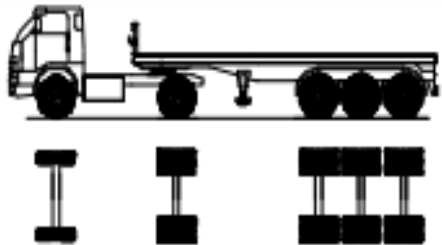
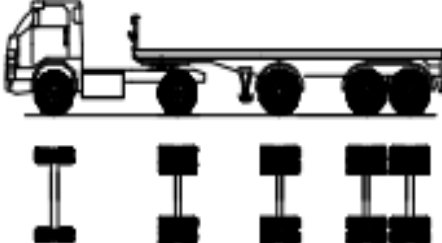
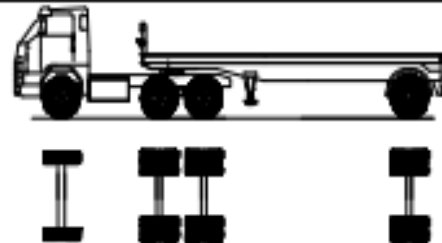
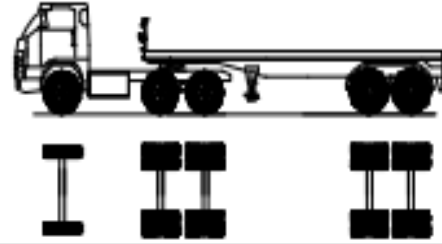
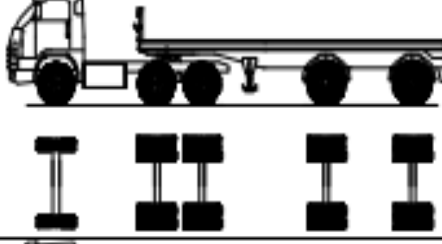
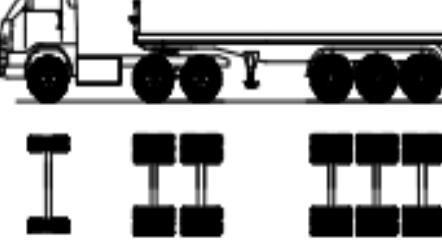
VEHICULOS POR TRACCION DE SANGRE (1)		VEHICULOS IMPULSADOS POR TRACCION ANIMAL	Aquellos cuya propulsion proviene de bestias de tiro
		BICICLETAS O SIMILARES	Aquellos cuya propulsion proviene del ser humano tales como bicilcetas, triciclos, patines, carros de mano y carretas.
VEHICULOS AUTOMOTORES (1)	MENORES (2)	VEHICULOS MENORES AUTOMOTORES	Vehiculo provisto de dos, tres o cuatro ruedas, provistos de asiento y/o montura para el uso de conductor y pasajeros según sea el caso, tales como bicimotos, motonetas, motocicletas, triciclos motorizados, cuatrimotos y cimilares.
	MAYORES (2)	FURGONETA	Vehiculo automotor para el transporte de carga liviana con 3 o 4 ruedas, con motor de no mas de 500 centimetros cubicos de cilindrada.
		AUTOMOVIL	Vehiculo automotor para el transporte de personas normalmente hasta de 6 asientos y escepcionalmente hasta de 9 asientos
		STATION WAGON	Vehiculo automotor derivado del automovil que al rebatir los asientos posteriores permite ser utilizado para el transporte de carga.
		CAMIONETA PICK UP	Vehiculo automotor de cabina simple o doble, con caja posterior destinada para el transporte de carga livianay con un peso bruto vehicular que no excede los 4000 kg
		CAMIONETA PANEL	Vehiculo automotor con carroceria cerrada para el transporte de carga liviana, con un peso bruto vehicular que no excede los 4000 kg
		CAMIONETA RURAL	Vehiculo automotor para el transporte de personas de hasta 16 asientos y cuyo peso bruto vehicular que no excede los 4000 kg
		OMNIBUS	Vehiculo automotor para el transporte de personas de mas de 16 asientos y cuyo pero bruto vehicular exca los 4000 kg
		CAMION	vehiculo autopropulsado motorizado destinado al transporte de bienes con un peso bruto vehicular igual o mayor a 4000 kg. Puede incluir una carroceria portante.
		REMOLCADOR OTRACTO CAMION	Vehiculo motorizado diseñado para remolcar semiremolques y soportar la carga que transmiten estos a traves de la quinta rueda
		REMOLQUE	Vehiculo sin motor diseñado para ser halado por un camion u otro vehiculo motorizado, de tal forma que ninguna oarte de su peso descansa sobre el vehiculo remolcador.
		SEMIREMOLQUE	Vehiculo sin motor y sin eje delantero, que se apoya en el remolcador tranmitiendole parte de su peso, mediante un sistema mecanico denominado tomamesa o quinta rueda.
VEHICULOS ESPECIALES(3)		Aquellos que pueden afectar sensiblemente al trafico a causa de sus grandes dimensiones, de su longitud de moviemento, o de ambas cosas a la vez. Se incluyen los tractores agricolas con o sin remolque, los vehiculos gigantes de transporte y la maquinaria de construccion, entre otros.	

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

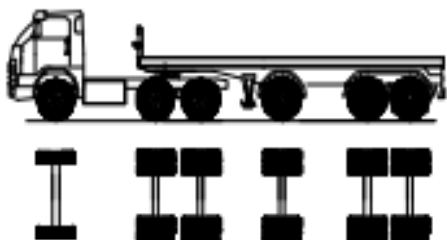
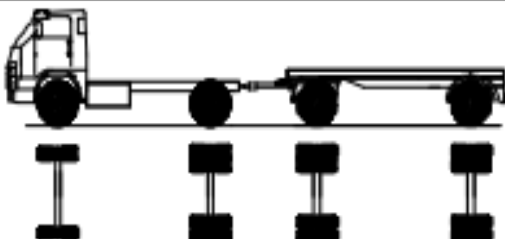
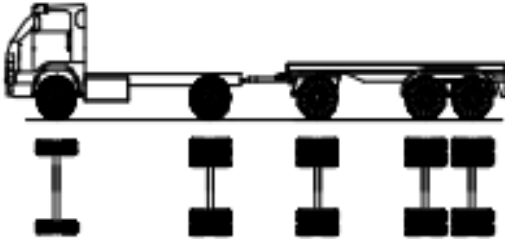
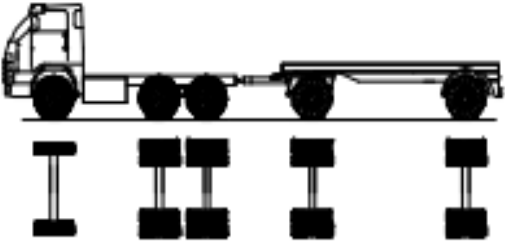
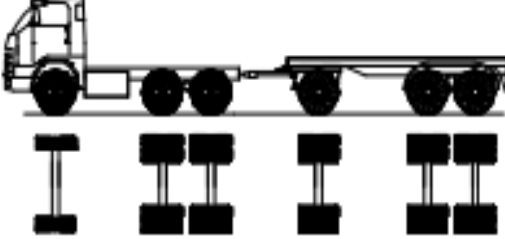
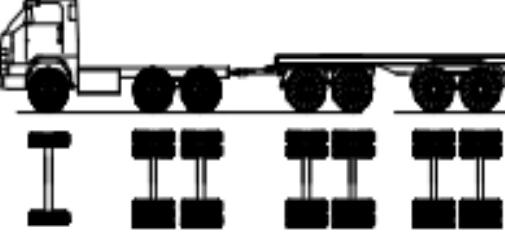
Cuadro 6.13
TABLA DE DIMENSIONES Y CARGAS

Configu- ración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C2		12,30	7	11	---	---	---	18
C3		13,20	7	18	---	---	---	25
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	---	30
8x4		13,20	7+7 ⁽²⁾	18	---	---	---	32
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36
T2Se2		20,50	7	11	11	11	---	40

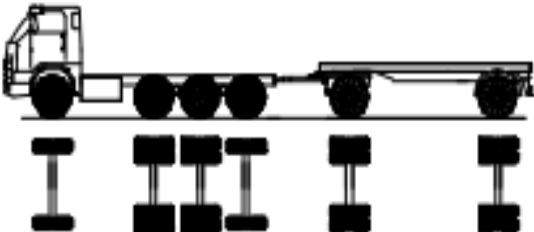
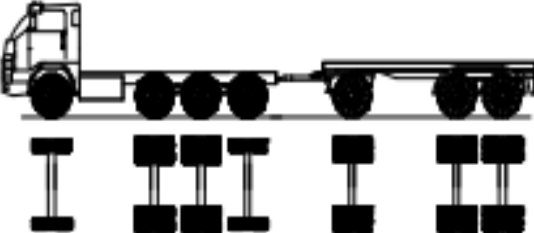
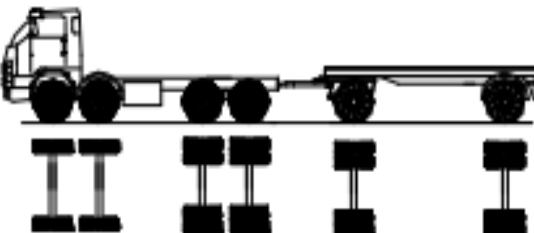
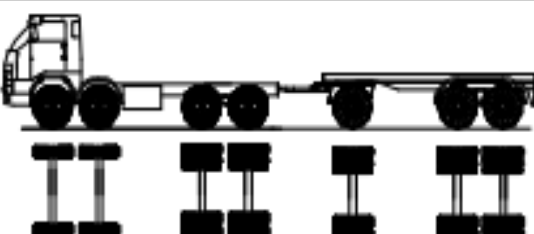
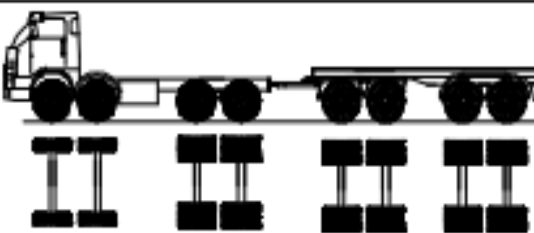
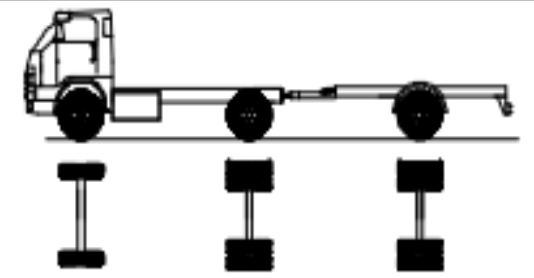
“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
T2S3		20,50	7	11	25	---	---	43
T2Se3		20,50	7	11	11 ⁽⁴⁾	18	---	47
T3S1		20,50	7	18	11	---	---	36
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	---	47
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 ⁽²⁾

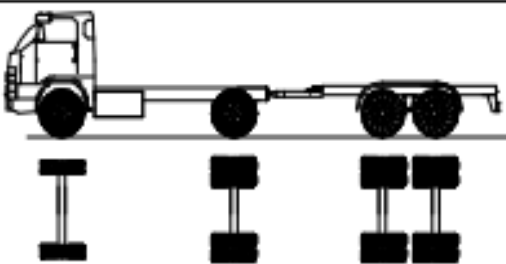
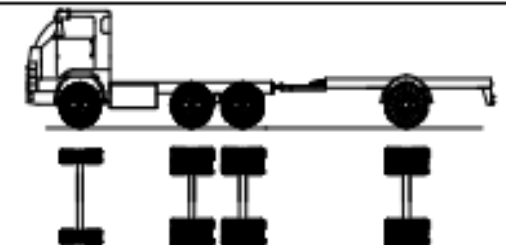
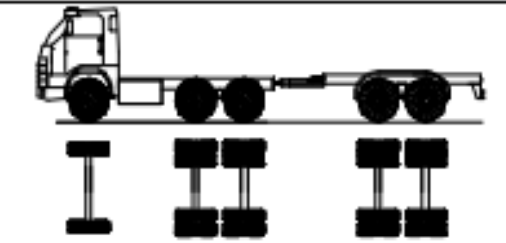
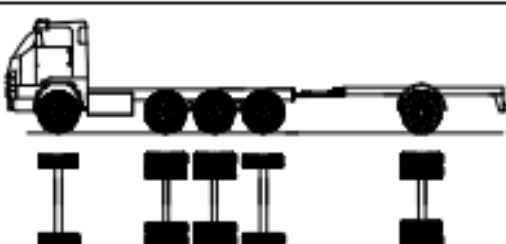
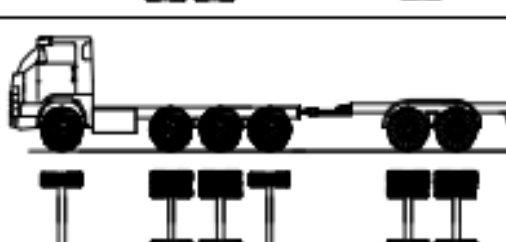
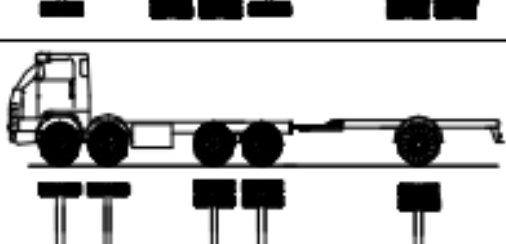
“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
T3Se3		20,50	7	18	11 ⁽⁴⁾	18	---	48 ⁽²⁾
C2R2		23,00	7	11	11	11	---	40
C2R3		23,00	7	11	11	18	---	47
C3R2		23,00	7	18	11	11	---	47
C3R3		23,00	7	18	11	18	---	48 ⁽²⁾
C3R4		23,00	7	18	18	18	---	48 ⁽²⁾

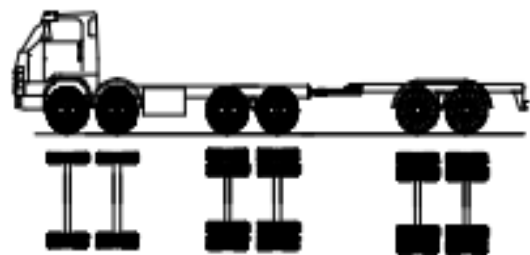
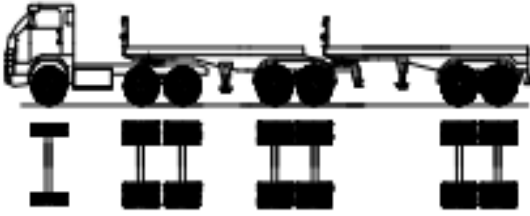
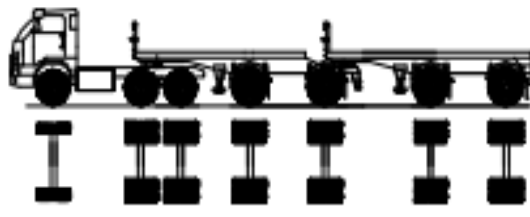
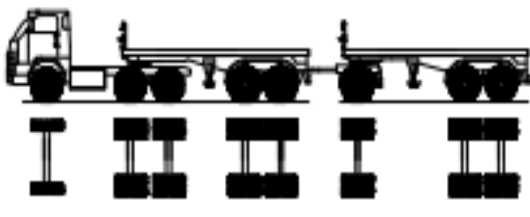
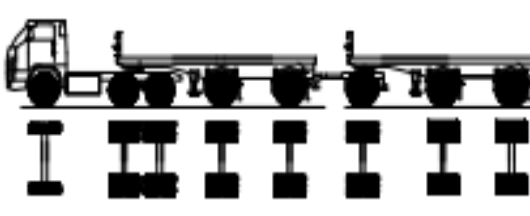
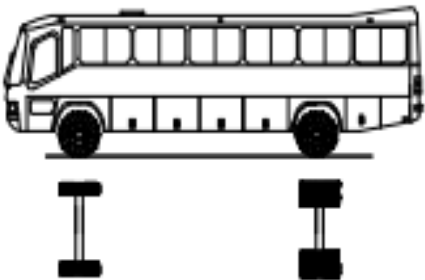
“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”

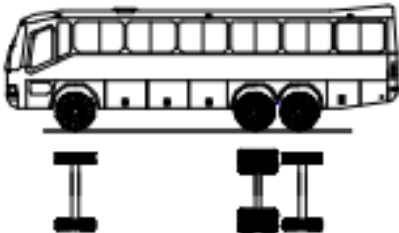
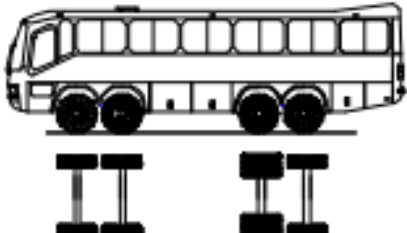
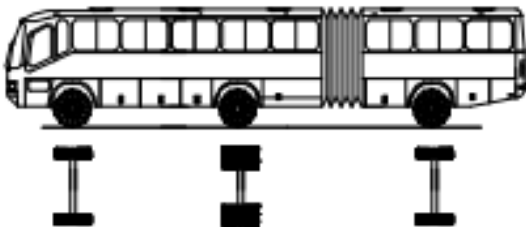
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C4R2		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	11	---	48 ⁽²⁾
C4R3		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R2		23,00	7+7 ⁽³⁾	18	11	11	---	48 ⁽²⁾
8x4R3		23,00	7+7 ⁽³⁾	18	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R4		23,00	7+7 ⁽³⁾	18	18	18	---	48 ⁽²⁾
C2RB1		20,50	7	11	11	---	---	29

“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”

Configu- ración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C2RB2		20,50	7	11	18	---	---	36
C3RB1		20,50	7	18	11	---	---	36
C3RB2		20,50	7	18	18	---	---	43
C4RB1		20,50	7	23 ⁽¹⁾	11	---	---	41
C4RB2		20,50	7	23 ⁽¹⁾	18	---	---	48
8x4 RB1		20,50	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	---	---	43

“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
8x4 RB2		20,50	7+7 ⁽¹⁾	18	18	---	---	48 ⁽²⁾
T3S2 S2		23,00	7	18	18	18	---	48 ⁽²⁾
T3Se2 Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽³⁾	11 + 11 ⁽³⁾	---	48 ⁽²⁾
T3S2 S1S2		23,00	7	18	18	11	18	48 ⁽²⁾
T3Se2 S1Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽³⁾	11	11 + 11 ⁽³⁾	48 ⁽²⁾
B2		13,20	7	11	---	---	---	18

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
B3-1		14,00	7	16	---	---	---	23
B4-1		15,00	7+7 ⁽⁹⁾	16	---	---	---	30
BA-1		18,30	7	11	7	---	---	25

- Para nuestro proyecto se considera como vehículo de diseño según el Reglamento Nacional de Vehículos un **T3S3**.

6.3.5.4. Longitud de frenado.

La distancia de frenado es un factor esencial para determinar las distancias mínimas de visibilidad que se requieren en el trazado de las vías. En el siguiente cuadro se indican las longitudes normales de frenado en función de la velocidad en una vía horizontal (Cuadro 6.11).

Cuadro 6.14

LONGITUD NORMAL DE FRENADO						
VELOCIDAD (km/h)	40	60	80	100	120	140
LONGITUD (m)	15	35	60	105	170	250

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

6.3.5.5. Visibilidad

Uno de parámetros que determinan la seguridad de una vía es la visibilidad, de ella depende la oportunidad que tiene un conductor de tomar una acción determinada como la detención, el sobrepaso o el cambio de velocidad. En general cuando se utiliza el término visibilidad nos referimos a una distancia a través de la cual no existen obstrucciones para la visión del conductor.

a) Visibilidad de parada

Es la distancia que recorre un vehículo desde el momento en el que logra observar una situación de riesgo hasta que el conductor logra detenerlo.

Cuadro N°6.15

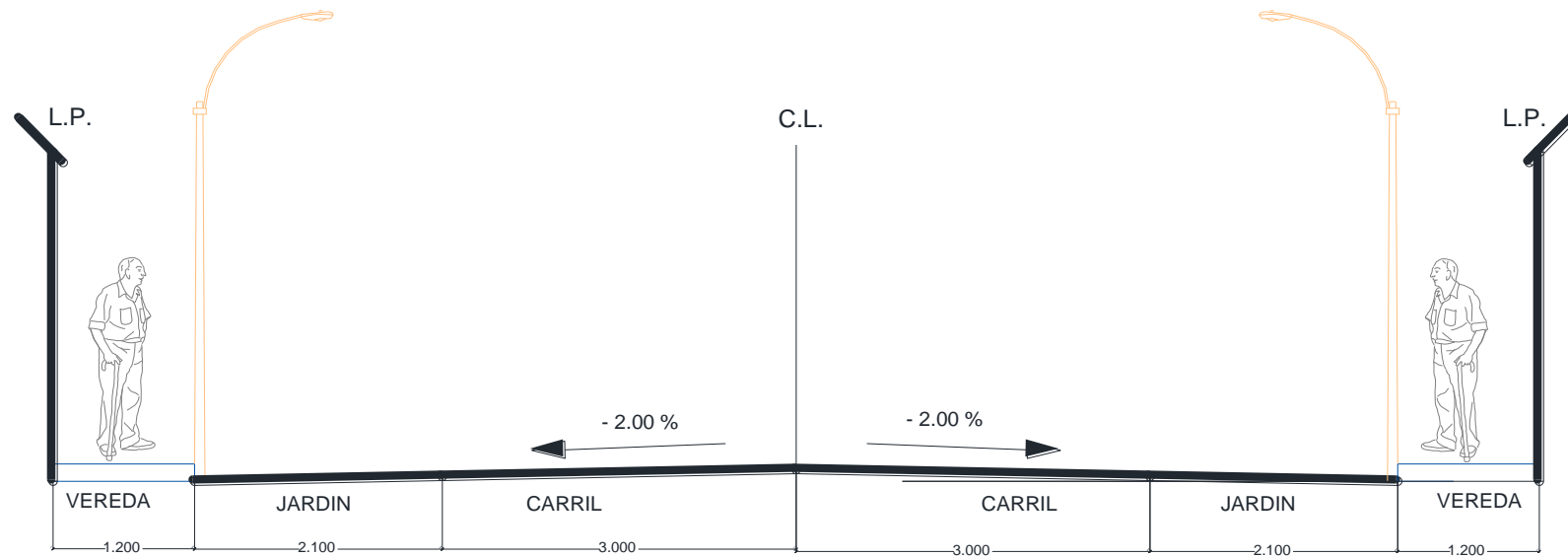
Distancia de Visibilidad de Parada en Terrenos Planos	
Velocidad de Diseño (km/h)	Distancia (m)
30	30
40	45
50	63
60	85
70	111
80	140
90	169
100	205
110	247
120	286

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

6.3.5.6. Sección Transversal Típica.

En el grafico 6.4 y 6.5 se muestra las consideraciones tomadas para las veredas, calzada, estacionamiento y separador central según norma GH 020 componentes de diseño urbano.

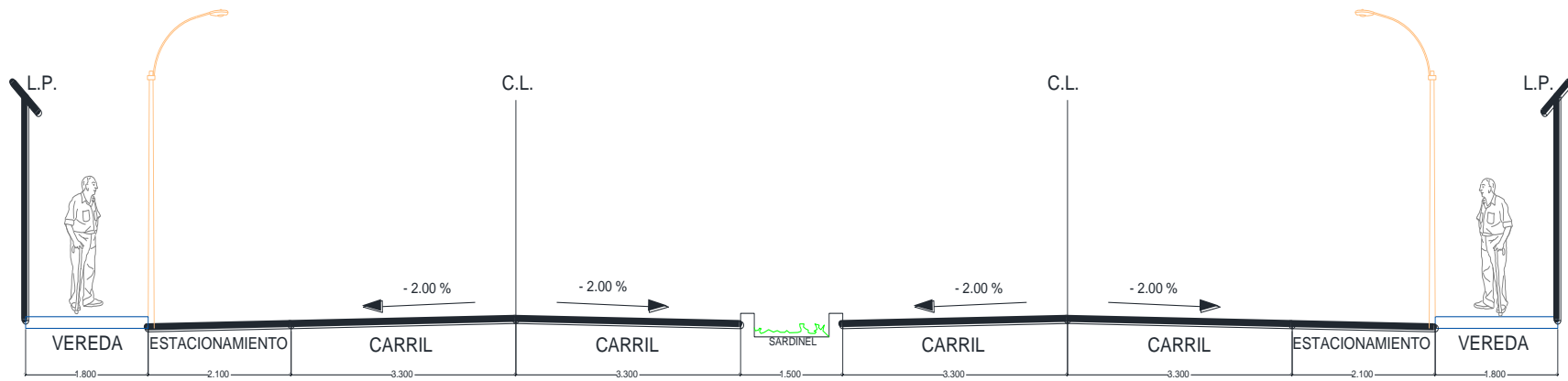
Gráfico 6.4
SECCION TIPICA DE CALLES



SECCION TIPICA : CALLES

ESC:1/50

Gráfico 6.5
SECCION TIPICA AV. LA DESPENSA



SECCION TIPICA : Av. LA DESPENSA
ESC:1/75

6.3.5.7. Resumen de parámetros de diseño.

Cuadro 6.16

Resumen de parámetros de diseño.

PARAMETRO	VALOR	VALOR
Topografía	Llana	Llana
Clasificación de la vía	Colectora	local
Velocidad Directriz	40 km/h	30 km/h
Longitud de frenado	15	15
Visibilidad de parada	45	30
Bombeo	2%	2%
Ancho de carril	3.3 m	3m
Ancho de separador central	1.5 m	-
Estacionamiento	2.1	-

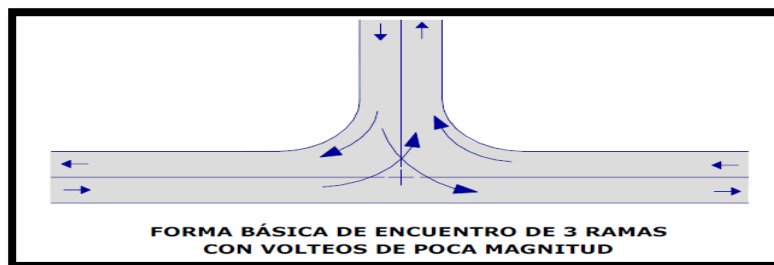
FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

6.3.5.8. Intersección de vías

Las Intersecciones que se presentan en el cruce de una calle con otra son parte importante de estas, se destaca dos tipos generales de intersecciones que son: intersecciones a nivel e intersecciones a desnivel. Nos interesa para el presente proyecto las intersecciones a nivel, estas se producen cuando las corrientes de tráfico se cruzan entre sí a elevación común. Las intersecciones a nivel pueden ser: intersecciones simples e intersecciones canalizadas.

Gráfico 6.6

INTERSECCION DE VIAS



FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

6.3.5.8.1. Intersecciones simples

Donde el flujo de tránsito no amerita ningún trabajo especial, más que el de nivelar el terreno, redondear las esquinas y facilitar la visibilidad a los vehículos cuando pasen de un Lugar a otro.

6.3.5.8.2. Intersecciones canalizadas

Se utiliza cuando los volúmenes de tránsito y la importancia de los mismos lo ameritan, estas canalizan el tránsito de manera que al usuario no se le presenten varias decisiones a un mismo tiempo; debidamente dotadas de señales convenientes, las intersecciones canalizadas pueden funcionar en condiciones óptimas y sin que al usuario se le presenten situaciones imprevistas.

6.3.5.9. Requerimientos que deben reunir las intersecciones

Las intersecciones de las calles no solamente deben facilitar la visibilidad de los vehículos que lleguen a las esquinas, sino que deben permitir un buen y rápido drenaje de las aguas de lluvia, a fin de que se tenga un tránsito seguro.

La calzada 20 m. antes de llegar a la intersección de vías debe reducir la pendiente de bombeo al 0% para permitir un flujo ordenado de las aguas; el problema fundamental es el de drenar el agua que se acumulará en los extremos de la intersección de dos calles.

6.3.5.9.1. Intersecciones de las calles

- **Requerimientos que deben cumplir las intersecciones.**

El problema que frecuentemente necesita resolver el proyectista de pavimentos urbanos, es el referido al diseño adecuado de intersecciones de calles, con el fin de que el

transito se efectuó sin producir saltos en los vehículos. El diseño de intersecciones de calles, aparte de solucionar los posibles saltos de los vehículos, nos asegura un buen y rápido drenaje de las aguas superficiales que suelen acumularse.

- **Drenaje de intersecciones de calles.**

En la Urbanización Santa Maria, la lluvia no es constante y las estadísticas nos indican que las máximas precipitaciones pluviales tienen un periodo de retorno de muchos años; por lo que no se justifica económicamente un diseño de alcantarillas para drenar el agua de las lluvias, solo se deberá diseñar y construir las esquinas de tal manera que no se formen charcos de agua. En nuestro caso el drenaje se ha limitado a la **evacuación de las aguas pluviales por gravedad**, lo que se ha conseguido jugando con las pendientes.

- **Diseño de intersecciones.**

El diseño de intersecciones se ha realizado por el método que consiste en hacer que la calle que ha sido escogida como principal pierda su pendiente transversal al llegar a la intersección y que así pase por esta para ir tomando después su bombeo original. Para la calle secundaria la condición es que ella pierda sección paulatinamente hasta llegar a tener un bombeo, al llegar a la calle principal, igual a la pendiente longitudinal de ésta.

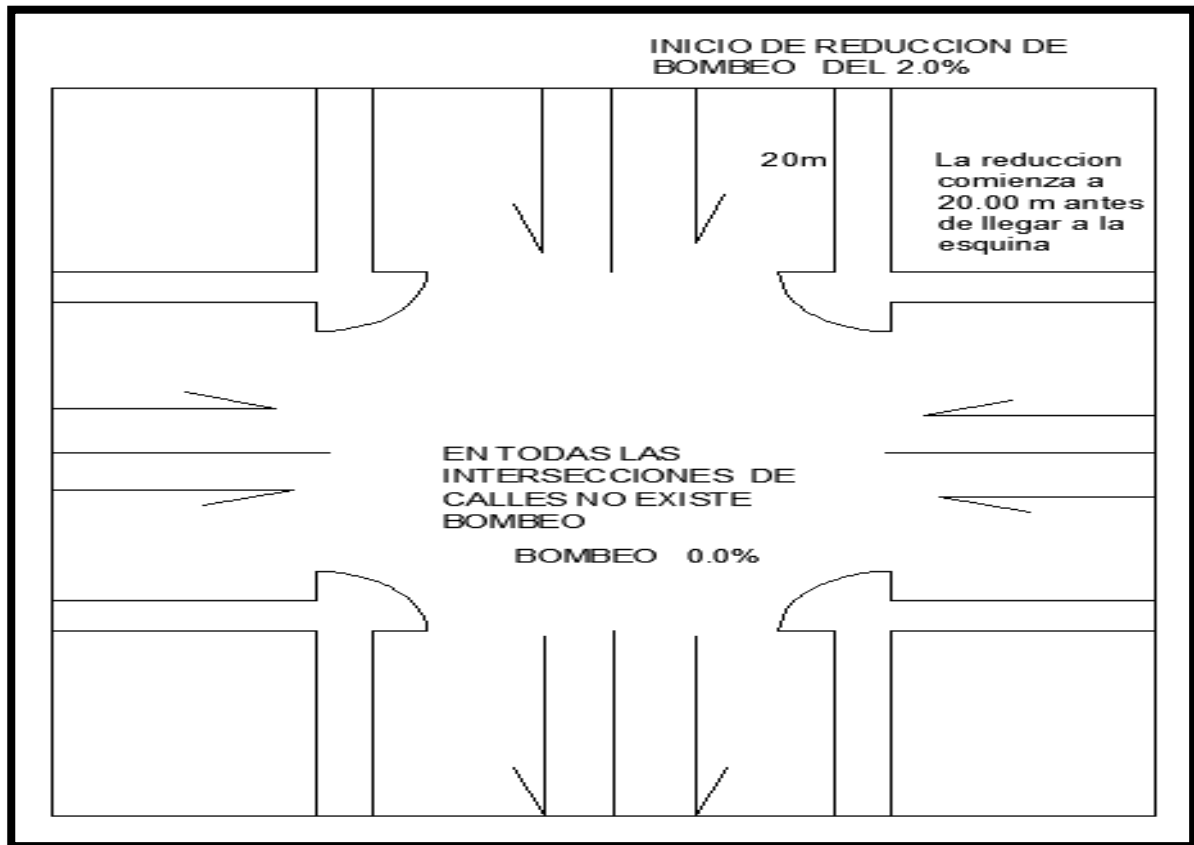
Para que el cambio de la pendiente transversal sea suave, se necesita hacer una transición desde una estación 20 m. antes y después de la intersección.

Este método también es aplicable en las intersecciones en las que concurren rasantes de diferentes pendientes, donde se aplicará el criterio de la calle principal, quien perderá su sección en el primer cruce, para luego seguir con una

plataforma plana siguiendo la pendiente de la rasante concurrente; la calle transversal perderá su sección original, para luego tomar una sección cuyas cotas hayan sido previamente calculadas.

Gráfico 6.7

REDUCCION DE BOMBEO EN ESQUINAS



FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

- **Señalización de Intersecciones.**

Toda intersección debe estar convenientemente regulada mediante señales informativas, preventivas y restrictivas en concordancia con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC.

Las señales informativas deben estar ubicadas a una distancia suficiente del cruce como para permitir que el conductor decida con anticipación las maniobras que debe ejecutar.

En toda Intersección a nivel, salvo que se trate de dos vías de tipo local, la importancia de una vía prevalecerá sobre la de la otra, y por tanto, uno de ellos deberá enfrentar un signo **PARE** o una señal **CEDA EL PASO**.

La elección entre uno u otro se hará teniendo presente las siguientes consideraciones.

(a) Cuando exista un triángulo de visibilidad adecuado a las velocidades de diseño de ambas vías y las relaciones entre flujos convergentes no exijan una prioridad absoluta, se usará el signo **CEDA EL PASO**.

(b) Cuando el triángulo de visibilidad obtenido no cumpla con los mínimos requeridos para la velocidad de aproximación al cruce, o bien la relación de los flujos de tránsito aconseje otorgar prioridad absoluta al mayor de ellos, se utilizará el signo **PARE**.

CAPITULO VII

ESTUDIO DEL PAVIMENTO

7.1 GENERALIDADES.

Un pavimento puede definirse como una capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidas entre el material superior de las terracerías y la superficie de rodamiento; cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento; uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito. Dando así comodidad, seguridad y economía provistos por el proyecto.

Para cumplir estas condiciones es necesario determinar tanto las capas como los espesores convenientes en el pavimento, ello lo haremos de acuerdo a las exigencias de diseño pero respetando los requisitos técnicos recomendados y procurando no exceder los límites económicos tolerables.

7.2 PAVIMENTOS - CLASIFICACIÓN.

7.2.1. Pavimentos:

Es toda estructura artificialmente alisada en su superficie y destinada a transmitir a la sub-rasante sobre la que descansa, los efectos de las cargas estáticas o en movimiento, resistiendo los efectos destructivos del tránsito y de los agentes atmosféricos.

GRAFICO 7.1

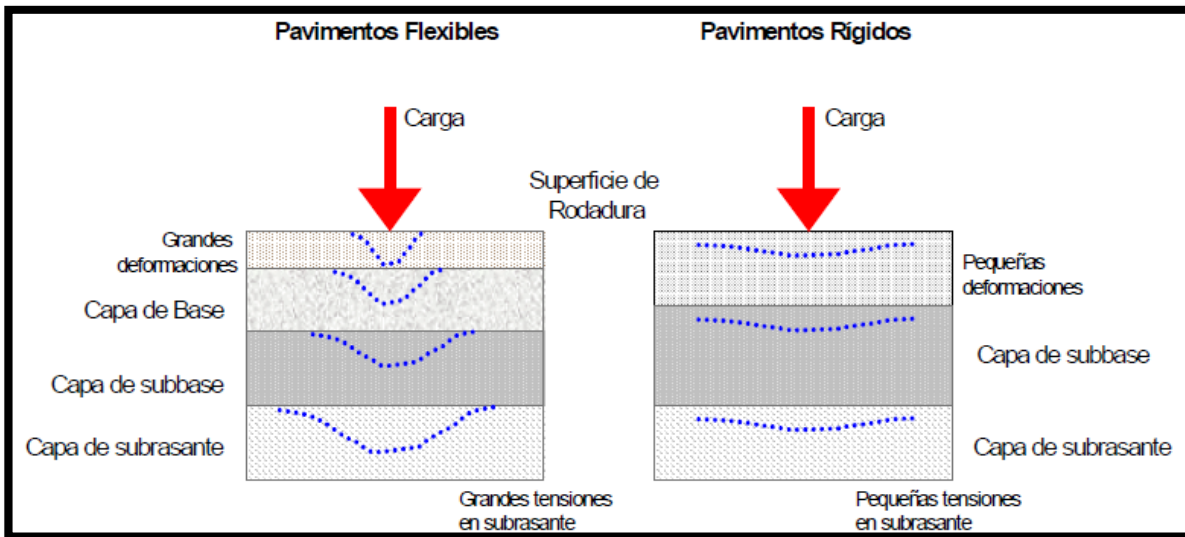
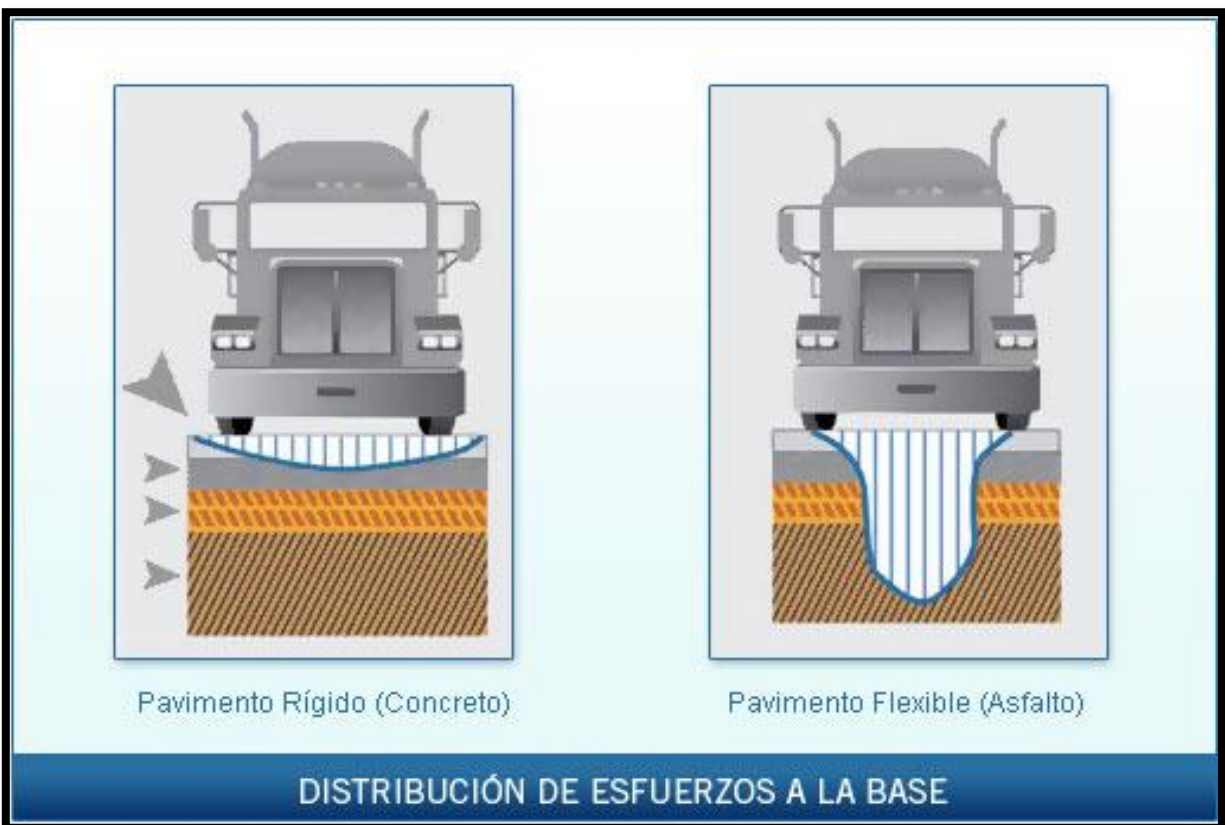


GRAFICO 7.2



El pavimento está constituido fundamentalmente por un elemento resistente, que puede ser piedra triturada o arena, y por un elemento ligante que puede ser cemento, cal o arcilla o un material bituminoso.

7.2.2 Clasificación de Pavimentos:

Los pavimentos de acuerdo a las capas de su construcción así como de su comportamiento se clasifican en:

- **Pavimentos Flexibles**

Es una estructura que mantiene un contacto íntimo con las cargas y las distribuye a la sub-rasante; su estabilidad depende del entrelazamiento de los agregados, de la flexión de las partículas y de la cohesión. De este modo, el pavimento flexible clásico comprende en primer lugar a aquellos pavimentos que están compuestos por una serie de capas granulares rematadas por una capa de rodamiento asfáltico de alta calidad relativamente delgada.

- **Pavimentos Rígidos**

Para las superficies resistentes de rodamientos construidas por concreto de cemento portland, o también llamado concreto hidráulico, que transmiten los esfuerzos a la sub-rasante sobre una gran superficie de modo que las presiones sean, por lo general, pequeños. Un pavimento construido con concreto posee una considerable resistencia a la flexión que le permitirá trabajar como una viga y tender un puente sobre las pequeñas irregularidades que se presenten en la base o terracerías sobre la cual descansa, de aquí el término "rígido".

- **Pavimentos Mixtos**

Constituidos por una combinación de los dos tipos de pavimentos anteriores, formado por dos capas: La superior flexible y la inferior rígida.

- **Pavimentos Articulados**

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual a su vez se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circulan por dicho pavimento.

7.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PAVIMENTOS.

7.3.1 Criterios de Elección.

Para la elección del tipo de pavimento más adecuado, deberá estudiarse los siguientes aspectos:

- ✓ **Características del Suelo de Sub-rasante:** Aquellas que definen la resistencia a la deformación ante la presencia de las cargas.
- ✓ **Condiciones Climatológicas en la zona:** El efecto que provoca mayor perjuicio en los pavimentos es la precipitación pluvial ya sea por su acción directa o por medio del agua del nivel freático.
- ✓ **Posibilidad de Construcción:** Se analizan los problemas que pudieran presentarse para la construcción así como la posibilidad de utilizar materiales existentes en la zona.
- ✓ **Período de vida útil:** O tiempo que se considera que debe prestar servicio a los usuarios en buenas condiciones.
- ✓ **Costos de Mantenimiento y Rehabilitación:** Puntos importantes para asegurar el buen funcionamiento del pavimento durante su vida útil.
- ✓ **Volumen de Tránsito Promedio Diario:** Se define al número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día dividido entre el número de días del periodo.

7.3.2 Tipo de Pavimento Recomendado:

- ✓ **Pavimentos Económicos:** Para tráfico de menos de 400 vehículos diarios son los suelos naturales estabilizados por adición de cal, cemento, asfalto, cloruro de calcio, etc. También pertenecen a este grupo los tratamientos asfálticos superficiales.
- ✓ **Pavimentos de Costo Intermedio:** Usados por tráfico de 400 a 1000 vehículos diarios, comprenden las mezclas bituminosas obtenidas in situ y en la planta así como los Macadams bituminosos.
- ✓ **Pavimentos Costosos:** Se usan para tráfico de más de 1000 vehículos diarios, comprenden los concretos asfálticos y los concretos de cemento Portland.

En este caso, se tiene un tránsito promedio diario de 474 vehículos/ día proyectado y tomando en cuenta todos los criterios mencionados se opta por un Pavimento de Costo Intermedio, conformado por un pavimento flexible con carpeta de mezcla asfáltica en caliente.

7.3.2.1 Clasificación de pavimentos flexible

Los pavimentos se clasifican en pavimentos flexibles asfálticos y pavimentos flexibles adoquinados. Los pavimentos flexibles asfálticos son carpetas asfálticas en frío, carpeta asfáltica en caliente y tratamiento superficial, de las cuales se hará la selección de la que más convenga a las necesidades del proyecto.

a) Carpeta asfáltica en frío

Son pavimentos de calidad inferior a los pavimentos mezclados en caliente y se selecciona para carreteras y pavimentación de las zonas urbanas donde los volúmenes de tránsito son relativamente pequeños.

La carpeta asfáltica en frío es una mezcla de agregados y asfalto rebajado, se mezcla a la temperatura ambiente.

La mezcla en frío puede hacerse en plantas estacionarias o plantas móviles para ser aplicadas directamente sobre el camino.

b) Carpeta asfáltica en caliente

Los pavimentos de carpeta asfáltica en caliente son seleccionados para pavimentos de más alta calidad, tales como caminos principales de tránsito pesado e intenso, este pavimento es considerado de más alto costo.

La carpeta asfáltica en caliente es conocida como de concreto asfáltico. Son mezclas elaboradas en peso en plantas estacionarias o plantas centrales, en donde los agregados y el material cementante seleccionado en cantidad y calidad son calentados a una temperatura de

150°C aproximadamente, mezclados en forma rigurosa y homogénea para luego ser colocados en el lugar aun estando en caliente.

Las mezclas elaboradas acarreadas al lugar de destino por medio de camiones de volteo y tendidas en el camino por medio de maquinas espaciadoras, las mismas que dan a la mezcla una ligera compactación para luego ser compactados por medio de equipos aplanadores.

c) Carpeta con tratamiento superficial

Este tipo de carpeta considerada en dos aplicaciones de material bituminoso y distribución de agregados sobre una base previamente vitaminada, la primera aplicación de asfalto liquido RC-250 a razón de 1.5 lt a 2 lt/ m. luego viene a distribución de agregados en gradación C entre 20 - 24 Kg/m. la segunda aplicación de asfalto liquido RC-250 será en proporción de 0.9 – 1.1 Lt/m y finalmente la distribución de agregados de gradación F entre 10 a 12 Kg/m.

Es recomendable para un tránsito inferior a 600 Veh. por día y por su ejecución está considerado entre los pavimentos de mas bajo costo.

En la ejecución tanto en la primera como en la segunda capa se rastrea y se plancha con aplanadora liviana 5 a 8 toneladas de peso.

7.4 DESCRIPCIÓN DEL PAVIMENTO ELEGIDO

Usaremos la siguiente terminología:

- **Pavimento:** Es toda estructura que descansa sobre el terreno de fundación o sub-rasante y que se halla formada por las diferentes capas: sub-base, base y carpeta asfáltica.
- **Terreno de Fundación o Sub-rasante:** Aquel que sirve de fundación al pavimento después de haber sido terminado el movimiento de tierras y que, una

vez compactado, tiene las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño.

Según (EG-2000, MTC). La Sub rasante es “el nivel superior de la plataforma de una carretera”, donde se coloca la estructura del pavimento.

- **Sub-Base**: Es la capa de material que se construye directamente sobre la sub-rasante y que está formada por un material de mejor calidad que el de aquella, obtenido en la generalidad de los casos de canteras cercanas a la obra.
- **Base**: Va en contacto con la superficie de rodadura, y con la sub-base, transmiten las cargas a la sub-rasante, está formada por piedras trituradas, arena y arcilla, los que mezclados con agua y compactadas forman una capa resistente. Está formada por materiales de mejor calidad que el de la sub-base.
- **Superficie de Rodadura**: Se coloca encima de la base y está constituida por una mezcla bituminosa o de concreto.

7.5 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO A EMPLEAR

Terreno de fundación: De su capacidad de soporte depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea este flexible o rígido. Se debe tener en cuenta las siguientes indicaciones:

Si el terreno de fundación es pésimo, debe desecharse el material que lo compone, siempre que sea posible y sustituirse éste por un suelo de mejor calidad.

Si el terreno de fundación es malo, habrá que colocar una sub-base de material seleccionado antes de poner la base.

Si el terreno de fundación es regular o bueno, podría prescindirse de la sub-base, si el terreno de fundación es excelente, podría prescindirse de la sub-base y base.

Sub-Base: Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la sub-rasante.

Tienen por objeto:

- ✓ Servir de capa de drenaje al pavimento.
- ✓ Controlar o eliminar en lo posible, los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub-rasante.
- ✓ Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las napas freáticas cercanas o de otras fuentes
- ✓ El material de la sub-base, debe ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado.
- ✓ El material ha de tener las características de un suelo A1 o A2, aproximadamente. Su L.L. debe ser inferior a 35% y su **I.P.** no mayor de 6. El C.B.R. no podrá bajar de 15%.
- ✓ La función principal de la sub-base es servir de capa de drenaje, por lo tanto el material a usarse debe ser granular, y la cantidad de material fino (limo y arcilla) que pase el tamiz N° 200, no ha de ser mayor del 8%.

Base: Esta capa tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y además, repartir uniformemente estos esfuerzos a la sub-base y al terreno de fundación. Las bases pueden ser granulares, o bien estar formadas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante. El material pétreo que se emplea en la base, deberá cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
- ✓ No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales.
- ✓ El porcentaje de desgaste, según el ensayo "Los Ángeles", debe ser inferior a 50%.
- ✓ La fracción del material que pase por el tamiz N° 40, ha de tener un L.L. menor del 25% y un **I.P.** inferior a 6
- ✓ La fracción que pasa el tamiz N° 200, no podrá exceder del 50% y en ningún caso de las 2/3 partes de la fracción que pasa el tamiz N° 40.
- ✓ El C.B.R. tiene que ser superior a 50%.

Capa de Rodamiento: Su función principal será proteger la base impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles filtraciones del agua de lluvia que podrían saturar parcial o totalmente las capas inferiores. Además evita que se desgaste o se desintegre la base a causa del tránsito de los vehículos. Así mismo, la capa de rodamiento contribuye, en cierto modo, a aumentar la capacidad de soporte del pavimento, especialmente si su espesores apreciable.

7.6 DISEÑO DEL PAVIMENTO.

Son muchos y muy diferentes los métodos que existen para proyectar el espesor de un pavimento. Sin embargo el problema es bastante complejo, porque requiere de una experiencia suficiente y sentido común por parte de quien lo aplica.

Los métodos existentes se fundan en consideraciones puramente teóricas.

Otros son en parte teóricos, en parte empíricos y los hay otra serie de métodos absolutamente empíricos.

Para el diseño estructural y dimensionamiento del pavimento se aplicaran metodologías de diseño con reconocimiento internacional, una de las cuales será la “AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES” básicamente en lo referente al CHAPTER 4 LOW-VOLUME ROAD DESIGN (ano 1 993).

Para el presente proyecto de tesis el diseño se fundamenta en los siguientes parámetros básicos:

- Demanda del tránsito medida en número de ejes equivalentes para el periodo de diseño de pavimentos.
- Tipo de subrasante sobre el cual se asienta el pavimento.

A. CARGA POR EJE SIMPLE EQUIVALENTE (W18)

El llamado ESAL (Equivalent Single Axle Load), es el número de aplicaciones de un eje simple de 18000 lb (80 KN).

El procedimiento para convertir un flujo de tráfico mixto de diferentes cargas y configuraciones por eje a un numero de trafico para el diseño, consiste en convertir cada carga por eje, en un número equivalente de cargas por eje simple de 18000 lb, multiplicando cada carga por eje por el factor de equivalencia, para lo cual se necesita del índice medio diario anual.

i. Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Cuadro 7.1

Trafico actual diario (promedio) Avenidas.

Tipo de Vehículo	VEH/DIA	%
Automóvil	174	36.6
Camioneta	101	21.3
Micro	20	4.2
Camión 2E	56	11.9
Camión 3E	37	7.9
Camión 4E	28	6.0
Semi trayler T2S2	28	6.0
Semi trayler T3S3	29	6.2
TOTAL	474	100.0

Trafico actual diario (promedio) Calles.

Tipo de Vehículo	VEH/DIA	%
Automóvil	41	27.3
Camioneta	33	22.0
Micro	10	6.3
Camión 2E	21	14.0
Camión 3E	15	9.9
Camión 4E	16	10.2
Semi trayler T2S2	9	5.8
Semi trayler T3S3	7	4.4
TOTAL	152	100.0

ii. Calculo del Factor Camión

Para el cálculo de los factores de camión o equivalencia de carga se ha hecho uso del Cuadro 7.3, en base al Anexo IV: Pesos y Medidas del Reglamento Nacional de Vehículos (RNV).

Cuadro 7.2
Factores de equivalencia de carga

TIPO DE VEHICULO	PESO TOTAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)		Lx POR EJES (lb)	Tipo Eje	EALF;(POR EJE)	FACTOR CAMION
		EJE	Lx				
Automóvil (AP)	2.00	Del.	1.00	2200.0000	simple	0.00029	0.00058
		Post. 01	1.00	2200.0000	simple	0.00029	
Camioneta (AC)	3.90	Del.	1.60	3520.0000	simple	0.00143	0.00676
		Post. 01	3.30	7260.0000	simple	0.00533	
Micro (B2)	18.00	Del.	7.00	15400.0000	simple	0.53600	3.66600
		Post. 01	11.00	24200.0000	simple	3.13000	
Camión 2E (C2)	18.00	Del.	7.00	15400.0000	simple	0.53600	3.66600
		Post. 01	11.00	24200.0000	simple	3.13000	
Camión 3E (C3)	25.00	Del.	7.00	15400.0000	simple	0.53600	2.54000
		Post. 01	18.00	39600.0000	tandem	2.00400	
Camión 4E (C4)	30.00	Del.	7.00	15400.0000	simple	0.53600	1.81600
		Post. 01	23.00	50600.0000	tridem	1.28000	
Semi Trayler (T2S2)	36.00	Del.	7.00	15400.0000	simple	0.53600	5.67000
		Post. 01	11.00	24200.0000	simple	3.13000	
		Post. 02	18.00	39600.0000	tandem	2.00400	
Semi Trayler (T3S3)	50.00	Del.	7.00	15400.0000	simple	0.53600	4.32000
		Post. 01	18.00	39600.0000	tandem	2.00400	
		Post. 02	25.00	55000.0000	tridem	1.78000	

Cuadro 7.3

Factores de equivalencia de carga para diferentes configuraciones de ejes y cargas.




Axle load (lb)	Equivalent axle load factor			Axle load (lb)	Equivalent axle Load factor		
	Single axles	Tandem axles	tridem axles		Single axles	Tandem axles	Tridem axles
1000	0.00002			41,000	23.27	2.29	0.540
2000	0.00018			42,000	25.54	2.51	0.597
3000	0.00072			43,000	28.22	2.76	0.658
4000	0.00209			44,000	31.00	3.00	0.723
5000	0.00500			45,000	34.00	3.27	0.793
6000	0.01043			46,000	37.24	3.55	0.868
7000	0.0196			47,000	40.74	3.85	0.948
8000	0.0343			48,000	44.50	4.17	1.033
9000	0.0562			49,000	48.54	4.51	1.12
10,000	0.0877	0.00688	0.002	50,000	52.88	4.86	1.22
11,000	0.1311	0.01008	0.002	51,000		5.23	1.32
12,000	0.189	0.0144	0.003	52,000		5.63	1.43
13,000	0.264	0.0199	0.005	53,000		6.04	1.54
14,000	0.360	0.0270	0.006	54,000		6.47	1.66
15,000	0.478	0.0360	0.008	55,000		6.93	1.78
16,000	0.623	0.0472	0.011	56,000		7.41	1.91
17,000	0.796	0.0608	0.014	57,000		7.92	2.05
18,000	1.000	0.0773	0.017	58,000		8.45	2.20
19,000	1.24	0.0971	0.022	59,000		9.01	2.35
20,000	1.51	0.1206	0.027	60,000		9.59	2.51
21,000	1.83	0.148	0.033	61,000		10.20	2.07
22,000	2.18	0.180	0.040	62,000		10.84	2.85
23,000	2.58	0.217	0.048	63,000		11.52	3.03
24,000	3.03	0.260	0.057	64,000		12.22	3.22
25,000	3.53	0.308	0.067	65,000		12.96	3.41
26,000	4.09	0.364	0.080	66,000		13.73	3.62
27,000	4.71	0.426	0.093	67,000		14.54	3.83
28,000	5.39	0.495	0.109	68,000		15.38	4.05
29,000	6.14	0.572	0.126	69,000		16.26	4.28
30,000	6.97	0.658	0.145	70,000		17.19	4.52
31,000	7.88	0.753	0.167	71,000		18.15	4.77
32,000	8.88	0.857	0.191	72,000		19.16	5.03
33,000	9.98	0.971	0.217	73,000		20.22	5.29
34,000	11.18	1.095	0.246	74,000		21.32	5.57
35,000	12.50	1.23	0.278	75,000		22.47	5.86
36,000	13.93	1.38	0.313	76,000		23.66	6.15
37,000	15.50	1.53	0.352	77,000		24.91	6.46
38,000	17.20	1.70	0.393	78,000		26.22	6.78
39,000	19.06	1.89	0.438	79,000		27.58	7.11
40,000	21.08	2.08	0.487	80,000		28.99	7.45

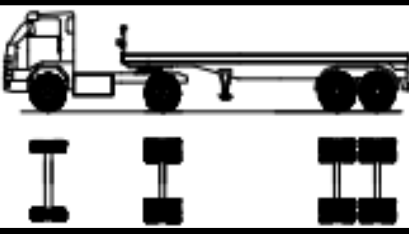
Cuadro 7.4

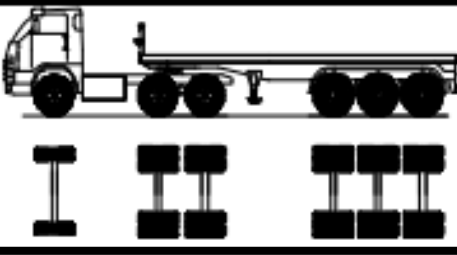
Resumen de configuración vehicular del RNV

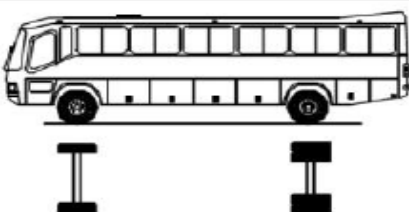
ANEXO IV: PESOS Y MEDIDAS

1. PESOS Y MEDIDAS MAXIMAS PERMITIDAS

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C2		12,30	7	11	---	---	---	18
C3		13,20	7	18	---	---	---	25
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	---	30

T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36
------	---	-------	---	----	----	-----	-----	----

T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 ⁽²⁾
------	---	-------	---	----	----	-----	-----	-------------------

B2		13,20	7	11	---	---	---	18
----	---	-------	---	----	-----	-----	-----	----

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos

iii. Determinación del factor de crecimiento.

Para el cálculo del factor de crecimiento consideraremos un factor promedio para todos los vehículos.

Tasa de crecimiento anual = 4 %

Periodo de diseño = 10 años.

Cuadro 7.5
Tasa de crecimiento anual

Periodo de diseño	Tasa de crecimiento - Porcentaje "r"							
	Sin Crecimiento	2	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.02	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.9	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	9.21	9.55	9.9	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.5	24.52
14	14.00	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	20.02	21.08	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.82
17	17.00	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.00
18	18.00	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	40.88
19	19.00	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guide of Desing of Pavement Structures 1993

$$factor = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde: $r = \frac{tasa}{100}$

Remplazando en la formula obtenemos:

Factor de crecimiento = 12.01

iv. Factor Direccional y Factor Carril

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, **normalmente corresponde a la mitad del total de transito circulante en ambas direcciones**, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico.

El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor numero de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril.

El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD (Cuadro 7.6)

Cuadro 7.6

Numero de calzadas	Numero de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd * Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, en base a datos de la Guía AASHTO-93

En el proyecto se considero 2 tipos de vías:

- Vía I: Av. La Despensa Y Av. El Dorado

Consta de 2 calzada de 2 sentidos

Factor direccional = 0.5

Factor carril = 0.80

- Vías II: Todas Las Calles De La Urbanización Santa María

Consta de 1 calzada de 2 sentidos

Factor direccional = 0.5

Factor carril = 1.00

v. Cálculo de ESAL de Diseño.

Para el cálculo de ESAL se tiene la siguiente fórmula:

$$ESAL = \sum_{i=1}^{I-m} FACTORCAMION_i \times IMD_i(G)(D)(L)(Y) \times 365$$

Cuadro 7.7
Calculo del ESAL o EE de 8.2 tn – VIA I

Tipo de Vehículo	VEH/DIA	FACTOR CAMION	% CRECIMIENTO ((1+r) ⁿ - 1)/r (GY)	*365	FACTOR DIRECCION (D)	FACTOR CARRIL (L)	ESAL
Automóvil	174	0.000576	12.01	365	0.5	0.8	175.34
Camioneta	101	0.0067582	12.01	365	0.5	0.8	1194.57
Micro	20	3.666	12.01	365	0.5	0.8	126460.46
Camión 2E	56	3.666	12.01	365	0.5	0.8	362781.50
Camión 3E	37	2.54	12.01	365	0.5	0.8	165963.94
Camión 4E	28	1.816	12.01	365	0.5	0.8	90617.85
Semi trayler T2S2	28	5.67	12.01	365	0.5	0.8	282931.29
Semi trayler T3S3	29	4.32	12.01	365	0.5	0.8	223450.39
TOTAL ESAL							1253575.35

Cuadro 7.8
Calculo del ESAL o EE de 8.2 tn – VIA II

Tipo de Vehiculo	VEH/DIA	FACTOR CAMION	% CRECIMIENTO ((1+r) ⁿ - 1)/r (GY)	*365	FACTOR DIRECCION (D)	FACTOR CARRIL (L)	ESAL
Automovil	41	0.000576	12.01	365	0.5	1	52.20
Camioneta	33	0.0067582	12.01	365	0.5	1	494.24
Micro	10	3.666	12.01	365	0.5	1	77180.98
Camion 2E	21	3.666	12.01	365	0.5	1	170453.68
Camion 3E	15	2.54	12.01	365	0.5	1	83561.39
Camion 4E	16	1.816	12.01	365	0.5	1	61814.40
Semi trayler T2S2	9	5.67	12.01	365	0.5	1	109434.09
Semi trayler T3S3	7	4.32	12.01	365	0.5	1	63669.11
TOTAL ESAL							566660.07

EE Vía I = 1.25×10^6 (aplicaciones de ejes equivalentes durante el periodo de diseño de 10 años).

EE Vía II = 5.67×10^5 (aplicaciones de ejes equivalentes durante el periodo de diseño de 10 años).

B. MODULO RESILENTE (Mr)

Es una medida de las propiedades elásticas de los suelos (tanto del suelo de la subrasante como de los materiales de base y sub base), tomando en cuenta ciertas características no lineales se refiere al comportamiento Esfuerzo-deformación del material bajo condiciones normales de carga de pavimento.

Considerando las limitaciones de la mayor parte de laboratorios no cuenta con el equipamiento para llevar a cabo ensayos para determinar el modulo Resiliente, como en el caso de Perú, se han reportado factores apropiados que pueden ser usados en la estimación del Mr. a partir de los ensayos del CBR (California Bearing Ratio). La expresión utilizada para convertir CBR a Mr., para el suelo de fundación es:

$$Mr (psi) = 1500 CBR$$

Según la guía AASHTO (American Association of State Highway and Transportation officials) para el diseño de estructuras de pavimentos, 1993 la expresión anteriormente solamente es aplicada en el caso de sub rasantes.

La determinación del Mr. (modulo Resiliente), se hace con el criterio del percentil variable con el nivel del trafico expresado como EE.

- **Calculo de percentil de diseño.**

Cuadro 7.9

Valor Percentil del CBR de Diseño

TRAFICO (EE)	PORCENTAJE DE ENSAYOS CON CBR IGUAL O MAYOR
10 000 o menos	60
10 000 a 1 000 000	75
1 000 000 a mas	87.5

En vista que nuestro **ESAL o EE** de diseño es del orden mayor a 1'000,000, le corresponde un valor de **87.5%** para vías colectoras y 10 000 a 1'000,000, le corresponde un valor de **75 %** para vías locales.

- Calculo del modulo Resiliente efectivo de material de fundación

Cuadro 7.10

Valores de Ensayos de CBR obtenidos en Laboratorio

N°	UBICACIÓN	DESIGNACION	CBR (%)
1	CALICATA 09	C 9	6.98
2	CALICATA 01	C 1	7.58
3	CALICATA 05	C 5	7.62
4	CALICATA 10	C 10	8.12
5	CALICATA 02	C 2	8.84
6	CALICATA 06	C 6	9.46
7	CALICATA 03	C 3	10.71
8	CALICATA 07	C 7	10.85
9	CALICATA 08	C 8	11.25
10	CALICATA 04	C 4	12.62

Cuadro 7.11

Determinación del Modulo Resiliente

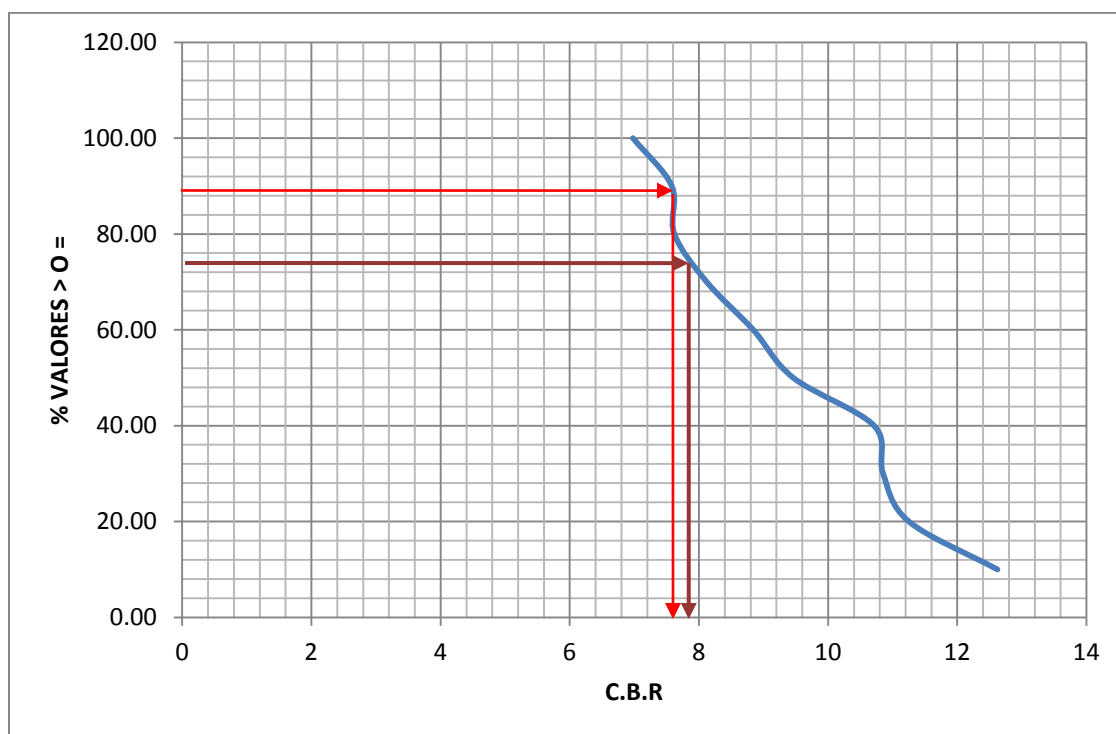
CBR (%)	Mr (psi)	N° VALORES > O = AL Mr	% valores > o =
6.98	10470	10	100
7.58	11370	9	90
7.62	11430	8	80
8.12	12180	7	70
8.84	13260	6	60
9.46	14190	5	50
10.71	16065	4	40
10.85	16275	3	30
11.25	16875	2	20
12.62	18930	1	10

Luego se grafica los valores de Mr y % obtenidos, resultando el grafico N°01 presentado a continuación.

De acuerdo a los limites de diseño para subrazante según el Cuadro 7.8, el percentil será de 87.5%

Interceptando este valor en la Grafica 6.1, se obtiene un CBR de diseño igual a 7.6%, como se muestra:

Grafica 7.1
METODO PERCENTIL



Entonces de la Grafica 7.1 el CBR de diseño será 7.6% para vías colectoras y 7.9 % para vías locales, dando este un modulo resiliente efectivo de:

$$Mr = 1500 \cdot CBR$$

Mr (psi) = 11400 psi , para vías colectoras.

$$Mr = 1500 \cdot CBR$$

Mr (psi) = 11850 psi , para vías locales.

METODO AASHTO (VERSION 1993)

La versión de la AASHTO 86 y 93 hacen modificaciones en su metodología aceptando los valores de aporte estructural por coeficiente de drenaje de las capas granulares los que reemplaza el factor regional utilizado en versiones anteriores, por otro lado se sigue utilizando en su mismo concepto el trafico, índice de serviciabilidad y tipo de suelo de fundación (Modulo Resiliente).

La metodología AASHTO es bien aceptada a nivel mundial (ya que se basa en valiosa información experimental), el que determina un numero estructural (SN), requerido por el pavimento a fin de soportar el volumen de transito satisfactoriamente durante el periodo de vida del proyecto.

EL DISEÑO ESTRUCTURAL

La ecuación básica de equilibrio en el diseño para estructuras de pavimentos flexibles es la siguiente:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5})}{\frac{0.40 + 1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_r - 8.07 \quad \dots Ec. 7.1$$

Donde:

W_{18} : Número total de ejes equivalentes, para el periodo de diseño.

MR : Modulo de resiliencia de la subrasante.

R : Confiabilidad

ZR : Coeficiente estadístico asociado a la confiabilidad respecto a la predicción del tráfico. AASHTO recomienda para vías rurales de bajo volumen de transito un nivel de confiabilidad de 50% - 80%

El manual de la guía ASSHTO considera:

Para Trafico T1: confiabilidad 60% (-0.253)

Para Trafico T2: confiabilidad 70% (-0.524)

Para Trafico T3: confiabilidad 75% (-0.674)

Para Trafico T4: confiabilidad 80% (-0.841)

S_o : Desviación estándar combinada en la estimación de los parámetros y del comportamiento del modelo (0.45)

SN : Numero estructural

ΔPSI : Diferencial de Serviciabilidad (Serviciabilidad inicial P_i , depende del tipo de superficie de rodadura – Serviciabilidad final P_f 1.5)

El número estructural de resistencia del pavimento flexible viene dado por la formula:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3 \quad \dots Ec. 7.2$$

Donde:

a_1 : Coeficiente estructural de Concreto Asfáltico o capa de rodadura

a_2 : Coeficiente estructural de capa de base granular

a_3 : Coeficiente estructural de la capa de sub base granular

D_1 : Espesor de la capa de rodadura (cm)

D_2 : Espesor de la capa de base granular

D_3 : Espesor de la capa de subbase granular (cm)

m_2 : Coeficiente de drenaje de la base Granular

m_3 : Coeficiente de drenaje de la Sub base Granular.

El número estructural es un valor abstracto que representa la resistencia total de la estructura de un pavimento para una determinada categoría de subrasante, condición de tráfico e índice de servicio al final de la vida útil.

a) Carga por Eje Simple Equivalente (W18) o ESAL

Es Numero Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico (ver Item 6.4.3-A).

b) Modulo Resiliente (Mr)

El Modulo de Resilencia es (MR) es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleara la ecuación, $Mr \text{ (psi)} = 1500 \cdot CBR$ (ver Item 6.4.3-B)

c) Confiabilidad (R)

La Confiabilidad “R”, es la probabilidad expresada como porcentaje que el pavimento proyectado soporte el tráfico previsto .Se trata pues de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, duraran como mínimo el periodo de diseño.

El actual método AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles, recomienda valores desde 50 y hasta 99.9 % con diferentes clasificaciones funcionales, notándose que los niveles más altos corresponden a vías importantes y de mayor volumen vehicular.

Según los Cuadros 7.13 y 7.14, la confiabilidad para este proyecto será 85%.

Cuadro 7.13

Niveles de Confiabilidad R (%) según las clases de vías.

CLASIFICACION FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO	
	URBANO	RURAL
Interestatales y otras autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales o vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Norma Técnica C-010 Pavimentos Urbanos

Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

d) Desviación Estándar Total (S_o)

Considera las posibilidades de variaciones en el tráfico previsto y la variación en el comportamiento previsto del pavimento para un EAL dado, la desviación estándar total así como la confiabilidad deberán tenerse en cuenta para el efecto combinado de la variación en todas las variables de diseño.

Los criterios que se toman en cuenta para la selección de la desviación estándar total son:

- La desviación estándar estimada para el caso donde la variancia del tráfico futuro proyectado es considerada como 0.39 para pavimentos rígido y 0.49 para pavimento flexible.
- La desviación estándar total estimada para el caso de la variancia del tráfico futuro es considerada 0.34 para pavimento rígido y 0.44 para pavimento flexibles.
- En general el rango de S_o se puede considerar entre:
 - 0.30 - 0.40 pavimentos rígidos.
 - 0.40 - 0.50 pavimentos flexibles.

e) Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

El índice de Serviciabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

Se debe elegir un nivel de servicio inicial y terminal para el diseño del pavimento.

El nivel de servicio inicial P_o es una estimación inmediatamente después de terminada la construcción (generalmente 4.2 para pavimento flexible y 4.5 para pavimentos rígidos).

- Serviciabilidad Inicial (P_i)= 4.20

El nivel de servicio terminal P_t es el nivel aceptable más bajo antes de que sea necesario de pavimentar (para vías importantes se recomienda 2.5-3.0 y 2.0 para las vías de bajo volumen).

- Serviciabilidad Final o Terminal (PT)= 2.0

La Serviciabilidad Terminal (P_t) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción.

- Variación de Serviciabilidad (ΔPSI)

Es la diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo. El cambio en la calidad de servicio, se puede calcular como:

$$(\Delta PSI) = P_i - P_t$$

Donde:

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y terminal.

P_i = Índice de servicio inicial (comúnmente se considera 4.5 para pavimentos rígidos y 4.2 para pavimentos flexibles).

P_t = Índice de servicio terminal.

El índice de serviciabilidad para nuestro proyecto será:

$$PSI = 4.20 - 2.2 = 2.2$$

f) Coeficiente Estructural de la Capa (a_i)

Se asigna un valor de este coeficiente a cada capa del material en la estructura del pavimento con el objeto de convertir los espesores y capa en el NE.

Estos coeficientes de cada capa expresan una relación empírica entre el NE y el espesor y es una medida de la habilidad relativa del material para funcionar como un componente estructural del pavimento.

La forma de estimar estos coeficientes se separa en 5 categorías dependiendo del tipo y la función del material de cada capa estos son:

- Concreto Asfáltico (CA),
- Base Granular (BG)
- Sub Base Granular (SBG)
- Base tratada con Cemento (BTC)
- Base Tratada con Asfalto (BTA)

El coeficiente de cada capa de la base granular (a_2) se obtiene con la siguiente relación:

$$a_2 = 0.249 \times \log(E_{BS}) - 0.977$$

Donde:

E_{BS} : Modulo Resiliente de la base.

Para la obtención del coeficiente estructural de la capa de la sub base granular se emplea la siguiente relación:

$$a_3 = 0.227 \times \log(E_{SB}) - 0.839$$

Donde:

E_{SB} : Modulo Resiliente de la sub base.

g) Coeficiente de Drenaje (*mi*)

El drenaje es tratado considerando el efecto del agua sobre las propiedades de las capas del pavimento y sus consecuencias sobre la capacidad estructural del mismo. Para el diseño el efecto del drenaje es considerado modificando el coeficiente de la capa estructural en función de:

- La calidad del drenaje (el tiempo requerido por el pavimento para drenar).
- El porcentaje de tiempo que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación.

Los Cuadros 7.18 y 7.19, se utilizan para seleccionar los coeficientes de drenaje para las capas de Base y Sub Base no tratadas, para este proyecto se considera una calidad de drenaje “Bueno” por el tiempo de remoción del agua.

Cuadro 7.18

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO DE REMOCION DEL AGUA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	Agua no tratada

Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 1993.

Cuadro 7.19

CALIDAD DEL DRENAJE	% DEL TIEMPO EN QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTA EXPUESTA A NIVELES CERCANOS A LA SATURACION			
	Menor a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 1993.

h) Selección de los Espesores de Capa:

Para seleccionar un valor mínimo de capas de concreto asfáltico, base o sub base AASHTO recomienda la Cuadro 6.20

Cuadro 7.20
Espesores Mínimos

TRAFICO ESALS	CONCRETO ASFALTICO		BASE GRANULAR	
menos de 50,000	1 pulg(o TS)	3.0 cm	4 pulg	10 cm
50,001 - 150,000	2.0 pulg	5.0 cm	4 pulg	10 cm
150,000 - 500,000	2.5 pulg	6.5 cm	4 pulg	10 cm
500,001 - 2'000,000	3.0 pulg	7.5 cm	6 pulg	15 cm
2'000,000 - 7'000,000	3.5 pulg	9.0 cm	6 pulg	15 cm
MAYOR QUE 7'000,000	4.0 pulg	10.0 cm	6 pulg	15 cm

Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 1993.

La AASHTO advierte, no obstante, que estos mínimos pueden ser variados de acuerdo a las condiciones locales y la experiencia de cada entidad.

i) Especificaciones Técnicas Constructivas

El Profesional Responsable deberá elaborar las especificaciones técnicas que tomen las condiciones particulares de su proyecto.

Los requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos, son los indicados en el Cuadro 7.21

Cuadro 7.21

Requisitos mínimos para diferentes tipos de Pavimentos

Tipo de pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
Elemento				
Sub-rasante		95% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estandar		
		Espesor compactado > 250 mm - Vías locales y colectoras > 300 mm - Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR > 40%	CBR > 30%	
Base		CBR > 80%	N.A.*	CBR > 80%
Imprimación de apoyo		Penetración de la Imprimación > 5 mm	N.A*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	> 60 mm	150 mm	> 60 mm
	Vías colectoras	> 60 mm		> 80 mm
	Vías arteriales	> 70 mm		NR**
	Vías expresas	> 80 mm	> 200 mm	NR**
Material		Concreto asfaltico ***	MR>34 kg/cm ² (3,4 Mpa)	fc > 380 kg/cm ² (38 Mpa)

Fuente: Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos

NOTA: *N.A.: No aplicable; **N.R.: No recomendable; ***El concreto asfaltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente Donde el Proyecto considere mezclas en frio, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado.

j) Ábacos y Curvas de Diseño del Método AASHTO-1993

Grafica Para Hallar A1 En Función Del Modulo Resiliente Del Concreto Asfaltico.

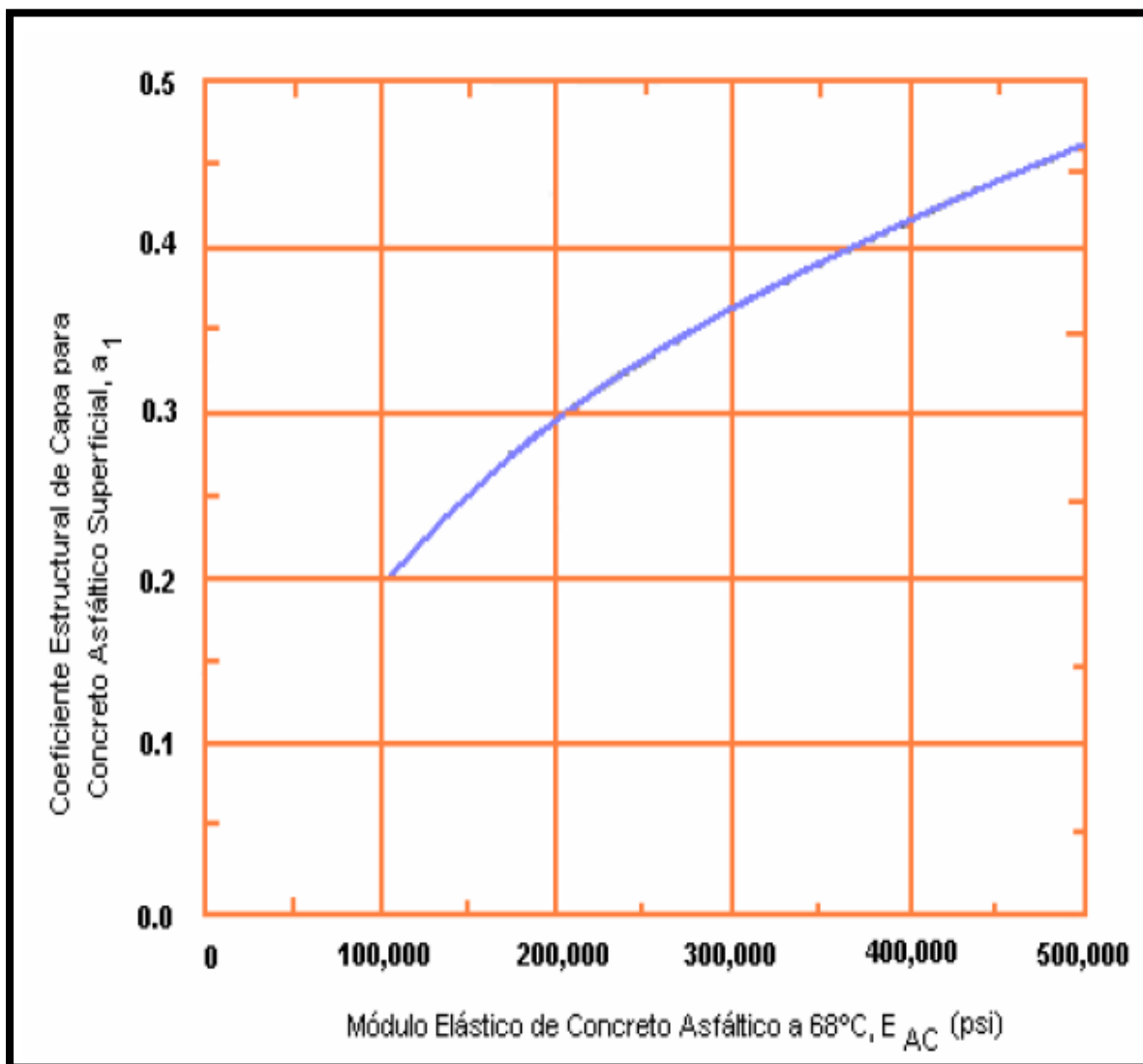


Grafico 7.3

Variación De Coeficiente a_2 Con Diferentes Parámetros De Resistencia De La Base.

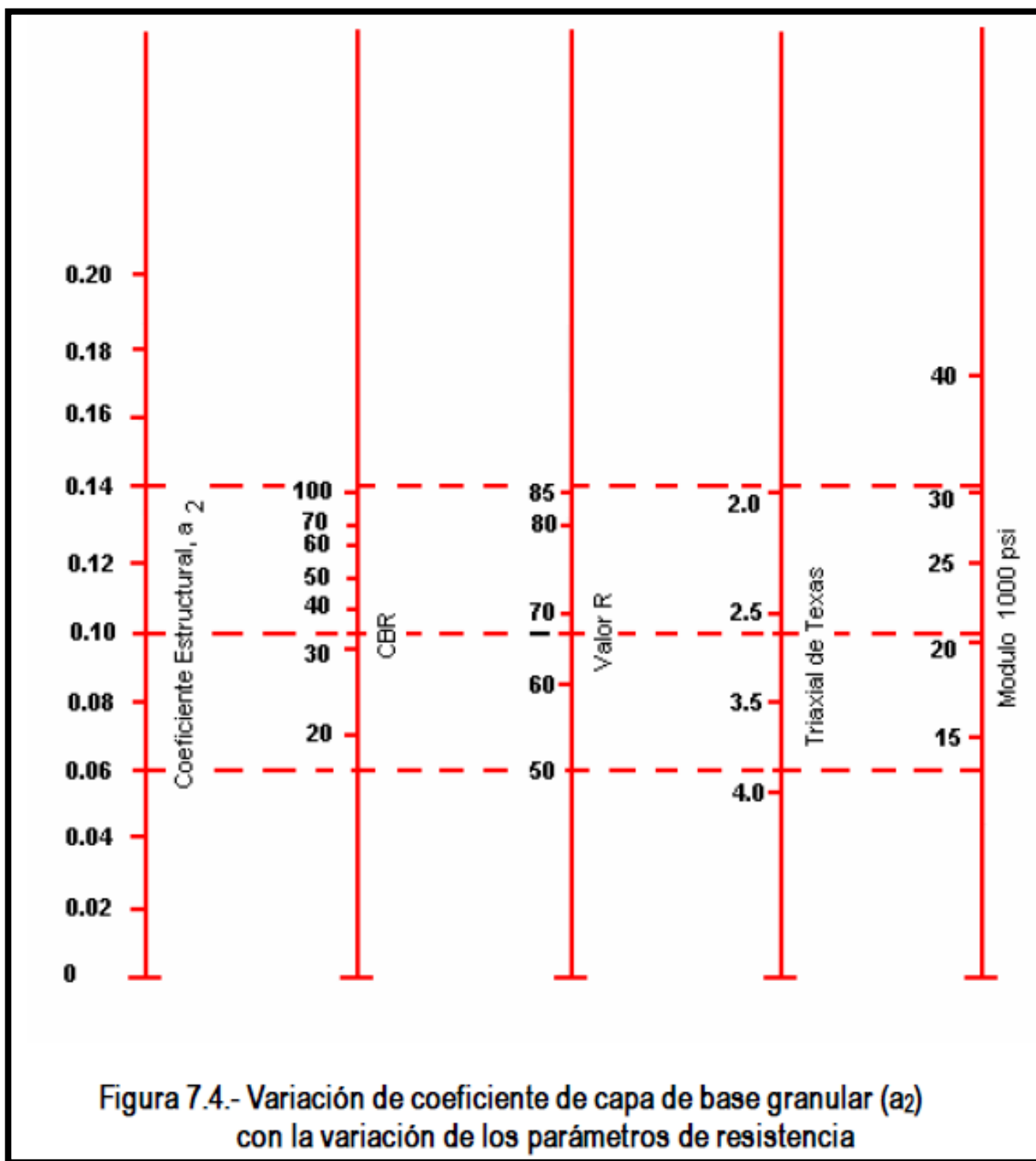


Grafico 7.4

Variación de coeficiente a_3 con diferentes parámetros de resistencia de la subbase.

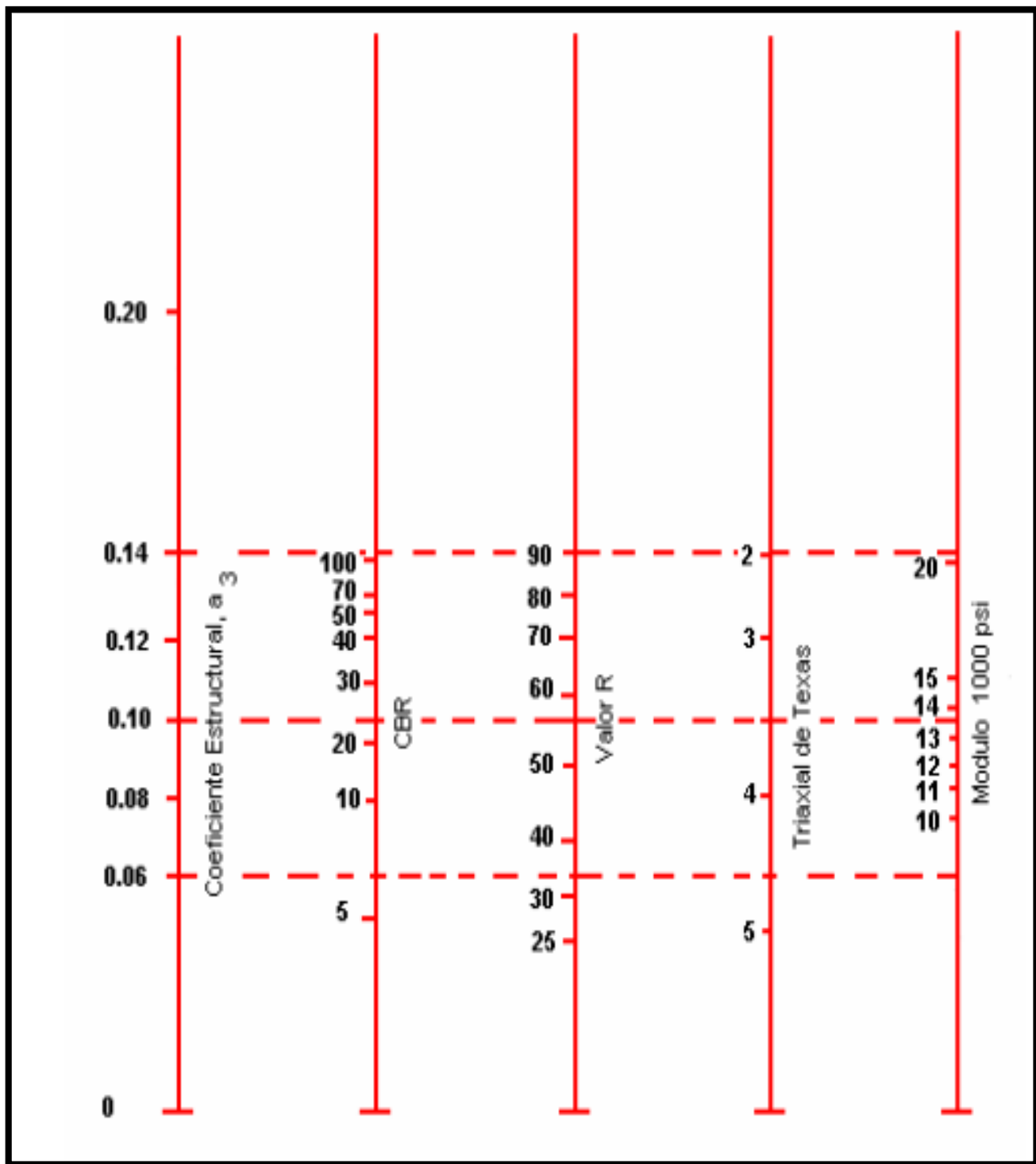
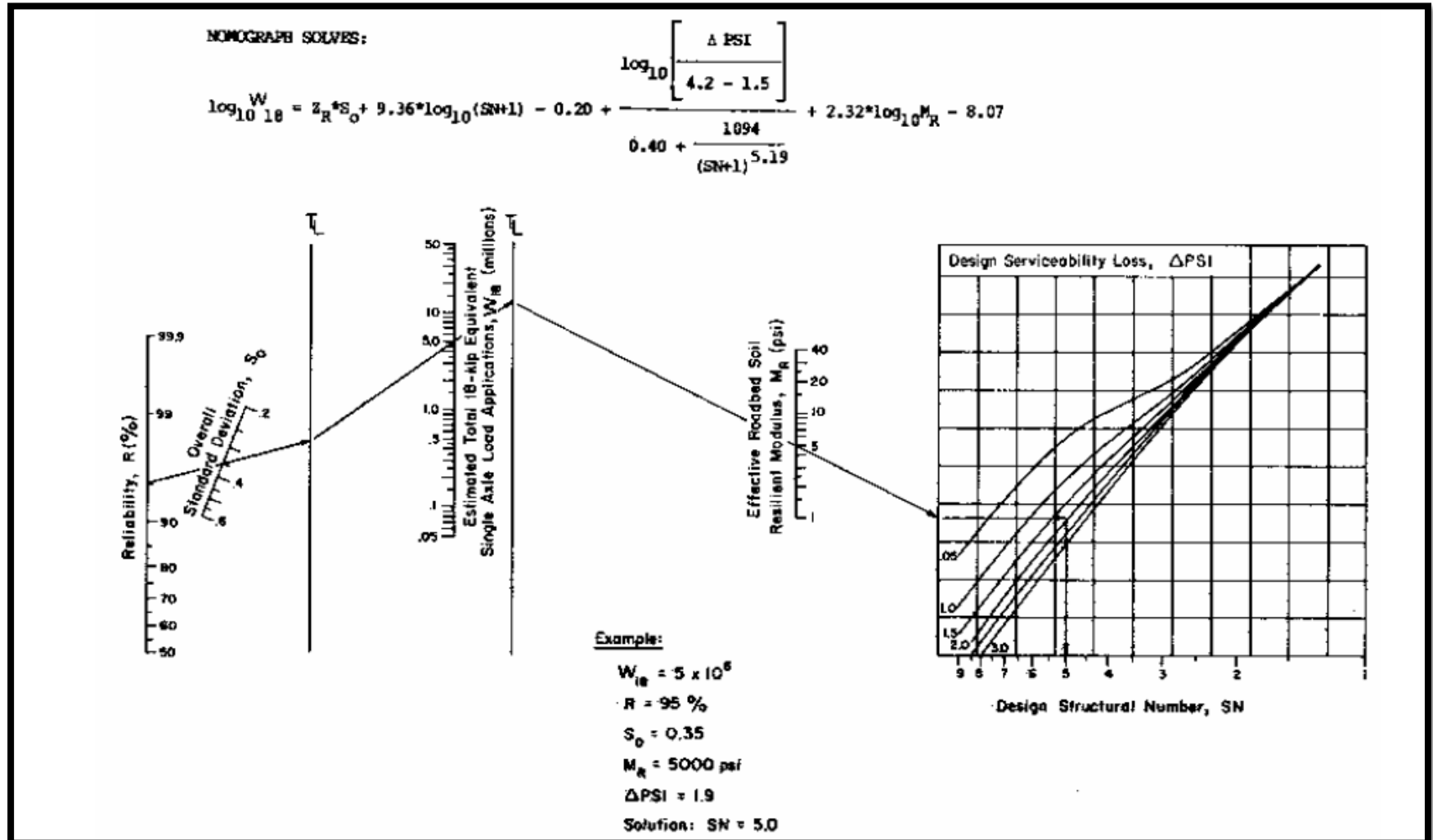


Grafico 7.5

Carta de diseno para pavimentos flexibles basado en el uso de las variables de entrada.



CALCULO DEL ESPESOR VIA I

Según el método de AASHTO (versión 1993)

DATOS

Ancho de la superficie de rodadura	: 23.00m
Ancho de separador central	: 1.50 m
Tipo de vía	: Colectora
Tipo de pavimento	: flexible - asfalto en caliente
Tipo de tratamiento de bermas	: Carpeta Asfáltica En Caliente
Velocidad directriz	: 40 km/h
Periodo de diseño	: 10 años

INFORMACION DISPONIBLE

Del Cuadro 7.1, se tiene:

Transito Total

Tipo de Vehículo	VEH/DIA
Automóvil	174
Camioneta	101
Micro	20
Camión 2E	56
Camión 3E	37
Camión 4E	28
Semi trayler T2S2	28
Semi trayler T3S3	29
TOTAL	474

Incremento anual del tránsito	: 4%
CBR _{DISEÑO} (Sub rasante)	: 7.6%
Calidad del drenaje (bueno)	: 1 - 5 (%)
Mr del Asfalto	: 450000 Psi
Mr Base (CBR 80%)	: 28500 Psi
Mr Sub Base (CBR 40%)	: 16200 Psi

SOLUCION

A. DETERMINACION DEL NUMERO ESTRUCTURAL (SN)

TRANSITO FUTURO ESTIMADO (W18)

$$ESAL = W18 = 1.25 \times 10^6 PSI$$

CONFIABILIDAD (R)

$$R = 85\%$$

DESVIACION ESTANDAR (So)

Según Guía AASHTO-93 CONSIDERA RANGO ENTRE 0.4 - 0.50
Considerara el promedio:

$$So = \frac{(0.4 + 0.5)}{2}$$
$$So = 0.45$$

MODULO RESILENTE EFECTIVO DEL MATERIAL DE FUNDACIÓN

Relación de Heuukelom y Klomp:

$$Mr (psi) = 1500 * (CBR) = 11400 psi$$

PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD DE DISEÑO (ΔPSI)

$$\left. \begin{array}{l} Po = 4.2 \\ Pt = 2.0 \end{array} \right\} \Delta PSI = 4 - 2.5 = 2.2$$

OBTENCION DEL NUMERO ESTRUCTURAL (SN)

Con los siguientes datos:

$$ESAL = W18 = 1.25 \times 10^6 PSI$$

$$R = 85\%$$

$$S_o = 0.45$$

$$Mr (psi) = 11400 psi$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

Del nomograma para Pavimentos Flexibles (Grafico 7.5) se obtiene:

$$SN = 2.86$$

De la Ecuación AASHTO 6.1, en un programa de cálculo se tiene:

Grafico 7.6

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input fields and buttons. The "Tipo de Pavimento" section has "Pavimento flexible" selected. The "Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)" section has "85 % Zr=-1.037" and "So 0.45". The "Serviciabilidad inicial y final" section has "PSI inicial 4.2" and "PSI final 2". The "Módulo resiliente de la subrasante" section has "Mr 11400 psi". The "Información adicional para pavimentos rígidos" section has empty fields for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)". The "Tipo de Análisis" section has "Calcular SN" selected, showing "W18 = 1253575.35". The "Número Estructural" section shows "SN = 2.86", which is highlighted with a red box. At the bottom are "Calcular" and "Salir" buttons.

B. SELECCIÓN DE LOS MESPESORES DE CAPA

$$SN = a1 * D1 + a2 * m2 * D2 + a3 * m3 * D3 \quad (\text{Ec. 7.2})$$

Teniendo en cuenta el análisis de diseño por capas, debe cumplir con los espesores mínimos (Cuadro 6.19)

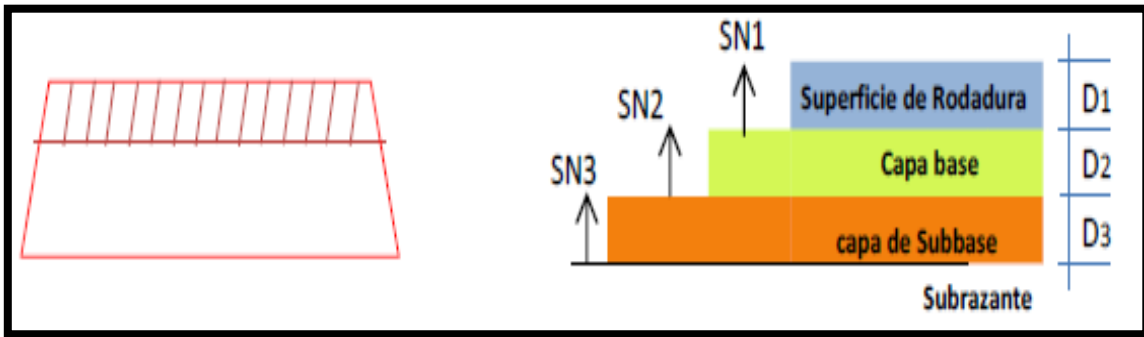
TRAFICO : $1.25 \times 10^6 PSI$

CONCRETO ASFALTICO : 3"

BASE DE AGREGADOS : 6"

SECCION MINIMA:

Grafico 7.7



CALCULO DE COEFICIENTES DE DRENAJE (mi):

Según el Cuadro 7.17; la condición de drenaje en la zona, será calificada como una calidad de Drenaje Bueno, con lo que se tiene del Cuadro 7.18:

$$m_2 = 1.15$$

$$m_3 = 1.15$$

CALCULO DE LOS ESPESORES (ANALISIS POR CAPA)

Con Base:

$$ESAL = W18 = 1.25 \times 10^6 \text{ PSI}$$

$$R = 85\%$$

$$So = 0.45$$

$$Mr \text{ (psi)} = 28500 \text{ psi}$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

Con Sub-Base:

$$ESAL = W18 = 1.25 \times 10^6 \text{ PSI}$$

$$R = 85\%$$

$$So = 0.45$$

$$Mr \text{ (psi)} = 16200 \text{ psi}$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

Del nomograma Grafico 7.5 se tiene que:

$$SN_1 = 2.05$$

$$SN_2 = 2.52$$

$$SN_3 = 2.85$$

COEFICIENTE a_i :

Con el Modulo elástico del concreto asfaltico y del grafico 7.2:

$$Mr = 450000 \text{ psi}$$
$$a_1 = 0.44$$

Según la ecuación $a_2 = 0.249 \cdot \log Mr_{base} - 0.977$

$$a_2 = 0.132 \quad \text{Ec. 7.3}$$

Según la ecuación $a_3 = 0.227 \cdot \log Mr_{subbase} - 0.839$

$$a_2 = 0.117 \quad \text{Ec. 7.4}$$

Del análisis por capa se tiene:

i) hallando D_1 :

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} = 4.55 \quad \text{Consideramos: } D_1^* = 5"$$

$$SN_1^* = a_1 \times D_1^* = 2.2$$

ii) hallando D_2 :

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} = 1.97 \quad \text{Consideramos: } D_2^* = 2"$$

$$SN_2^* = a_2 \times m_2 \times D_2^* = 0.304$$

iii) Hallando D_3

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3} = 2.580 \quad \text{Consideramos: } D_3^* = 3"$$

$$SN_3^* = a_3 \times m_3 \times D_3^* = 0.402$$

iv) Comprobación:

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* \geq SN$$
$$2.91 \geq 2.85$$

Cuadro 7.22

CAPAS	ESPESOR CALCULADO	
	en Pulgadas	en Centímetros
Carpeta Asfáltica	5.00	12.50
Base Granular	2.00	5.00
Sub-base Granular	3.00	7.50

CALCULO DE LOS ESPESORES SEGÚN ECUACIÓN 6.2 (ESPESORES MÍNIMOS)

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times m_3 \times D_3 \quad \text{Ec. 6.2}$$

Del cuadro 6.19 y valores antes calculados se tiene:

$$D_1 = 3" \quad m_2 = 1.15$$

$$D_2 = 6" \quad m_3 = 1.15$$

$$a_1 = 0.44$$

$$a_2 = 0.132$$

$$a_3 = 0.117$$

Hallando D_3 : con la ecuación 6.2

$$D_3 = 4.6" \quad \text{consideramos: } 5"$$

Cuadro 7.23

Capas	Espesor Calculado	Espesores Mínimos
Carpeta Asfáltica	5.00	3
Base Granular	2.00	6
Sub-base Granular	3.00	5

Tomando $D_1 = 2" - D_2 = 6"$

De la ecuación 6.2 tenemos que D_3 :

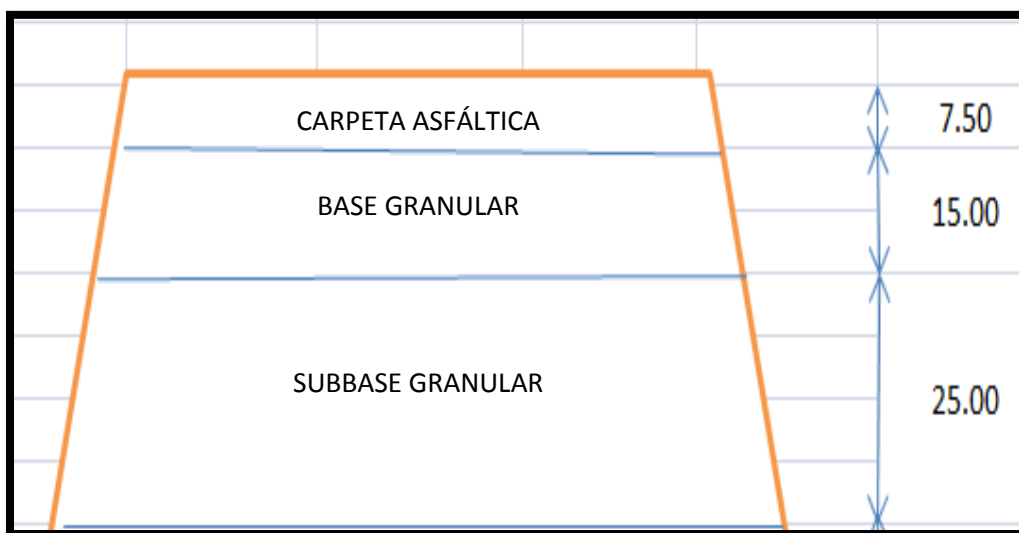
$$D_3 = 7.8" \quad \text{consideramos: } 10"$$

Cuadro 7.24

Capas	Espesor Calculado	Espesores Mínimos	Espesor Adoptado	
			En PLG	En CM
Carpeta Asfáltica	5.00	3.00	3.00	7.50
Base Granular	2.00	6.00	6.00	15.00
Subbase Granular	3.00	5.00	10.00	25.00

Grafico 7.8

ESQUEMA DEL PAVIMENTO A USAR



Se concluye que el espesor del pavimento planteado para CBR percentil regirá para todo el tramo.

CALCULO DEL ESPESOR VIA II

Según el método de AASHTO (versión 1993)

DATOS

Ancho de la superficie de rodadura	: 11.00m
Tipo de vía	: Local
Tipo de pavimento	: flexible - asfalto en caliente
Tipo de tratamiento de bermas	: Carpeta Asfáltica En Caliente
Velocidad directriz	: 30 km/h
Periodo de diseño	: 10 años

INFORMACION DISPONIBLE

Del Cuadro 7.1, se tiene:

Transito Total

Tipo de Vehículo	VEH/DIA	%
Automóvil	19	34.8
Camioneta	15	28.1
Micro	4	8.2
Camión 2E	5	9.0
Camión 3E	3	6.4
Camión 4E	4	6.7
Semi trayler T2S2	2	3.9
Semi trayler T3S3	2	2.8
TOTAL	53	100.00

Incremento anual del tránsito	: 4%
CBR _{DISEÑO} (Sub rasante)	: 7.9%
Calidad del drenaje (bueno)	: 1 - 5 (%)
Mr del Asfalto	: 450000 Psi
Mr Base (CBR 80%)	: 28500 Psi
Mr Sub Base (CBR 40%)	: 16200 Psi

SOLUCION

A. DETERMINACION DEL NUMERO ESTRUCTURAL (SN)

TRANSITO FUTURO ESTIMADO (W18)

$$ESAL = W18 = 5.67 \times 10^5 PSI$$

CONFIABILIDAD (R)

COLECTORA URBANO Y Tp5 (Cuadro 6.13 - 6.14)

$$R = 85\%$$

DESVIACION ESTANDAR (So)

Según Guía AASHTO-93 CONSIDERA RANGO ENTRE 0.4 - 0.50
Considerara el promedio:

$$So = \frac{(0.4 + 0.5)}{2}$$
$$So = 0.45$$

MODULO RESILENTE EFECTIVO DEL MATERIAL DE FUNDACIÓN

Relación de Heuukelom y Klomp:

$$Mr (psi) = 1500 * (CBR) = 11850 psi$$

PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD DE DISEÑO (ΔPSI)

Consideraciones para Pavimentos Flexibles según Cuadro 6.15 y 6.16

$$\left. \begin{array}{l} Po = 4.2 \\ Pt = 2.0 \end{array} \right\} \Delta PSI = 4 - 2.5 = 2.2$$

OBTENCION DEL NUMERO ESTRUCTURAL (SN)

Con los siguientes datos:

$$ESAL = W18 = 5.67 \times 10^5 \text{ PSI}$$

$$R = 85\%$$

$$So = 0.45$$

$$Mr (\text{psi}) = 11850 \text{ psi}$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

Del nomograma para Pavimentos Flexibles (Grafico 6.5) se obtiene:

$$SN = 2.50$$

De la Ecuación AASHTO 6.1, en un programa de cálculo se tiene:

Grafico 7.9

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It has several input sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for "Pavimento flexible" (selected) and "Pavimento rígido".
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu for "85 % Zr=-1.037" and a text field for "So" with value "0.45".
- Serviciabilidad inicial y final:** Text fields for "PSI inicial" (4.20) and "PSI final" (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text field for "Mr" with value "11850 psi".
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Fields for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)".
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for "Calcular SN" (selected) and "Calcular W18".
- W18 =** A text field showing the value "566660.07".
- Número Estructural:** A text field showing "SN = 2.50", which is highlighted with a red rectangular box.
- Buttons:** "Calcular" and "Salir".

B. SELECCIÓN DE LOS MESPESORES DE CAPA

$$SN = a1 * D1 + a2 * m2 * D2 + a3 * m3 * D3 \quad (\text{Ec. 7.2})$$

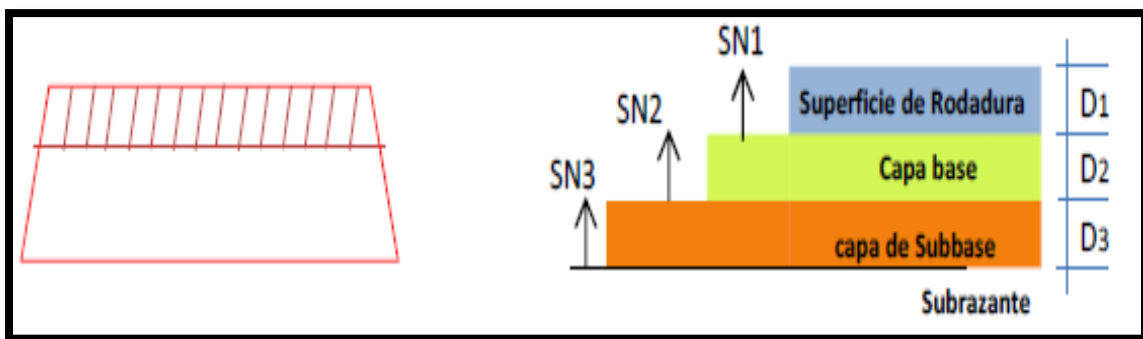
**“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**

Teniendo en cuenta el análisis de diseño por capas, debe cumplir con los espesores mínimos (Cuadro 6.19)

TRAFICO : $5.67 \times 10^5 \text{ PSI}$
CONCRETO ASFALTICO : 2"
BASE DE AGREGADOS : 4"

SECCION MINIMA:

Grafico 7.10



CALCULO DE COEFICIENTES DE DRENAJE (mi):

Según el Cuadro 6.17; la condición de drenaje en la zona, será calificada como una calidad de Drenaje Bueno, con lo que se tiene del Cuadro 6.18:

$$m_2 = 1.15$$

$$m_3 = 1.15$$

CALCULO DE LOS ESPESORES (ANALISIS POR CAPA)

Con Base:

$$ESAL = W18 = 5.67 \times 10^5 \text{ PSI}$$
$$R = 85\%$$

$$So = 0.45$$

$$Mr \text{ (psi)} = 28500 \text{ psi}$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

Con Sub-Base

$$ESAL = W18 = 5.67 \times 10^5 \text{ PSI}$$
$$R = 85\%$$

$$So = 0.45$$

$$Mr \text{ (psi)} = 16200 \text{ psi}$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

Del nomograma Grafico 7.5 se tiene que:

$$SN_1 = 1.79$$

$$SN_2 = 2.23$$

$$SN_3 = 2.50$$

COEFICIENTE a_i :

Con el Modulo elástico del concreto asfaltico y del grafico 7.2:

$$Mr = 450000 \text{ psi}$$

$$a_1 = 0.44$$

Según la ecuación $a_2 = 0.249 \cdot \log Mr_{base} - 0.977$

$$a_2 = 0.132 \quad \text{Ec. 7.3}$$

Según la ecuación $a_3 = 0.227 \cdot \log Mr_{subbase} - 0.839$

$$a_2 = 0.117 \quad \text{Ec. 7.4}$$

Del análisis por capa se tiene:

i) hallando D_1 :

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} = 3.98 \quad \text{Consideramos: } D_1^* = 4"$$

$$SN_1^* = a_1 \times D_1^* = 1.76$$

ii) hallando D_2 :

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 m_2} = 2.89 \quad \text{Consideramos: } D_2^* = 3"$$

$$SN_2^* = a_2 \times m_2 \times D_2^* = 0.456$$

iii) Hallando D_3

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3} = 2.266 \quad \text{Consideramos: } D_3^* = 3"$$

$$SN_3^* = a_3 \times m_3 \times D_3^* = 0.402$$

iv) Comprobación:

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* \geq SN$$

$$2.62 \geq 2.52$$

Cuadro 7.25

CAPAS	ESPESOR CALCULADO	
	en Pulgadas	en Centímetros
Carpeta Asfáltica	4.00	10.00
Base Granular	3.00	7.50
Subbase Granular	3.00	7.50

CALCULO DE LOS ESPESORES SEGÚN ECUACIÓN 6.2 (ESPESORES MÍNIMOS)

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times m_3 \times D_3 \quad \text{ec. 6.2}$$

Del cuadro 6.19 y valores antes calculados se tiene:

$$D_1 = 2" \quad m_2 = 1.15$$

$$D_2 = 4" \quad m_3 = 1.15$$

$$a_1 = 0.44$$

$$a_2 = 0.132$$

$$a_3 = 0.117$$

Hallando D_3 : con la ecuación 6.2

$$D_3 = 7.7" \quad \text{consideramos: } 8"$$

Cuadro 7.26

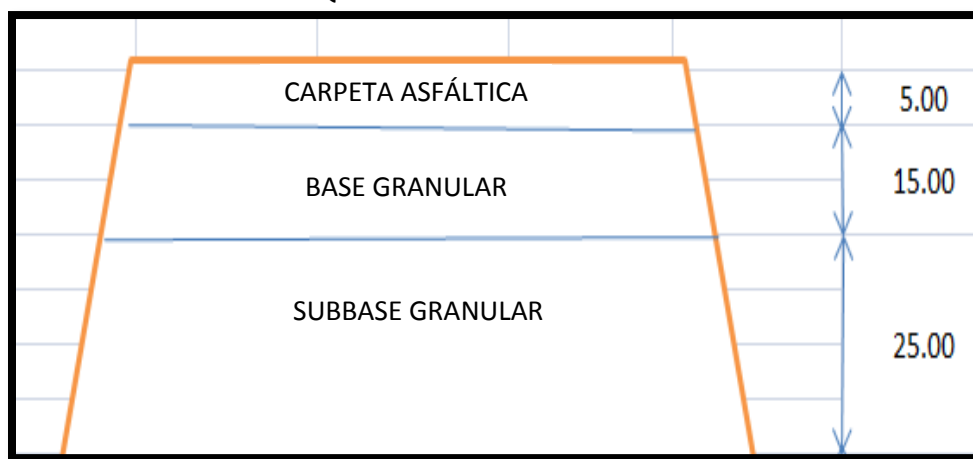
CAPAS	espesor calculado	espesores mínimos
Carpeta Asfáltica	4.00	2
Base Granular	3.00	4
Subbase Granular	3.00	8

Cuadro 7.27

CAPAS	espesor calculado	espesores mínimos	ESPESOR ADOPTADO	
			EN PLG	EN CM
Carpeta Asfáltica	4.00	2.00	2.00	5.00
Base Granular	3.00	4.00	6.00	15.00
Subbase Granular	3.00	8.00	10.00	25.00

Grafico 7.11

ESQUEMA DEL PAVIMENTO A USAR



Se concluye que el espesor del pavimento planteado para CBR percentil regirá para todo el tramo.

CAPITULO VIII

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA

8.1 INTRODUCCION

La mezcla asfáltica está constituida por la unión de materiales inertes con un bitumen llamado asfalto, que actúa como ligante; de esta relación bitumen - material inerte depende la estabilidad y durabilidad de la mezcla que se vaya a utilizar en la carpeta asfáltica.

Al prepararse una mezcla asfáltica, debe controlarse debidamente la granulometría del material pétreo y el porcentaje de asfalto a emplearse. Es necesario además, que los agregados tengan una buena resistencia (porcentaje de desgaste por abrasión), según prueba en la máquina "Los Ángeles", menor del 40%, y esté bien gradado. La granulometría que debe tener el material pétreo dependerá del tipo de asfalto y de la mezcla a emplearse.

8.2 TERMINOLOGÍA DE ASFALTO

El asfalto es utilizado como ligante para unir entre sí las partículas de agregados. Puede ser utilizado como paliativo del polvo en tratamientos superficiales y para carpetas asfálticas. Los tipos de asfaltos más comunes empleados en pavimentación flexible, son:

8.2.1 Asfaltos Líquidos o Diluidos (CUT - BACKS)

Asfaltos cuya consistencia blanda o fluida provocan que se salgan del campo en el que normalmente se aplica el ensayo de penetración, cuyo límite máximo es 300.

Proviene de la disolución del cemento asfáltico en diferentes destilados volátiles de petróleo.

- **Asfalto de curado lento (SC):** Asfalto líquido compuesto de betún asfáltico y aceite relativamente poco volátiles.
- **Asfalto de curado medio (MC):** Asfalto compuesto de betún asfáltico y un disolvente tipo kerosene, de volatilidad media.
- **Asfalto de curado rápido (RC):** Asfalto compuesto de betún asfáltico y un disolvente tipo nafta o gasolina, de volatilidad media.

8.2.2 Cemento Asfáltico o Betún Asfáltico

Es un asfalto que proviene de la refinación de petróleo, de forma semisólida, y que puede considerarse como una combinación de asfalto duro y aceites no volátiles del petróleo. Se emplean en la preparación de mezclas asfálticas en caliente.

8.2.3 Asfalto Emulsionado

Las emulsiones asfálticas son líquidos de color chocolate, casi tan fluidos como el agua y de la cual contiene entre 40 y 50%, siendo éste un factor importante en el conjunto. Proviene de un cemento asfáltico que se encuentra suspendido en agua por agentes emulsionantes. El fin que persigue una emulsión asfáltica es el conseguir trabajar a la temperatura ambiente con un material (asfalto) que a esa temperatura no es manejable, ya que se encuentra en estado semi - sólido.

8.3 NOMENCLATURA PARA LOS ASFALTOS LÍQUIDOS O CUT – BACKS

CUT - BACKS de curado RÁPIDO: RC-30; RC-70; RC-250; RC-3000

CUT-BACKS de curado MEDIO: MC-30; MC-70; MC-250; MC- 3000

CUT - BACKS de curado LENTO: SC-30; SC-70; SC-250; SC-3000

Donde el número a la derecha indica la viscosidad del bitumen en centistokes.

8.4 MATERIALES PÉTREOS O AGREGADOS PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS

El agregado es el agente que contribuye a la estabilidad mecánica de la superficie de rodadura y soporta el peso del tráfico. Los agregados comúnmente usados son:

a) Agregado Grueso: Porción retenida por el tamiz N° 10. Consiste en grava natural (gravilla, grava de río, grava de mina, etc.) o piedra triturada. El agregado empleado en pavimentación es menor que una pulgada.

b) Agregado Fino: Porción que pasa el tamiz N° 10 y queda retenido en el tamiz N° 200; puede ser arena natural (arena de duna, de lago, de río, etc.) o artificiales (chancado de grava o piedra).

c) Relleno Mineral o Filien: Es un polvo granular cuya mayor parte pasa por el tamiz N° 200, puede ser roca finamente molida, cemento Portland u otros materiales naturales o artificiales pulverizados. Se emplea en las mezclas asfálticas en caliente.

8.5. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES PÉTREOS

- No deben emplearse agregados pétreos que contengan materia orgánica en forma perjudicial o arcilla en grumos.
- No deben tener más del 20% de fragmentos suaves.
- Los agregados pétreos deben emplearse de preferencia secos o cuando mucho con una humedad igual a la de absorción de ese material. En caso contrario, debe emplearse un adicionante en el asfalto.

- El tamaño máximo del agregado no será mayor de 2/3 partes el espesor de la carpeta asfáltica.
- El desgaste determinado con la máquina "Los Ángeles" no debe ser mayor de 40%.
- La absorción del material pétreo no debe ser mayor de **5%**.
- El material pétreo deberá tener una buena adherencia con el asfalto.
- El agregado deberá cumplir con requisitos de granulometría de acuerdo al Cuadro I.

CUADRO 8.1.

EXIGENCIAS PARA LOS AGREGADOS DE CARPETAS ASFÁLTICAS COMÚNMENTE USADOS.

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25.0mm(1")	100	-	-
19.0mm(3/4")	80-100	100	-
12.5mm(1/2")	67-85	80-100	-
9.5mm(3/8")	60-77	70-88	100
4.75mm(N°4)	43-54	51 -68	65 -87
200mm(N°10)	29-45	38 -52	43-61
425mm(N°40)	14-25	17 -28	16-29
180mm(N°80)	08-17	08-17	09-19
75mm(N°200)	04-08	04-08	05-10

8.6 MÉTODO ANALÍTICO PARA EL CÁLCULO DE LOS PORCENTAJES DE MATERIALES QUE INTERVIENE EN EL DISEÑO DE MEZCLA

Si A,B,C,... son los porcentajes que pasan, un cierto tamiz de un conjunto de suelos 1,2,3,... y que se van a combinar para formar un suelo único y si a,b,c,... son los porcentajes en que los susodichos suelos 1,2,3,... van a entrar en combinación, el porcentaje de la mezcla que pasará por un cierto tamiz estará dado por la ecuación:

$$p = A.a + B.b + C.c + \dots \quad (i)$$

Los problemas de mezclas son de varios aspectos, a veces habrá que obtener toda la curva granulométrica de la mezcla y, otras bastará con garantizar algún o algunos porcentajes apropiados de algunos tamaños específicos.

En nuestro caso tenemos tres materiales que intervienen:

$$p = A.a + B.b + C.c$$

Evidentemente: $A + B + C = 100\% = 1$

Las ecuaciones dan los porcentajes en que los materiales deben combinarse, para que la mezcla tenga el porcentaje pasando el tamiz que haya elegido como base de cálculo.

Donde a, b y c son los coeficientes, obtenidos de los porcentajes que pasan por la malla N° 8 y N° 200.

A = Piedra

B = Arena

C = Filler

p = Promedio de especificaciones correspondiente a la malla N° 8 y N° 200.

Hallamos los valores numéricos de a, b, c y p.

8.7 CÁLCULO DE MEZCLA ASFÁLTICA Y ENSAYOS DE AGREGADOS



**“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSÉ
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIAZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE TESIS

Proyecto

**: “DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA
MARIA DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO
– LAMBAYEQUE”**

Responsables del Proyecto

: Bach. Ing. Civil Burga Marrufo Arebalo
Bach. Ing. Civil Chávez Villalobos Oscar Víctor Jean Frank

Lugar de procedencia del material: Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

Grava chancada para Mezcla Asfáltica

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 1/2"
PESO INICIAL SECO: 5753 g

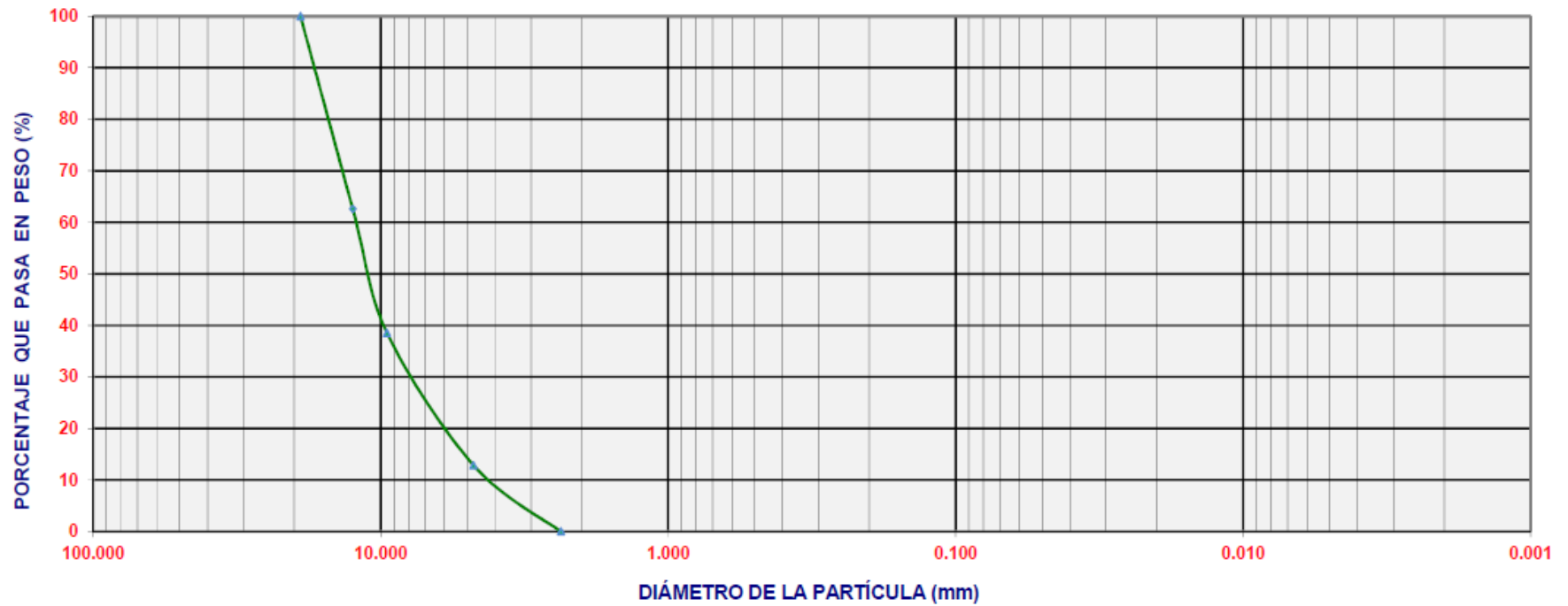
Nº malla	Abert. [mm]	P.R. [g]	% P.R. [%]	% P.R.A. [%]	% P.P. [%]	ESPECIFICACIONES
3"	76.200					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000				100.00	
1/2"	12.500	2151.62	37.40	37.40	62.60	
3/8"	9.500	1385.04	24.08	61.48	38.52	
Nº 04	4.750	1477.08	25.67	87.15	12.85	
Nº 08	2.360	739.26	12.85	100.00	0.00	
Nº 10	2.000					
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425					
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150					
Nº 200	0.075					
Platillo		0.00	0.00			
Sumatoria		5753.00	100.00			

NOTA:

P.R. Peso Retenido
% P.R. Porcentaje de peso retenido en cada malla
% P.R.A. Porcentaje de peso retenido acumulado por cada malla
% P.P. Porcentaje de peso pasante por cada malla

Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

CURVA GRANULOMETRICA



Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"



**“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSÉ
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIAZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE TESIS

Proyecto : “DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”

Responsables del Proyecto : Bach. Ing. Civil Burga Marrufo Arebalo
Bach. Ing. Civil Chávez Villalobos Oscar Víctor Jean Frank

Lugar de procedencia del material: Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

Arena chancada para Mezcla Asfáltica

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: N°04
PESO INICIAL SECO: 500 g

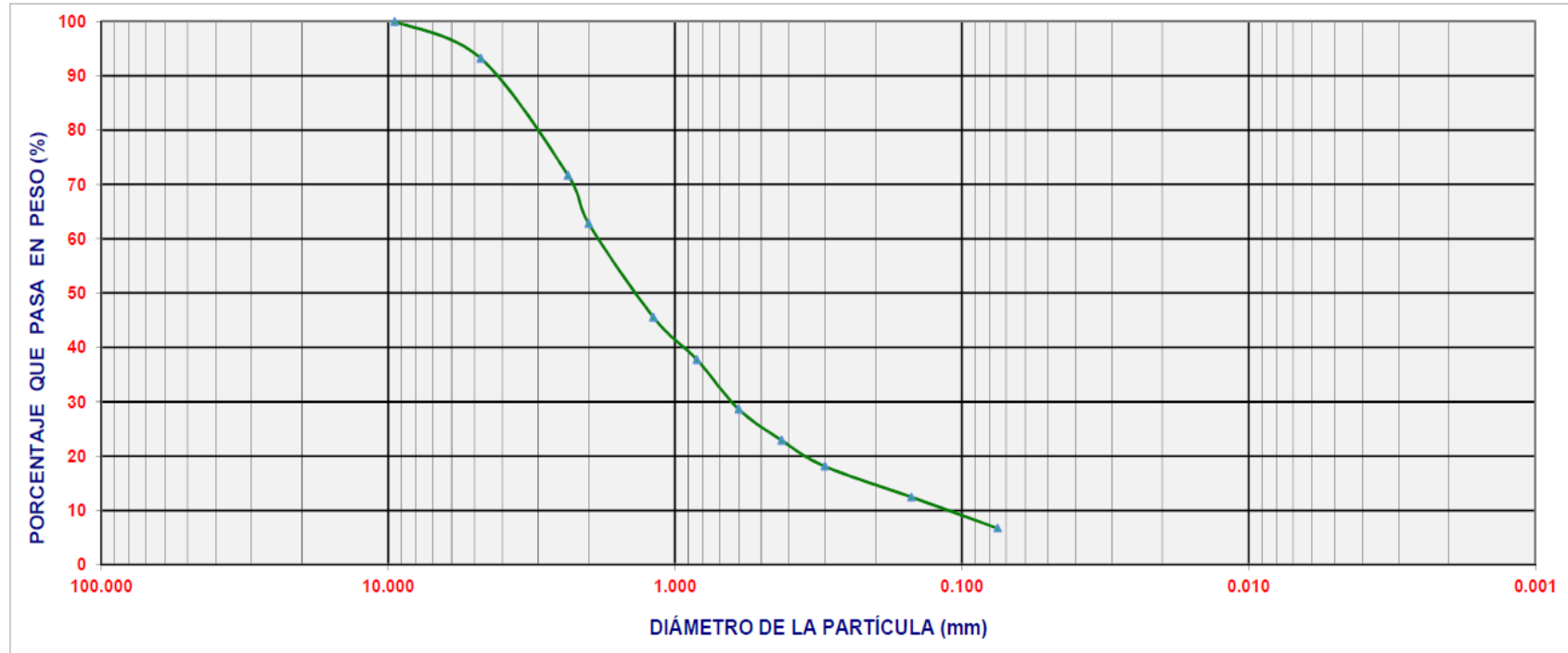
N° malla	Abert. [mm]	P.R. [g]	% P.R. [%]	% P.R.A. [%]	% P.P. [%]	ESPECIFICACIONES
3"	76.200					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.00	
N° 04	4.750	34.00	6.80	6.80	93.20	
N° 08	2.360	107.50	21.50	28.30	71.70	
N° 10	2.000	44.50	8.90	37.20	62.80	
N° 16	1.190	86.00	17.20	54.40	45.60	
N° 20	0.840	39.00	7.80	62.20	37.80	
N° 30	0.600	45.83	9.17	71.37	28.63	
N° 40	0.425	28.67	5.73	77.10	22.90	
N° 50	0.300	24.00	4.80	81.90	18.10	
N° 100	0.150	28.17	5.63	87.53	12.47	
N° 200	0.075	28.83	5.77	93.30	6.70	
Platillo		33.50	6.70	100.00	0.00	
Sumatoria		500.00	100.00			

NOTA:

P.R. Peso Retenido
% P.R. Porcentaje de peso retenido en cada malla
% P.R.A. Porcentaje de peso retenido acumulado por cada malla
% P.P. Porcentaje de peso pasante por cada malla

Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

CURVA GRANULOMETRICA



Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIAZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE TESIS

Proyecto

: "DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE"

Responsables del Proyecto

: Bach. Ing. Civil Burga Marrufo Arebalo
Bach. Ing. Civil Chávez Villalobos Oscar Víctor Jean Frank

Lugar de procedencia del material: Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

Arena Zarandeada para Mezcla Asfáltica

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 3/8"
PESO INICIAL SECO: 500 g

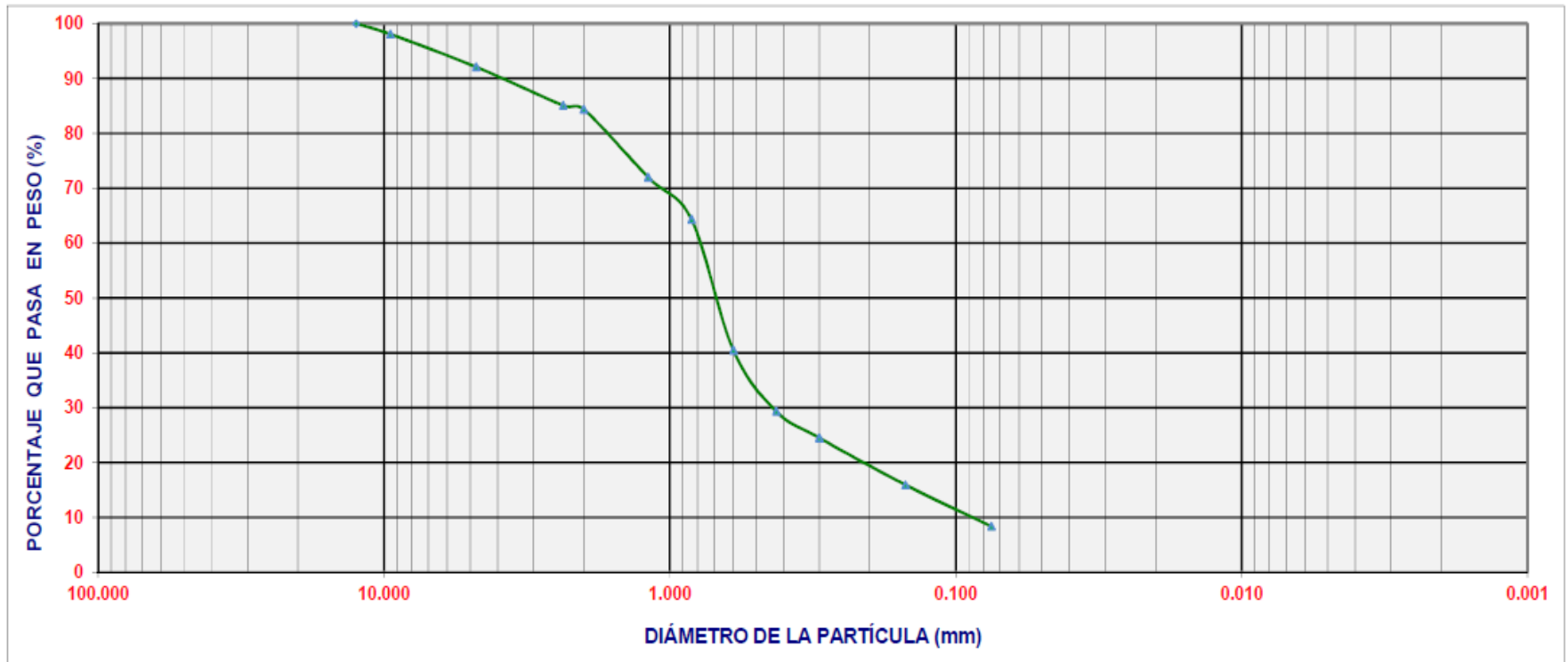
N° malla	Abert. [mm]	P.R. [g]	% P.R. [%]	% P.R.A. [%]	% P.P. [%]	ESPECIFICACIONES
3"	76.200					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500				100.00	
3/8"	9.500	9.50	1.90	1.90	98.10	
N° 04	4.750	30.00	6.00	7.90	92.10	
N° 08	2.360	35.00	7.00	14.90	85.10	
N° 10	2.000	3.51	0.70	15.60	84.40	
N° 16	1.190	62.00	12.40	28.00	72.00	
N° 20	0.840	38.33	7.67	35.67	64.33	
N° 30	0.600	119.17	23.83	59.50	40.50	
N° 40	0.425	55.67	11.13	70.64	29.36	
N° 50	0.300	24.33	4.87	75.50	24.50	
N° 100	0.150	42.83	8.57	84.07	15.93	
N° 200	0.075	37.83	7.57	91.63	8.37	
Platillo		41.83	8.37	100.00	0.00	
Sumatoria		500.00	100.00			

NOTA:

P.R. Peso Retenido
% P.R. Porcentaje de peso retenido en cada malla
% P.R.A. Porcentaje de peso retenido acumulado por cada malla
% P.P. Porcentaje de peso pasante por cada malla

Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

CURVA GRANULOMETRICA



Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

CUADRO 8.9
PORCENTAJE QUE PASA DE LOS AGREGADOS A UTILIZAR

TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRAVA CHANCADA (A)	ARENA CHANCADA (B)	ARENA ZARANDEADA (C)
1	50.800			
3/4"	38.100	100		
1/2"	25.400	62.60		100
3/8"	19.000	38.52	100.00	98.10
N° 04	12.500	12.85	93.20	92.10
N°08	9.500		71.70	85.10
N° 10	4.750		62.80	84.40
N° 16	2.360		45.60	72.00
N° 20	2.000		37.80	64.33
N°30	1.190		28.63	40.50
N°40	0.840		22.90	29.36
N°50	0.600		18.10	24.50
N°100	0.425		12.47	15.93
N° 200	0.300		6.70	8.37

▲ **UTILIZANDO EL METODO ANALITICO DE LAS ECUACIONES**

P : Porcentaje promedio de las especificaciones en un tamiz.

A,B,C : Porcentaje de material que pasa un tamiz para la granulometria A,B,C.

a,b,c : Porcentaje de agregados A,B,C usado en la combinación. La suma es 1.

MATRIZ

$$\begin{bmatrix} 12.85 & 93.20 & 92.10 \\ 0 & 62.80 & 84.40 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 67 \\ 52 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$a = 32 \%$$

$$b = 25 \%$$

$$c = 43 \%$$

CUADRO 8.10
PROPORCIONES ADOPTADAS

MALLA	% RETENIDO			32	25	43	% RETENIDO MEZCLA	REDONDEO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
	A	B	C	A	B	C					
3/4"				0.00	0.00	0.00	0.00	0	100	100	
1/2"	37.4			11.97	0.00	0.00	11.97	12	88	80	100
3/8"	24.08		1.9	7.71	0.00	0.82	8.52	9	79	70	88
N° 04	25.67	6.80	6	8.21	1.70	2.58	12.49	12	67	51	68
N°08	12.85	21.50	7	4.11	5.38	3.01	12.50	12	55		
N° 10		8.90	0.7		2.23	0.30	2.53	3	52	38	52
N° 16		17.20	12.4		4.30	5.33	9.63	10	42		
N° 20		7.80	7.67		1.95	3.30	5.25	5	37		
N°30		9.17	23.83		2.29	10.25	12.54	13	24		
N°40		5.73	11.14		1.43	4.79	6.22	6	18	17	28
N°50		4.80	4.86		1.20	2.09	3.29	3	15		
N°100		5.63	8.57		1.41	3.69	5.09	5	10		
N° 200		5.77	7.56		1.44	3.25	4.69	5	5	4	8
		6.70	8.37		1.68	3.60	5.27	5	0		

▲ **CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE CEMENTO ASFÁLTICO**

CUADRO 8.11

MÉTODO DEL ÁREA EQUIVALENTE

MALLA		% RETENIDO DE LA MEZCLA	A X UNIDAD DE PESO	K	AREA EQUIVALENTE
PASA	RETENIDO				
1	3	21	0.21	3	0.63
3	10	27	0.27	5	1.35
10	20	15	0.15	11	1.65
20	30	13	0.13	18	2.34
30	40	6	0.06	27	1.62
40	50	3	0.03	36	1.08
50	80	0	0	55	0
80	100	5	0.05	75	3.75
100	200	5	0.05	120	6
200	MAS	5	0.05	250	12.5
		100	1		30.92

▲ **Área Equivalente:** $30.92 \text{ pie}^2/\text{lbr. agreg}$

▲ **De la curva N°9 el Ia será:** $Ia = 0.00152$

▲ **Hallamos el Pem:** $Pem: \frac{100}{\frac{32}{2.63} + \frac{25}{2.65} + \frac{43}{3.12}} = 2.826$

▲ **Hallamos el %CA:** $\%CA = \frac{Ae \cdot Ia \cdot 2.65}{Pem} * 100 = 4.55\%$

A. PROPORCIONES DE LA MEZCLA

AG	0.32	95.45	=	30.54%
AF	0.25	95.45	=	23.86%
FILLER	0.43	95.45	=	41.04%
ASFALTO	4.55		=	4.55%
Σ				100.00%

B. VOLUMEN DE ASFALTO PARA 100KG. DE MEZCLA.

AG	0.01697 m^3
AF	0.01491 m^3
FILLER	0.02773 m^3
ASFALTO	0.00455 m^3
Σ	0.06417 m^3

C. PESO DE LOS COMPONENTES POR 1m³

AG	476.01 Kg/m ³
AF	371.88 Kg/m ³
FILLER	639.64 Kg/m ³
ASFALTO	70.94 Kg/m ³
Σ	1558.46 Kg/m ³

D. Peso por 1m³ considerando vacíos (3% - 5%)

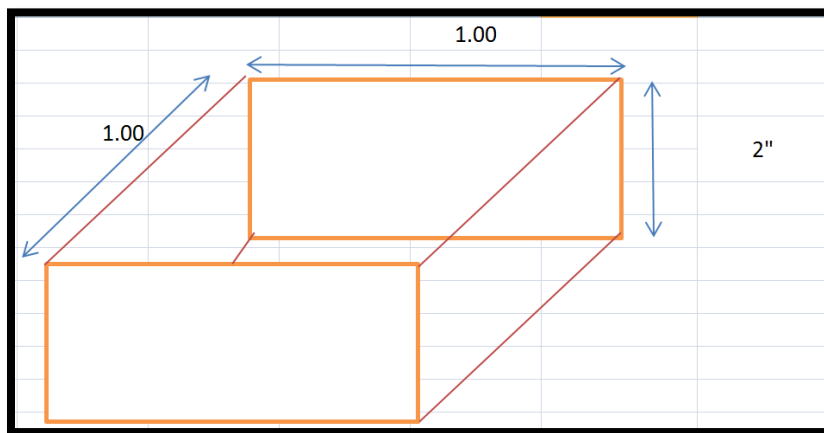
Considerando % de vacios: 4%

AG	671.96 Kg/m ³
AF	524.97 Kg/m ³
FILLER	902.94 Kg/m ³
ASFALTO	100.14 Kg/m ³
Σ	2200.00 Kg/m ³

E. VOLUMEN DEAGREGADOS POR 1 M3 DE ASFALTO

AG	0.37 m ³
AF	0.33 m ³
FILLER	0.61 m ³
ASFALTO	26.46 gal/m ³

F. MATERIAL EN PESO POR M2 EN CARPETA COMPACTADA



a) Material en peso x m2 carpeta.

$$a = 1m$$

$$b = 1m$$

$$c = 4 \text{ pulg}$$

$$volumen = 0.0508 m$$

AG	34.14 Kg/m^2
AF	26.67 Kg/m^2
FILLER	45.87 Kg/m^2
ASFALTO	5.09 Kg/m^2

b) Materiales en volumen por m2 en carpeta

AG	$0.01896 \text{ m}^3/\text{m}^2$
AF	$0.01667 \text{ m}^3/\text{m}^2$
FILLER	$0.03099 \text{ m}^3/\text{m}^2$
ASFALTO	$0.00509 \text{ m}^3/\text{m}^2$
Σ	$0.07171 \text{ m}^3/\text{m}^2$



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIAZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA

EQUIVALENTE DE ARENA DE AGREGADOS FINOS

MTC E114 - ASTM D2419 - AASHTO T178

PROYECTO DE TESIS

Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE"

Responsables del Proyecto : Bach. Ing. Civil Burga Marrufo Arebalo
Bach. Ing. Civil Chávez Villalobos Oscar Víctor Jean Frank

Lugar de procedencia del material: Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

Material	:	Arena Chancado	25%
		Arena Zarandeada	43%

Fecha: : Diciembre del 2015

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	TAMAÑO MAXIMO (mm)	4.76	4.76	4.76
2	MUESTRA N°	1	2	3
3	HORA DE ENTRADA	13:56	13:58	14:00
4	HORA DE SALIDA	14:06	14:08	14:10
5	HORA DE ENTRADA	14:08	14:10	14:12
6	HORA DE SALIDA	14:28	14:30	14:32
7	ALTURA MAXIMA DEL MATERIAL FINO (mm)	51	54	57
8	ALTURA MAXIMA DE LA ARENA (mm)	30	30	29
9	EQUIVALENTE DE ARENA (%)	59	56	51
10	EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO (%)	56		
11	ESPECIFICACION MINIMA (%)	45		

Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIAZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

MTC E205 E206 - ASTM C127 - AASHTO T84 T85

PROYECTO DE TESIS

Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION
SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ
– CHICLAYO – LAMBAYEQUE"

Responsables del Proyecto : Bach. Ing. Civil Burga Marrufo Arebalo
Bach. Ing. Civil Chávez Villalobos Oscar Víctor Jean
Frank

Lugar de procedencia del material: Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

Material	:	Arena Chancado	25%
		Arena Zarandeada	43%

Fecha: : Diciembre del 2015

AGREGADO FINO 1/2" TAM. MAX.					
ITEM	RECIPIENTE		1	2	PROMEDIO
1	Peso Mat. Sup. Seco (en aire)	gr.	479.5	487.6	
2	Peso Frasco + Agua	gr.	675.5	681.2	
3	Peso Frasco + Agua + (1)	gr.	1155	1168.8	
4	Peso Mat. + Agua en el Frasco	gr.	973.2	984	
5	Vol. Masa + Vol. Vacio = (3) - (4)	gr.	181.8	184.8	
6	Peso Mat. Seco en Estufa (105°C)	gr.	469	476.9	
7	Vol. Masa = (5) - (1 - 6)	gr.	171.3	174.1	
8	Peso Bulk (Base Seca) = 6/5	gr.	2.58	2.581	2.581
9	Peso Bulk (Base Saturada) = 1/5	gr/cc	2.638	2.639	2.639
10	Peso Aparente (Base Seca)= 6/7	gr/cc	2.738	2.74	2.739
11	% de Absorción ((1-6)/6)*100	%	2.239	2.244	2.242

Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIAZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA

PORCENTAJES DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS

NORMA ASTM D 4791

PROYECTO DE TESIS

Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION
SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ
– CHICLAYO – LAMBAYEQUE"

Responsables del Proyecto : Bach. Ing. Civil Burga Marrufo Arebalo
Bach. Ing. Civil Chávez Villalobos Oscar Víctor Jean
Frank

Lugar de procedencia del material: Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

Material : Grava chancada de 1/2"

Fecha : Diciembre del 2015

INDICE DE APLASTAMIENTO (PARTICULAS CHATAS) : NORMA ASTM D - 4791						
TAMAÑO DEL AGRAGADO		PESOS EN GRAMOS		PORCENTAJES DE LAS CHATAS $C=B/A*100$	PORCENTAJE PARCIAL (D)	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS $E=C*D$
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	MUESTRA TOTAL (A)	PARTICULAS CHATAS (B)			
1 1/2"	1"	1450	116	8	11.9	95.1
1"	3/4"	2980	254	8.6	24.4	210.1
3/4"	1/2"	3952	328	8.3	32.4	268.9
1/2"	3/8"	1626	156	9.6	13.3	128
3/8"	1/4"	2192	196	9	18.0	161.8
TOTAL		12200	1050		100	863.9
PORCENTAJE PARTICULAS CHATAS				8.7 %		

INDICE DE APLASTAMIENTO (PARTICULAS ALARGADAS) : NORMA ASTM D - 4791						
TAMAÑO DEL AGRAGADO		PESOS EN GRAMOS		PORCENTAJES DE LAS ALARGADAS $C=B/A*100$	PORCENTAJE PARCIAL (D)	PROMEDIO DE PARTICULAS ALARGADAS $E=C*D$
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	MUESTRA TOTAL (A)	PARTICULAS ALARGADAS (B)			
1 1/2"	1"	1450	48	3.4	11.9	40.5
1"	3/4"	2980	134	4.5	24.4	110
3/4"	1/2"	3952	188	4.8	32.4	155.5
1/2"	3/8"	1626	194	12	13.3	160
3/8"	1/4"	2192	146	6.7	18.0	120.4
TOTAL		12200	710		100	586.4
PORCENTAJE PARTICULAS ALARGDAS				5.9 %		

PORCENTAJE PARTICULAS ALARGDAS + PORCENTAJE PARTICULAS ALARGDAS 14.6 %

Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIAZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA

DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS

PROYECTO DE TESIS

Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION
SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ
– CHICLAYO – LAMBAYEQUE"

Responsables del Proyecto : Bach. Ing. Civil Burga Marrufo Arebalo
Bach. Ing. Civil Chávez Villalobos Oscar Víctor Jean
Frank

Lugar de procedencia del material: Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

Material : Grava chancada de 1/2"

Fecha : Diciembre del 2015

A) CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGRAGADO		PESOS EN GRAMOS		PORCENTAJES CARAS FRACTURADAS $C=B/A*100$	PORCENTAJE PARCIAL (D)	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS $E=C*D$
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	MUESTRA TOTAL (A)	CARAS FRACTURADAS (B)			
1 1/2"	1"	1450	1050	72.42	11.9	861
1"	3/4"	2980	2453	82.32	24.4	2011
3/4"	1/2"	3952	3542	89.63	32.4	2904
1/2"	3/8"	1626	1425	87.64	13.3	1169
3/8"	1/4"	2192	1990	90.79	18.0	1632
TOTAL		12200	10460		100	8577

PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

85.8 %

B) CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGRAGADO		PESOS EN GRAMOS		PORCENTAJES CARAS FRACTURADAS $C=B/A*100$	PORCENTAJE PARCIAL (D)
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	MUESTRA TOTAL (A)	CARAS FRACTURADAS (B)		
1 1/2"	1"	1450	1450	100	11.9
1"	3/4"	2980	2980	100	24.4
3/4"	1/2"	3952	3952	100	32.4
1/2"	3/8"	1626	1626	100	13.3
3/8"	1/4"	2192	2192	100	18.0
TOTAL		12200	12200		100

PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

100.1 %

Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIAZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA

ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGASTE EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES

PROYECTO DE TESIS

Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE"

Responsables del Proyecto : Bach. Ing. Civil Burga Marrufo Arebalo
Bach. Ing. Civil Chávez Villalobos Oscar Víctor Jean Frank

Lugar de procedencia del material: Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

Material : Grava chancada de 1/2"

Fecha : Diciembre del 2015

ENSAYO: ABRASIÓN

NORMA AASHTO T 96-65

GRADACIÓN MAQUINA : 500 REVOLUCIONES

Mallas que Pasa y Retiene	Peso (gr.)
1 1/2" - 1"	
1" - 3/4"	
3/4" - 1/2"	2500
1/2" - 3/8"	2500
3/8" - 1/4"	
1/4" - N°04	
N°04 - N°08	
Peso Inicial	5000
Retenido en la malla N° 12	4030
Pasa la malla N° 12	970
% Desgaste	19.4
PROMEDIO	19.4

Fuente tesis "DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

CAPITULO IX

SEÑALIZACION

9.1 DEFINICIÓN

Se denominan Dispositivos para el Control del Tránsito, a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo que se coloca sobre o adyacentes a las carreteras, con el objetivo de prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas.

9.2 NORMATIVIDAD VIGENTE

El Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, mediante Resolución Ministerial R.M. N° 210-2000 MTC/15.12 del 03 de Mayo del 2000, aprobó el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en calles y carreteras, de acuerdo con el Manual Interamericano, que reemplaza al Manual de Señalización de 1966 y a cualquier otro manual en uso, con la finalidad de definir el diseño y utilización de los dispositivos de control del tránsito (señales, marcas en el pavimento, semáforos y dispositivos auxiliares), destinados a obtener la necesaria e imprescindible uniformidad de ellos en el país, contribuyendo al mejoramiento en el control y ordenamiento de tránsito en calles y caminos del Perú.

9.3. FUNCIÓN DE LAS SEÑALES DE TRÁNSITO

Es la de controlar la operación de los vehículos en una vía proporcionando el ordenamiento del flujo del tránsito e informando a los conductores de todo lo que se relaciona con el camino que recorren.

9.4. CLASIFICACIÓN DE LAS SEÑALES DE TRÁNSITO

- Señales Reguladoras o de Reglamentación.
- Señales Preventivas.
- Señales de Información.

9.4.1. Señales reguladoras o de reglamentación

9.4.1.1. Definición

Las señales de reglamentación tienen por objeto indicar a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al reglamento de la circulación vehicular.

9.4.1.2. Clasificación

Las señales de Reglamentación se dividen en:

- Señales relativas al derecho de paso.
- Señales prohibitivas o restrictivas.
- Señales de sentido de circulación.

9.4.1.3. Forma

a) Señales relativas al derecho de paso:

- Señal de “PARE” (R-1) de forma octogonal.
- Señal de “CEDA EL PASO” (R-2) de forma triangular.
(Equilátero) con el vértice en la parte inferior.

b) Señales prohibitivas o restrictivas de forma circular pudiendo llevar aparte una placa adicional rectangular con la leyenda explicativa del mensaje que encierra la simbología utilizada.

c) 3. Señales de sentido de circulación de forma rectangular y con su mayor dimensión horizontal (R-14).

9.4.1.4. Colores

a) Señales relativas al derecho de paso:

- Señal PARE (R-1) de color rojo, letras y marco blanco.
- Señal CEDA EL PASO (R-2) de color blanco con franja perimetral roja.

b) Señales prohibitivas o restrictivas, de color blanco con símbolo y marco negro; el círculo de color rojo, así como la franja oblicua trazada del cuadrante superior izquierdo al cuadrante inferior derecho que representa prohibición.

c) Señales de sentido de circulación, de color negro con flecha blanca. En caso de utilizarse la leyenda llevará letras negras. Las tonalidades corresponderán a lo prescrito en el manual.

9.4.1.5. Dimensiones

- Señal de PARE (R-1): octágono de 0,75m x 0,75m
- Señal de CEDA EL PASO (R-2): triángulo equilátero de lado 0,90m
- Señales prohibitivas: círculo de diámetro 0,60m, cuadrado de 0,60m de lado, placa adicional de 0,60m x 0,40m.

Las dimensiones de los símbolos estarán de acuerdo al diseño de cada una de las señales de reglamentación mostradas en el manual en mención.

La prohibición se indicará con la diagonal que forma 45° con la vertical y su ancho será igual al ancho del círculo.

9.4.1.6. Ubicación

Deberán colocarse a la derecha en el sentido del tránsito, en ángulo recto con el eje del camino, en el lugar donde exista la prohibición o restricción.

9.4.1.7. Relación de Señales Restrictivas o de Reglamento

Se muestran algunas señales que serán empleadas en el proyecto.

– (R-1) Señal de pare

Se usará exclusivamente para indicar a los conductores que deberán efectuar la detención de su vehículo.

Se colocará donde los vehículos deban detenerse a una distancia del borde más cercano de la vía interceptada no menor de 2m; generalmente se complementa esta señal con las marcas en el pavimento correspondiente a la línea de parada, cruce de peatones.

– (R-2) Señal de ceda el paso

Se usara para indicar al conductor que ingresa a una vía preferencial, ceder el paso a los vehículos que circulan por dicha vía. Se usa para los casos de convergencia de los sentidos de circulación no así para los de cruce.

De forma triangular con su vértice hacia debajo de color blanco con marco rojo.

Deberá colocarse en el punto inmediata mente próxima, donde el conductor deba disminuir o detener su marcha para ceder el paso a los vehículos que circulan por la vía a la que está ingresando.

– **(R-15) Señal mantenga su derecha**

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas o restrictivas. Se empleará esta señal para indicar la posición que debe ocupar el vehículo en ciertos tramos de la vía, en que por existir determinadas condiciones se requiere que los vehículos transiten manteniendo rigurosamente su derecha. Se usará también en las zonas donde exista la tendencia del conductor a no conservar su derecha.

– **(R-16) Señal de prohibido adelantar**

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas. Se utilizará para indicar al conductor la prohibición de adelantar a otro vehículo, motivado generalmente por limitación de visibilidad. Se colocará al comienzo de las zonas de limitación.

– **(R-30) Señal de velocidad máxima**

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas o restrictivas. Se utilizará para indicar la velocidad máxima permitida a la cual podrán circular los vehículos. Se emplea generalmente para recordar al usuario del valor de la velocidad reglamentaria y cuando, por razones de las características geométricas de la vía o aproximación a determinadas zonas (urbana, colegios), debe restringirse la velocidad.

– **(R-32) Señal peso máximo**

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas. Se utilizará para informar al usuario el peso máximo permitido por vehículo expresado en toneladas métricas. Se colocara en los tramos de la vía donde sea necesario conocer el peso total máximo que puede soportar la infraestructura de la vía.

En el círculo se indicará el valor correspondiente.

– **(R-36) Señal ancho máximo permitido**

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas o restrictivas. Se utilizará para indicar el ancho máximo permitido a los vehículos en circulación. Se colocará en aquellos tramos de las vías que por sus características geométricas no permiten la circulación de vehículos con ancho mayor al indicado.

9.4.2. Señales Preventivas

9.4.2.1. Definición

Las señales preventivas son aquellas que se utilizan para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado tomando ciertas precauciones necesarias.

9.4.2.2. Forma

Serán de forma cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo formando un rombo, a excepción de las señales escolares que serán de forma pentagonal; las señales especiales de “ZONA DE NO ADELANTAR” que serán de forma triangular tipo banderola horizontal, las de indicación de curva “CHEVRON”, que serán de forma rectangular y las de “PASO A NIVEL DE LÍNEA FÉRREA” (Cruz de San Andrés) que será de diseño especial.

9.4.2.3. Color

- Fondo y borde: Amarillo caminero
- Símbolos, letras y marco: Negro

9.4.2.4. Dimensiones

Las dimensiones de las señales preventivas deberán ser tales que el mensaje transmitido sea fácilmente comprendido y visible, variando su tamaño de acuerdo a lo siguiente:

- Carreteras, avenidas y calles: 0,60m x 0,60m
- Autopistas, Caminos de alta velocidad: 0,75m x 0,75m

En casos excepcionales y cuando se estime necesario llamar preferentemente la atención como consecuencia de alto índice de accidentes, se utilizará señales de 0,90m x 0,90m.

9.4.2.5. Ubicación

Deberán colocarse a una distancia del lugar que se desea prevenir, de modo tal que permitan al conductor tener tiempo suficiente para disminuir su velocidad; la distancia será determinada de tal manera que asegure su mayor eficacia tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones propias de la vía.

Se ubicarán a la derecha en ángulo recto frente al sentido de circulación.

En general las distancias recomendadas son:

- En zona urbana 60 m - 75 m
- En zona rural 90 m - 180 m
- En autopista 300 m - 500 m

9.4.2.6. Relación de Señales Preventivas

Se mencionan las que se serán aplicadas en este proyecto:

- **(P-1 A) Señal curva pronunciada a la derecha**
- **(P-1B) A la izquierda**

Se usará para prevenir la presencia de curvas de radio menor de 40m y para aquellas de 40 a 80m de radio cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.

- **(P-2A) Señal curva a la derecha, (p-2b) a la izquierda**

Se usará para prevenir la presencia de curvas de radio de 40 m a 300 m con ángulo de deflexión menor de 45° y para aquellas de radio entre 80 y 300 m cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.

- **(P-3A) Señal curva y contra curva pronunciadas a la derecha,**
(p-3b) a la izquierda

Se emplearán para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, separadas por una tangente menor de 60 m, y cuyas características geométricas son las indicadas en las señales de curva para el uso de la señal (P-I).

- **(P-4A) Señal de curva y contra curva a la derecha, (p-4b) a la izquierda**

Se empleará para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, con radios inferiores a 300 m y superiores a 80 m, separados por una tangente menor de 60m.

- (P-5A) Señal camino sinuoso a la derecha (p-5b) a la izquierda

Se empleará para indicar una sucesión de tres o más curvas, evitando la repetición frecuente de señales de curva. Por lo general, se deberá utilizar la señal (R-30) de velocidad máxima, para indicar complementariamente la restricción de la velocidad.

- Señales de cruce

Las señales de “Cruce” se utilizan para advertir a los conductores de la proximidad de un cruce, empalme o bifurcación; dichas señales se utilizarán en carreteras, en zonas rurales y, en casos excepcionales, en la zona urbana.

Los símbolos indican claramente las características geométricas de la intersección, empalme o bifurcación, utilizándose un trazo más grueso para indicar la vía preferencial.

Estas señales deberán ser utilizadas en todas las vías interceptantes o concurrentes con el fin de advertir a los conductores que transitan por ellas, de las condiciones del cruce, empalme o bifurcación a encontrar.

- (P-8) Señal bifurcación en “y”

Se utilizarán para indicar la proximidad de una bifurcación en “Y”.

- (P-14A) Señal de intersección en ángulo agudo con vía lateral secundaria derecha

Se utilizará para prevenir al conductor de la existencia de una intersección en ángulo agudo con vía lateral secundaria. Se colocará a una distancia de 100 m a 200 m de la intersección.

– **(P-14B) Intersección en ángulo agudo con vía lateral secundaria izquierda**

Se utilizará para prevenir al conductor de la existencia de una intersección en ángulo agudo con vía lateral secundaria. Se colocará a una distancia de 100 m a 200 m de la intersección.

– **(P-48) Señal cruce de peatones**

Se utilizará para advertir la proximidad de cruces peatonales. Los cruces peatonales se delimitarán mediante marcas en el pavimento.

– **(P-49) Zona escolar**

Se utilizará para indicar la proximidad de una zona escolar.
Se empleará para advertir la proximidad de un cruce escolar.

– **(P-51) Señal paso de maquinaria agrícola**

Esta señal se utilizará para advertir la proximidad, en una carretera, de una zona de cruce o tránsito eventual de este tipo de vehículos.

– **(P-53) Señal cuidado animales en la vía**

Se utilizará para advertir la proximidad de zonas donde el conductor pueda encontrar animales en la vía.

– **(P-56) Señal zona urbana**

Se utilizará para advertir al conductor de la proximidad de un poblado con el objeto de adoptar las debidas precauciones.

Se colocará a una distancia de 200 m a 300 m antes del comienzo del centro poblado, debiéndose complementar con la señal R-30 de la Velocidad máxima que establezca el valor que corresponde al paso por el centro poblacional.

– **(P-59) Aproximación a señal ceda el paso**

Se utilizará ante la proximidad de una señal Ceda el Paso, la cual no es visible a la distancia suficiente para permitir al conductor detener su vehículo en la señal apropiada.

– **(P-61) Señal chevron**

Se utilizará como auxiliar en la delineación de curvas pronunciadas, colocándose solas o detrás de las guardavías.

9.4.3. Señales de Información

9.4.3.1. Definición

Las señales de información tienen como fin el de guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. Tienen también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y dar información que ayude a emplearla en el uso de la vía.

9.4.3.2. Clasificación

Las señales de información se agrupan de la siguiente manera:

A. Señales de Dirección

- Señales de destino
- Señales de destino con indicación de distancia
- Señales de indicación de distancia

B. Señales Indicadoras de Ruta

C. Señales de Información General

- Señales de información
- Señales de servicios auxiliares

Las Señales de Dirección tienen por objeto guiar a los conductores hacia su destino o puntos intermedios.

Los Indicadores de Ruta, sirven para mostrar el número de ruta de las carreteras, facilitando a los conductores la identificación de ellas durante su itinerario de viaje.

Las Señales de Información General, se utilizan para indicar al usuario la ubicación de lugares interés general así como los principales servicios públicos conexos con las carreteras (Servicios Auxiliares).

9.4.3.3. Forma

La forma de las señales informativas será la siguiente:

- Las Señales de Dirección y Señales de Información General, a excepción de las señales auxiliares, serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.
- Las Señales Indicadores de Ruta serán de forma especial, tal como lo indica el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para calles y carreteras.

- Las Señales de Servicios Auxiliares serán rectangulares con su mayor dimensión vertical, se utilizarán placas de dimensiones mínimas de 0,60 x 0,45 m. en el área urbana y de 0,90 x 0,60 m en el área rural.

9.4.3.4. Colores

- Señales de Dirección. En las autopistas y carreteras importantes, en el área rural, el fondo será de color verde, con letras, flechas y marco blanco. En las carreteras secundarias, la señal tendrá fondo blanco con letras y flechas negras. En las autopistas y avenidas importantes en el área urbana, el fondo será de color azul con letras, flechas y marco blanco, esto con el objeto de diferenciar las carreteras del área urbana.
- Señales Indicadores de Ruta.- Similar a las Señales de Dirección.
- Señales de Información General: Similar a las señales de Dirección a excepción de las señales de Servicios Auxiliares.
- Señales de Servicios Auxiliares: Serán de fondo azul con recuadro blanco, símbolo negro y letras blancas. La señal de Primeros Auxilios Médicos llevará el símbolo correspondiente a una cruz de color rojo sobre fondo blanco.

9.4.3.5. Dimensiones

- Señales de Dirección y Señales de Dirección con Indicación de Distancia: El tamaño de la señal dependerá, principalmente, de la longitud del mensaje, altura y serie de las letras utilizadas para obtener una adecuada legibilidad.

- Señales Indicadoras de Ruta: De dimensiones especiales de acuerdo al diseño mostrado en el manual mencionado anteriormente.
- Señales de Información General: Serán de 0,80 x 1,20 m en autopista y carreteras principales, en las demás serán de 0,60 x 0,90 m. En lo concerniente a las Señales de Servicios Auxiliares, ellas serán de 0,60 x 0,45 m, en el área urbana y 0,90 x 0,60 m, en área rural.

9.4.3.6. Normas de diseño

En lo concerniente a las señales de Dirección e Información General se seguirán las siguientes normas de diseño:

- El borde y el marco de la señal tendrá un ancho mínimo de 1 cm y máximo de 2 cm.
- Las esquinas de las placas de las señales se redondearán con un radio de curvatura de 2 cm como mínimo y 6 cm como máximo, de acuerdo al tamaño de la señal.
- La distancia de la línea interior del marco a los límites superior e inferior de los renglones inmediatos será de 1/2 a 3/4 de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia entre renglones será de 1/2 a 3/4 de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia de la línea interior del marco a la primera o la última letra del renglón más largo variará entre 1/2 a 1 de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia entre palabras variará entre 0,5 a 1,0 de la altura de las letras mayúsculas.

- Cuando haya flechas, la distancia mínima entre palabra y flecha será igual a la altura de las letras mayúsculas.
- Cuando haya flecha y escudo, la distancia entre la flecha y el escudo será de 1/2 la altura de las letras mayúsculas.
- Las letras a utilizarse sean mayúsculas o minúsculas serán diseñadas de acuerdo al alfabeto modelo que se muestran el manual de Normas de Tránsito (anexo), asimismo las distancias entre letras deberán cumplir con lo indicado en el mencionado alfabeto modelo.
- El diseño de la flecha será el mismo para las tres posiciones: vertical, horizontal y diagonal. Su longitud será 1,5 veces la altura de la letra mayúscula, la distancia de la línea interior del marco a la flecha será de 0,5 -1,0 veces la altura de las letras mayúsculas.
- El orden en que se colocarán los puntos de destino será el siguiente: primero el de dirección recta; segundo el de dirección izquierda y el tercero en dirección derecha.
- Cuando la señal tenga dos renglones con flecha vertical, se podrá usar una flecha para las dos regiones, con una altura equivalente a la suma de las alturas de la letra más el espacio de los renglones.
- Para dos renglones con flechas en posición diagonal se podrá usar una sola flecha de longitud equivalente a la suma de las alturas de las letras más el espacio entre renglones ya aumentada en una cuarta parte de la suma anterior.
- Las señales informativas de dirección deben limitarse a tres renglones de leyendas; en el caso de señales elevadas sólo dos.
- En las autopistas, la altura de las letras será como mínimo de 0,30 m, si son mayúsculas y de 0,20 m, si son minúsculas. En las

avenidas y demás carreteras la altura de la letra será como mínimo, 0,15 m, las mayúsculas y 0,10 m, las minúsculas.

9.4.3.7. Ubicación

Las señales de Información por regla general deberán colocarse en el lado derecho de la carretera o avenida para que los conductores puedan ubicarla en forma oportuna y condiciones propias de la autopista, carretera, avenida o calle, dependiendo asimismo, de la velocidad, alineamiento, visibilidad y condiciones de la vía, ubicándose de acuerdo al resultado de los estudios respectivos.

Bajo algunas circunstancias, las señales podrán ser colocadas sobre las islas de canalización o sobre el lado izquierdo de la carretera. Los requerimientos operacionales en las carreteras o avenidas hacen necesaria la instalación de señales elevadas en diversas localizaciones. Los factores que justifican a colocación de señales elevadas son los siguientes:

- Alto volumen de tránsito.
- Diseño de intercambios viales.
- Tres o más carriles en cada dirección.
- Restringida visión de distancia.
- Desvíos muy cercanos.
- Salidas Multicarril.
- Alto porcentaje de camiones.
- Alta iluminación en el medio ambiente.
- Tránsito de alta velocidad.
- Consistencia en los mensajes de las señales durante una serie de intercambios.
- Insuficiente espacio para colocar señales laterales.
- Rampas de salida en el lado izquierdo.

9.5. MARCAS EN EL PAVIMENTO

9.5.1 Generalidades

Las marcas en el pavimento o en los obstáculos son utilizadas con el objeto de reglamentar el movimiento de vehículos e incrementar la seguridad de su operación. Sirven, en algunos casos, como complemento a las señales y semáforos en el control del tránsito, en otros constituye un único medio, desempeñando un factor de suma importancia en la regulación de la operación del vehículo en la vía.

A. Uniformidad

Las marcas en el pavimento deberán ser uniformes en su diseño, posición y aplicación; ellos es imprescindible a fin de que el conductor pueda reconocerlas e interpretarlas rápidamente.

B. Clasificación

Teniendo en cuenta el propósito, las marcas en el pavimento se clasifican en:

a. Marcas en el Pavimento

- Línea central
- Línea de carril
- Marcas de prohibición de alcance y paso a otro vehículo
- Línea de borde de pavimento
- Líneas canalizadoras del tránsito
- Marcas de aproximación de obstáculos
- Demarcación de entradas y salida de autopistas
- Líneas de parada
- Marcas de paso peatonal
- Aproximación de cruce a nivel con línea férrea
- Estacionamiento de vehículos

- Letras y símbolos
- Marcas para el control de uso de los carriles de circulación.
- Marcas en los sardineles de prohibición de estacionamiento en la vía pública

b. Marcas en los Obstáculos

- Obstáculos en la vía.
- Obstáculos fuera de la vía.

c. Demarcadores Reflectores

- Demarcadores de peligro.
- Delineadores.

C. Demarcadores

El material usado para demarcar los pavimentos, bordes de calles o carreteras y objetos, es la pintura de tráfico TTP-115-E-III, sin embargo pinturas de tráfico de igual o mejor calidad otros materiales tales como termoplásticos, concreto coloreado, cintas adhesivas para pavimento o elementos marcadores individuales de pavimento “RPM o Tachas”, podrán ser utilizados previa conformidad de la autoridad competente.

La demarcación con pintura puede hacerse en forma manual o con máquina, siendo la más recomendable la efectuada a máquina en razón que debido a la presión de la pintura ésta penetra en los poros del pavimento, dándole más duración.

Los marcadores individuales de pavimento URPM o tachas son elementos plásticos, metálicos sobre cerámicos, con partes reflectantes con un espesor no mayor a dos centímetros, pudiendo ser colocados continuamente o separados.

Los marcadores o tachas serán utilizados como guía de posición, como complemento de las otras marcas en el pavimento o en algunos casos como sustitutos de otros tipos de marcadores.

El color de los marcadores estará de acuerdo al color de las otras marcas en el pavimento y que sirven como guías.

Estos marcadores son muy útiles en curvas, zonas de neblina, túneles, puentes y en muchos lugares en que se requiera alta visibilidad, tanto de día como de noche.

Los colores básicos son el blanco, amarillo, rojo y azul. El blanco y el amarillo son utilizados solos o en combinación con las líneas pintadas en el pavimento, consolidando el mismo significado. Los marcadores rojos son utilizados para indicar peligro o contra el sentido del tránsito.

Los marcadores de color azul son utilizados para indicar la ubicación de los hidrantes contra incendio.

Estos marcadores tienen elementos reflectantes incorporados a ellos y se dividen en mono direccionales, es decir, en una sola dirección del tránsito y bidireccionales, es decir, en doble sentido del tránsito.

Los marcadores individuales mayores a 5,7 cm se usarán sólo para formar sardineles o islas canalizadoras del tránsito.

D. Colores

Los colores de pintura de tráfico a utilizarse será blanco y amarillo, cuyas tonalidades deberán conformarse con aquellas especificadas anteriormente.

- **Líneas Blancas:** Indican separación de las corrientes vehiculares en el mismo sentido de circulación.
- **Líneas Amarillas:** Indican separación de las corrientes vehiculares en sentidos opuestos de circulación.

E. Tipos y anchos de las líneas longitudinales

Los principios generales que regulan el marcado de las líneas longitudinales en el pavimento son:

- **Líneas segmentadas y discontinuas,** sirven para demarcar los carriles de circulación de tránsito automotor.

- **Líneas continuas**, sirven para demarcar la separación de las corrientes vehiculares, restringiendo la circulación vehicular de tal manera que no deba ser cruzada.
- **El ancho normal de las líneas** es de 0,10 a 0,15 m para las líneas longitudinales de línea central y línea de carril, así como de las líneas de barrera.

Para las líneas de borde del pavimento tendrá un ancho de 0,10 m.

F. ReflectORIZACIÓN

En el caso de la pintura de tráfico TTP-115-E-III y con el fin de que sean visibles las marcas en el pavimento de la noche, ésta deberá llevar microesferas de vidrio integradas a la pintura o esparcidas en ella durante el momento de aplicación.

Dosificación de esferas de vidrio recomendadas:

- Pistas de aeropuertos: 4,5 kgs/Gal
- Carreteras y autopistas: 3,5 kgs/Gal
- Vías urbanas: 2,5 kgs/Gal

G. Mantenimiento

Las marcas en el pavimento y en obstáculos adyacentes a la vía deberán mantenerse en buena condición.

La frecuencia para el repintado de las marcas en el pavimento dependen del tipo de superficie de rodadura, composición y cantidad de pintura aplicada, clima y volumen vehicular.

9.5.2. Marcas en pavimento y bordes de pavimento:

A. Línea central

Se utilizan para demarcar el centro de la calzada de dos carriles de circulación que soporta el tránsito en ambas direcciones. Se utilizará una línea discontinua, cuyos segmentos serán de 4,50 m de longitud, espaciados

7,50 m en carreteras; en la ciudad será de 3 y 5 metros respectivamente.

En lo relacionado al color a utilizarse corresponderá a lo indicado anteriormente.

En el caso de una calzada de cuatro o más carriles de circulación que soporta el tránsito en ambos sentidos y sin separador central, se usará como línea central, la doble línea continua de 0,10 m de ancho espaciadas en 0,10 m y de color amarillo.

La doble línea amarilla demarcadora del eje de la calzada, significa el establecer una barrera imaginaria que separa las corrientes de tránsito de ambos sentidos; el eje de la calzada coincidirá con el eje del espaciamiento entre las dos líneas continuas y paralelas.

Se recomienda el marcado de la línea central en todas las calzadas de 4 o más carriles de circulación que soportan tránsito en ambos sentidos sin separador central y en las carreteras pavimentadas siguientes:

De dos carriles de circulación y cuyo volumen de tránsito exceda 800 veh/día.

Carretera de dos carriles cuyo ancho de superficie de rodadura sea menor de 6,50 m.

Cuando la incidencia de accidentes lo ameriten.

B. Línea de carril

Las líneas de carril son utilizadas para separar los carriles de circulación que transitan en la misma dirección. Las líneas de carril deberán usarse:

En todas las autopistas, carreteras, avenidas de múltiples carriles de circulación.

En lugares de congestión del tránsito en que es necesario una mejor distribución del espacio correspondiente a las trayectorias de los vehículos.

Las líneas de carril son discontinuas o segmentadas de ancho de 0,10 m a 0,15 m de color blanco y cuyos segmentos serán de 4,50 m de longitud espaciadas 7,50 m en el caso de carreteras; en la zona urbana será de 3 m y 5m respectivamente.

C. Zonas donde se prohíbe adelantar

El marcado de líneas que prohíben adelantar tiene por objeto el señalar aquellos tramos del camino cuya distancia de visibilidad es tal que no permite al conductor efectuar con seguridad la maniobra de alcance y pasó a otro vehículo.

El establecimiento de zonas donde se prohíbe el adelantar depende de la velocidad directriz de la carretera y de la distancia mínima de visibilidad de paso en ella.

Se utilizará una línea continua paralela a la línea central, espaciada 0,10 m hacia el lado correspondiente al sentido del tránsito que se está regulando; de ancho 0,10m y de color amarillo. Antes del inicio de la línea continua, existirá una zona de preaviso variable entre 50m ($V < 60$ km/h) y

100 m ($V > 60$ km/h), donde la línea discontinua estará constituida por segmentos de 4,5m de longitud espaciados de 1,5m. En el caso de carreteras y en la zona urbana será de 3m y 1m, respectivamente.

El comienzo de la zona donde se prohíbe adelantar corresponde al punto en que la distancia de visibilidad es menor a aquella normada como

distancia mínima de visibilidad de paso; el término de la zona corresponderá al punto en que se iguale o supere la distancia mínima mencionada.

El marcado de la zona donde se prohíbe adelantar será para cada sentido de circulación debiendo complementarse dicho marcado con el uso de la señal “PROHIBIDO ADELANTAR” (R-16) y al lado del sentido de circulación se colocará la señal “NO ADELANTAR” (P-60).

D. Línea de borde de pavimento

Se utilizará para demarcar el borde del pavimento a fin de facilitar la conducción del vehículo, especialmente durante la noche y en zonas de condiciones climáticas severas. Deberá ser línea continua de 0,10 m de ancho de color blanco.

E. Aproximación a obstáculos

Las obstrucciones dentro de las carreteras son peligros potenciales de accidentes y cuando no puedan ser eliminadas, debe prevenirse al usuario de su existencia, guiándolo para no chocar contra ella. Las demarcaciones de aproximación de obstáculos deberán usarse complementariamente con las señales correspondientes, y las marcas en el pavimento de aproximación complementarán aquellas adecuadas a la misma obstrucción.

La demarcación consistirá en una o varias líneas diagonales que se extienden desde el centro de la calzada o de la línea de carril hacia el punto de obstrucción pasando por su derecha o por ambos lados a una distancia de 0,30m -0,60m de la obstrucción. El largo de la línea diagonal deberá ser calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$L = S \times W \text{ (E.1)}$$

Donde:

L = Longitud (m)

S = Velocidad Km/h (valor 85% de los usuarios)

W = Ancho del obstáculo (m)

La longitud mínima en zona rural será de 80m, y en zona urbana de 30m. En el caso de que el tránsito circule por ambos lados del obstáculo, es conveniente adicionar líneas diagonales en el área triangular conformada.

Los delineadores son elementos verticales que se colocan en curvas horizontales y en estrechamientos de la vía con el fin de hacer resaltar el borde de la superficie de rodadura. Se utilizan por lo regular en los tramos en relleno para evitar peligros de accidente a los conductores, sobre todo en las noches y en horas de escasa visibilidad.

Los delineadores pueden, ser, según el tipo de material con que están contruidos, de dos clases: de concreto y de madera. Los de concreto pueden ser a su vez de concreto simple o de concreto armado.

a. Delineadores de Concreto Simple

Se utilizan en zonas áridas o de escasa vegetación. Tendrán una forma tronco-cónica con una base de 30 cm de diámetro, una coronación de 15 cm de diámetro y una altura mayor de 45 cm. La altura total dependerá de la profundidad de cimentación.

Se construirán en el mismo sitio de su colocación, para lo cual se excavará previamente.

Como cimentación un volumen cilíndrico de 20 cm de diámetro y de profundidad variable, de acuerdo con el terreno.

El concreto utilizado tendrá a los 28 días, una resistencia a la compresión de 100 Kg/cm², utilizándose para la fabricación encofrados metálicos o de madera del tipo desarmable.

Los delineadores se colocarán a 30 cm hacia adentro de la arista formada por el talud de relleno o de 40 cm hacia fuera del borde del extremo de la berma (se escogerá la posición más cercana a la pista) y se pintarán de color blanco, debiendo tener en su parte superior una faja pintada con material reflectorizante de color amarillo en un ancho de 15 cm y en una longitud igual a la tercera parte del perímetro de la sección transversal.

b. Delineadores de Concreto Armado

Se utilizarán en zonas donde el crecimiento de vegetación podría dificultar la visibilidad del delineador. Tendrán la forma de un prisma triangular con una base de 15 cm por lado y una altura de 1 metro. Serán prefabricados, debiendo quedar totalmente terminados antes de ser llevados al lugar de colocación. La cimentación de la unidad se asegurará empotrando el delineador en su ubicación, en una profundidad de 30 cm. El concreto utilizado tendrá a los 28 días una resistencia mínima (a la compresión de 140 Kg/cm²).

El refuerzo metálico del delineador consistirá en 3 barras de 3/8 de diámetro y 0,95 m de longitud, colocadas en cada vértice de la unidad.

El amarre de este refuerzo consistirá en 3 estribos formados por barras del mismo diámetro y de 0,35 m de longitud.

La unidad terminada se pintará de color blanco, debiendo tener en su parte superior y en las dos caras que miran hacia la carretera, una faja pintada con material reflectorizante color amarillo en un ancho de 15 cm.

La colocación de este tipo de delineadores se hará de acuerdo con lo indicado al tratar de delineadores de concreto simple.

c. Delineadores de Madera

Se utilizarán en carreteras menos importantes y en zonas donde su uso resulta económico. Tendrán forma cilíndrica con una base de 15 cm de diámetro y una altura de 1 metro. La madera que se utilice será de buena calidad, seca, sana y descortezada. Se construirán en planta, debiendo estar totalmente terminados antes de ser llevados al lugar de colocación. La cimentación de la unidad se asegurará empotrando el delineador en su ubicación en una longitud de 30 cm. La longitud enterrada se preservará mediante un recubrimiento asfáltico similar.

La colocación de este tipo de delineadores se hará de acuerdo con lo indicado al tratar de delineadores de concreto simple.

La unidad terminada se pintará de blanco, debiendo tener en su parte superior una faja pintada con material reflectorizante de color amarillo en un ancho de 15 cm y en una longitud igual a la tercera parte de la sección transversa.

9.5.3. Espaciamiento de delineadores

El espaciamiento de los delineadores será determinado por el Ingeniero

Residente, de acuerdo con las características de la curva horizontal o del estrechamiento del camino, pero por lo regular varía entre 5 y 20 metros. En las tablas siguientes se muestran espaciamientos recomendados en función del radio de la curva horizontal.

Cuadro 9.1.

Espaciamiento de los Delineadores

RADIO DE LA CURVA HORIZONTAL (m)	ESPACIAMIENTO (m)
30	4.00
40	5.00
50	6.00
60	7.00
70	8.00
80	9.00
100	10.00
150	12.50
200	15.00
250	17.00
300	18.50
400	20.00
450	21.50
500	23.00
> 500	24.00

Cuadro 9.2

Espaciamiento de chevrones

RADIO DE LA CURVATURA HORIZONTAL (m)	ESPACIAMIENTO EN CURVA (m)
15	5
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

CAPITULO X

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

10.1. GENERALIDADES

Se estimarán los efectos negativos y positivos de las actividades de la construcción del Pavimento, las cuales podrían generar impactos sobre el ambiente. Tanto los impactos positivos como negativos se les ponderará y valorará, para luego establecer recomendaciones para potenciar las medidas de mitigación en un Plan de Manejo Ambiental.

10.1.1. Factores Ambientales

10.1.1.1. Medio Físico

Agua:

En el área de estudio no existe agua superficial, ni subterránea..

Aire:

Durante el desarrollo de las actividades de la construcción del pavimento será afectado por:

- Material particulado; se producirá durante las operaciones de movimientos de tierra, transporte y colocación de materiales.
- Gases; provienen del funcionamiento de las maquinarias y vehículos diésel.
- Ruido; producidos por el funcionamiento de las maquinaria.

Suelo:

La calidad de los suelos que predomina son las arcillas de mediana plasticidad (CL), arenas limoarcillosas (SM) Y arenas arcillosas de mediana plasticidad (SC).

10.1.3. Acciones Ambientales

Etapas de Construcción

- Movimiento de tierras (corte de terreno)
- Transporte de materiales.
- Conformación del afirmado
- Eliminación de material excedente

10.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

A partir de la elaboración de la Matriz de Importancia se inicia la Valoración Cualitativa propiamente dicha, pero para su elaboración es necesario identificar las acciones que pueden causar impactos sobre una serie de factores del medio y para ello es necesario elaborar una matriz de identificación de impactos, en la cual se interrelacionan las principales actividades del proyecto en la fase de construcción, con los componentes del medio ambiente.

10.2.1. Método De Identificación

Matriz de convergencia

La base de este método es una matriz simple, la misma que nos permite integrar las actividades del proyecto con los componentes ambientales. El método consiste en colocar en las filas el conjunto de actividades del proyecto que pueden alterar el medio ambiente.

10.2.2. Descripción De Impactos

Los impactos ambientales potenciales previsibles en la etapa de construcción de la obra vial son los siguientes:

a) Impactos Negativos

➤ **Aumento de la emisión de material particulado, gases y ruido**

Al momento de realizar las obras de nivelado y conformación de la rasante, carga, descarga y transporte de materiales, explotación de canteras, disposición de materiales excedentes, etc; se generará un incremento de emisión de material particulado y gases contaminantes a lo largo de toda la urbanización, asociados a estos el ruido, los mismos que pueden afectar principalmente a los trabajadores y pobladores asentados en la margen de las calles.

➤ **Alteración ambiental por inadecuada disposición de materiales excedentes**

Todos los materiales excedentes resultantes de los trabajos de corte hasta la subrasante, pueden causar desequilibrio al entorno, si no se coloca de manera adecuada en los depósitos asignados, por lo que emitirá polvo en épocas de escasa precipitación, causando incomodidades a pobladores cercanos.

➤ **Riesgo de contaminación de los suelos**

Existe la posibilidad que durante el funcionamiento del patio de máquinas, se contaminen los suelos por derrames accidentales de cemento, grasa, combustible o por la inadecuada disposición final de los residuos. De ocurrir dichos derrames, estos serán sin embargo solo puntuales, permitiendo un rápido control.

➤ **Alteración de la calidad del paisaje local**

La calidad del paisaje podría verse afectada por la extracción de materiales de las canteras, en caso se realicen movimientos de tierra excesivos, que generen depresiones o montículos de tierra, y por la disposición de materiales excedentes en los depósitos asignados para este efecto.

➤ **Riesgo de accidente**

Durante la etapa constructiva, la mayor presencia de vehículos, maquinas, trabajadores y transeúntes, podría incrementar el riesgo de accidentes.

b) Impactos Positivos

➤ **Generación de empleo**

La realización de los trabajos durante la construcción de la Urb. Santa María, incrementará la demanda de mano de obra local, principalmente en la escala laboral de mano de obra no calificada.

10.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

10.3.1 Método de evaluación

La evaluación de los impactos ambientales está basado en la combinación de los métodos: Matriz de Importancia y Matriz Cromática. Cada uno de ellos se describe a continuación:

10.3.1.1 Matriz de importancia

Elaborada la matriz de identificación de impactos, se accede a la matriz de importancia. En cada cuadrícula de interacción, se seleccionan los valores de los respectivos parámetros (Cuadro N° 10.1) y se calcula el valor de la importancia.

El algoritmo empleado para determinar el valor de la importancia del impacto es el siguiente:

$$I = \pm (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Donde:

- **Intensidad (IN):** Refiere el grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.
- **Extensión (EX):** Referido al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto.
- **Momento (MO):** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto, sobre el factor del medio considerado.
- **Persistencia (PE):** Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el Factor afectado retornaría a las condiciones iniciales. (Forma natural o por correctivos).
- **Reversibilidad (RV):** Posibilidad de reconstrucción del Factor afectado por el Proyecto.
- **Sinergia (SI):** La componente total de la manifestación de los Efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se podría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de, manera independiente no simultánea.
- **Acumulación (AC):** Da idea el incremento progresivo de la manifestación del efecto.
- **Efecto (EF):** Atributo que se refiere a la relación Causa – Efecto, es decir la forma de manifestación del Efecto sobre un Factor, como consecuencia de una Acción.
- **Periodicidad (PR):** Referido a la regularidad de la manifestación del efecto.
- **Recuperabilidad (MC):** Referido a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (Uso de medidas correctivas).

Cuadro 10.1

IMPORTANCIA DEL IMPACTO			
NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)	
Impacto Beneficioso	+	Baja	1
Impacto Perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	(÷4)
Critica	(÷4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm (3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$	
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Conesa, (1997)

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100, según las siguientes consideraciones:

$I < 25$	Impactos irrelevantes o compatibles
$25 \sim I \sim 50$	Impactos moderados
$50 \sim I \sim 75$	Impactos severos
$I > 75$	Impactos críticos

Ponderación de la importancia relativa de los factores: Los factores del medio presentan importancias distintas de uno respecto a otros. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es necesario llevar a cabo la ponderación de la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con este fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia, UIP, y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de 1000 unidades asignadas al total de factores ambientales

Cuadro 10.2: DEL INSTITUTO BETELLE-COLUMBUS

IMPACTOS AMBIENTALES			
Ecología (240)	Contaminación ambiental (402)	Aspectos estéticos (153)	Aspectos de interés humanos (205)
Especies y Poblaciones Terrestres (14) Pastizales y praderas (14) Cosechas (14) Vegetación natural (14) Especies dañinas (14) Aves de caza continentales Acuáticas (14) Pesquerías comerciales (14) Vegetación natural (14) Especies dañinas (14) Aves acuáticas (14) Pesca deportiva 140	Contaminación del agua (20) Pérdidas en las cuencas hidrográficas (25) DBO (31) Oxígeno disuelto (18) Coliformes fecales (22) Carbono inorgánico (25) Nitrógeno inorgánico (28) Fosfato inorgánico (16) Plaguicidas (18) pH (28) Variaciones de flujo de la corriente (28) Temperatura (25) Sólidos disueltos totales (14) Sustancias tóxicas (20) Turbidez 318	Suelo (6) Material geológico superficial (16) Relieve y caracteres topográficos (10) Extensión y alineaciones 32 Aire (3) Olor y visibilidad (2) Sonidos 5 Agua (10) Presencia de agua (16) Interfase agua-tierra (6) Olor y materiales flotantes (10) Área de la superficie de agua (10) Márgenes arboladas y geológicas 52	Valores educativos y científicos (13) Arqueológico (13) Ecológico (11) Geológico (11) Hidrológico 48 Valores históricos (11) Arquitectura y estilos (11) Acontecimientos (11) Personajes (11) Religiones y culturas (11) Frontera del oeste 55 Culturas (14) Indios (7) Otros grupos étnicos (7) Grupos religiosos 28 Sensaciones (11) Admiración (11) Aislamiento, soledad (4) Misterio (11) Integración con la naturaleza 37 Estilos de vida (patrones culturales) (13) Oportunidades de trabajo (13) Vivienda (11) Interacciones sociales 37
Hábitats y comunidades Terrestres (12) Cadenas alimenticias (12) Uso del suelo (12) Especies raras y en peligro (14) Diversidad de especies Acuáticas (12) Cadenas alimenticias (12) Especies raras y en peligro (12) Características fluviales (14) Diversidad de especies 100	Contaminación atmosférica (5) Monóxido de carbono (5) Hidrocarburos (10) Óxidos de nitrógeno (12) Partículas sólidas (5) Oxidantes fotoquímicos (10) Óxidos de azufre (5) Otros 52 Contaminación del suelo (14) Uso del suelo (14) Erosión 28 Contaminación por ruido (4) Ruido 4	Biota (5) Animales domésticos (5) Animales salvajes (9) Diversidad de tipos de vegetación (5) Variedad dentro de los tipos de vegetación 24 Objetos artesanales (10) Objetos artesanales 10 Composición (15) Efectos de composición (15) Elementos singulares 30	

Fuente: Conesa, (1997)

10.4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los factores ambientales más afectados por la construcción de la pavimentación de la URBANIZACION SANTA MARIA son:

- La calidad del aire va a estar afectado por la emisión de material particulado, con una importancia absoluta de - 884 e importancia relativa de 124.8
- Cambio de Uso del suelo con una importancia absoluta de - 754 e importancia relativa de 124.19.
- El factor ambiental positivo con una importancia absoluta y relativa es el que corresponde al Empleo, con valores de + 598 y 77.39 respectivamente.

En general podemos decir que el proyecto, desde el punto de vista ambiental, es negativo Moderado; por lo tanto se deberán implementar y ejecutar medidas de mitigación para contrarrestar las acciones más impactantes identificadas en la evaluación.

10.5. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

10.5.1. Generalidades

La ejecución de obras para La Pavimentación De La Urbanización Santa María, comprende entre otras actividades, excavaciones, movimiento de equipos y transporte de materiales; las que generan impactos ambientales directos e indirectos en el ámbito de su influencia, por lo que se propone un Plan de Manejo Ambiental, el cual establecerá un sistema de control que garantice el cumplimiento de las acciones y medidas preventivas y correctivas, enmarcadas dentro del manejo y conservación del medio ambiente en armonía con el desarrollo integral y sostenido de las áreas involucradas a lo largo del emplazamiento de la vía.

Se considera de especial importancia la coordinación intersectorial y local para lograr la conciliación de los aspectos ambientales con la propuesta técnica que se presenta para la ejecución.

10.5.2. Medidas de mitigación, control y prevención ambiental

En este punto se identificarán las medidas necesarias para evitar daños innecesarios derivados de la falta de cuidado o de planificación deficiente de las operaciones del proyecto.

a) Emisiones de material particulado

- Para evitar el levantamiento del material particulado acentuado en vías no asfaltadas cercanas a canteras, chancadoras, planta de asfalto y campamentos se deberá humedecerla regularmente.
- El transporte de material proveniente de las canteras deberá estar protegido con toldos humedecidos a fin de minimizar la emisión de polvo, y no afectar a las personas, flora, fauna en el trayecto.
- Los trabajadores y población aledaña que se encuentren expuestos al material particulado deben portar mascarillas.

b) Emisiones Sonoras

- Se deberá verificar el estado de los silenciadores de los equipos y maquinaria a utilizarse, con el fin de evitar la emisión de ruidos excesivos por una mala regulación y/o calibración que afectan a la población y a los trabajadores del proyecto.
- Los trabajadores y los pobladores deberán utilizar tapa oídos, durante la ejecución del proyecto.

c) Emisiones de Gases

- El equipo móvil y la maquinaria pesada serán verificadas y deben encontrarse en buen estado mecánico y de carburación, reduciendo así las emisiones de gases.
- El equipo de trabajo encargado de la producción y manejo de la mezcla asfáltica deberán portar protectores buco nasales con filtro de aire para evitarla inhalación de gases tóxicos.
- Quedará terminantemente prohibido incinerar desechos sólidos de cualquier tipo.

d) Contaminación de los suelos

- La explotación de canteras, la instalación de los campamentos, planta de Asfalto serán en áreas alejadas de suelos productivos para que no afecte la calidad edáfica de la zona.
- Instalar una zona de lavado y cambio de aceite adecuado, los cuales se realizarán con el máximo cuidado, proteger estas áreas con láminas impermeables cubiertas de hormigón o arena y acumular el aceite desechable en bidones para su traslado a sitios adecuados y permitidos.
- En caso de derrámense accidentalmente se debe contar con paños absorbentes, salchichas o humedecer la zona del vertimiento y remover el material afectado lo antes posible.
- Se realizará el reciclaje de residuos continuamente; concluido los trabajos deberán realizar orden y limpieza en todo el tramo del proyecto.

e) Alteración Paisajista

- La eliminación de material no deberá ser dejada a los costados de la vía, estos serán trasladados hasta una ubicación de botadero asignados.

f) Efectos en la Salud

Se deberá contar con un botiquín adecuado de primeros auxilios, para socorrer a los trabajadores de la inhalación de gases y quemaduras en el transporte y disposición del asfalto líquido y de ser necesario evacuarlos a establecimientos de salud.

- El personal de la obra deberá estar informado de las adecuadas normas de higiene del campamento y de higiene personal.
- El personal de la obra deberá contar con un certificado de salud reciente, expedida por el área de salud respectiva.
- Se identificara los Centros de salud más cercanos a las zonas de trabajo.

g) Generación de Empleo

- Para la contratación de personal sobre todo de la mano de obra no calificada, hasta donde fuera posible se deberá hacer una clasificación de las personas con mayores necesidades.

“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”

1. HOJA DE CÁLCULO DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA

MEMORIA DE CÁLCULOS (MATRIZ DE IMPORTANCIA)

AVENIDA LA DESPENSA 0+000m - 0+050m															
FACTORES AMBIENTALES			N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	RANGO
MEDIO FÍSICO	Aire	Material Particulado	-1	4	2	4	2	1	2	1	4	2	1	-34	M
		Ruido	-1	2	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-26	M
		Gases	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-23	I
	Suelo	Cambio de Uso	-1	1	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-29	M
MEDIO SOCIOECONÓMICO		Paisaje	-1	1	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-29	M
		Salud y seguridad	-1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	4	-26	M
		Calidad de vida	1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	1	23	+
		Empleo	1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	1	23	+
		Efecto Barrera	-1	1	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-29	M

AVENIDA LA DESPENSA 0+050m- 0+100m															
FACTORES AMBIENTALES			N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	RANGO
MEDIO FÍSICO	Aire	Material Particulado	-1	4	2	4	2	1	2	1	4	2	1	-34	M
		Ruido	-1	2	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-26	M
		Gases	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-23	I
	Suelo	Cambio de Uso	-1	1	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-29	M
MEDIO SOCIOECONÓMICO		Paisaje	-1	1	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-29	M
		Salud y seguridad	-1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	4	-26	M
		Calidad de vida	1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	1	23	+
		Empleo	1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	1	23	+
		Efecto Barrera	-1	1	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-29	M

AVENIDA LA DESPENSA 0+100- 0+150															
FACTORES AMBIENTALES			N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	RANGO
MEDIO FÍSICO	Aire	Material Particulado	-1	4	2	4	2	1	2	1	4	2	1	-34	M
		Ruido	-1	2	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-26	M
		Gases	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-23	I
	Suelo	Cambio de Uso	-1	1	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-29	M
MEDIO SOCIOECONÓMICO		Paisaje	-1	1	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-29	M
		Salud y seguridad	-1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	4	-26	M
		Calidad de vida	1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	1	23	+
		Empleo	1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	1	23	+
		Efecto Barrera	-1	1	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-29	M

**“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**

AVENIDA LA DESPENSA 0+150-0+200															
FACTORES AMBIENTALES			N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	RANGO
MEDIO FÍSICO	Aire	Material Particulado	-1	4	2	4	2	1	2	1	4	2	1	-34	M
		Ruido	-1	2	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-26	M
		Gases	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-23	I
	Suelo	Cambio de Uso	-1	1	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-29	M
	MEDIO SOCIOECONÓMICO		Paisaje	-1	1	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-29
Salud y seguridad			-1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	4	-26	M
Calidad de vida			1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	1	23	+
Empleo			1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	1	23	+
Efecto Barrera			-1	1	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-29	M

AVENIDA LA DESPENSA 0+200-0+251.208															
FACTORES AMBIENTALES			N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	RANGO
MEDIO FÍSICO	Aire	Material Particulado	-1	4	2	4	2	1	2	1	4	2	1	-34	M
		Ruido	-1	2	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-26	M
		Gases	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-23	I
	Suelo	Cambio de Uso	-1	1	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-29	M
	MEDIO SOCIOECONÓMICO		Paisaje	-1	1	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-29
Salud y seguridad			-1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	4	-26	M
Calidad de vida			1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	1	23	+
Empleo			1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	1	23	+
Efecto Barrera			-1	1	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-29	M

CAPITULO XI

METRADOS, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE OBRA

11.1. METRADOS

1. OBRAS PROVISIONALES

1.1. MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA.

- Distribución por pesos del equipo a utilizar

Und	Tipo de vehículo a movilizar y desmovilizar	Peso (kg)	Distribución de pesos (tn)	
			En tráiler	En equipo propio
1	Cargador Frontal	16584	16.58	
1	Rodillo Vib. Liso Autop.	11100	11.10	
1	Motoniveladora 125 HP	13540	13.54	
1	Mezcladora de Concreto	500		0.50
TOTAL			41.22	0.50

- Número de viajes por tipo de vehículo de carga

Tipo de vehículo de carga	Capacidad efec. Peso (tn)	Peso carga equipos (tn)	N° de viajes
Plataforma	19	41.22	3
Volquete	26	0.50	1

* N° de Viajes: Estimados según la capacidad en peso y en espacio libre

- Costo de la movilización y desmovilización de equipos

N° und.	Tipo de vehículo	Costo en soles	
		Alquiler/día	Subtotal
1	Cisterna	320.00	320.00
4	Volquete	440.00	1760.00
3	Plataforma	1200.00	3600.00
TOTAL			5680.00

Monto Movilización	S/. 5,680.00
Monto Desmovilización	S/. 5,680.00
TOTAL DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	S/. 11,360.00

* Se está considerando la movilización y desmovilización de maquinaria dentro de la Región

1.2. CASETA PARA GUARDIANIA Y/O EQUIPOS.

Descripción	Unidad	Metrado
CASETA PARA GUARDIANIA Y/O EQUIPOS	Mes	9

1.3. CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60 m * 2.40 m

Descripción	Unidad	Metrado
CARTEL DE OBRA	Glb	1

2. OBRAS PRELIMINARES

2.1. TRAZO Y REPLANTEO

Descripción	Unidad	Metrado
TRAZO Y REPLANTEO	m^2	55,055.41

3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

3.1. CORTE DE MATERIAL A NIVEL DE SUB RASANTE

Descripción	Unidad	Metrado
CORTE DE MATERIAL	m^3	13577.05

3.2. RELLENO DE MATERIAL A NIVEL DE SUB RASANTE CON MATERIAL PROPIO

Descripción	Unidad	Metrado
RELLENO DE MATERIAL	m^3	40.45

3.2. ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN BOTADERO

Descripción	Unidad	Metrado
ELIMINACION DE MATERIAL	m^3	16920.75

4. PAVIMENTOS

4.1. CONFORMACIÓN DE LA SUB RASANTE

Descripción	Unidad	Metrado
CONFORMACION DE LA SUBRASANTE	m^2	55,055.41

4.2 MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE e=0.15m

Descripción	Unidad	Metrado
MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE e=0.15m	m^2	55,055.41

4.3. SUB BASE e=10”

Descripción	Unidad	Metrado
SUB BASE e=10”	m^2	55,055.41

4.4. BASE GRANULAR e=6”

Descripción	Unidad	Metrado
BASE GRANULAR e=6”	m^2	55,055.41

4.5. IMPRIMACION ASFALTICA

Descripción	Unidad	Metrado
IMPRIMACION ASFALTICA	m^2	55,055.41

4.7. CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=2”

Descripción	Unidad	Metrado
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE de 2”	m^2	45,456.82

4.8. CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=3”

Descripción	Unidad	Metrado
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE de 3”	m^2	9,598.59

5. SEÑALIZACION

5.1. SEÑALES REGULADORAS

Descripción	Unidad	Metrado
SEÑALES REGULADORAS	<i>Und</i>	16

5.2. PINTURA SOBRE EL PAVIMENTO

Descripción	Unidad	Metrado
PINTURA SOBRE EL PAVIMENTO	<i>Km</i>	7.08

5.3. PINTURA EN SARDINELES

Descripción	Unidad	Metrado
PINTURA EN SARDINELES	<i>m</i>	10570.72

6. CONCRETO SIMPLE

6.1. SARDINELES

6.1.1. EXCAVACION DE CIMIENTOS PARA SARDINELES

DESCRIPCION	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	METRADO
EXCAVACION CIMIENTO PARA SARDINELES	m^3	5285.36	0.2	0.2	211.4144

6.1.2. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINELES

DESCRIPCION	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	METRADO
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SARDINELES	m^2	5285.36	0.2		1057.072

6.1.3. ACERO CORRUGADO $f'y=4200\text{kg/cm}^2$ EN SARDINELES

DESCRIPCION	UNIDAD	LARGO	CADA	LARG VARILLA	PESO	METRADO
ACEROCORRUGADO $f'y=4200\text{kg/cm}^2$ EN SARDINELES	kg	5285.36			0.56	6363.57344
		5285.36			0.56	
		5285.36	0.5	0.3	0.56	

6.1.4. CONCRETO SIMPLE $f'c=175\text{kg/cm}^2$ EN SARDINELES

DESCRIPCION	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	METRADO
CONCRETO SIMPLE $f'c=175\text{kg/cm}^2$ EN SARDINELES	m^3	5285.36	0.2	0.4	422.8288

6.2. VEREDAS

6.2.1. CORTE SUPERFICIAL PARA VEREDA EN FORMA MANUAL HASTA 0.20m.

DESCRIPCION	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	METRADO
CORTE SUPERFICIAL PARA VEREDA $h=0.20\text{m}$	m^3	7538.24	1.5	0.2	2261.472

6.2.2. BASE COMPACTACION MANUAL PARA VEREDAS DE 0.10m

DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO
BASE COMPACTACION MANUAL PARA VEREDAS $h=0.10\text{m}$	m^2	11307.36

6.2.3. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS

DESCRIPCION	UNIDAD	N° ENCOFRADO	LARGO	ANCHO	ALTURA	METRADO
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS	m²	2512.7467		1.5	0.2	2261.472
			7538.24		0.2	

6.2.4. CONCRETO SIMPLE $f'c=140\text{kg/cm}^2$ EN VEREDAS

DESCRIPCION	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	METRADO
CONCRETO SIMPLE $f'c=175\text{kg/cm}^2$ EN VEREDAS	m^2	7538.24	1.5	0.2	2475.512

7. IMPACTO AMBIENTAL

7.1. EDUCACION AMBIENTAL

Descripción	Unidad	Metrado
EDUCACION AMBIENTAL	Glb	1

7.2. PROGRAMA DE CONTINGENCIAS

Descripción	Unidad	Metrado
PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	Glb	1

8. VARIOS

8.1. LIMPIEZA FINAL DE OBRA

Descripción	Unidad	Metrado
LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m^2	55,055.41

11.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

11.3 RELACION DE INSUMOS

11.4 FORMULA POLINOMICA

11.5 PRESUPUESTO DE PROYECTO

11.6 PROGRAMACION Y EJECUCION DE OBRA

CAPITULO XII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El objetivo fundamental de estas Especificaciones Técnicas, puede ser definido de la siguiente manera: Documento de carácter técnico que define y norma, con toda claridad, el proceso de ejecución de todas las partidas que forman el presupuesto de la obra; los métodos de medición; y, las bases de pago; de manera que El Contratista, ejecute las obras de acuerdo a las prescripciones contenidas en él.

El Contratista, haciendo uso de su experiencia, conocimientos; y bajo los principios de la buena ingeniería, tendrá la obligación de ejecutar todas las operaciones requeridas para completar la obra de acuerdo con los alineamientos, gradientes, secciones transversales, dimensiones y cualquier otro dato mostrado en los planos o según lo ordene, vía Cuaderno de Obra, el Ingeniero Supervisor. Igualmente el Contratista, estará obligado a suministrar todo el equipo, herramientas, materiales, mano de obra y demás elementos necesarios para la ejecución y culminación satisfactoria de la obra contratada.

Cualquier material que no estuviera conforme a las especificaciones requeridas incluyendo aquellos que hayan sido indebidamente almacenados, deberán considerarse como defectuosos. Tales materiales, deberán rechazarse e inmediatamente ser retirados del lugar de trabajo. Ningún material rechazado, cuyos defectos no hayan sido corregidos satisfactoriamente, podrá ser usado hasta que apruebe por escrito el Ingeniero Supervisor.

El contratista deberá mantener en obra equipos adecuados a las características y magnitud de la obra y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución, de acuerdo con los planos, especificaciones, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos.

Las especificaciones técnicas tienen las siguientes partidas:

01.00 OBRAS PROVISIONALES

01.01 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIAS PARA LA OBRA

DESCRIPCIÓN

El Contratista, deberá realizar el trabajo de suministrar, reunir y transportar todo el equipo y herramientas necesarias para ejecutar la obra, con la debida anticipación a su uso en obra, de tal manera que no genere atraso en la ejecución de la misma y también comprende su retorno una vez culminado el trabajo.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Para efectos del pago, la medición será en forma global (Glb), de acuerdo al equipo realmente movilizado a la obra y a lo indicado en el análisis de precio unitario respectivo, partida en la que el Contratista indicará el costo de movilización y desmovilización de cada uno de los equipos.

La suma a pagar; por la partida MOVILIZACIÓN y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIAS PARA LA OBRA será la indicada en el Presupuesto Ofertado por el Contratista.

BASES DE PAGO

El trabajo será pagado en función del equipo movilizado a obra, como un porcentaje del precio unitario global del contrato para la partida MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MQUINARIAS PARA LA OBRA, hasta un 50%, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, equipos y herramientas materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida y se haya ejecutado por lo menos el 5% del monto de contrato, sin incluir el monto de la movilización. El 50% restante será pagado cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con autorización del supervisor.

01.02 CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA 2.40 m x 3.60 m

DESCRIPCIÓN

El cartel de obra se colocará en el inicio del proyecto en un lugar visible de la zona del proyecto. La dimensión del cartel será 2.40*3.60m colocado a una altura no menor de 2.00 m medida desde su parte inferior. En el letrero deberá figurar el nombre de la entidad ejecutora, nombre de la obra, tiempo de ejecución, financiamiento, modalidad de la obra, cuyo diseño será proporcionado por el Supervisor.

EJECUCIÓN

La Gigantografía se colocará sobre marcos y bastidores de madera tornillo de 2"x2" cada 1.20 m en ambos sentido.

Los Letreros deberán ser colocados sobre soportes adecuadamente dimensionados para que soporten su peso propio y cargas de viento, madera eucalipto de 4" como mínimo con dos parantes.

UBICACIÓN

En Intersección De La Av. Augusto B. Leguía Y Av. Lora Y Lora

MÉTODO DE MEDICIÓN

El trabajo se medirá por unidad (und); ejecutada, terminada e instalada de acuerdo con las presentes especificaciones; deberá contar con la conformidad y aceptación del Ingeniero Supervisor.

BASES DE PAGO

El Cartel de Obra, medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al precio unitario del contrato, por unidad, entendiéndose que dicho precio y pago

constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida.

01.03 CASETA VIGILANCIA, ALMACEN Y/O OFICINAS PROVISIONALES

DESCRIPCIÓN

Son las construcciones provisionales que servirán para coordinaciones (ingenieros, técnicos) almacenes, vigilancia.

Comprende la construcción temporal de una caseta y almacén, la misma que estará ubicada en un lugar cercano a la ejecución de la Obra, previamente definido por la supervisión. La caseta tendrá una dimensión de 12.00 m², y será construida de listones de madera de 3" x 4".

Las paredes y cobertura serán de calamina galvanizada aseguradas con clavos en las correas de madera de 2" x 3", asegurando el techo. La altura mínima de la caseta de 2.40 m.

El Contratista implementará en forma permanente un botiquín de primeros auxilios, a fin de atender urgencias de salud del personal de obra. Será obligación y responsabilidad exclusiva del Contratista efectuar por su cuenta y a su costo, el mantenimiento y movilización de sus casetas de vigilancia, almacenes y/o oficinas conforme a las disposiciones que se crea conveniente.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá en forma global (glb).

BASES DE PAGO

La construcción o montaje de caseta, almacén y/o oficinas provisionales será pagado hasta el 80% del precio unitario global del contrato, entendiéndose que dicho precio constituirá compensación total por toda mano de obra, equipo,

herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida. El 20% restante se cancelará cuando el contratista haya desmontado los almacenes y casetas y haber dejado el área ocupado libre de residuos, a satisfacción de la Supervisión.

02.00 OBRAS PRELIMINARES

02.01 TRAZO Y REPLANTEO

DESCRIPCIÓN

El Contratista, bajo esta partida, procederá al replanteo general de la obra, de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto. El mantenimiento de los Bench Marks (BMs), plantillas de cotas, estacas, y demás puntos importantes del eje será responsabilidad exclusiva del Contratista, quien deberá asegurarse que los datos consignados en los planos sean fielmente trasladados al terreno de modo que la obra cumpla, una vez concluida con los requerimientos y especificaciones del proyecto. Durante la ejecución de la Obra El Contratista deberá llevar un control topográfico permanente, para cuyo efecto contará con los instrumentos de precisión requeridos, así como con el personal técnico calificado y los materiales necesarios. Concluida la obra, El Contratista deberá presentar al Ingeniero Supervisor los planos Post rehabilitación.

PROCESO CONSTRUCTIVO

Se marcarán los ejes, referenciándose adecuadamente, para facilitar el trazado y estacado de la vía, se monumentarán los BM en un lugar seguro y cerca de la vía, para controlar los niveles y cotas. Los trabajos de trazo y replanteo serán verificados constantemente por el Supervisor.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La longitud a pagar por la partida será por m² replanteada, medida de acuerdo al avance de los trabajos, de conformidad con las presentes especificaciones y siempre que cuente con la conformidad del Ingeniero Supervisor.

BASES DE PAGO

La longitud medida en la forma descrita anteriormente será pagada al precio unitario del contrato, por m², entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

03.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

03.01 CORTE DE MATERIAL A NIVEL DE SUB RASANTE

DESCRIPCIÓN

Esta partida consiste en la excavación y corte de material hasta alcanzar los niveles exigidos en las secciones transversales de diseño de la Sub-rasante.

Para la ejecución de esta partidas empleara tractor de oruga u otra maquinaria aprobada previamente por la Inspección de Obra, debiendo tener especial cuidado con los niveles de corte a fin de no tener sobre excavación, caso contrario será rellenado con material de préstamo de mejor calidad que el encontrado, y se tendrá como mínimo las mismas condiciones iniciales del terreno.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por (m³).

BASE DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto, aceptado de acuerdo a lo especificado en los planos sin considerar las sobreexcavaciones y se computara por el método promedio de áreas extremas, dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

03.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN BOTADEROS

DESCRIPCIÓN

Consiste en el carguío y transporte desde obra del material proveniente de los cortes de material para alcanzar los niveles de Sub-rasante y otros que fueran necesarios y la descarga, acondicionamiento y extendido del material en lugares autorizados; se contara con un cargador frontal para el carguío y con tractor u otra maquinaria para el extendido del material en la zona de recepción.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por (m3)

BASE DE PAGO

El material de corte y todo material eliminado se medirán en (m3), cuyo control será responsabilidad del Ingeniero Supervisor o Inspector, dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida

4.00 PAVIMENTO

04.01 CONFORMACION DE LA SUB-RASANTE

DESCRIPCIÓN

Este trabajo se realizara sobre el nivel definitivo de la Sub-rasante o fondo del corte de terreno para el pavimento, en todos los sectores donde se realizó cortes, con la finalidad de uniformizar la superficie eliminando o tratando por cualquier método o medio todo tipo de acolchonamientos o irregularidades de terreno, permitiendo la colocación adecuada del material que servirá para mejoramiento de la superficie, respetando lo indicado en los planos en su alineamiento, niveles y secciones transversales, Se utilizara la maquinaria adecuada, así como Rodillo liso vibratorio autopropulsado para dar acabado uniforme a la superficie.

Se denomina subrasante a la capa superior de la explanación que sirve como superficie de sustentación de la capa de afirmado. Su nivel es paralelo al de la rasante y se logrará conformando el terreno natural mediante los cortes o rellenos previstos en el proyecto. La superficie de la subrasante estará libre de raíces, hierbas, desmonte o material suelto.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá en (m²).

BASES DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto, donde se medirán los anchos de la sección en estaciones de trabajos cada 20m.

04.03 MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE $e = 0.15$ m

DESCRIPCIÓN

Se refiere a la conformación de terraplén con material de préstamo de cantera y que permitirá que la capa de OVER sea rellena en sus intersticios y se obtenga una capa uniforme que pueda ser perfilada, nivelada y compactada por medio de un rodillo liso vibratorio autopropulsado de 10-12 toneladas de peso mínimo. Esta capa finalmente debe ser humedecida y compactada hasta por lo menos al 95% de la densidad obtenida por el método de prueba Proctor Modificado. El material de la Capa Anticontaminante será arena no plástica (NP) y tendrá como máximo el 1% de Sales Solubles Totales.

Antes de procederse al humedecimiento de la de la capa de arenilla, deberá realizarse la compactación con rodillo liso vibratorio autopropulsado de 10-12 toneladas de peso mínimo afín de que se realice la percolación del material hacia los intersticios de la capa de over.

El material a emplearse para la ejecución de la presente partida debe cumplir con la siguiente granulometría:

Cuadro 11.1

MALLA ESTÁNDAR ASTM	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3/8	9.52	100
N° 4	4,75	95 - 100
N° 16	1.18	45 - 80
N° 50	0.3	10 - 30
N° 100	0.15	2 -10

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá en (m2).

BASES DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto, donde se medirán los anchos de la sección y espesores en estaciones de trabajo cada 20m.

04.04 CAPA SUB BASE GRANULAR (e = 10”)

DESCRIPCIÓN

Esta partida consiste de una capa de fundación compuesta de material granular como grava o piedra fracturada, en formas naturales o artificiales y material fino, construidas sobre una superficie preparada de acuerdo a las presentes especificaciones y en conformidad con los espesores, alineamientos, rasantes y secciones transversales indicadas en los planos.

MATERIAL

El material para la capa Sub-base de grava o piedra triturada, consistirá de partículas durables o fragmentos de piedra o grava y un rellenedor de arena u otro material de partículas finas, la porción de material retenido en el tamiz N°4 será llamado agregado grueso y aquella porción que pasa por el tamiz N°4 será llamado agregado fino. No menos del 25% en peso de las partículas de agregados gruesos deben tener por lo menos una cara de fractura. El material compuesto para la capa de sub-base, debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra. Presentará en lo posible una granulometría lisa continúa y bien graduada.

CARACTERÍSTICAS

El material para esta capa consistirá de partículas duras y durables, o de fragmentos de piedra o grava y un rellenedor de arena u otro material partido en partículas finas. Material de tamaño excesivo (mayor que 2”) que

se haya encontrado en depósito de los cuales se obtiene el material granular para la capa de sub-base de grava, será retirado por tamizado o triturado hasta obtener el tamaño requerido, según elijan los ejecutores. El material compuesto para la capa de Sub-base debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra. Presentará, en lo posible, una granulometría lisa y continua bien graduada.

El material de Sub-base deberá cumplir con las siguientes características físico-mecánicas:

- Límite Líquido (ASTM D-4318) Máximo 25%
- Índice Plástico (ASTM D-4318) Máximo 6%
- Equivalente de arena (ASTM D-2419) Mínimo 25%
- Abrasión (ASTM C-131) Máximo 50%
- Partículas chatas y alargadas (ASTM D-4791) Máximo 20%
- Caras de fractura (ASTM D-5821) Mínimo 25%
- Valor Relativo de soporte CBR (ASTM D-1883)(1) Mínimo 40%
- Sales solubles totales Máximo 1%
- Porcentajes de compactación del Proctor
- Modificado (ASTM D-1557) Mínimo 100%
- Variación en el contenido óptimo de
- humedad del Proctor Modificado +/- 1,5%

(1) SE REFERIDO AL 100% DE LA MDS Y UNA PENETRACION DE CARGA DE 0.1”

Además, el material deberá ajustarse a uno de los usos granulométricos dados en el siguiente cuadro:

Cuadro 11.2

TAMIZ ASTM	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO			
	GRADACION A	GRADACION B	GRADACION C	GRADACION D
2" (50.00 mm)	100	100
1" (25.00 mm)	...	75 - 95	100	100
3/8" (9.50 mm)	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
Nº 4 (4.75 mm)	25 - 55	30 - 50	35 - 55	50 - 85
Nº10 (2.00 mm)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº 40 (4.25 um)	.8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº 200 (75 um)	.2 - 8	.5 - 15	.5 - 15	.8 - 15

A fin de prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por especificaciones, el material producido para esta partida debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites del huso respectivo, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Durante el proceso constructivo deberá efectuarse el control de los materiales de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

- Cada 750 m³ se efectuarán dos controles granulométricos (ASTM D-422)
- Cada 750 m³ se efectuarán un ensayo de Límite Líquido (ASTM D-4318)
- Cada 750 m³ se efectuará un ensayo de Límite Plástico (ASTM D-4318)
- Cada 750 m³ se determinará un índice de Plasticidad (ASTM D-4318)
- Cada 2,000 m³ se efectuará un ensayo de Equivalente de arena (ASTM D-2419).
- Cada 2,000 m³ se efectuará un ensayo de Abrasión (ASTM C-131)
- Cada 2,000 m³ se efectuará un ensayo de C.B.R. (ASTM D-1883)
- Cada 1000 m³se efectuará un ensayo de % de caras fracturadas (ASTM D- 5821).
- Cada 1000 m³ se efectuará un de partículas chatas y alargadas (ASTM D-4791)
- Cada 250 m2 se efectuará un ensayo Compactación (ASTM D-1556, ASTM D- 2922)

COLOCACIÓN Y EXTENDIDO

El material de la capa de sub-base será colocado en una superficie debidamente preparada, perfilada y compactada en capas de máximo 15 cm. de espesor final compactado.

El material será colocado y esparcido en una capa uniforme y sin segregación de tamaño, con un espesor suelto tal que la capa tenga, después de ser compactada, el espesor requerido. Se efectuará el extendido con equipo mecánico apropiado o desde vehículos en movimiento equipados de manera que sea esparcido en hileras, si el equipo así lo requiere.

MEZCLA

Después de que el material de sub-base ha sido esparcido, será mezclado por medio de una cuchilla de motoniveladora en toda la profundidad de la capa, llevando alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada.

Una niveladora de cuchilla con un peso mínimo de 3 toneladas y que tenga una cuchilla de por lo menos un ancho de 2,50 m. de longitud y una distancia entre ejes no menor de 4,50 m, será usada para la mezcla. Se regará el material durante la mezcla cuando sea necesario o así lo ordene la Supervisión de Obra.

Cuando la mezcla esté ya uniforme, será otra vez esparcida y perfilada hasta obtener la sección transversal que se muestra en los planos.

La adición de agua, puede efectuarse en planta o en pista siempre y cuando la humedad de compactación se encuentre entre los rangos establecidos.

COMPACTACIÓN

Inmediatamente después de terminada la distribución y emparejamiento del material, cada capa de éste deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillo liso vibratorio autopropulsado de 10-12 toneladas de peso mínimo y cada 400 m² de material, medidos después de la conformación, deberán ser sometidos por lo menos a una hora de rodillado continuo.

Dicho rodillado deberá progresar gradualmente, desde los costados hacia el centro, en el sentido paralelo al eje del camino y deberá continuar así hasta que toda la superficie haya recibido ese tratamiento. Cualquier irregularidad o depresión que surja durante la compactación, deberá corregirse aflojando el material en estos sitios y agregando o quitando el mismo, hasta que la superficie resulte pareja y uniforme.

En las curvas, colectores, muros y en todos los sitios no accesibles al rodillo, el material de base deberá compactarse íntegramente mediante el empleo de apisonadores mecánicos. El material será tratado con niveladora y rodillo hasta que se haya obtenido una superficie lisa y pareja.

La cantidad de cilindrado y apisonado arriba indicada se considerará la mínima necesaria, para obtener una compactación adecuada. Durante el progreso de la operación, el Supervisor deberá efectuar ensayos de control de densidad humedad de acuerdo al método ASTM D-1556, efectuando una prueba cada 100 m. por carril conformado y si el mismo comprueba que la densidad resulta inferior al 100% de la densidad máxima determinada en el laboratorio en el ensayo ASTM D-1557, el Ejecutor deberá completar el rodillado o apisonado adicional, en la cantidad que fuese necesaria para obtener la densidad señalada. Se podrán utilizar otros tipos de ensayos para determinar la densidad de la obra, a los efectos y control adicional, después de obtener los valores de densidad determinados por el método ASTM D-1556.

El ingeniero podrá autorizar la compactación mediante el empleo de otros tipos de equipo arriba especificados, siempre que se determine que el empleo de tales equipos alternativos producirá fehacientemente densidades de no menos del 100% de lo especificado. El permiso del Supervisor para usar un equipo de compactación diferente deberá otorgarse por escrito y se ha de indicar las condiciones bajo las cuales el equipo deberá ser utilizado.

En esta etapa de conformación de la Sub-base, como medida complementaria a los ensayos de Densidad de Campo deberá ejecutarse una prueba de carga a la superficie con un tren de carga similar al utilizado en el Diseño.

EXIGENCIAS DEL ESPESOR

El espesor de la Sub-base terminada no deberá diferir en +/- 1,50 cm. de lo indicado en los planos inmediatamente después de la compactación final de la Sub-base, el espesor deberá medirse en uno o más puntos, cada 100 m. lineales (o menos) de la misma. Las mediciones deberán hacerse por medio de perforación de ensayos u otros métodos aprobados.

Los puntos para la medición serán seleccionados por el Supervisor en lugares tomados al azar, dentro de cada sección de 100 m. (o menos) de tal manera que se evite una distribución regular de los mismos. A medida que la obra continua sin desviación en cuanto al espesor, más allá de las tolerancias admitidas, el intervalo entre los ensayos podrá alargarse a criterio del Supervisor, llegando a un máximo de 300 m. con ensayos ocasionales efectuados a distancias más cortas. Cuando una medición señale una variación del espesor registrado en los planos, mayor de la admitida por la tolerancia, se harán mediciones adicionales a distancias aproximadas a 10 m. hasta que se compruebe que el espesor se encuentra entre los límites autorizados, cualquier zona que se desvíe de la tolerancia admitida, deberá corregirse removiendo o agregando material, según sea

necesario, conformando y compactando luego dicha zona en la forma especificada.

Las perforaciones de agujeros para determinar el espesor de la sub-base y la operación de su relleno con materiales adecuadamente compactados, deberá efectuarse por parte del Ejecutor bajo el control de Supervisor.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medición será el metro cuadrado (m²) de capa de Sub-base, obtenido mediante un seccionamiento cada 20.00 m. de longitud o del ancho por su longitud, según lo indicado en los planos y aceptados por el Supervisor.

BASE DE PAGO

La partida de Sub-Base, será pagada al precio unitario de “Sub-base granular e = 10” y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la extracción, carguío, zarandeo, chancado, transporte, riego, conformación y compactación, y por toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar la partida.

04.05 CAPA BASE GRANULAR e = 6”

DESCRIPCIÓN

Esta partida consiste de una capa de fundación compuesta de material granular como grava o piedra fracturada, en formas naturales o artificiales y material fino, construidas sobre una superficie preparada de acuerdo a las presentes especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales indicadas en los planos.

MATERIALES

El material para la capa base de grava o piedra triturada, consistirá de partículas durables o fragmentos de piedra o grava de diámetro no mayor de 2.5” y un rellenedor de arena u otro material de partículas finas, la porción de material retenido en el tamiz N°4 será llamado agregado grueso y aquella porción que pasa por el tamiz N°4 será llamado agregado fino. No menos del 40% en peso de las partículas de agregados gruesos deben tener por lo menos dos cara de fractura. El material compuesto para la capa de Base, debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra. Presentará en lo posible una granulometría lisa continúa y bien graduada.

CARACTERÍSTICAS

El material para esta capa consistirá de partículas duras y durables, o de fragmentos de piedra o grava y un rellenedor de arena u otro material partido en partículas finas. Material de tamaño excesivo (mayor que 2”) que se haya encontrado en depósito de los cuales se obtiene el material granular para la capa de Base de grava, será retirado por tamizado o triturado hasta obtener el tamaño requerido, según elijan los ejecutores. El material compuesto para la capa de Base debe estar libre de material vegetal y bolas de tierra. Presentará, en lo posible, una granulometría lisa y continua bien graduada.

El material de base deberá cumplir con las características físico-químicas y mecánicas que se indican a continuación:

AGREGADO GRUESO

- Abrasión (ASTMC-131)	Máximo 40%
- Partículas chatas y alargadas (ASTM D-4791)	Máximo 15%
- Partículas con una Cara fracturada (ASTM D-5821)	Mínimo 80%
- Partículas con dos Caras fracturadas (ASTM D-5821)	Mínimo 40%

**“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**

- Valor Relativo de soporte C.B.R.(ASTM D-1883)(1)	Mínimo 80%
- Sales solubles totales (ASTM D-1888)	Máximo 0.50%
- Porcentajes de compactación del Proctor Modificado (ASTM D-1557)	Mínimo 100%
- Variación en el contenido óptimo de Humedad del Proctor Modificado	+/- 1,5%

(1) SE REFERIDO AL 100% DE LA MDS Y UNA PENETRACION DE CARGA DE 0.1”

AGREGADO FINO

- Límite Líquido (ASTM D-4318)	Máximo 25%
- Índice Plástico (ASTM D-4318)	Máximo 4%
- Equivalente de arena (ASTM D-2419)	Mínimo 35%
- Sales solubles totales (ASTM D-1888)	Máximo 0.55%
- Índice de durabilidad (MTC E 214)	Mínimo 35%

Además, los agregados presentarán una granulometría continua y graduada según la fórmula de trabajo de dosificación aprobada por el Supervisor y según uno de los husos granulométricos indicados en la siguiente tabla:

Cuadro 11.3

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO			
ASTM	GRADACION A	GRADACION B	GRADACION C	GRADACION D
2 " (50.00 mm)	100	100
1" (25.00 mm)	...	75 - 95	100	100
3/8" (9.50 mm)	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
N° 4 (4.75mm)	25 - 55	30 - 50	35 - 55	50 - 85
N° 10 (2.00 mm)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
N° 40 (4.25 mm)	.8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
N° 200 (75 mm)	.2 - .8	.5 - 15	.5 - 15	.8 - 15

A fin de prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material producido para esta partida debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites del huso respectivo, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Durante el proceso constructivo deberá efectuarse el control de los materiales de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

- Cada 500 m³ se efectuarán dos controles granulométricos (ASTM D-422
- Cada 500 m³ se efectuarán un ensayo de Límite Líquido (ASTM D-4318)
- Cada 500 m³ se efectuarán un ensayo de Límite Plástico (ASTM D-4318)
- Cada 500 m³ se determinará un índice de Plasticidad (ASTM D-4318)
- Cada 2,000 m³ se efectuará un ensayo de Equivalente de arena (ASTM D-2419)
- Cada 1,500 m³ se efectuará un ensayo de Abrasión (ASTM C-131)
- Cada 1,500 m³ se efectuará un ensayo de C.B.R. (ASTM D-1883)
- Cada 1000 m³ se efectuará un ensayo de % caras fracturadas (ASTM D-5821).
- Cada 1000 m³ se efectuará un de partículas chatas y alargadas (ASTM D-4791)
- Cada 250 m² se efectuará un ensayo e Compactación (ASTM D-1556, ASTM D-2922)

COLOCACIÓN Y EXTENDIDO

El material granular mezclado y/o batido, será colocado sobre la subrasante ó superficie debidamente preparada y compactado en capas máximo 15 cm o indicado por el Supervisor.

El esparcido se realizará con motoniveladora u otro equipo aplicable en capas uniformes evitando la segregación del material, con un espesor suelto tal que después de ser compactada tenga el espesor requerido.

MEZCLA

Después de que el material de base ha sido esparcido, será mezclado por medio de una cuchilla de motoniveladora en toda la profundidad de la capa, llevando alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada.

Una niveladora de cuchilla con un peso mínimo de 3 toneladas y que tenga una cuchilla de por lo menos un ancho de 2,50 m. de longitud y una distancia entre ejes no menor de 4,50 m, será usada para la mezcla. Se regará el material durante la mezcla cuando sea necesario o así lo ordene la Supervisión de Obra.

Cuando la mezcla esté ya uniforme, será otra vez esparcida y perfilada hasta obtener la sección transversal que se muestra en los planos, la adición de agua, puede efectuarse en planta o en pista siempre y cuando la humedad de compactación se encuentre entre los rangos establecidos.

COMPACTACIÓN

Inmediatamente después de terminada la distribución y emparejamiento del material, cada capa de éste deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillos lisos vibratorios de 10 –12 toneladas de peso mínimo.

Cada 400 m². de material, medidos después de la conformación, deberán ser sometidos por lo menos a una hora de rodillado continuo, dicho rodillado deberá progresar gradualmente, desde los costados hacia el centro, en el sentido paralelo el eje del camino y deberá continuar así hasta que toda la superficie haya recibido ese tratamiento.

Cualquier irregularidad o depresión que surja durante la compactación, deberá corregirse aflojando el material en estos sitios y agregando o quitando el mismo, hasta que la superficie resulte pareja y uniforme. En las curvas, colectores, muros y en todos los sitios no accesibles al rodillo, el material de base deberá compactarse íntegramente mediante el empleo de

apisonadores mecánicos. El material será tratado con niveladora y rodillo hasta que se haya obtenido una superficie lisa y pareja.

La cantidad de cilindrado y apisonado arriba indicada se considerará la mínima necesaria, para obtener una compactación adecuada. Durante el progreso de la operación, el Supervisor deberá efectuar ensayos de control de densidad humedad de acuerdo al método ASTM D-1556, efectuando una prueba cada 100 m. por carril conformado, y si el mismo comprueba que la densidad resulta inferior al 100% de la densidad máxima determinada en el laboratorio en el ensayo ASTM D-1557, el Ejecutor deberá completar el rodillado o apisonado adicional, en la cantidad que fuese necesaria para obtener la densidad señalada. Se podrán utilizar otros tipos de ensayos para determinar la densidad de la obra, a los efectos y control adicional, después de obtener los valores de densidad determinados por el método ASTM D-1556.

El ingeniero podrá autorizar la compactación mediante el empleo de otros tipos de equipo arriba especificados, siempre que se determine que el empleo de tales equipos alternativos producirá fehacientemente densidades de no menos del 100% de lo especificado. El permiso del Supervisor para usar un equipo de compactación diferente deberá otorgarse por escrito y se ha de indicar las condiciones bajo las cuales el equipo deberá ser utilizado.

En esta etapa de conformación de la Base, como medida complementaria a los ensayos de Densidad de Campo deberá ejecutarse una prueba de carga a la superficie con un tren de carga similar al utilizado en el Diseño.

EXIGENCIAS DEL ESPESOR

El espesor de la base terminada no deberá diferir en ± 1 cm de lo indicado en los planos después de la compactación final de la base, el espesor deberá medirse en uno o más puntos, cada 100m. Las mediciones

se harán por medio de perforaciones de agujeros u otros métodos aprobados.

Los puntos para la medición serán seleccionados por el Supervisor en lugares tomados al azar, dentro de cada sección de 100 m. (o menos) de tal manera que se evite una distribución regular de los mismos a medida que la obra continua sin desviación en cuanto al espesor, más allá de las tolerancias admitidas, el intervalo entre los ensayos podrá alargarse a criterio del Supervisor, llegando a un máximo de 300 m. con ensayos ocasionales efectuados a distancias más cortas. Cuando una medición señale una variación del espesor registrado en los planos, mayor de la admitida por la tolerancia, se harán mediciones adicionales a distancias aproximadas a 10 m. hasta que se compruebe que el espesor se encuentra entre los límites autorizados.

Cualquier zona que se desvíe de la tolerancia admitida, deberá corregirse removiendo o agregando material, según sea necesario, conformando y compactando luego dicha zona en la forma especificada. Las perforaciones de agujeros para determinar el espesor de la base y la operación de su relleno con materiales adecuadamente compactados, deberá efectuarse por parte del Ejecutor bajo el control de Supervisor.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medición será el metro cuadrado de capa de Base (m²), obtenido mediante un seccionamiento cada 20.00 m. de longitud o del ancho por su longitud, según lo indicado en los planos y aceptados por el Supervisor.

BASES DE PAGO

La partida de Base, será pagada al precio unitario de “Capa Base granular e= 6” y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la extracción, carguío, zarandeo, chancado, transporte, riego, conformación

y compactación, y por toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar la partida.

No habrá medida ni pago para trabajos ejecutados fuera de los límites señalados en la presente especificación u otro efectuado por el Contratista por error o por conveniencia para la operación de los equipos.

04.06 IMPRIMACION BITUMINOSA

DESCRIPCIÓN

Bajo este ítem “imprimación”, el Ejecutor debe suministrar y aplicar material bituminoso a una base o superficie del camino preparada con anterioridad, de acuerdo a las especificaciones y de conformidad con los planos o como sea designado por el Ingeniero Supervisor. Consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de una Base, a fin de prepararla para recibir una capa de pavimento asfáltico.

MATERIALES

Se empleará Asfalto Cut-back grado RC-250, que cumpla con los requisitos de calidad especificados por las normas ASTM D-2028 (asfaltos tipo curado rápido), mezclado en proporción adecuada con kerosene industrial de modo de obtener viscosidades de tipo Cut-back de curado medio, para fines de imprimación. La dosificación tentativa inicial será la que a continuación se indica o la que determine el ejecutor según las condiciones existentes y dentro de los rangos indicados en Aplicación de la Capa de Imprimación:

Asfalto RC – 250	0,28 gl/m ² (80%)
Kerosene industrial	0,07 gl/m ² (20%)

EQUIPO

El equipo para la colocación del riego de imprimación debe incluir una unidad calentadora para el material bituminoso y una distribución a presión uniforme, debiendo además cumplir lo siguiente:

La superficie a ser imprimada deberá ser preparada con suficiente anticipación dejándola totalmente limpia para la aplicación de la mezcla bituminosa.

El equipo calentador de material bituminoso debe ser de capacidad adecuada como para calentar el material en forma apropiada por medio de la circulación de vapor de agua por aceite a través de serpentines en un tanque o haciendo circular este material alrededor de un sistema de serpentines precalentador o haciendo circular dicho material bituminoso a través de un sistema de serpentines o cañerías encerradas dentro de un recinto de calefacción.

Los distribuidores a presión usados para aplicar el material bituminoso, lo mismo que los tanques de almacenamiento deben estar montados en camiones tráiler en buenos estados equipados con llantas neumáticas, diseñados de tal manera que no dejen huella o dañen de cualquier otra manera la superficie del camino. Los camiones o tráiler 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.

Los conductos esparcidores deben ser contruidos de manera que pueda variar la longitud de imprimado en incremento de 30 cm. o 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 contruidas 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 equipada 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 debe ser de construcción, y operada de tal manera que asegure la distribución del material bituminoso, con una variación de $\pm 0,02$ galones por metro cuadrado de la dosificación escogida dentro de un rango de cantidades de distribución galones por metro cuadrado. El distribuidor debe estar equipado con un sistema de calentamiento del material bituminoso que asegure un calentamiento uniforme dentro de la masa total del material bajo control eficiente y positivo en todo momento.

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.

REQUISITOS DEL CLIMA

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica esté por encima de los 10°C, la superficie del camino esté razonablemente seca y las condiciones climatológicas, en la opinión del Ingeniero sean favorables.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN – PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

La superficie de la base que debe ser imprimada debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de la Especificaciones relativas al pavimento.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser retirado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario. Las concentraciones de material fino, deben ser removidas por medio de una cuchilla niveladora o una ligera perfilación. Cuando lo ordene el Ingeniero Supervisor, la superficie preparada debe ser ligeramente humedecida por medio de rociado, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.

APLICACIÓN DE LA CAPA DE IMPRIMACIÓN

El material bituminoso debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente.

El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y, a la velocidad del régimen especificada por el Ingeniero. En general, el régimen debe ser entre 0,25 y 0,35 galones por m². La temperatura de riego será aquella que esté comprendida entre los 70°C y 106°C.

Una penetración mínima de 5 mm. en la base granular es indicativo de su adecuada penetración.

Al aplicar el riego de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un borde explícitamente marcado para mantener una línea recta de aplicación.

Algún área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada usando una manguera de esparcidor conectada al distribuidor. Si las condiciones de tráfico lo permiten, en opinión del ingeniero, la aplicación debe ser hecha sólo en la mitad del ancho de la base por operación. Debe tenerse cuidado de imprimir la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante.

Inmediatamente después de la capa de imprimación, esta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante un periodo de curado de 24 horas.

PROTECCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ADYACENTES

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

APERTURA TRÁFICO Y MANTENIMIENTO

El área imprimada, en lo posible, debe airearse sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el ingeniero. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, un periodo más largo de tiempo podrá ser necesario.

Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie deberá ser retirado usando arena u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene el Ingeniero Supervisor, antes de que se reanude el tráfico.

El Ejecutor deberá conservar la superficie imprimada hasta que la capa superficial sea colocada. La labor de conservación debe incluir, el extender cualquier cantidad adicional de arena u otro material aprobado, necesario para evitar la adherencia de la capa de imprimación a las llantas de los vehículos y parchar cualquier rotura de la superficie quemada con material bituminoso adicional.

Cualquier área de superficie imprimada que resulte dañada por el tráfico de vehículos o por otra causa deberá ser reparada antes de que sea colocada la capa superficial.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá en (m²).

BASE DE PAGO

Esta partida se medirá en (m²), se considerara el área de la plataforma donde se realiza los trabajos en estaciones cada 20 m. donde se medirán los anchos de la sección, dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

04.07 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE (e= 2”)

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en una capa de mezcla asfáltica construida sobre una superficie debidamente preparada, de acuerdo con las presentes Especificaciones.

Las siguientes previsiones, a menos que se estipule de otra manera en la presente sección, formarán parte de estas especificaciones.

COMPOSICIÓN GENERAL DE LAS MEZCLAS

Las mezclas bituminosas se compondrán básicamente de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral, material bituminoso y aditivos mejoradores de adherencia. Los distintos constituyentes minerales se separan por tamaño, serán graduados uniformemente y combinados en proporciones tales que la mezcla resultante llene las exigencias de graduación para el tipo específico contratado. A los agregados mezclados y así compuestos, considerados por peso en un 100% se le deberá agregar bitumen dentro de los límites porcentuales fijados en las especificaciones para el tipo específico del material.

MATERIALES

AGREGADO MINERAL GRUESO

A la porción de agregado retenido en la malla N°4 será por lo menos el 50% en peso y deberá tener por lo menos una cara fracturada y deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Durabilidad al Sulfato de sodio (ASTM D-88)	Máximo 12%
- Abrasión (ASTM C-131)	Máximo 40%
- Partículas chatas y alargadas (ASTM D-693)	Máximo 10%
- Absorción de agua (ASTM C-127)	Máximo 1%
- Partículas con una Cara Fracturada (ASTM D-5821)	Mínimo 50%
- Partículas con dos Cara Fracturada (ASTM D-5821)	Mínimo 30%
- Sales Solubles (ASTM D-1888)	Máximo 0.5%

AGREGADOS FINOS

A la porción de los agregados finos que pasan la malla N° 4, se compondrá de arena natural o material obtenido de la trituración de la piedra y cumplirá los siguientes requerimientos:

**“DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**

- Índice de Durabilidad (MTC e 214)	Mínimo 35%
- Equivalencia de arena (ASTM 2419)	Mínimo 45%
- Índice de Plasticidad de mat. Pasa la malla 200)	Máximo 4%
- Absorción de agua (ASTM C-128)	Máximo 0.5%
- Adhesividad (Riedel Weber) (MTC E 220)	Mínimo 4.0%
- Sales solubles (ASTM D-1888)	Máximo 0.5%

RELLENO MINERAL

La porción del relleno mineral deberá cumplir la granulometría siguiente:

<i>MALLA</i>	<i>% PASA</i>
<i>30</i>	<i>97</i>
<i>200</i>	<i>80</i>

CEMENTO ASFALTICO

El cemento asfáltico será del grado de penetración 60-70, carecerá de agua y no formara espuma cuando se calienta a 160° C., siendo esta la máxima, debiendo cumplir los siguientes requisitos:

CARACTERISTICAS	MINIMA	MAXIMA
<i>Penetración a 25ª C., 100 gr, 5 seg.</i>	<i>60</i>	<i>70(1/100 mm)</i>
<i>Punto de inflamación, cleveland</i>	<i>232º C.</i>	<i>-----</i>
<i>Vaso Abierto</i>	<i>-----</i>	<i>-----</i>
<i>Ductibilidad a 25 ºC, 5 cm/min</i>		<i>100 cm</i>
<i>Solubilidad en Tricloetileno</i>	<i>99%</i>	<i>-----</i>
<i>Ensayo de Olienses</i>		<i>Negativo</i>
<i>Índice de penetración</i>	<i>-1.0</i>	<i>+1.0</i>
<i>Ensayo de película delgada</i>		
<i>Perdida por calentamiento a 163ª C., 5h</i>	<i>-----</i>	<i>0.8</i>
<i>Penetración del residuo, % del original</i>		<i>52(1/10mm)</i>

Ductibilidad del residuo a 25ª C, 5cm /min 50

COMPOSICION DE LA MEZCLA

La mezcla de agregados se compondrá básicamente de agregados gruesos, finos y relleno mineral que dará como resultado una curva continua, paralela y centrada al huso granulométrico y deberá cumplir:

Cuadro 11.4

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO			
ASTM	MAC-1	MAC-2	MAC-3	TOLERANCIAS
1" (25.00 mm)	100			+/- 5%
3/4" (19.00mm)	80 - 100	100		+/- 5%
1/2" (12.50mm)	67 - 85	80 - 100		+/- 5%
3/8" (9.50 mm)	60 - 77	70 - 88	100	+/- 5%
Nº 4 (4.75mm)	43 - 54	51 - 68	65 - 87	+/- 5%
Nº 8 (2.36 mm)				+/- 4%
Nº 10 (2.00 mm)	29 - 45	38.52	43 - 61	+/- 5%
Nº 30				+/- 3%
Nº 40 (4.25 um)	14 - 25	17 - 28	16 - 29	+/- 5%
Nº 80 (18.00 um)	.8 - 17	.8 - 17	.9 - 19	+/- 5%
Nº 200 (75 um)	.4 - -8	.4 - 8	.5 - 10	+/- 2%
ASFALTO				+/- 0.3%

Equivalencia de arena

Mínimo 45%

IP pasante Nº200

Máximo 4%

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

Las características físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente empleando el método ASTM D-1559, Resistencia al Flujo de mezclas bituminosas usando el aparato MARSHALL serán:

Numero de golpes en cada lado del espécimen

75

Estabilidad (Kilos)

Mínimo 720

Flujos (mm)

3 a 5

% de Vacíos	3 a 5
Induce de Compatibilidad (*)	1,700 a 2,500
Estabilidad Retenida, 24 horas a 60° C en agua	Minimo 70%

(*)El Índice de Compatibilidad es 5 y se define como:

$$1/ (GEB50 - GEB5)$$

GEB50 = Grava Especifica Bulk de las briquetas a 50 golpes

GEB5 = Grava Especifica Bulk de las briquetas a 5 golpes

El agregado grueso al ser ensayados por el método ASTM D-1664, Revestimiento y desprendimiento en mezclas agregado-asfalto, deberá obtenerse un porcentaje de partículas revestidas mayor al 95%.

El agregado fino al ser ensayado por el método Reídle-Weber, deberá tener un índice de Adhesividad > 4, de no cumplirse deberá mejorarse la afinidad del agregado-bitumen. En caso de no cumplirse este requerimiento se usara aditivos mejoradores de adhesividad del par agregado-bitumen.

El contenido optimo del Cemento Asfáltico (Técnico-económico), se determinara bajándose en el estudio de las curvas de Energía de Compactación Variable vs. Optimo Contenido de Cemento Asfáltico.

CONSTRUCCION

Los métodos de construcción deberán estar de acuerdo con las exigencias requeridas:

LIMITACIONES CLIMÁTICAS

La mezcla se colocara únicamente cuando la superficie está seca, la temperatura a la sombra sea de 10°C. y cuando el tiempo no esté nublado ni lluvioso.

EJECUCION DE LOS TRABAJOS

Ningún trabajo se iniciara cuando se carezca de suficientes medios de transporte, distribución de mezcla, equipo de distribución o mano de obra para asegurar un ritmo no inferior al 60% de la capacidad productora de la Planta de Asfalto.

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; si ello ha sucedido, el Ejecutor deberá efectuar un riego adicional de adherencia.

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.

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos y 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, 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.

PLANTA Y EQUIPOS

La planta de asfalto que se utilice deberá tener las condiciones y garantías para el preparado de la mezcla uniforme, peso apropiado de los

agregados, control adecuado del bitumen, control adecuado de temperatura, captador de polvo, control tiempo de mezclado y un buen laboratorio de campaña.

COMPACTACION 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 y 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 recedentes

La compactación de la mezcla será verificada de la manera siguiente:

Di = Peso unitario individual obtenido en el área compactada diaria.

DC = Promedio de 5 valores de Di

DM = Promedio de los pesos unitarios obtenidos del control de planta método MARSHALL

MDT = Máxima gravedad específica teórica ASTM D-2041

Por lo tanto:

$$DC \geq 98\% DM$$

$$Di \geq 97\% DM$$

Obteniéndose la Máxima Gravedad Especifica en cada punto donde se obtendrá el peso unitario de la mezcla asfáltica compactada, se debe cumplir en cada estación:

$$3 > (MDT-Di) / MDT < 5$$

Los testigos del pavimento para control de compactación deberán extraerse mediante medios mecánicos (Perforación diamantina).

CONTROLES EN OBRA Y PLANTA

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Verificar que las plantas de asfalto y de trituración estén provistas de filtros, captadores de polvo, sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el Supervisor considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- Verificar la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.
- Por día de producción se ejecutara ensayos de control de mezcla asfáltica, de extracción de asfalto y granulometría; así como control de las temperaturas de mezclado, descarga, extendido y compactación de las mezclas.

- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezclas asfálticas durante el período de ejecución de las obras.
- Efectuar controles de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie, siempre que ello corresponda.

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en (m2).

BASE DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto, donde se medirán los espesores y anchos de la sección.

05.00 SEÑALIZACIÓN

05.01 SEÑALES REGULADORAS

DESCRIPCIÓN

Las señales reguladoras se usan para regular el tránsito de la velocidad de diseño (30 Km/h) y serán ubicadas en el K00+000 y a la salida del área urbana del distrito.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN:

Preparación de las Señales

Las señales reguladoras serán confeccionadas en plancha galvanizada de 1/27” y con una cara de lámina reflectorizante, el fondo de la señal irá con material adhesivo reflexivo color amarillo de alta intensidad.

Todas las señales deberán fijarse a los postes, con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

Cimentación de los Postes

Las señales preventivas tendrán una cimentación de concreto $f'c=140$ Kg/cm² con 30 % de piedra mediana y dimensiones de acuerdo a lo indicado en los planos.

Poste de Fijación de Señales

Se empleará postes de tubo de fierro negro Ø 2”, tal como se indican en los planos, los cuales serán pintados con pintura anticorrosiva y esmalte color negro metálico. Las soldaduras deben aplicarse dejando superficies lisas, bien acabadas y sin dejar vacíos que debiliten las uniones, de acuerdo a la mejor práctica de la materia. Los pórticos se fijarán a postes de concreto armado $f'c = 140$ Kg/cm² o tal como se indiquen en los planos y serán pintados en fajas de 0.50 m con esmalte de color negro y blanco, previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medición es la Unidad (und), la cual abarcará la señal propiamente dicha, el poste y la cimentación. Se medirá el conjunto debidamente colocado y aprobado por el ingeniero supervisor.

BASES DE PAGO

Las señales medidas en la forma descrita anteriormente serán pagados al precio unitario del contrato, por unidad, entendiéndose que dicho precio y

pago constituirá compensación total por toda mano de obra, suministro de materiales, equipos, herramientas, transporte y otros imprevistos requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo.

05.02 PINTURA SOBRE EL PAVIMENTO

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de marcas permanentes sobre el área pavimentada terminada, en la ubicación y dimensión de acuerdo con los planos. Los detalles que estuvieran especificados en los planos deberán estar conformes con el Manual de Señalización del MTC.

Las marcas a aplicar en el pavimento sirven para delimitar los bordes de pista, separar los carriles de circulación y el eje de la vía en carreteras bidireccionales de una sola pista. También tiene por finalidad resaltar y delimitar las zonas con restricción de adelantamiento.

También las marcas en el pavimento pueden estar conformadas por símbolos y palabras con la finalidad de ordenar encausar y regular el tránsito vehicular y complementar y alertar al conductor de la presencia en la vía de colegios, intersecciones, zonas urbanas y otros elementos que pudieran constituir zonas de peligro para el usuario.

El diseño de las marcas en el pavimento, dimensiones, tipo de pintura y colores a utilizar deberán estar de acuerdo a los planos y documentos del proyecto, el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y a las disposiciones del Supervisor.

MATERIALES

PINTURA

La pintura de tráfico convencional Tipo TT-P-115F: Esta debe ser una pintura premezclada y lista para su uso en pavimentos asfálticos o de cemento portland. Sus cualidades deben estar acordes con las exigidas para pintura de tránsito tipo TT-P-115F de secado rápido cuya formulación debe obedecer los requerimientos que se hallan contenidos en las "Especificaciones Técnicas de pinturas para obras viales" aprobadas por la Dirección General de Caminos con R.D. N° 851-98-MTC/15.17.

<i>Color</i>	<i>: De tránsito, color blanca y amarilla.</i>
<i>Tipo de Pigmento Principal</i>	<i>: Dióxido de Titanio</i>
<i>Pigmento en peso</i>	<i>: Mínimo 57%</i>
<i>Vehículo</i>	<i>: Caucho clorado alquídico, polímero acrílico</i>
<i>% Vehículo no volátil</i>	<i>: Mínimo 41%</i>
<i>Solventes</i>	<i>: Aromáticos</i>
<i>Densidad(lb/gal), a 25°C.</i>	<i>: 12.2</i>
<i>Viscosidad a 25°C.</i>	<i>: 70 a 80 (unidad Krebs)</i>
<i>Molineda o Fineza</i>	<i>: Al tacto mínimo 4”</i>
<i>Tiempo de secado</i>	<i>: Al tacto 5 minutos</i>
<i>Resistencia a la Abrasión</i>	<i>: 300 ciclos/minuto</i>
<i>Resistencia al agua</i>	<i>:No presenta señales de cuarteado, decolorado.</i>
<i>Apariencia de película seca</i>	<i>: No presenta arrugas, ampollas, pegosidad.</i>
<i>Reflectancia Direccional</i>	<i>: Buena</i>
<i>Poder Cubriente</i>	<i>: Bueno</i>
<i>Flexibilidad</i>	<i>: Bueno</i>
<i>Contenido de Microesferas</i>	<i>: De vidrio, 3.5 kg/gal.</i>
<i>Propiedades de Pulverizado:</i>	<i>Espesor aproximado húmedo de 381 micrones</i>

MICROESFERAS

Las microesferas de vidrio que se adicionaran a la pintura deberá cumplir con los requisitos siguientes:

Naturaleza : De vidrio transparente y de rápida adherencia
pintura

Microesfera defectuosas : Máximo 20%

Índice de refracción : Mínimo 1.5

Resistencia a la abrasión : Mínimo 30%

Redondez : Mínimo 70%

Flotación : Mínimo 90%

Resistencia agentes químicos: No presentan alteración al agua, ácido, cloruro cálcico.

<i>Granulometría</i>	<i>: TAMIZ</i>	<i>%PASA EN PESO</i>
	<i>Nº30</i>	<i>100</i>
	<i>Nº40</i>	<i>90-100</i>
	<i>Nº50</i>	<i>50-75</i>
	<i>Nº80</i>	<i>0-5</i>

Aplicación : Se aplicara la microesfera de vidrio sobre pintura para convertirla en reflectiva en una dosificación por m² de 0.48 kg/m² microesfera y 0.72 kg/m² de pintura.

REQUISITO DE APLICACIÓN

El área de aplicación deberá estar totalmente limpia, las marcas a pintar bien definidas, la maquina deberá ser de tipo roceador con alimentación uniforme y capaz de aplicar dos rayas separadas, el tanque deberá tener agitador mecánico, las válvulas deberán tener cierre adecuado para la paliación de raya continua y discontinua a la vez, cada boquilla deberá estar equipada con guía y con dispensador automático de microesferas; En todo caso las dimensiones de la rayas será de ancho 10 cm., largo 3.00 m.

con intervalos de 5.00 m. los símbolos, letras, flechas y otros se registrarán a los planos.

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en (m).

BASE DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo a lo especificado en los planos, dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

06.00 CONCRETO SIMPLE

06.01 SARDINELES

Este trabajo comprende la construcción de elementos de confinamiento dentro del área de trabajo (en el separador central y hacia los laterales de la vía). Este tipo de sardinel se sobresaldrá del nivel de la superficie de rodadura y poseerá una estructura interna de fierro que lo hace más resistente a los embates de los vehículos u otros agentes que puedan alterar su fisonomía.

Esta partida contempla las siguientes sub – partidas:

06.01.1 EXCAVACION CIMINETO PARA SARDINELES

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la excavación manual para la construcción del sardinel de concreto de acuerdo a los niveles definidos topográficamente y a las dimensiones y profundidad requerida en los planos, así como la compactación manual de la superficie debidamente conformada.

MATERIALES

Los materiales utilizados son los requeridos para el replanteo topográfico y herramientas menores (palas, picos, etc).

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en (m3).

BASE DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto.

06.01.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINELES

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el encofrado de la parte visible del sardinel sobre el nivel de la rasante y cara interior de acuerdo a los planos y niveles definidos topográficamente.

MATERIALES

Los materiales utilizados son madera, clavos, alambre, etc.

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en (m2).

BASE DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto.

06.01.3 ACERO DE REFUERZO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCION

Materiales

El Acero Estructural, deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- El límite de fluencia será $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
- Deberá cumplir con las normas del ASTM-A 615, ASTM-A-616, ASTM-A-I6, NOP-1158.
- Deberán ser varillas de acero estructural, corrugado
- Carga de rotura mínima: $5,900 \text{ kg/cm}^2$

Almacenamiento y Limpieza

Para el almacenaje de las varillas de acero éstas se alinearán fuera del contacto con el suelo, preferible cubiertos y se mantendrán libres de tierra y suciedad, aceite, grasa y oxidación excesiva. Antes de su colocación en la estructura, el refuerzo metálico deberá limpiarse de escamas de laminado, óxido y cualquier capa que pueda reducir su adherencia.

Enderezamiento y Redoblado

No se permitirá redoblado, ni enderezamiento en el acero obtenido en base al torsionado u otra forma semejante de trabajo frío.

METODO CONSTRUCTIVO

La colocación de la armadura será efectuada de acuerdo con los planos y se asegurará contra cualquier desplazamiento por medio de alambre, se doblarán en frío, con ganchos, dobleces y espaciamientos especificados de acuerdo en los planos.

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en kilogramos (kg).

BASE DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto, entendiéndose que dicho precio y pago será la compensación total de la mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas, materiales y todo cuanto sea necesario para su realización.

06.01.4 CONCRETO SIMPLE $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ EN SARDINELES

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación, consolidación y acabado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura con refuerzo; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción.

Cabe señalar que el Ingeniero Supervisor comprobará en cualquier momento la buena calidad de la mezcla, rechazando todo material elaborado defectuosamente. Para el presente caso el concreto tendrá una resistencia a la compresión de 175 Kg/cm^2 , siendo el ancho del

sardinel de 15 cm y su altura de 95 cm en promedio, incluye una base para el soporte según especificaciones referidas en los planos.

Las juntas de dilatación en sardineles peraltados se construirán cada 5.00m de longitud, tendrán un espesor de 1” y una profundidad igual al espesor del sardinel.

MATERIALES

Los materiales confortantes serán Cemento, Agregado Grueso, Agregado Fino, acero corrugado, que permitan obtener un concreto de calidad $f_c' = 175 \text{ kg/cm}^2$

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en (m3).

BASE DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto, entendiéndose que dicho precio y pago será la compensación total de la mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas, materiales y todo cuanto sea necesario para la realización de la partida.

06.02 VEREDAS

06.02.1 CORTE SUPERFICIAL PARA VEREDAS EN FORMA MANUAL

H= 0.20m

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la excavación manual para la construcción de veredas de concreto de acuerdo a los niveles definidos topográficamente y a las dimensiones y profundidad requerida en los planos, así como la compactación manual de la superficie debidamente conformada.

MATERIALES

Los materiales utilizados son los requeridos para el replanteo topográfico y herramientas menores.

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en (m3).

BASE DE PAGO

Esta partida se medirá en (m3), aceptado de acuerdo a lo especificado en dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

06.02.2 BASE COMPACTADA MANUAL PARA VEREDAS (e=0.10 m)

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la conformación de la base que sustentara la losa de concreto de la vereda, se conformara con material arenilla, humedecida hasta su contenido óptimo de humedad, enrasada de acuerdo a los niveles y compacta manualmente con equipo liviano, debiendo obtenerse como mínimo el 95% de compactación, este nivel de la rasante estará de acuerdo a los niveles definidos topográficamente y las dimensiones especificadas en los planos.

MATERIALES

Los materiales utilizados son arenilla, agua, etc.

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en (m2).

BASE DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto.

06.02.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el encofrado de la parte visible de la vereda sobre el nivel de la rasante de acuerdo a los niveles definidos topográficamente.

MATERIALES

Los materiales utilizados son madera, clavos, alambre, etc.

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en (m2).

BASE DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto.

06.02.4 CONCRETO SIMPLE PARA VEREDAS $f_c' = 140 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación, consolidación y acabado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura sin refuerzo; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción de veredas, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto y con estas especificaciones. La calidad de concreto a preparar es la que permita alcanzar una resistencia cilíndrica de $f_c' = 140 \text{ kg/cm}^2$ de acuerdo de diseño.

MATERIALES

Los materiales confortantes serán Cemento, Agregado Grueso, Agregado Fino, que permitan obtener un concreto de calidad $f_c' = 140 \text{ kg/cm}^2$

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en (m³).

BASE DE PAGO

El pago se efectuará de acuerdo al metrado de avance de obra aprobado por el inspector y/o supervisor, multiplicado por su precio unitario establecido en el presupuesto.

07.00 IMPACTO AMBIENTAL

07.01 EDUCACIÓN AMBIENTAL

DESCRIPCION

Describe claramente el propósito del esfuerzo educativo: educar al individuo para que su desarrollo sea amigable con el medio ambiente. Este proceso, además de generar una conciencia y soluciones pertinentes a los problemas ambientales actuales causados por actividades en este proceso constructivo debe ser un mecanismo pedagógico que además infunde la interacción que existe dentro de los ecosistemas.

METODO DE MEDICION

Este trabajo se medirá en forma global (glb).

BASE DE PAGO

Esta partida se efectuará por aprobación del supervisor.

07.02 PROGRAMAS DE CONTINGENCIA

08.00 VARIOS

08.01 LIMPIEZA FINAL DE OBRA

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la limpieza final y total de la obra afín de ser decepcionada.

MATERIALES

Los materiales utilizados son los necesarios para esta tarea.

METODO DE MEDICION

Esta partida se medirá en (m2).

BASE DE PAGO

Esta partida se efectuará de acuerdo a lo especificado en dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

CAPITULO XIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. CONCLUSIONES

- En la Urbanización Santa María tenemos dos tipos de vías, la Vía I de dos calzadas de dos sentidos (Av. La Despensa) y la Vía II de 1 calzada de dos sentidos (todas las demás calles), donde el ancho de cada vía varía entre 11 a 23 m.
- Los tipos de suelos del proyecto son CL, SM y SC.
- Para el diseño de pavimento flexible en caliente se utilizó el método AASHTO 1993, teniendo los siguientes espesores: **Sub Base Granular 10”**; **Base Granular 6”**; **Carpeta de Rodadura 2”** para calles y una **Sub Base Granular 10”**; **Base Granular 6”**; **Carpeta de Rodadura 3”** para las Avenidas.
- El costo de la vía asfaltada a Diciembre del 2015 es de: **S/. 12,218,523.91.**
- La ejecución de la vía se estima en un plazo de 9 meses.
- Por presentar el proyecto solo intersecciones simples, se redondearán las esquinas donde sea necesario, a fin de obtener intersecciones que faciliten el tránsito vehicular y peatonal en forma cómoda y segura.

13.2. RECOMENDACIONES

- Realizar mejoramiento de sub rasante para este tipo de suelo CL, SM y SC.
- La ejecución de la vía se debe realizar utilizando dos frentes de trabajo para así garantizar el cumplimiento del cronograma de obra planteado (9 meses).

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ **“Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 - VCHI”**. Difundido por: ICG – Ministerio de la Construcción y Gerencia MDGVU Edición 2004, VCHI S.A
- ✓ **“Reglamento Nacional de Vehículos “Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima - Perú, 2004.**
- ✓ **“Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos”**
- ✓ **“NORMA GH. 020 Componentes De Diseño Urbano”**
- ✓ **“Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos”** Convenio de donación USAID/SIECA - Ing. Jorge Coronado Iturbide Guatemala, noviembre de 2002
- ✓ **“Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos – Ministerio de Transportes y Comunicaciones Difundido por: ICG – Ministerio de la Construcción y Gerencia 1ra Edición – Junio 2013**
- ✓ **“Mecánica de suelos”** JUÁREZ BADILLO, Alfonso y RICO RODRÍGUEZ 1986. 110 Pág. Editorial Limusa. México.
- ✓ **“AASHTO Guide for Design of Pavement Structures Highway and Transportation Officials”** Washington, D.C - 1993.
- ✓ Tesis -Diseño del Pavimento de la Av. Venezuela -JLO-Chiclayo-Lambayeque.
- ✓ Tesis-Estudio De Pavimentacion De La Asociacion Mi Vivienda El Aterrizaje, Distrito De Huancabamba, Provincia De Huancabamba - Region Piura.
- ✓ **Apuntes De Clase, Topografía, Caminos, Mecánica De Suelos, Pavimentos, Impacto Ambiental.**

ANEXOS

PLANOS