



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL,  
SISTEMAS Y ARQUITECTURA.**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

---

---

**Tesis**

**“Estudio Definitivo de la Pavimentación del Sector los Laureles de la  
Localidad de la Peca, Distrito de la Peca, Provincia de Bagua, Departamento  
de Amazonas, 2018”**

Para obtener el título profesional de:  
**INGENIERO CIVIL**

Autor:

**Bach. Ing. Civil Ruiz Neira, Dicson Sabino  
Bach. Ing. Civil Tarifeño Sánchez, Gianmarco**

Patrocinador:

**MG. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2023**

**MIEMBROS DEL JURADO**



**DR. ING. NICOLAS WALTER MORALES UCHOFEN  
PRESIDENTE**



**ING. OSCAR GUILLERMO CUBAS DELGADO  
SECRETARIO**



**MG. ING. ROGER ANTONIO ANAYA MORALES  
VOCAL**



**MG. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO  
ASESOR**

***D.S.R.N***

## **RESUMEN**

Este documento será de gran utilidad para la Municipalidad Distrital de La Peca en su posterior ejecución, ya que por lo general este tipo de proyectos se ejecutan por etapas (calles-avenidas) permitiendo tener una visión integral de todos los componentes del proyecto, destacando el caso de drenaje pluvial donde se consideran pendientes longitudinales mínimas que permitan la evacuación por gravedad de aguas pluviales.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, es necesario conocer y describir detalladamente las condiciones físicas, sociales y culturales, así como prever los posibles impactos de la obra debido a su ejecución y mantenimiento.

Es de conocimiento general que el crecimiento urbano se ha incrementado en los últimos 10 años en la localidad de la Peca, por lo que se requiere mejorar la infraestructura urbana, teniendo en cuenta el impacto ambiental que implicaría.

Palabras clave: impacto ambiental.

***D.S.R.N***

## ABSTRACT

This document will be very useful for the District Municipality of La Peca in its subsequent execution, since generally this type of project is executed in stages (streets-avenues) allowing to have a comprehensive vision of all the components of the project, highlighting the case of storm drainage where minimum longitudinal slopes are considered that allow the evacuation by gravity of rainwater.

For the identification and evaluation of environmental impacts, it is necessary to know and describe in detail the physical, social and cultural conditions, as well as to anticipate the possible impacts of the work due to its execution and maintenance.

It is common knowledge that urban growth has increased in the last 10 years in the town of La Peca, so it is necessary to improve urban infrastructure, taking into account the environmental impact that it would imply.

Keywords: environmental impact.

*D.S.R.N*

***DEDICATORIA:***

*La presente tesis la dedico con todo cariño a mis padres, por su sacrificio y esfuerzo, por darme una profesión y por creer en mis capacidades, por su apoyo y consejos para llegar a ser cada día una mejor persona.*

***AGRADECIMIENTO:***

*A mis padres Andrea y Pedro, Por darme su apoyo y por ser mi motor para seguir día a día en el camino de la carrera de ingeniería civil.*

*Al Ing. Wesley Salazar Bravo, por su asesoría en la elaboración de este proyecto, apoyo, ayuda y tiempo brindado para el desarrollo del mismo.*

***D.S.R.N***

**DEDICATORIA:**

*A mis padres, LUCÍA Y DIONICIO, y a  
mi esposa e hijo, SARITA Y OLIVER  
JARED. Para ellos esta dedicatoria, por  
ser el motivo de crecimiento y por  
siempre estar a mi lado, en las buenas y  
las malas.*

**AGRADECIMIENTO:**

*A Dios, por enrumbarme tanto en mi vida personal  
como profesional, la gloria siempre a Él.*

*A mis padres y hermano, por el apoyo y  
paciencia durante todo el desarrollo y  
logro de esta meta. Por demostrarme que  
el amor y la unión familiar, son muy  
importantes en el día a día:*

*LUCÍA, DIONICIO y GIAN CARLOS.*

*A mis compañeros y amigos, por su ayuda y el apoyo  
moral brindado. Y a los personas e ingenieros de la  
UNPRG que nos guiaron en toda nuestra vida  
universitaria y en especial al Ing. Wesley Salazar  
Bravo por su constante apoyo...*

**G.T.S**



## INDICE

### TOMO I

INTRODUCCIÓN .....	10
CAPITULO I: GENERALIDADES .....	12
1.1. ANTECEDENTES .....	12
1.2. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL PROYECTO .....	12
1.3. OBJETIVOS.....	13
✓ OBJETIVO GENERAL.....	13
✓ OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	13
1.4. UBICACIÓN DEL LUGAR EN ESTUDIO.....	14
✓ UBICACIÓN POLITICA .....	14
✓ UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	16
1.5. INFORMACIÓN BÁSICA .....	16
✓ VIAS DE ACCESO .....	16
✓ RELIEVE DE LA ZONA.....	17
✓ CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA.....	17
✓ ACTIVIDAD SISMICA .....	19
✓ ASPECTOS SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES .....	19
CAPITULO II: ESTUDIO TOPOGRAFICO.....	21
2.1. INFORMACION BASICA .....	21
2.2. PLAN DE TRABAJO.....	21
2.2.1. ETAPA PRELIMINAR.....	21
2.2.2. ETAPA DE TRABAJO DE CAMPO.....	22
2.2.3. ETAPA DE GABINETE .....	25
CAPITULO III: ESTUDIO DE TRÁFICO.....	28
3.1. GENERALIDADES .....	28
3.2. METODOLOGIA .....	28
3.3. ESTACIONES DE CONTEO.....	29
3.4. CONTEO VEHICULAR .....	29
3.4.1. CLASIFICACIÓN VEHICULAR.....	29
3.4.2. ÍNDICE MEDIO DIARIO: IMD.....	30
3.5. CONVERSIÓN A EJES EQUIVALENTES.....	31
3.5.1. FACTORES DE CONVERSIÓN .....	31
3.5.2. EJES EQUIVALENTES.....	33



3.6. CONCLUSIONES.....	34
<b>CAPITULO IV: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....</b>	<b>37</b>
4.1. INTRODUCCIÓN.....	37
4.2. INVESTIGACIONES DE CAMPO.....	37
4.2.1. PUNTOS DE INVESTIGACION .....	37
4.2.2. REGISTRO DE EXCAVACIONES .....	38
4.3. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS DE LABORATORIO .....	38
4.3.2. ENSAYOS PARA DETERMINAR PROPIEDADES MECÁNICAS .....	40
4.3.3. ENSAYOS PARA DETERMINAR PROPIEDADES QUÍMICAS.....	42
4.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	44
<b>CAPITULO V: EVALUACION DE CANTERAS .....</b>	<b>48</b>
5.1. GENERALIDADES .....	48
5.2. CRITERIOS PARA LA EVALUACION DE CANTERAS .....	48
5.3. REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES.....	48
5.4. PLAN DE TRABAJO.....	49
5.5. ANÁLISIS DE CANTERAS .....	49
5.6. CONCLUSIONES.....	51
<b>CAPITULO VI: ANALISIS HIDROLOGICO .....</b>	<b>53</b>
6.1. GENERALIDADES .....	53
6.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS HIDROLÓGICOS.....	55
6.2.1. PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV-KOLMOGOROV .....	58
6.2.2. PRECIPITACION MÁXIMA EN 24 HORAS.....	59
6.2.3. PRECIPITACIÓN DE DISEÑO (mm).....	60
6.2.4. CURVAS DE PRECIPITACIÓN DE DISEÑO .....	61
6.3. INTENSIDAD DE LA LLUVIA (CURVAS IDF).....	63
6.3.1. ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL ANÁLISIS DE LAS TORMENTAS .....	63
6.3.2. INTENSIDAD (mm/h).....	64
6.3.3. CURVAS INTENSIDAD- DURACIÓN-FRECUENCIA.....	64
6.4. TIEMPO DE DURACIÓN DE LLUVIA O TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (T <sub>c</sub> )	65
6.5. ÁREA DE DRENAJE.....	66
6.6. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA .....	66
6.7. CAUDAL DE ESCURRIMIENTO .....	66
6.7.1. MÉTODO RACIONAL .....	66



6.7.2. CALCULO DE CAUDALES DE ESCURRIMIENTO.....	67
<b>CAPITULO VII: ESTUDIO DE DRENAJE PLUVIAL .....</b>	<b>71</b>
7.1. GENERALIDADES .....	71
✓ Consideraciones de drenaje en el diseño de pavimentos .....	71
✓ Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles (mx) .....	71
✓ Coeficientes de drenaje para pavimentos rígidos (Cd) .....	71
✓ Bombeo .....	71
7.2. OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL.....	71
✓ Cunetas.....	72
✓ Alcantarillas .....	72
7.3. CAPTACIÓN EN ZONA VEHICULAR - PISTA .....	72
✓ Orientación del flujo.....	72
✓ Captación y transporte de aguas pluviales .....	72
<b>CAPITULO VIII: DISEÑO VIAL .....</b>	<b>74</b>
8.1. GENERALIDADES .....	74
8.2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS .....	74
8.3. PARÁMETROS DE DISEÑO .....	75
8.3.1. VEHÍCULO DE DISEÑO.....	76
8.3.2. VELOCIDAD DE DISEÑO .....	77
8.3.3. DISTANCIA DE VISIBILIDAD.....	77
8.3.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	78
8.3.5. ALINEAMIENTOS VERTICALES .....	78
8.3.6. TRAZO DE LA RASANTE .....	79
8.3.7. SECCIÓN TRANSVERSAL.....	79
8.3.8. INTERSECCIONES .....	81
8.4. CONCLUSIONES.....	82
<b>CAPITULO IX: DISEÑO DE PAVIMENTO .....</b>	<b>85</b>
9.1. INTRODUCCION.....	85
9.2. PARAMETROS CONSIDERADOS PARA LOS DISEÑO DE PAVIMENTOS ....	85
9.2.1. CBR DE LA SUBRASANTE .....	85
9.2.2. TRAFICO VIAL.....	86
9.2.3. PERIODO DE DISEÑO .....	87
9.3. PAVIMENTO FLEXIBLE .....	87
9.3.1. MÉTODO AASHTO 93: PAV. FLEXIBLE .....	88
9.3.2. MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO.....	100



<b>9.4. PAVIMENTO RIGIDO .....</b>	<b>105</b>
<b>9.4.1. MÉTODO AASHTO 93: PAV. RIGIDO.....</b>	<b>105</b>
<b>9.4.2. MÉTODO PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA) .....</b>	<b>115</b>
<b>9.4.3. DISEÑO DE JUNTAS .....</b>	<b>122</b>
<b>9.4.4. DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO RIGIDO .....</b>	<b>125</b>
<b>CAPITULO X: DISEÑO DE VEREDAS.....</b>	<b>128</b>
<b>10.1. INTRODUCCION.....</b>	<b>128</b>
<b>10.2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA .....</b>	<b>128</b>
<b>10.2.1. PARÁMETROS QUE CONDICIONAN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA .....</b>	<b>128</b>
<b>10.3. SARDINELES DE LAS VEREDAS Y SARDINELES INDEPENDIENTES.....</b>	<b>129</b>
<b>10.4. DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO PARA VEREDAS .....</b>	<b>129</b>
<b>10.5. DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO PARA VEREDAS.....</b>	<b>129</b>
<b>CAPITULO XI: SEÑALIZACION VIAL URBANA.....</b>	<b>132</b>
<b>11.1. INTRODUCCION.....</b>	<b>132</b>
<b>11.2. TIPOS DE SEÑALES.....</b>	<b>132</b>
<b>11.2.1. SEÑALES VERTICALES.....</b>	<b>132</b>
<b>11.2.2. MARCAS EN EL PAVIMENTO.....</b>	<b>133</b>
<b>CAPITULO XII: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>142</b>
<b>12.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>142</b>
<b>12.2. OBJETIVOS .....</b>	<b>142</b>
<b>12.3. GENERALIDADES .....</b>	<b>142</b>
<b>12.3.1. GENERALIDADES .....</b>	<b>142</b>
<b>12.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>149</b>
<b>12.5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....</b>	<b>149</b>
<b>12.6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>152</b>
<b>CAPITULO XIII: EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION .....</b>	<b>154</b>
<b>13.1 GENERALIDADES .....</b>	<b>154</b>
<b>13.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....</b>	<b>154</b>
<b>13.3 ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN.....</b>	<b>154</b>
<b>13.1.1. PAVIMENTO FLEXIBLE.....</b>	<b>154</b>
<b>13.1.2. PAVIMENTO RÍGIDO.....</b>	<b>154</b>
<b>COMPARACIÓN ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>155</b>
<b>COMPARACION TECNICA DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>156</b>
<b>ELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE PAVIMENTO .....</b>	<b>158</b>



---

CONCLUSIONES.....	159
CAPITULO XV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	161
15.1 CONCLUSIONES .....	161
15.2 RECOMENDACIONES .....	163
BIBLIOGRAFIA Y LINKOGRAFIA .....	164
ANEXOS.....	165



## TOMO II

- 01. PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN**
- 02. PLANO DE TOPOGRAFIA**
- 03. PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS**
- 04. PLANO DE UBICACIÓN DE CANTERAS**
- 05. PLANO DE DEMOLICIONES**
- 06. PLANO DE PLANTA GENERAL**
- 07. PLANO DE SECCIONES TÍPICAS**
- 08. PLANO DE PLANTA Y PERFIL**
- 09. PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES**
- 10. PLANO DE DRENAJE SUPERFICIAL**
- 11. PLANO DE VEREDAS Y DETALLES**
- 12. PLANO DE SEÑALIZACIÓN**
- 13. PLANO DE DETALLES DE SEÑALIZACIÓN**



## INTRODUCCIÓN

La elaboración sobre este proyecto de tesis llamada "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL SECTOR LOS LAURELES DE LA LOCALIDAD DE LA PECA, DISTRITO DE LA PECA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, 2018", nos permitió que los conocimientos adquiridos durante nuestros estudios se aplicaran y estudiáramos tanto las nuevas tecnologías como los métodos, técnicas, recomendaciones y normas vigentes en el Perú y en otros países, de manera de contribuir mejor al desarrollo de nuestra comunidad.

En lo referente al temario de la investigación se llega a completar estudios básicos realizados respecto al tráfico, el análisis topográfico, el diseño de los pavimentos y uno de los más resaltantes al estudio de mecánica de suelo esto según lo ha definido la Normativa Nacional de Edificación II.2. Otro de los estudios claves que fueron desarrollados fue el diseño vial urbano, para éste se tomó por principal referencia a los criterios de diseño destacado por la AASHTI 2011 – Urban Roads. eliel II de manera similar, se hizo uso también de los diferentes estudios respecto a hidrología y drenaje, los mismos que fueron imprescindibles para el desarrollo de la evaluación de aguas de escorrentías, asimismo permitió evaluar a las canteras locales y también destacar la valoración del impacto ambiental, de cara a proponer medidas para reducir los impactos que puedan presentarse durante la construcción.

Este documento será de gran utilidad para la Municipalidad Distrital de La Peca en su posterior ejecución, ya que por lo general este tipo de proyectos se ejecutan por etapas (calles-avenidas) permitiendo tener una visión integral de todos los componentes del proyecto, destacando el caso de drenaje pluvial donde se consideran pendientes longitudinales mínimas que permitan la evacuación por gravedad de aguas pluviales.



---

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

---



---

## **CAPITULO I: GENERALIDADES**

### **1.1. ANTECEDENTES**

El Sector Los Laureles del distrito de La Peca, comprende un área de 20 hectáreas. Al día de hoy, este sector cuenta con energía eléctrica, saneamiento y redes de agua potable.

En la actualidad, el Sector Los Laureles no cuenta en sus calles con pavimentación adecuada para el tránsito vehicular, generando incomodidad entre los usuarios del transporte público y particular por la formación de polvo y la presencia de baches en la mayor parte de las vías de la red principal de este sector, añadiéndole los inconvenientes producidos cuando se dan las típicas lluvias de la zona. Este sector no cuenta con un sistema de drenaje pluvial adecuado.

En este sector existen veredas, en un número mínimo de calles. Estas veredas están en mal estado presentado en la actualidad rajaduras y asentamientos a lo largo de su estructura. Dentro del sector en estudios no hay áreas verdes, lo cual no contribuye al ambiente paisajístico ni al impacto visual de la zona.

Debido a las situaciones mencionadas, es que los responsables del presente proyecto, se han visto interesados en realizar el estudio definitivo de la pavimentación de este sector por el grado de beneficio al que se contribuirá a la población afectada.

### **1.2. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL PROYECTO**

Surgió la necesidad de formular el "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL SECTOR LOS LAURELES DE LA LOCALIDAD DE LA PECA, DISTRITO DE LA PECA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, 2018":



### ❖ **¿POR QUÉ?**

Porque actualmente las calles del Sector Los Laureles se encuentran en un estado crítico, presentando baches a lo largo de sus calles lo que ocasiona dificultad en el tránsito de vehículos públicos y particulares. Se genera la aparición de partículas en suspensión lo cual es perjudicial para la población, todo esto debido a la carencia de un sistema eficiente de mantenimiento vial.

### **¿PARA QUÉ?**

Para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal del sector Los Laureles y a su vez de la localidad y el distrito de la Peca, elevando de esta manera el nivel de vida de la población de la zona.

## **1.3. OBJETIVOS**

### ✓ **OBJETIVO GENERAL**

Elaborar el "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL SECTOR LOS LAURELES DE LA LOCALIDAD DE LA PECA, DISTRITO DE LA PECA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, 2018"

### ✓ **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- a. Efectuar un estudio topográfico en el que se determine la configuración del terreno y, de esta forma, la rasante de las vías dónde se llevaran a cabo la pavimentación.
- b. Realizar un estudio del suelo a fin de identificar las características y propiedades del terreno sobre el cual se construirá el pavimento o parte de ella.
- c. Elaboración del estudio de tráfico destinado a establecer el IMDA, el que permitirá disponer de una base para diseñar el pavimento.



- d. Elaborar el Estudio Hidrológico y de Drenaje Pluvial.
- e. Elaborar el diseño de pavimento y veredas.
- f. Elaborar el Estudio de Señalización vial.
- g. Elaborar la Evaluación de Impacto Ambiental
- h. Establecer el presupuesto y, a continuación, elegir la alternativa más fiable y rentable.
- i. Elaborar el cronograma de ejecución de obra y el cronograma valorizado.

#### **1.4. UBICACIÓN DEL LUGAR EN ESTUDIO**

##### **✓ UBICACIÓN POLITICA**

**DEPARTAMENTO : AMAZONAS**

**PROVINCIA : BAGUA**

**DISTRITO : LA PECA**

**SECTOR : LOS LAURELES**

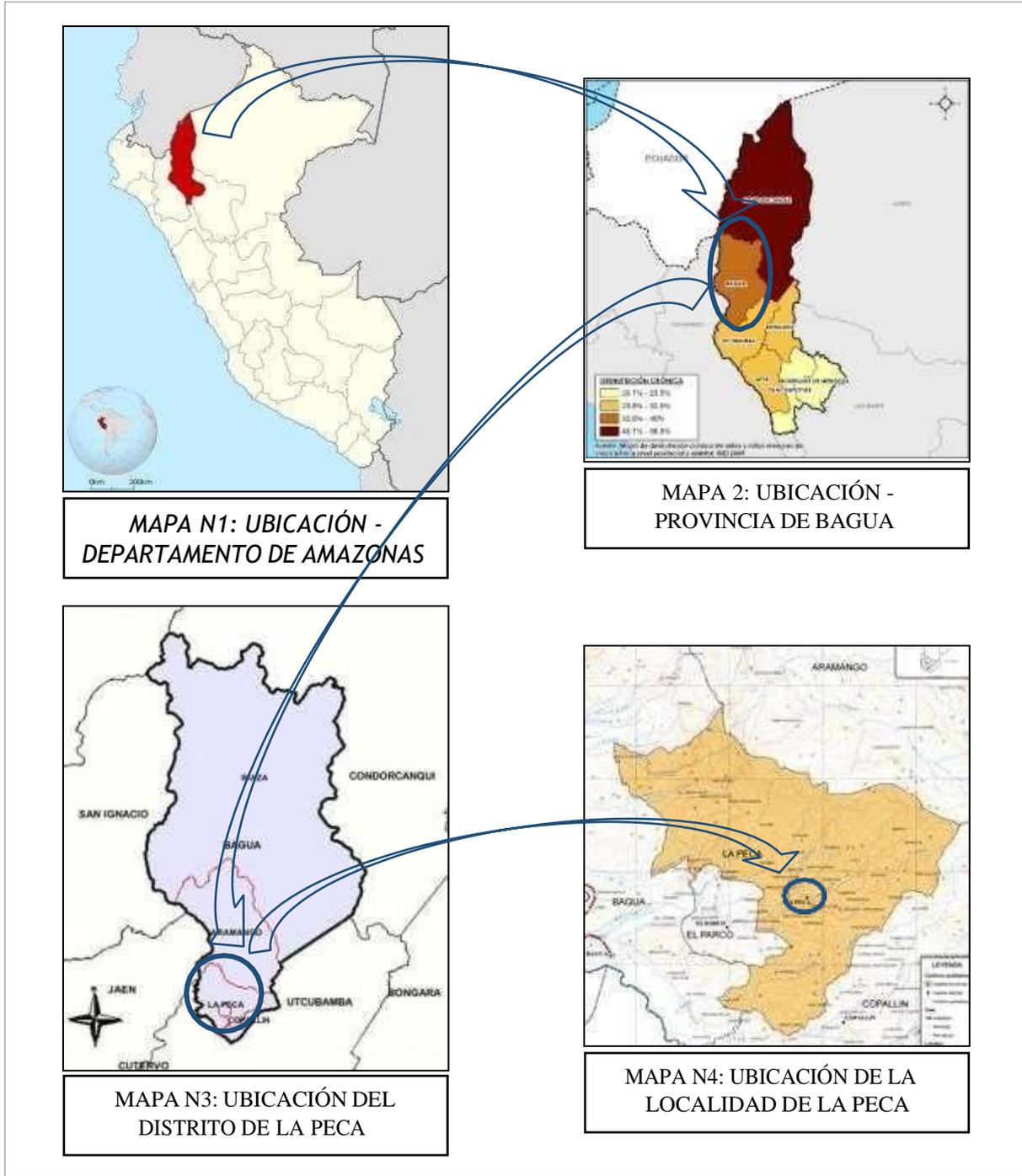


FIGURA N°I-01.- Localización Macro del Proyecto.



*FIGURA I-02.- Micro localización /zona en estudio*

#### ✓ UBICACIÓN GEOGRAFICA

El área de estudio del proyecto "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL SECTOR LOS LAURELES DE LA LOCALIDAD DE LA PECA, DISTRITO DE LA PECA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, 2018", cuya ubicación se encuentra determinada por las siguientes coordenadas en el sistema WGS-84:

- P-1:	Norte : 9379172.714
	Este : 783500.364
- P-4:	Norte : 9379413.116
	Este : 784120.325
- P-5:	Norte : 9379670.012
	Este : 784015.483
- P-11:	Norte : 9379263.971
	Este : 783475.257

### 1.5. INFORMACIÓN BÁSICA

#### ✓ VIAS DE ACCESO



Para el proyecto con denominación de "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL SECTOR LOS LAURELES DE LA LOCALIDAD DE LA PECA, DISTRITO DE LA PECA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, 2018" se cuenta con un acceso que inicia desde la ciudad de Bagua, la cual se lleva a cabo a través de la Ruta N° AM-100: Trayectoria Emp. AM-101 (Bagua) – El Parco – La Peca.

*Tabla I- 01*

<i>RUTA</i>	<i>DISTANCIA</i>	<i>TIPO DE VIA</i>	<i>TIEMPO</i>
<i>Bagua – La Peca</i>	<i>14.20 km</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>25 min.</i>

**Fuente:** Elaboración propia.

✓ **RELIEVE DE LA ZONA**

El distrito posee un relieve propio de ceja de selva, con ligeras pendientes a lo largo de él.

Por su relieve, se clasifica como una zona de topografía ondulada.

✓ **CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA**

En La Peca, los veranos son cortos, muy caliente y secos; los inviernos son largos y caliente y está parcialmente nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 18 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 16 °C o sube a más de 34 °C.

**TEMPERATURA:** La *temporada calurosa* dura 1,6 meses, del 20 de agosto al 9 de octubre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 31 °C. El día más caluroso del año es el 8 de septiembre, con una



temperatura máxima promedio de 32 °C y una temperatura mínima promedio de 19 °C.

**NUBES:** La estación fría dura cinco meses, del 28 de enero al 11 de julio, y la temperatura media diaria es menor que 30 grados centígrados. El día más frío del año es el 9 de julio, con una temperatura media mínima de 18 °C y una máxima temperatura media de 30 °C.

En La Peca, el porcentaje promedio del cielo cubierto de nubes varía mucho a lo largo del año.

La época más concurrida del año en La Peca comienza alrededor del 30 de abril, dura unos 5 meses, y termina alrededor del 8 de octubre. El 4 de agosto, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado 69% del tiempo y nublado 31% del tiempo.

La temporada más nevada del año comienza alrededor del 8 de octubre, dura aproximadamente 6 meses y termina alrededor del 30 de abril. El 14 de febrero, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado. El 83% de las veces es despejado y el 17% parcialmente nublado.

La parte *más nublada* del año comienza aproximadamente el *8 de octubre*; dura *6,7 meses* y se termina aproximadamente el *30 de abril*. El *14 de febrero*, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 83% del tiempo y *despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado* el 17% del tiempo.



## **PRECIPITACIÓN:**

Su temporada de mayor lluvia dura 6,9 meses, del 9 de octubre al 5 de mayo, siendo la probabilidad de un día de lluvia superior al 20%. La probabilidad más alta de un día lluvioso es del 37% el 2 de marzo.

La estación más seca dura 5,1 meses, del 5 de mayo al 9 de octubre. El 25 de julio, es el día donde se presenta la probabilidad mínima de un día de lluvia cuyo valor es del 4%.

### **✓ ACTIVIDAD SISMICA**

De acuerdo con la zonificación peruana de estructuras (CAPITULO III: Diseño Sismo Resistente ), la ubicación del estudio corresponde a Zona 2, porque el Departamento de Amazonas se encuentra dentro de esta zonificación.

### **✓ ASPECTOS SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES**

La actividad productiva más importante de la zona es la agropecuaria, que incluye cafetalera, cacao y ganadera bovina, como, así como otras actividades agrícolas, agroindustriales y artísticas que proporcionan alimentos a muchas familias.

En el distrito de LA PECA se tiene extensiones agrícolas considerables destinadas al cultivo de café, piña, cacao y frutales alberga una considerable población de vacunos destinados a la producción de leche, y carne que son criados bajo un sistema estrictamente extensivo.

En el distrito de LA PECA se tiene valles muy ricos para potencializar la actividad agrícola y valles con un alto potencial forrajero para el desarrollo de la ganadería.



---

# CAPITULO II

## ESTUDIO TOPOGRAFICO

---



## **CAPITULO II: ESTUDIO TOPOGRAFICO**

### **2.1. INFORMACION BASICA**

Para la elaboración del proyecto es necesario conocer la forma y características del terreno en análisis, enmarcado dentro de lo que es el Estudio Topográfico del Sector Los Laureles.

Para dicho Estudio se realizó el levantamiento topográfico del Sector Los Laureles para el cual se usó una Estación Total TS02 LEICA, la cual nos permitió medir las coordenadas y cotas de los puntos tomados.

El producto de este estudio, serán los planos, los cuales nos darán a conocer las características de la zona y nos servirán como herramienta fundamental para determinar tanto las pendientes de la rasante, así como la dirección del flujo de agua.

### **2.2. PLAN DE TRABAJO**

A lo largo de la ejecución del proyecto se contemplaron las etapas siguientes:

- Fase preliminar
- Fase de trabajo de campo
- Fase de gabinete

#### **2.2.1. FASE PRELIMINAR**

En el desarrollo de esta etapa se tomaron en consideración a los siguientes aspectos:

##### **A) RECOPIACION DE INFORMACION EXISTENTE**

Consistió en la obtención de todo tipo de información de fuentes confiables, lo cual aportará para tener sustento en el desarrollo del estudio, además ayudará a que se obtengan respuestas previas a la investigación esta puede hacer desarrollada y presentada de la manera adecuada favoreciendo la investigación en el tema desarrollar.

Se obtuvo los datos siguientes:



- Referencia del plan existente en la zona, los mismos que fueron otorgados por la municipalidad.

## **B) RECONOCIMIENTO PRELIMINAR**

En lo que respecta al reconocimiento preliminar se destacó la verificación de la situación actual de la zona donde se desarrollará la investigación, para lo cual se realizó una previa inspección y se hizo un recorrido del área donde se realizará el proyecto, esto con el propósito de que se pueda planificar de manera adecuada el trabajo y lograr ubicar las diferentes marcas o hitos que ayudarán a los vértices en nuestra poligonal de apoyo.

### **2.2.2. ETAPA DE TRABAJO DE CAMPO**

El trabajo de campo consiste generalmente en establecer puntos de control horizontal y vertical.

Las funciones que se integraron en el trabajo es el siguiente:

- Realizar la ubicación de 02 Puntos Geodésicos que a la vez serán nuestros BM's.
- Establecer una red de puntos de apoyo, tomando en consideración la planimetría y altimetría. (Poligonal de Apoyo)

La Lectura de datos se realizó con los siguientes equipos:

- 01 GPS Trimble R8
- 01 estación Total TS02 LEICA
- 02 prismas
- 02 winchas (8m, 50m)
- 02 trípodes de aluminio
- 01 libreta de campo
- Clavos con sombrero
- 01 cámara fotográfica digital



## METODOLOGIA DE TRABAJO

Se logró destacar que los puntos de control que se ubicaron en la zona de estudio, fue una zona adecuada para su fácil uso futuro en la estructura y replanteos en la ejecución del proyecto.

Para ubicar de forma precisa las coordenadas UTM se utilizó el Sistema de Posicionamiento Global, con puntos de referencia: BM's, en el que se realizó la elevación topográfica. Estos BM's son los siguientes:

*Tabla N° II-01.- Puntos de referencia y BM's*

<i>ESTACION</i>	<i>ESTE</i>	<i>NORTE</i>	<i>COTA</i>
<i>BM – 01</i>	<i>783237.395</i>	<i>9379074.947</i>	<i>818.440</i>
<i>BM – 02</i>	<i>783856.454</i>	<i>9379298.959</i>	<i>871.599</i>

*Fuente: Elaboración propia.*

Para obtener la coordenada se registro la lectura con el GPS Trimble R8, él cuál nos permite tener los Puntos Geodésicos para posteriormente validarlos frente al IGP (Instituto Geofísico Peruano). De esta manera se garantiza un correcto levantamiento topográfico del área del proyecto.

Tras la utilización del GPS, la localización y el levantamiento de los puntos, fue posible localizarlos en comparación con el resto de los puntos que conforman la red de puntos de apoyo en el presente proyecto.

Esta acción permite, hacer un levantamiento topográfico adecuado que favorecerá al proyecto que se planteará y también actúa como parte principal de investigación de campo.

## APOYO PLANIMETRICO

Con el propósito de que se disponga de un mayor control planimétrico en el levantamiento topográfico de la zona donde se desarrollará el proyecto, se ha



tomado en consideración el registro de diferentes estaciones donde se resalten los valores de medición que reflejarán las estaciones de apoyo

**Tabla N° II-02.- Estaciones de apoyo**

<b>ESTACION</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	783500.364	9379172.714	E-01
2	783595.741	9379199.743	E-02
3	783683.682	9379232.960	E-03
4	783555.809	9379292.590	E-04
5	783644.034	9379324.502	E-05
6	783730.651	9379347.876	E-06
7	783612.309	9379409.018	E-07
8	783701.564	9379440.135	E-08
9	783621.085	9379508.437	E-09
10	783784.898	9379470.752	E-10
11	783867.042	9379509.110	E-11
12	783653.660	9379563.149	E-12
13	783941.713	9379332.779	E-13
14	784047.505	9379580.316	E-14
15	783962.851	9379545.110	E-15
16	783904.870	9379423.802	E-16
17	783925.439	9379633.351	E-17
18	783997.088	9379461.568	E-18
19	784077.262	9379492.398	E-19
20	784023.526	9379364.511	E-20

**Fuente:** Elaboración propia.

## **ALTIMETRIA**

En el proceso de análisis y representación de la configuración del terreno, es sumamente importante que se desarrolle un levantamiento altimétrico el cual ayudará a identificar el relieve del terreno en donde se ejecutará el proyecto y este puede ser establecido con las medidas adecuadas en el plano por medio de las curvas de nivel, favoreciendo así al estudio de la pavimentación.



Para este proceso se ha considerado un BM, donde se destaca una elevación aproximada de 871,599 m.s.n.m. Asimismo se ha establecido que mediante esta altura se ha logrado identificar la cota de un punto fijo el cual pertenece a una estación, es a partir de esta referencia donde se indica la nivelación apropiada para el proyecto a desarrollar.

### **2.2.3. ETAPA DE GABINETE**

Fundamentalmente consta de los siguientes trabajos:

#### **A) EXPORTACION DE DATA TOPOGRAFICA**

Se realizó la exportación de la información en el levantamiento topográfico, lo cual se hizo directamente de la Estación Total TS02 LEICA al programa Microsoft Excel en el formato PENZD (punto, este, norte, cota, descripción). Una vez exportado el archivo en formato Excel se procede a hacer una nueva exportación, esta vez al software AutoCAD Civil 3D 2018.

#### **B) PROCESAMIENTO DE DATOS**

##### **- Triangulación**

Los triángulos están formados mediante unas reglas de triangulación propia del software AutoCAD Civil 3D 2018. La edición se realizará teniendo en cuenta la configuración real del terreno.

##### **- Curvas de nivel**

Una vez editada la triangulación se obtienen las curvas de nivel.

#### **C) PEFIL LONGITUDINAL**

Son representaciones graficas del corte que genera en el terreno los planos verticales que contienen ejes de obras lineales. En este perfil se vincula



altimétricamente la rasante o líneas teóricas que se quieren lograr con la traza o líneas reales del terreno.

#### **D) TRAZO DE LA SUBRASANTE**

Con el perfil longitudinal del terreno dibujado, se dan las condiciones para ubicar la subrasante; Esto se puede definir como la línea de intersección del plano vertical que atraviesa el eje de la autopista con el plano que discurre por la plataforma que se está construyendo, que está conformada por pendiente rectas unidas por arcos de curvas parabólicas verticales. El perfil irregular del terreno ha sido reemplazado por un plan uniforme.

La subrasante determina cómo se debe modificar el terreno y sirve de referencia para determinar la corte y alturas de relleno de cada estaca; si es inferior al perfil del terreno, debe elevarse hasta llegar a él.

#### **E) SECCIONES TRANSVERSALES**

Las cotas en el camino se obtuvieron cuando se definió el trazo de la subrasante, pero es necesario definir un tramo transversal en el que se incluyan todos los elementos que formarán parte del pavimento, tales como: ancho de veredas, ancho de estacionamientos, ancho de áreas verdes, ancho de calzada, pendientes transversales en corte o relleno, etc.



---

# CAPITULO III

## ESTUDIO DE TRÁFICO

---

---



---

## **CAPITULO III: ESTUDIO DE TRÁFICO**

### **3.1. GENERALIDADES**

La demanda de tráfico es un factor esencial que debe entenderse con relativa y suficiente precisión para exitosamente planificar y diseñar la estructura del pavimento y la geometría de la carretera.

El estudio de tráfico, consiste en hacer un conteo vehicular para conocer el volumen de tráfico existente y a partir de éste, proyectarlo hasta el periodo de diseño de la estructura del pavimento. Se consideró necesario establecer 02 estaciones de conteo, ubicadas en intersecciones de calles y avenidas que presentan mayor tráfico vehicular, realizándose el conteo durante 04 días continuos, las 24 horas del día.

El volumen vehicular obtenido por tipo de vehículo, de acuerdo a la clasificación publicada por el MTC, es expresado en términos de Índice Medio Diario (IMD) que posteriormente será convertido a número de Ejes Equivalentes (EE).

Los EE se obtienen de multiplicar el IMD por factores como el crecimiento poblacional y económico enmarcado dentro de un periodo de diseño; además de otros factores que dependen de la vía y del peso de los vehículos que transitan por ella.

### **3.2. METODOLOGIA**

Al realizar el estudio de tráfico es necesario adoptar la siguiente metodología:

- a. Buena localización de la Estación de conteo.
- b. Recopilación de la información referida al número de vehículos, clase y ejes.
- c. Cálculo del factor necesario para convertir de IMD a ESAL.



### 3.3. ESTACIONES DE CONTEO

Después de haber realizado el reconocimiento de campo e identificado las avenidas y calles con mayor flujo vehicular, se establecieron dos estaciones de conteo que fueron ubicadas como se detalla a continuación:

- Estación 01: Intersección Calle Marañón y Calle Simón Bolívar.
- Estación 02: Intersección Calle Ayacucho y Calle Ramón Castilla.

*Figura N° III-01: Estaciones para el Conteo de tráfico.*



### 3.4. CONTEO VEHICULAR

#### 3.4.1. CLASIFICACIÓN VEHICULAR

En la referencia a la clasificación vehicular estos se encuentran representados acordes al tipo de transporte de pasajeros o al del transporte categorizado por mercaderías, tomando en consideración características como el peso y el



número de ejes, es de esta forma como se logran categorizar a dos tipos de vehículos destacando así a los vehículos ligeros y a los vehículos pesados.

#### **A. VEHÍCULOS LIVIANOS**

En lo referente a los vehículos livianos, para el presente estudio se han tomado en consideración a los siguientes tipos:

- **Automóviles (Ap):** Presentan 02 ejes simples de 1.6 toneladas cada uno (2.2046 kips).
- **Vehículos de carga liviana (Ac):** Presentan 2 ejes simples de 1.6 toneladas (3.52736 kips) el anterior y 3.3 toneladas (7.27518 kips) el posterior; empleado generalmente a la hora de transportar cargas ligeras. En esta categoría, los vehículos como las pick-ups, combi rural y camioneta se consideran para los estudios de tráfico.

#### **B. VEHÍCULOS PESADOS**

Los vehículos pesados constatados en este proyecto son camiones.

- **Camión (C2):** poseen 2 ejes simples de 7 toneladas (15.4322 kips) el anterior y 11 toneladas (24.2506 kips) el posterior.
- **Camión (C3):** poseen 1 eje anterior simple de 7 toneladas (15.4322 kips) y un eje posterior tándem de 18 toneladas (39.6828 kips).

#### **3.4.2. ÍNDICE MEDIO DIARIO: IMD**

Se muestran a continuación las tablas resumen del conteo de tráfico de cada estación, la información obtenida de campo se encuentra anexada al final.



**Tabla N°III-03: IMD por estación de conteo**

<i>ESTACION</i>	<i>IMD (veh/día)</i>
01	74
02	27

### 3.5. CONVERSIÓN A EJES EQUIVALENTES

Son factores de equivalencia, los cuales representan el factor destructivo sobre la estructura del pavimento de las diferentes cargas por eje que componen cada tipo de vehículo pesado.

#### 3.5.1. FACTORES DE CONVERSIÓN

Los EE se obtienen de multiplicar el IMD por factores como el crecimiento poblacional y económico enmarcado dentro de un periodo de diseño; además de otros factores que dependen de la vía y del peso de los vehículos que transitan por ella; los que son detallados a continuación:

##### A. FACTOR DE CRECIMIENTO

Se logra resaltar que las magnitudes de tránsito inicial se encuentran influidas por el factor de crecimiento, él mismo quien se encuentra en función a la tasa de crecimiento que presenta una población, de igual manera, el factor de crecimiento se relaciona directamente con el PBI regional y este puede ser estimado tomando en consideración a la siguiente fórmula:

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

Dónde:

- r: representa la tasa de Crecimiento
- n: es el número de periodo de diseño



### ***B. FACTOR SENTIDO***

En las vías de doble sentido, según la metodología AASHTO, Se considera una distribución del 50% del tráfico para cada dirección.

En algunos casos, puede oscilar entre el 0,3% y el 0,7%, dependiendo de qué dirección tenga la mayor proporción. de vehículos cargados.

En nuestro caso, el valor del 50% se asume en cada sentido.

### ***C. FACTOR CAMIÓN***

Es el parámetro empírico que permite la conversión del tráfico del mundo real en aplicaciones equivalentes al eje de referencia para el diseño de pavimentos. El factor camión es el número de ejes de referencia equivalentes simples (80Kn o 18 kips) que causarían daños en el pavimento equivalentes a un paso de un vehículo comercial de tamaño mediano. El factor camión considerado por tipo de vehículo, se muestra a continuación:



**Tabla N° III-03: Factor Camión**

<b>Tipo Vehículo</b>	<b>Fact. Camión</b>
<i>Auto</i>	<i>0.000580</i>
<i>Camioneta</i>	<i>0.025090</i>
<i>Combi</i>	<i>0.025090</i>
<i>Bus 2E</i>	<i>3.695969</i>
<i>Bus 3E</i>	<i>1.811709</i>
<i>Bus 4E</i>	<i>2.352378</i>
<i>C2</i>	<i>3.695969</i>
<i>C3</i>	<i>2.560401</i>
<i>C4</i>	<i>1.831249</i>
<i>T2S1</i>	<i>6.851269</i>
<i>T2S2</i>	<i>5.715701</i>
<i>T2S3</i>	<i>5.490919</i>
<i>T3S1</i>	<i>5.715701</i>
<i>T3S2</i>	<i>4.580133</i>
<i>T3S3</i>	<i>4.355351</i>
<i>C2R2</i>	<i>10.006569</i>
<i>C2R3</i>	<i>8.871001</i>
<i>C3R2</i>	<i>8.871001</i>
<i>C3R3</i>	<i>7.735433</i>

### **3.5.2. EJES EQUIVALENTES**

En las tablas mostradas a continuación se presenta el número de ejes equivalentes para cada estación de conteo vehicular, en las que se observan los factores considerados por tipo de vehículo.



**Tabla N° III-04: Conversión de cargas E-01 a ejes equivalentes de carga.**

TIPO DE VEH.	IMDa	x365	F. Carril	F.S	F. Crec.	F.C	ESAL
Ap	39.00	14 235	1.00	0.50	24.76	0.000580	103
Camioneta	23.00	8 395	1.00	0.50	24.76	0.025090	2 608
Combi	-	0	1.00	0.50	24.76	0.025090	0
B2	-	0	1.00	0.50	33.42	3.695969	0
C2	12.00	4 380	1.00	0.50	33.42	3.695969	270 488
C3	-	0	1.00	0.50	33.42	2.560401	0
C4	-	0	1.00	0.50	33.42	1.831249	0
T3S3	-	0	1.00	0.50	33.42	4.355351	0
C3R2	-	0	1.00	0.50	33.42	8.871001	0
<i>ESALs de diseño (W18) =</i>							<b>273 199</b>

**Tabla N° III-05: Conversión de cargas E-02 a ejes equivalentes de carga.**

TIPO DE VEH.	IMDa	x365	F. carril	F.S	F. crec.	F.C	ESAL
Ap	17.00	6 205	1.00	0.50	24.76	0.000580	45
Camioneta	5.00	1 825	1.00	0.50	24.76	0.025090	567
Combi	-	0	1.00	0.50	24.76	0.025090	0
B2	-	0	1.00	0.50	33.42	3.695969	0
C2	5.00	1 825	1.00	0.50	33.42	3.695969	112 704
C3	-	0	1.00	0.50	33.42	2.560401	0
C4	-	0	1.00	0.50	33.42	1.831249	0
T3S3	-	0	1.00	0.50	33.42	4.355351	0
C3R2	-	0	1.00	0.50	33.42	8.871001	0
<i>ESALs de diseño (W18) =</i>							<b>113 316</b>

### 3.6. CONCLUSIONES

- a. La investigación del censo de vehículos indica que el tráfico de vehículos ligeros es el de mayor circulación (autos y camionetas pickup). Del mismo modo se observa la alta incidencia de tráfico de vehículos menores motorizados como las mototaxis y motos lineales; por ello se estableció un parámetro de equivalencia que considera a 4 mototaxis = 1 auto, el resultado de esta equivalencia ha sido agregado en la categoría Ap.
- b. El Índice Medio Diario calculado en cada estación de conteo se muestra a continuación:



**Tabla N°III-06: IMD por estación de conteo.**

<b>ESTACION</b>	<b>IMD (veh/día)</b>
01	74
02	27

c. Las Tasas consideradas en el cálculo de los factores de crecimiento poblacional y económico para la proyección del tráfico, son:

- Tasa de Crecimiento poblacional:  $r(\text{pob}) = 2.19\%$
- Tasa de Crecimiento económico:  $r(\text{PBI}) = 5.1\%$

d. El número de ejes equivalentes en cada estación de conteo se muestra a continuación:

**Tabla N° III-07: N° de ejes equivalentes por estación de conteo.**

<b>ESTACION</b>	<b>IMD (veh/día)</b>	<b>ESAL</b>
E-01	74	$2.73 \times 10^5$
E-02	27	$1.13 \times 10^5$

e. Para el diseño de pavimentos de avenidas será asumido el valor de ESAL de la estación 01 igual a  $2.73 \times 10^5$ , y para el caso de calles el valor de la estación 02 igual a  $1.13 \times 10^5$ .



---

# CAPITULO IV

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

---



## **CAPITULO IV: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

### **4.1. INTRODUCCIÓN**

El presente capítulo describe la exploración y muestreo del suelo subyacente del área del proyecto: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL SECTOR LOS LAURELES, DE LA LOCALIDAD DE LA PECA, DISTRITO DE LA PECA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, 2018". Se han excavado 16 puntos de exploración a una profundidad de 1.50 m debajo del nivel de Terreno natural en concordancia a lo estipulado por la norma CE. 010 pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones, encontrándose preliminarmente 1 tipo de estrato en la mayoría de puntos de exploración.

Las muestras extraídas fueron clasificadas de acuerdo a los Sistemas SUCS y AASHTO, para posteriormente poder evaluarlas y establecer características físicas, mecánicas y químicas del terreno natural que tendrá la función de cimiento de la estructura del pavimento. Con ello se podrá conocer la capacidad de soporte o resistencia de los suelos, la compactación adecuada durante la ejecución de la obra, determinar si es necesario mejorar el suelo de fundación, escoger adecuadamente los materiales constituyentes de la estructura, etc.

Los puntos de exploración considerados son presentados en el plano de ubicación de calicatas, los resultados de los ensayos de laboratorio realizados y los perfiles estratigráficos se encuentran adjuntos en el Anexo.

### **4.2. INVESTIGACIONES DE CAMPO**

#### **4.2.1. PUNTOS DE INVESTIGACION**

Según el área del proyecto que comprende aproximadamente 20Ha, se han estudiado dieciséis (16) puntos de exploración, encontrándose preliminarmente dos tipos de estrato en cada uno, siendo un total de 21 muestras. Los puntos de investigación consisten en calicatas de 1.50m de



profundidad de las que se han extraído 21 muestras alteradas tipo Mab de 3 kg por estrato para realizar los estudios de mecánica de suelos, 03 muestras tipo Mit para realizar el ensayo de corte directo y 6 muestras tipo Mab de 30 kg para los ensayos de CBR y Proctor modificados de las calicatas C07, C09, C10, C11, C14, C15.

#### 4.2.2. REGISTRO DE EXCAVACIONES

A continuación, se especifica la profundidad de los estratos identificados en cada calicata con su respectiva ubicación.

*Tabla N° IV-02: Registro de excavaciones.*

<b>CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>UBICACIÓN</b>
C - 1	M1	0.15 – 0.65	JIRON JORGE CHAVEZ - CALLE RAMON CASTILLA
	M2	0.65 – 1.50	
C - 2	M1	0.15 – 0.70	JIRON PROGRESO
	M2	0.70 – 1.50	
C - 3	M1	0.15 – 1.50	JIRON IQUITOS
C - 4	M1	0.10 – 1.50	JIRON IQUITOS - CALLE SIMON BOLIVAR
C - 5	M1	0.30 – 1.00	CALLE SAN FELIPE - CALLE RAMON CASTILLA
	M2	1.00 – 1.70	
C - 6	M1	0.10 – 1.50	CALLE SAN FELIPE - CALLE BOLOGNESI
C - 7	M1	0.10 – 1.65	CALLE SAN FELIPE - CALLE S/N
C - 8	M1	0.15 – 1.55	CALLE MARAÑON
C - 9	M1	0.15 – 0.60	CALLE MARAÑON - CALLE SIMON BOLIVAR
	M2	0.60 – 1.50	
C - 10	M1	0.10 – 1.50	CALLE MARAÑON
C - 11	M1	0.15 – 1.50	CALLE LIMA - CALLE RAMON CASTILLA
C - 12	M1	0.10 – 1.50	CALLE LIMA - CALLE BOLOGNESI
C - 13	M1	0.15 – 1.50	CALLE AYACUCHO
C - 14	M1	0.10 – 0.75	CALLE SIMON BOLIVAR - CALLE AYACUCHO
	M2	0.75 – 1.50	
C - 15	M1	0.10 – 1.50	CALLE ALVAREZ JULIAN
C - 16	M1	0.10 – 1.50	CALLE ALVAREZ JULIAN - CALLE

#### 4.3. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS DE LABORATORIO



Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos y de Pavimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" en donde se realizaron los ensayos necesarios para conocer sus características físicas y mecánicas y poder clasificarlas de acuerdo a los Sistemas SUCS y AASHTO.

#### **4.3.1. ENSAYOS PARA DETERMINAR PROPIEDADES FÍSICAS**

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Ensayo de Contenido de humedad (MTC E 108)
- Ensayo de Análisis Granulométrico por tamizado. (MTC E 107)
- Ensayo de Limite Líquido (MTC E 110; ASTM D-4318)
- Ensayo de Limite Plástico (MTC E 111; ASTM D-4318)
- Ensayo de Clasificación SUCS
- Ensayo de Clasificación AASHTO

#### **✓ RESUMEN DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO**

Tal como se observa, respecto a la tabla N° IV-09, se visualiza la clasificación SUCS y AASHTO de los estratos del suelo de cada punto de exploración y el resumen de las propiedades físicas analizadas.

***Tabla N°IV-03: Clasificación de los suelos según Índice de Grupo.***



#### **4.3.2. ENSAYOS PARA DETERMINAR PROPIEDADES MECÁNICAS.**

Para el desarrollo de los ensayos estos fueron desarrollados dentro de las instalaciones del laboratorio de mecánicas de suelos y en el laboratorio de pavimentos de la escuela profesional de ingeniería de la UNPRG. Para este proceso se tomaron en consideración el desarrollo de los siguientes ensayos:

- Corte Directo (MTC E123)
- Compactación Proctor Modificado (MTC E115)
- Californian Bearing Ratio (MTC E132)

#### **✓ *RESUMEN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO***

##### **CORTE DIRECTO**

Los parámetros asumidos y los obtenidos del ensayo de corte directo para determinar la capacidad portante son:

##### **a. Parámetros asumidos:**



- Ancho Zapatas Cuadradas (B, L): 1.60 m.
- Profundidad de desplante (Df): 1.50 m.
- Factor de seguridad (FS): 3.00

**b. Datos del ensayo de corte directo:**

**CALICATA C-04**

- Cohesión: 2.26 ton/m<sup>2</sup>
- Ángulo de fricción interna: 34.72°grados
- Peso volumétrico natural: 1.829 ton/m<sup>3</sup>
- Peso volumétrico saturado: 2.110 ton/m<sup>3</sup>
- Factores de carga: N<sup>'</sup>q = 20.00;  
N<sup>'</sup>c = 10.2; N<sup>'</sup>w = 4.1

**CALICATA C-08**

- Cohesión: 2.217 ton/m<sup>2</sup>
- Ángulo de fricción interna: 11.84°grados
- Peso volumétrico natural: 1.689 ton/m<sup>3</sup>
- Peso volumétrico saturado: 1.990 ton/m<sup>3</sup>
- Factores de carga: N<sup>'</sup>q = 8.2;  
N<sup>'</sup>c = 3.8; N<sup>'</sup>w = 0.00

**CALICATA C-15**

- Cohesión: 4.64 ton/m<sup>2</sup>
- Ángulo de fricción interna: 16.47°grados
- Peso volumétrico natural: 1.652 ton/m<sup>3</sup>
- Peso volumétrico saturado: 1.95 ton/m<sup>3</sup>
- Factores de carga: N<sup>'</sup>q = 2.65;  
N<sup>'</sup>c = 9.51; N<sup>'</sup>w = 1.32

Por lo tanto, los valores de capacidad portante del suelo predominante en la zona del proyecto son:

***Tabla N<sup>o</sup> IV-04: Capacidad portante del suelo***



<i>Calicata</i>	<i>qadm zapatas kg/cm2</i>	<i>qadm c. corrido kg/cm2</i>
<i>C-04</i>	<i>1.440</i>	<i>1.368</i>
<i>C-08</i>	<i>0.929</i>	<i>0.809</i>
<i>C-15</i>	<i>1.410</i>	<i>1.355</i>

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO**

**Tabla N°IV-05.- Resultados de Ensayo de Próctor Modificado.**

<i>CALICATA</i>	<i>ENSAYO</i>	<i>SUCS</i>	<i>ASSHTO</i>	<i>MDS (ton/m3)</i>	<i>OCH (%)</i>
<i>C-07</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>MH</i>	<i>A-7-5 (27)</i>	<i>1.69</i>	<i>17.40</i>
<i>C-09</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>SM</i>	<i>A-4 (0)</i>	<i>2.13</i>	<i>8.09</i>
<i>C-10</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>CL</i>	<i>A-7-6 (25)</i>	<i>1.80</i>	<i>14.15</i>
<i>C-11</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>ML</i>	<i>A-7-6 (11)</i>	<i>1.77</i>	<i>14.26</i>
<i>C-14</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>CL</i>	<i>A-7-6 (10)</i>	<i>1.69</i>	<i>16.16</i>
<i>C-15</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>MH</i>	<i>A-7-5 (8)</i>	<i>1.69</i>	<i>17.68</i>

**CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR**

**Tabla N°IV-06. Resultados de Ensayos de CBR.**

<i>CALICATA</i>	<i>ENSAYO</i>	<i>TIPO DE SUELO</i>	<i>ASSHTO</i>	<i>Penetración</i>	<i>CBR (100%MDS)</i>	<i>CBR (95%MDS)</i>
<i>C-07</i>	<i>CBR</i>	<i>MH</i>	<i>A-7-5 (27)</i>	<i>0.1"</i>	<i>6.19%</i>	<i>4.72%</i>
				<i>0.2"</i>	<i>6.37%</i>	<i>4.91%</i>
<i>C-09</i>	<i>CBR</i>	<i>SM</i>	<i>A-4 (0)</i>	<i>0.1"</i>	<i>31.94%</i>	<i>23.00%</i>
				<i>0.2"</i>	<i>32.82%</i>	<i>24.00%</i>
<i>C-10</i>	<i>CBR</i>	<i>CL</i>	<i>A-7-6 (25)</i>	<i>0.1"</i>	<i>7.08%</i>	<i>6.30%</i>
				<i>0.2"</i>	<i>7.46%</i>	<i>6.60%</i>
<i>C-11</i>	<i>CBR</i>	<i>ML</i>	<i>A-7-6 (11)</i>	<i>0.1"</i>	<i>10.04%</i>	<i>7.71%</i>
				<i>0.2"</i>	<i>10.76%</i>	<i>8.00%</i>
<i>C-14</i>	<i>CBR</i>	<i>CL</i>	<i>A-7-6 (10)</i>	<i>0.1"</i>	<i>5.76%</i>	<i>5.18%</i>
				<i>0.2"</i>	<i>6.26%</i>	<i>5.68%</i>
<i>C-15</i>	<i>CBR</i>	<i>MH</i>	<i>A-7-5 (8)</i>	<i>0.1"</i>	<i>6.42%</i>	<i>5.81%</i>
				<i>0.2"</i>	<i>6.91%</i>	<i>6.22%</i>

**4.3.3. ENSAYOS PARA DETERMINAR PROPIEDADES QUÍMICAS**



Al realizar las visitas de campo y las excavaciones en los diversos puntos de exploración se pudo apreciar el afloramiento de gran cantidad de sales en el suelo, por lo que se creyó conveniente la realización de los ensayos químicos para conocer la agresividad de éstos, en contacto con las estructuras de concreto proyectadas.

✓ **RESUMEN DE PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO**

**Tabla N°IV-07. Resultados de Ensayo: Sales Solubles Totales (%).**

<b>CALICATA</b>	<b>ESTRATO</b>	<b>SAL (%)</b>
C-01	E1-C1	0.15 %
	E2-C1	0.05 %
C-02	E1-C2	0.10 %
	E2-C2	0.06 %
C-03	E1-C3	0.03 %
C-04	E1-C4	0.05 %
C-05	E1-C5	0.06 %
	E2-C5	0.03 %
C-06	E1-C6	0.07 %
C-07	E1-C7	0.04 %
C-08	E1-C8	0.11 %
C-09	E1-C9	0.05 %
	E2-C9	0.05 %
C-10	E1-C10	0.12 %
C-11	E1-C11	0.06 %
C-12	E1-C12	0.13 %
C-13	E1-C13	0.05 %
C-14	E1-C14	0.03 %
	E2-C14	0.09 %
C-15	E1-C15	0.05 %
C-16	E1-C16	0.16 %



#### 4.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizó 16 puntos exploratorios que consiste en calicata de 1.50 m de profundidad en donde se identificó una totalidad de 21 estratos de los que se hicieron los estudios necesarios para determinar sus Propiedades Físicas, mecánicas y químicas.
- Con el resultado obtenido en el ensayo para establecer la propiedad física, la muestra del suelo extraído se estructuro de acuerdo se presenta:
- Según al SUCS: las clases de suelo predominantes son granos finos fino CL, ML, SM y MH Arcilla inorgánica de baja plasticidad y Limos Inorgánicos de alta plasticidad respectivamente.
- Acorde con la clasificación AASHTO el suelo predominante es A-7-6 y A-7-5 con un índice de grupo oscilando entre 08 y 27 por tanto se les atribuye una estimación como subrasante regular. En sectores menores se encontró suelo clasificado A-4 con índice de grupo 0; de acuerdo a ello tienen la correspondiente caracterización como subrasante pobre.
- Para conocer la resistencia y comportamiento del suelo ante las sollicitaciones de carga se realizaron los ensayos de Próctor Modificado MTC E 115 y CBR MTC E 132. De igual manera, se resalta que los Valores de Máxima Densidad Seca obtenido para Contenido de Humedad Óptimo en la muestra ensayada son como sigue a continuación:

*Tabla N°IV- 08. Resultados de Ensayo de Próctor Modificado.*



<i>CALICATA</i>	<i>ENSAYO</i>	<i>SUCS</i>	<i>ASSHTO</i>	<i>MDS(ton/m3)</i>	<i>OCH (%)</i>
<i>C-07</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>MH</i>	<i>A-7-5 (27)</i>	<i>1.69</i>	<i>17.40</i>
<i>C-09</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>SM</i>	<i>A-4 (0)</i>	<i>2.13</i>	<i>8.09</i>
<i>C-10</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>CL</i>	<i>A-7-6 (25)</i>	<i>1.80</i>	<i>14.15</i>
<i>C-11</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>ML</i>	<i>A-7-6 (11)</i>	<i>1.77</i>	<i>14.26</i>
<i>C-14</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>CL</i>	<i>A-7-6 (10)</i>	<i>1.69</i>	<i>16.16</i>
<i>C-15</i>	<i>Próctor Modificado</i>	<i>MH</i>	<i>A-7-5 (8)</i>	<i>1.69</i>	<i>17.68</i>

- De acuerdo a los resultados presentados se logra indicar, que el suelo en estudio es proyectado como su subrasante, por lo que el CBR asumido es correspondiente al 95% de la máxima densidad seca y dispone con una penetración aproximada de carga de 0,1". se realizó la clasificación de subrasante para el valor asumido acorde con la normativa CE.010 respecto a los pavimentos urbanos como catalogados de bueno y regular, de manera similar, concerniente al Manual de carreteras, destacando los suelos, geología y pavimentos del MTC, esto se calificaron como subrasante regular y pobre.

**Tabla N°IV-09. Calificación de subrasante considerando CBR.**

<b>CALICATA</b>	<b>ENSAYO</b>	<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>ASSHTO</b>	<b>CBR</b>	<b>CALIFICACION</b>
C-07	CBR	MH	A-7-5 (27)	4.72%	REGULAR
C-09	CBR	SM	A-4 (0)	23.00%	MUY BUENA
C-10	CBR	CL	A-7-6 (25)	6.30%	REGULAR
C-11	CBR	ML	A-7-6 (11)	7.71%	REGULAR
C-14	CBR	CL	A-7-6 (10)	5.18%	REGULAR
C-15	CBR	MH	A-7-5 (8)	5.81%	REGULAR

- De los ensayos de cortes directos se concluyó que, el suelo falla por cortes locales y el valor de las capacidades de cargas admisibles critico es 0.84 kg/cm2 para zapata cuadrada y 0.64 kg/cm2 para un cimiento corrido.



- 
- Del Análisis Químico efectuado a la muestra, se ha concluido que el suelo de la zona del proyecto es un suelo que no presenta sales en su mayoría, que no ocasionará un grado de alteración perjudicial para las estructuras proyectadas.
  - CBR 07,09,10,11,14 y 15. No presentan condiciones favorables para el desarrollo del diseño correspondiente a la Capa de Rodadura, pero cabe resaltar como las calicatas estudiadas cuentan en su composición con una parte rocosa y una parte granular. De esta última se han realizado los ensayos de pavimentos, pero estos resultados se verán influenciados de manera positiva por la parte rocosa, aumentando el porcentaje del CBR.



---

# CAPITULO V

## EVALUACIÓN DE CANTERAS

---



---

## **CAPITULO V: EVALUACION DE CANTERAS**

### **5.1. GENERALIDADES**

Con el objetivo de determinar los volúmenes requeridos de materiales apropiados para satisfacer las demandas de construcción del proyecto en pregunta; en términos de calidad y cantidad, se ha llevado a cabo una investigación de los diversos tipos de materiales disponibles en la zona.

La calidad de los agregados se determinará para establecer las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la carretera. materiales; esto se hará de acuerdo con el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras (EM-2000) del MTC y será hecho de acuerdo con los usos propuestos.

### **5.2. CRITERIOS PARA LA EVALUACION DE CANTERAS**

Para elegir los materiales que contribuirán a las diversas capas del pavimento, se efectuó una evaluación de los materiales de varias canteras, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- **Factores Técnicos.**
- **Factores Económicos.**
- **Experiencia Constructiva.**

### **5.3. REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES**

Se tomarán en consideración todos los materiales que cumplan con aquellos requerimientos que se encuentran reglamentados en el CE.010 concerniente a los pavimentos urbanos.



## 5.4. PLAN DE TRABAJO

En el proceso de planificación de este proyecto se tomó en cuenta la necesidad para recopilar y conseguir más información concerniente a los materiales que se dispone en la cantera, y esto se llevó a cabo por medio de diferentes exploraciones in situ y el desarrollo de pruebas de laboratorio para que de esta manera se puedan determinar y determinar las diferentes propiedades físicas y mecánicas que presentan los materiales.

Referencias de las Canteras:

*Tabla N°V-10. Canteras*

<i>Cantera</i>	<i>Acceso</i>	<i>Acceso</i>	<i>Posibles usos</i>	<i>Titular</i>
Cantera Villalobos	sí	Moderado	Dispone con base granular	Pertenece a la familia Villalobos
Cantera Río Utcubamba	sí	Moderado	cuenta con agregado fino y grueso para concreto	no dispone de un titular

## 5.5. ANÁLISIS DE CANTERAS

### 5.5.1. CANTERA "VILLALOBOS"

Se lograron identificar y clasificar los suelos acordes al sistema AASHTO, como

A - 1- (0), Gravas bien graduadas.



<b>Uso</b>	: Base
<b>Ubicación</b>	: Achaguay bajo - Bajo
<b>Área</b>	: "1,000,000 m <sup>2</sup> "
<b>Granulometría</b>	: uniforme
<b>Clasificación Sucs</b>	: GPS
<b>Límite líquido</b>	: 23.36
<b>Límite plástico</b>	: 19.73
<b>Índice plástico</b>	: 3.63
<b>Máxima densidad</b>	: 2.71 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Humedad óptima</b>	: 8.92%
<b>C.B.R. para base al 100%</b>	: 68.66%
<b>Abrasión</b>	: 22.48%

### 5.5.2. CANTERA "RIO UTCUBAMBA"

De acuerdo con la investigación desarrollada a esta cantera, se describe que cuenta con diferentes propiedades sumamente importantes para desarrollar proyectos de pavimentación, dado que presenta por características a las siguientes:

Agregado grueso y agregado fino

<b>Uso</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
<b>Ubicación</b>	Ciudad de Bagua	
<b>Área</b>	"5.00 ha"	
<b>Contenido de H</b>	0.36%	0.38%
<b>P.E.M.</b>	2.62	2.63
<b>P.V.S.</b>	1.62 gr/cm <sup>3</sup>	1.43 gr/cm <sup>3</sup>
<b>P.V.C</b>	1.76 gr/cm <sup>3</sup>	1.57 gr/cm <sup>3</sup>



---

<b>Absorción</b>	0.64%	0.74%
<b>Módulo de fineza</b>	2.65	...
<b>Tamaño máximo nominal</b>	...	3/4

## 5.6. CONCLUSIONES

- ✓ Es así que concerniente a los resultados obtenidos se concluye que, respecto a la capa de base, recomendable que se utilicen los materiales de la cantera "Villalobos", ubicada en Achaguay Bajo – Provincia de Bagua; Sin embargo; los agregados que deben ser usados en el concreto esta recomendación utilizar a los materiales que presenta la cantera "Río Utcubamba – Provincia de Bagua, los cuales cumplen con los requisitos técnicos.
- ✓ De igual forma se ha logrado identificar que los materiales de afirmados que presenta la cantera "Villalobos", es aceptable y cumple con todos los parámetros de calidad de la Norma CE.010 – Pavimentos urbanos.



---

# CAPITULO VI

## ANALISIS HIDROLOGICO

---



## **CAPITULO VI: ANALISIS HIDROLOGICO**

### **6.1. GENERALIDADES**

En lo que respecta al análisis hidrológico que se desarrollará dentro del estudio permitirá que se analicen correspondientemente las precipitaciones y las intensidades para poder establecer adecuadamente las diferentes duraciones y tiempos de retorno, de igual manera este proceso ayudará a que se pueda elaborar correspondientemente las curvas IDT (las siglas corresponden a los factores de intensidad, duración y periodo de retorno), que servirán de gran utilidad para que se calcule la intensidad del proyecto para un período determinado.

este esta forma como se destaca que en el proyecto actual se está analizando un método que funciona con log-normal 2 parámetros.

#### **A. INFORMACION METEOROLOGICA DE LA ZONA**

La Estación Meteorológica El Pintor cuyas coordenadas son las siguientes:

LATITUD : 05°45'22.32''

LONGITUD : 78°31'22.3''

ALTITUD : 533 m.s.n.m.



---

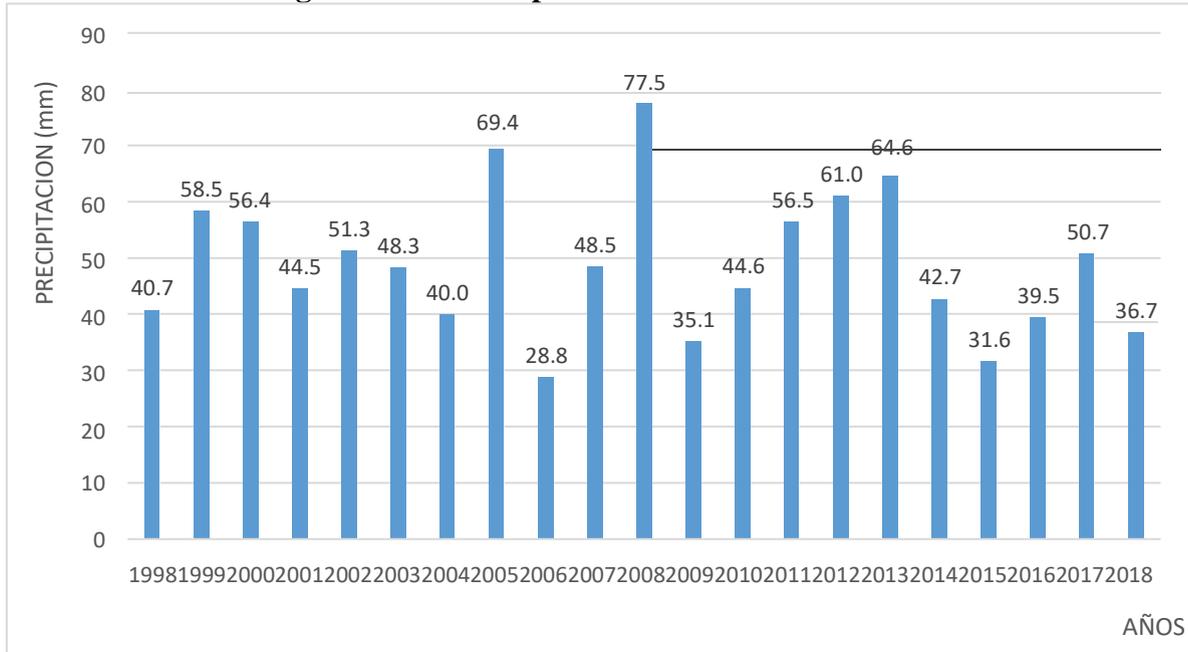
*Tabla N°VI-01.- Información meteorológica de la estación El Pintor*

## **B. PRECIPITACIONES**

Las precipitaciones pluviales registradas en la estación Meteorológica El Pintor, son altas. El mes de marzo tiene los valores más altos, con precipitaciones que alcanzan los 77,5 mm. En los años 1998 y 2018, cuando ocurrió el "Fenómeno de Niño", las precipitaciones totalizaron hasta 40.7 mm y 36,67 mm, respectivamente.



**Figura VI-01. Precipitaciones máx. en 24 horas**



Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI).

### C. HIDROLOGÍA

En lo referente a la hidrología para el drenaje pluvial de las vías urbanas, permite denotar los caudales de diseño en un cierto específico periodo de retorno, donde éste podrá ser descargado de forma satisfactoria y desarrollar eficientemente el sistema de enlace pluvial que se proyecte en la investigación.

### D. PRECIPITACIÓN (CURVAS DE PRECIPITACION)

En lo que respecta al análisis y cálculo de las precipitaciones del proyecto, se tomará en consideración usar el análisis independiente de las funciones de probabilidad destacando la intensidad y el periodo de retorno, para lo cual se usarán métodos estadísticos favorecedores al proyecto.

## 6.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS HIDROLÓGICOS

Se logra establecer que, en lo concerniente a las dimensiones hidráulicas tomadas en consideración para las estructuras de drenaje superficial, por lo general, si desarrolla la identificación de estimación de caudales máximos de diseño, y éste puede ser



evaluado en base a una precipitación máxima del transcurso de 24 horas y está fuertemente relacionado con la intensidad de la precipitación. Para ello se tomará en consideración como:

- a. A la distribución Gumbel.
- b. A la distribución Normal.
- c. A la distribución Log Normal 2 parámetros.

#### A. DISTRIBUCIÓN GUMBEL

Esta distribución puede ser desarrollada mediante la ley Gumel o también considerada ley de los valores extremos, es utilizada por lo general para lograr que se ajusten las puntuaciones a una expresión matemática, representando así una distribución empírica de la frecuencia que presentan los caudales máximos en un año y también las precipitaciones entre otras características.

Función acumulada reducida "Gumbel" es:  $F(Y) = \frac{1}{a} * e^{-e^{-Y}}$

Variable aleatoria reducida "Gumbel" es:  $Y = \frac{X-\mu}{a}$

Varianza de la distribución Gumbel:  $a = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 0.78 * S$

Medias de distribución Gumbel:  $\mu = \bar{X} - 0.45 * S$

Dónde:

- Y : variable de densidad de probabilidad
- $\alpha$  : Parámetros de concentración
- $\mu$  : parámetros de localización
- S : Desviación estándar de los datos meteorológicos
- X : Promedio de los datos de meteorológica
- 

#### B. DISTRIBUCIÓN NORMAL



En lo referente a la densidad de probabilidad normal esta es definida bajo la siguiente representación:

$$F(Z) = \frac{1}{S * \sqrt{(2 * \pi)}} * e^{-\frac{1}{2} * (Z)^2}$$

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

Dónde:

- F (Z) : Función densidad normal de la variable Z.
- X : Variable independiente.
- $\bar{X}$  : Parámetro de localización, media aritmética de x.
- S : Parámetro de escala, igual a desviación estándar de x

### C. DISTRIBUCIÓN LOG-NORMAL 2 PARÁMETROS

La función de densidad se expresa como:

Sí:  $Y = \ln X$  (Y es una variable aleatoria)

La función de distribución de "Y" es:

$$F(Z) = \frac{1}{Gy * \sqrt{(2 * \pi)}} * e^{-\frac{1}{2} * Z^2}$$

$$Z = \frac{Y - \mu y}{Gy}$$

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$Gy^2 = \ln(1 + Cv^2)$$

$$\mu y = \frac{1}{2} * \ln\left(\frac{\bar{X}^2}{1 + Cv^2}\right)$$

Dónde:



---

En lo referente a la densidad de probabilidad normal esta es definida bajo la

- Gy : Varianza de la información meteorológica.



- $\mu$  : media de la distribución Log-normal 2Parametros.
- $C_v$  : Coeficientes de variación.
- $X$  : Variable independiente.
- $S$  : Desviación estándar de la información meteorológica.
- $\bar{X}$  : Promedios de los datos de meteorológica.

### 6.2.1. PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV-KOLMOGOROV

#### PRUEBA SMIRNOV - KOLMOGOROV:

Este método ayuda a identificar y a comprobar la bondad de ajuste de las diferentes distribuciones, además ayuda a que de esta forma se pueda seleccionar una puntuación representativa más adecuada, permitiendo así que se identifique el mejor ajuste.

$$\Delta_{max} = \max | P(x) - F(x) |$$

El valor del **delta crítico** es asumido de acuerdo al tamaño de muestra, para el caso del presente estudio, se cuentan con registros de 21 años y el análisis obedece a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , por tanto, el valor  $\Delta$  CRÍTICO = **0.288**.

*Tabla VI-02.  $\Delta$ CRÍTICO prueba Smirnov - Kolmogorov*

Los resultados del análisis estadístico de los datos pluviométricos y la prueba de bondad de ajuste aplicada a cada método son mostrados a continuación:

*Tabla VI-03. Resultados de Análisis Estadístico.*

PRUEBA ESTADÍSTICA	PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE	
	$\Delta$ MÁXIMO	$\Delta$ CRÍTICO
<i>Normal</i>	<i>0.088</i>	<i>0.288</i>
<i>Gumbel</i>	<i>0.087</i>	<i>0.288</i>
<i>Log. normal 2 parámetros</i>	<i>0.072</i>	<i>0.288</i>



Los valores de la prueba estadística no cumplen la condición  $\Delta_{\text{máx.}} < \Delta_{\text{crítico}}$ , pero los que presentan mejor ajuste son Distribución Log. Normal 2 parámetros

### 6.2.2. PRECIPITACION MÁXIMA EN 24 HORAS

Habiendo determinado que el mejor ajuste se logró con la Distribución Normal, calculamos la precipitación en aproximadamente 24 horas, la misma que esa elección nada para el análisis de diversos periodos de retorno mediante la siguiente expresión:

$$P_{\text{Max},24h} = e^{(Z \cdot \sigma_y + u_y)}$$

Los valores de Z se obtienen mediante la siguiente tabla, ingresando el F(Z) y haciendo una interpolación simple.

**Tabla VI-04. Probabilidades de la Distribución Normal.**

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3	0.9987	0.9990	0.9993	0.9995	0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	1.0000

Resultados:

**Tabla VI-05. Precipitación en 24 h en mm por periodo de retorno.**

T. RETORNO	$F(z) = 1 - 1 / TR$	z	$x_i = e^{(z \cdot \sigma_y + u_y)}$
------------	---------------------	---	--------------------------------------



5	0,800	0,84162	58,65
10	0,900	1,28155	65,60
20	0,950	1,64485	71,95
25	0,960	1,75070	73,92
50	0,980	2,05375	79,85
100	0,990	2,32635	85,58

### 6.2.3. PRECIPITACIÓN DE DISEÑO (mm)

#### A. CONVERSIÓN DE PRECIPITACIÓN (mm) DE 24 HORAS A 60 min.

El valor de  $P_{\max}^{T=10 \text{ años}}$ , hace referencia a la precipitación máxima que puede ser desarrollada durante 24 horas y tomando en consideración un periodo de retorno de aproximadamente 10 años de acuerdo al método de distribución normal este es medido en mm.

Reemplazando dicho valor en la relación de transformación se obtiene:

$$P_{T=10 \text{ años}}^{t=60'} = 0.3862 * P_{\max 24 \text{ horas}}^{T=10 \text{ años}}$$

$$P_{T=10}^{t=60'} = 0.3862 * 65.599$$

$$P_{T=10 \text{ años}}^{t=60'} = 25.33 \text{ mm}$$

#### B.

#### **PRECIPITACIÓN (mm) PARA DURACIONES MENORES A 24 h**

##### **MODELO DE FREDERICH BELL (1969)**

Se logra destacar que la ecuación BELL, es usada por lo general para el análisis de duración de la lluvia (representada bajo la letra D), para la evaluación se puede tomar de referencia una lluvia de entre 5 a 120 minutos, mientras que respecto al periodo de retorno (representado por la letra T), se toma en consideración aproximadamente entre 2 a 100 años, esto se refleja bajo la siguiente expresión



$$P_{t,R}^{TR} = \frac{(0.21 * \ln T + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P^{t=60}}{t \quad R \quad T_{R=10}}$$

**C. PRECIPITACIONES DE DISEÑO (mm)**

De igual manera tomando en consideración la aplicación del modelo Bell, se ha logrado calcular la precipitación en mm, en las evaluaciones d diversa duración de la lluvia hasta de aproximadamente 120 minutos y asimismo se analizaron los periodos de retorno, puntuaciones que son reflejadas en la siguiente tabla:

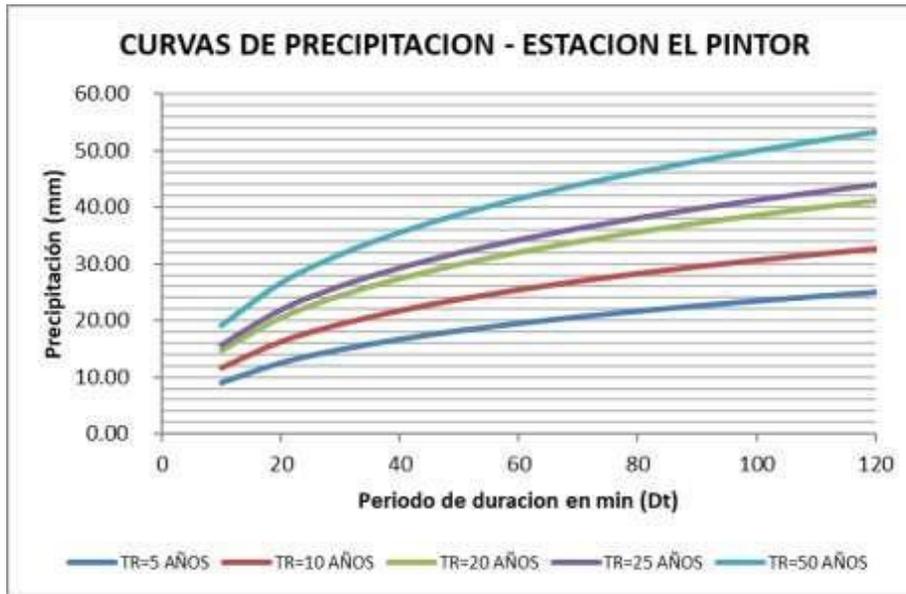
**Tabla VI-06. Precipitación en mm para duración en min acorde al periodo de retorno.**

Dt (min)	Tr (Años)				
	5	10	20	25	50
10	8.94	11.70	14.70	15.71	19.04
20	12.48	16.32	20.50	21.92	26.56
30	14.84	19.42	24.39	26.08	31.60
40	16.67	21.81	27.40	29.29	35.49
50	18.19	23.80	29.89	31.95	38.72
60	19.49	25.50	32.02	34.24	41.49
70	20.64	27.00	33.91	36.26	43.93
80	21.67	28.35	35.60	38.07	46.12
90	22.61	29.57	37.14	39.71	48.12
100	23.47	30.70	38.56	41.23	49.96
110	24.27	31.75	39.88	42.64	51.66
120	25.02	32.73	41.11	43.95	53.25

**6.2.4. CURVAS DE PRECIPITACIÓN DE DISEÑO**

Gracias a la información reflejada en la Tabla VI-06 se logra realizar la siguiente representación gráfica:

**Gráfico VI-01. Curvas de precipitación – Estación pluviométrica Pintor.**





### 6.3. INTENSIDAD DE LA LLUVIA (CURVAS IDF)

#### 6.3.1. ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL ANÁLISIS DE LAS TORMENTAS.

- **Se toma en consideración como elemento a la intensidad:** este elemento hace referencia a la cantidad de agua que se presenta en una unidad de tiempo. se logra resaltar que, en este elemento este interés especial para cada tormenta el análisis de su intensidad máxima en la cual se haya desarrollado, es decir que para estos procesos de evaluación se tienen que tomar en consideración una cantidad máxima de agua que llegó a caer en una cierta unidad de tiempo.
- **Elemento la duración:** hace referencia al tiempo en el cual demora la tormenta, el cual es analizado y evaluado desde el comienzo hasta el final, el tiempo que transcurre es sumamente importante para determinar la intensidad de la lluvia. De igual forma, se resalta que conocer el periodo de duración es clave, dado que se identificará la cantidad de tiempo en minutos o en horas en la cual se desarrolla una tormenta en la zona donde se efectuará el proyecto.
- **Elemento la frecuencia:** en lo que respecta a la frecuencia está hace referencia a la cantidad de repeticiones que se presenta una tormenta de intensidad y a la duración que ha sido constatada a lo largo de un cierto período de tiempo, este elemento puede ser evaluado y analizado por lo general es medidas de años.
- **Elemento Tiempo de retorno:** este elemento destaca por ser aquel intervalo de tiempo promedio por el cual puede volver asustarse el evento



y en la magnitud en la cual vuelve a desarrollarse, este es la inversa de la frecuencia. el pequeño sistema de drenaje tiene que estar diseñado en función a este periodo de retorno y también tiene que estar evaluado en aproximadamente un tiempo de 2 a 10 años.

### 6.3.2. INTENSIDAD (mm/h)

En este proceso es sumamente importante resaltar que para que se llegue a realizar la transformación de precipitaciones máximas de la lluvia en la medida de mm a intensidad de lluvia la cual se refleja en medidas de mm/h se tiene que tomar en consideración la siguiente ecuación:

$$I = \frac{60 \times P^T}{D}$$

*Tabla VI-07. Intensidad de lluvia en mm/h para duraciones en minutos.*

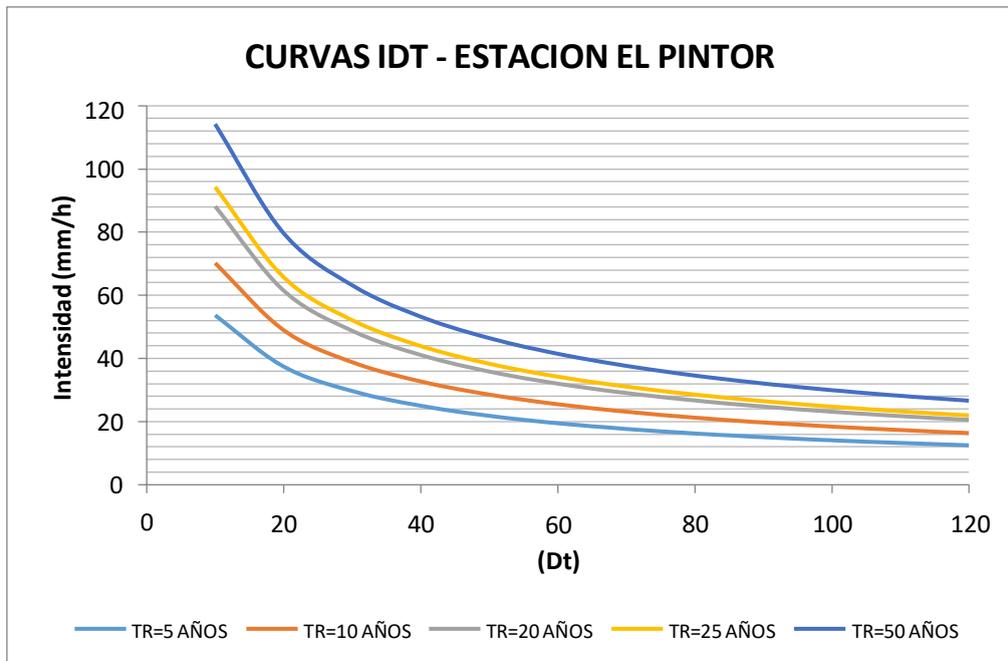
<i>Dt (min)</i>	<i>Tr (Años)</i>				
	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>25</i>	<i>50</i>
<i>10</i>	53.67	70.21	88.18	94.29	114.24
<i>20</i>	37.43	48.96	61.50	65.75	79.67
<i>30</i>	29.69	38.84	48.78	52.15	63.19
<i>40</i>	25.01	32.72	41.10	43.94	53.24
<i>50</i>	21.83	28.55	35.86	38.35	46.46
<i>60</i>	19.49	25.50	32.02	34.24	41.49
<i>70</i>	17.69	23.14	29.07	31.08	37.65
<i>80</i>	16.25	21.26	26.70	28.55	34.59
<i>90</i>	15.07	19.72	24.76	26.48	32.08
<i>100</i>	14.08	18.42	23.14	24.74	29.97
<i>110</i>	13.24	17.32	21.75	23.26	28.18
<i>120</i>	12.51	16.36	20.55	21.97	26.63

### 6.3.3. CURVAS INTENSIDAD- DURACIÓN-FRECUENCIA

De acuerdo con los datos e información que fueron recolectadas en la tabla VI-07. Se desarrolla el siguiente Gráfico VI-02.



Gráfico VI-02. Curvas IDT – Estación pluviométrica Pintor.



#### 6.4. TIEMPO DE DURACIÓN DE LLUVIA O TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)

El tiempo de duración se ha considerado igual al tiempo de concentración. La menor cantidad de tiempo requerida para que todos los puntos de una cuenca suministren simultáneamente agua escurriente a el punto de salida, el punto de descarga o el punto de cierre.

Según Kirpich (M. VILLON), el tiempo de concentración se determina mediante la siguiente expresión:

$$T_c = \left(0.871 * \frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \approx 0.0195 * \left[\frac{L^3}{H}\right]^{0.385}$$

En ningún caso, el tiempo de concentración debe ser inferior a 10 minutos.

Se ha identificado siete (04) sub cuencas, sus respectivos puntos de descarga y los puntos más alejados a cada punto de descarga. Las distancias y las diferencias de cota



entre el punto de descarga y el punto más alejado de cada sub cuenca se muestra en la Tabla VI-10.

### **6.5. ÁREA DE DRENAJE.**

Utilizando mapas topográficos actualizados se debe determinar el tamaño y la forma de la cuenca o subcuenca en consideración. Los intervalos entre curvas de nivel deben ser suficientes para distinguir la dirección del flujo superficial.

El área de drenaje que contribuye al sistema que se está diseñando, así como las subáreas de drenaje que contribuyan a cada uno de los puntos de entrada a las canalizaciones del sistema de drenaje, deben ser medidos.

Las áreas tributarias de cada sub cuenca se encuentran especificadas en el Anexo Estudio Hidrológico.

### **6.6. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA**

El valor del coeficiente de escorrentía vendrá determinado por las características hidrológicas y geomorfológicas de la superficie sobre la que fluye el agua; como resultado, los coeficientes de escorrentía variarán según estas características.

### **6.7. CAUDAL DE ESCURRIMIENTO.**

Se logra enfatizar que el área calculada para el proyecto llega a comprender 0.36 km<sup>2</sup>, por lo tanto, para el estudio se hará uso del Método Racional en el cálculo del caudal de escurrimiento.

#### **6.7.1. MÉTODO RACIONAL**

Este método permite el cálculo del caudal máximo de escorrentía pluvial, y es uno de los más utilizados para el diseño de sistemas de drenaje.



Este puede ser obtenido bajo la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Dónde:

- Q : Descargas máximas de diseños (m<sup>3</sup>/s)
- C : Coeficientes de escorrentía (Tabla VII-03)
- I : Intensidad de lluvia de diseño (mm/h)
- A : Áreas de cuenca (km<sup>2</sup>)

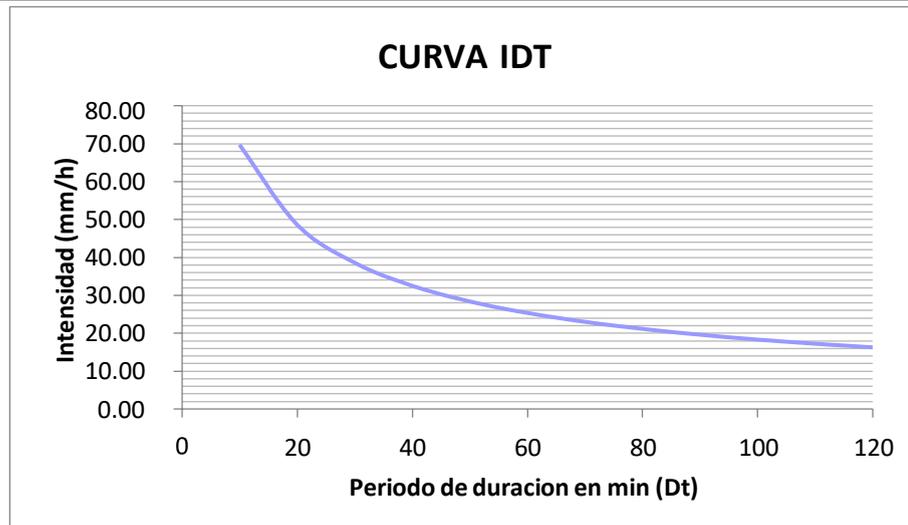
### 6.7.2. CALCULO DE CAUDALES DE ESCURRIMIENTO

Este caudal de escurrimiento también llamado caudal de descarga, se obtuvo de la aplicación del método racional, considerado los siguientes valores:

#### A. INTENSIDAD DE DISEÑO

Esta intensidad se calcula con el uso de las curvas IDt de la estación pluviométrica El Pintor, para un tiempo de retorno de 10 años y un lapso de duración igual al tiempo de concentración de las aguas pluviales en cada una de las sub cuencas.

*Gráfico VI-03. Curva IDt para cálculo de Intensidades de diseño.*



Calculando el tiempo de concentración de cada una de las 04 sub cuencas, podemos determinar las intensidades de diseño en el grafico anterior, la Tabla N° VI-10 muestra el resumen de los cálculos.

**Tabla VI-08. Intensidades de diseño.**

*Se enfatiza que hay ninguno de estos casos el tiempo de concentración tiene que ser inferior a 10 minutos eso está establecido en RNE OS.060*

### **B. CAUDAL DE DESCARGA**

Es el caudal de aporte de cada una de las 04 sub cuencas, el cual circula por las vías de descarga planteadas para el drenaje superficial del área del proyecto.

**Tabla VI-09. Método Racional – Caudal de escurrimiento.**



SUBCUENCA	Caudal de descarga	Ubicación	Coef. escorrentia prom (C)	I (mm/h)	Área Aporte (km <sup>2</sup> )	Q circulante (m <sup>3</sup> /s)
1	Q-01	Ca. Ramón Castilla	0.830	70.21	0.027	0.43
2	Q-02	Ca. Iquitos	0.830	70.21	0.047	0.76
3	Q-03	Ca. Marañón	0.830	70.21	0.053	0.85
4	Q-04	Ca. Ayacucho	0.830	70.21	0.036	0.59
<b>TOTAL</b>					<b>0.163</b>	<b>2.63</b>

Los cálculos están desarrollados en el Anexo Estudio de Hidrología, y su ubicación se puede apreciar en el plano DRENAJE PLUVIAL - SENTIDO DE ESCORRENTÍA.



---

# CAPITULO VII

## ESTUDIO DE DRENAJE PLUVIAL

---



## CAPITULO VII: ESTUDIO DE DRENAJE PLUVIAL

### 7.1. GENERALIDADES

Los drenajes de aguas pluviales tienen como objetivo realizar un buen manejo y evacuación de las aguas pluviales presentes en la zona de estudio, con el fin de prevenir problemas de rendimiento o daños estructurales en los pavimentos.

Se tuvieron en cuenta los siguientes factores para el drenaje pluvial.

- ✓ Consideraciones de drenaje en el diseño de pavimentos

**Tabla VII-01 Tiempos de drenaje para capas granulares**

Calidad del Drenaje	50% saturación	85% saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Buena	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	de 10 a 15 horas
Muy pobre	El agua no drena	mayor de 15 horas

**Fuente:** Guía para Diseño de Pavimentos, AASHTO 1993.

- ✓ Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles (mx)

**Tabla VII-02 Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles (mx)**

Calidad del drenaje	P = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Buena	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

**Fuente:** Guía para Diseño de Pavimentos, AASHTO 1993.

- ✓ Coeficientes de drenaje para pavimentos rígidos (Cd)

**Tabla VII-03 Coeficientes de drenaje para pavimentos rígidos (Cd)**

Calidad del drenaje	P = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Buena	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

**Fuente:** Guía para Diseño de Pavimentos, AASHTO 1993.

- ✓ Bombeo

### 7.2. OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL



Estas piezas están diseñadas para recoger agua de todo tipo de precipitaciones y escorrentías que llegan a la superficie pavimentada. Entre ellos tenemos:

- ✓ Cunetas
- ✓ Alcantarillas

### **7.3. CAPTACIÓN EN ZONA VEHICULAR - PISTA**

El Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano, Incorpora las siguientes consideraciones para drenar el agua de lluvia de caminos, aceras y hogares:

- ✓ Orientación del flujo
- ✓ Captación y transporte de aguas pluviales



---

# CAPITULO VIII

## DISEÑO VIAL

---



## **CAPITULO VIII: DISEÑO VIAL**

### **8.1. GENERALIDADES**

Los proyectos generalmente se desarrollan sobre la base de criterios y requisitos contenidos en manuales, estándares o diseños. características técnicas que establezcan valores mínimos, máximos o recomendados específicos que deban cumplirse para garantizar la calidad y nivel de servicio previamente definido. La secuencia de diseño típica sugiere que, con los cimientos indicados, proceder al diseño de la planta de acuerdo con la sección transversal típica. Los perfiles longitudinales se diseñan para ser compatibles entre sí y con el terreno existente. Por último, se establecen precisiones para las plataformas diseñadas a través de tramos transversales, que deben incluir disposiciones para flujo peatonal, drenaje y otros factores. El diseño de cada vía o puente, ya sea en planta, perfil longitudinal o transversal, podrá requerir cambios en los elementos previamente diseñados.

### **8.2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS**

#### **a) VÍAS URBANAS**

Las vías urbanas se caracterizan por hacer las calles que forman una ciudad más no de la red vial representada por la red vial nacional de carreteras, y esta se encuentra referenciada y normada por las ordenanzas locales.

#### **b) CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA VIAL**

Se enfatiza que el sistema vial urbano se encuentra conformado principalmente por cuatro categorías fundamentales destacando así a las siguientes:

- Vías expresas
- Vías arteriales
- Vías colectoras



- Vías locales
- Vías de diseño especial

Es de esta manera como se enfatiza que para el presente proyecto a desarrollar se tomará en consideración a la clasificación siguiente:

**TABLA VIII-01 TIPO DE VÍAS**

<b>N°</b>	<b>TIPO DE VÍA</b>	<b>VÍA</b>
1	<i>LOCALES</i> <i>(2 carriles)</i>	<i>JIRÓN JORGE CHAVEZ</i>
2		<i>JIRÓN PROGRESO</i>
3		<i>JIRÓN RAMÓN CASTILLA</i>
4		<i>JIRÓN IQUITOS</i>
5		<i>JIRÓN LIMA</i>
6		<i>JIRÓN AYACUCHO</i>
7		<i>JIRÓN ALVAREZ JULIAN</i>
8		<i>JIRÓN FRANCISO BOLOGNESI</i>
9		<i>JIRÓN SIMON BOLIVAR</i>
10		<i>JIRÓN S/ N</i>
11	<i>CALLE SAN FELIPE</i>	
12	<i>COLECTORA</i> <i>(2 carriles)</i>	<i>CALLE MARAÑON</i>

**Fuente:** Elaboración Propia

### 8.3. PARÁMETROS DE DISEÑO

En las siguientes tablas se logra mostrar un resumen que dispone un parámetro de diseño acorde a la estructura vial urbana considerada en el proyecto:



**Cuadro N° VIII-01-Parametros de diseño**

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
<b>Velocidad de Diseño</b>	Entre 80 y 100 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 60 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
<b>Características del flujo</b>	Flujo ininterumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores: bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías.	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es mixto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
<b>Control de Accesos y Relación con otras vías</b>	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos delanteros y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares.	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo semaforizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existan volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable.	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
<b>Número de carriles</b>	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/sentido
<b>Servicio a propiedades adyacentes</b>	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
<b>Servicio de Transporte público</b>	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se desarrolla generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido.
<b>Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías</b>	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.

**Fuente:** "Manual de diseño geométrico de vías urbanas -2005" (VCHI. S.A)

### 8.3.1. VEHÍCULO DE DISEÑO

Las diversas características físicas y la proporciones de vehículos de diversos tamaño que se encuentran en circulación por las calles urbanas son referencias primarias y elemento clave en su concepto de geométrica.

Según la identificación de vehículos, efectuada en el proceso del conteo vehicular, se tomará como vehículo de diseño el que tenga más peso y tengan mayores dimensiones: **Camión (C2)** poseen 2 ejes simples de 7 toneladas (15.4322 kips) el anterior y 11 toneladas (24.2506 kips) el posterior.



### 8.3.2. VELOCIDAD DE DISEÑO

#### Selección de la velocidad de diseño

Esta selección se llevará a cabo por medio del Manual de diseño Geométrico de Vías urbanas-2005-VCHI (Ing. Víctor Chávez Loaiza):

*TABLA VIII-02 Velocidad de diseño*

TIPO DE VÍA	Vd (Km/h)
Vías Expresas	80 - 100
Vías Arteriales	50 - 80
Vías Colectoras	40 - 60
Vías Locales	30 - 40

*Fuente: "Manual de diseño geométrico de vías urbanas -2005" (VCHI. S.A)*

Según lo antes mencionado se tomó como velocidad de diseño:

- Vía Local: **40 Km/h**

### 8.3.3. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

#### ➤ Distancia De Visibilidad De Parada

Esta se caracteriza por ser aquella distancia que llega a recorrer un vehículo a partir que este observa alguna situación que presenta riesgo, hasta el momento en el cual el conductor llega a detener el vehículo y no poder continuar.



**Tabla VIII-03. Distancia de Visibilidad de Parada en terrenos con pendientes**

V km/h	f	p (%) en subidas								p (%) en bajadas							
		3	4	5	6	7	8	9	10	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10
30	0.40	29	29	29	29	28	28	28	28	30	31	31	31	32	32	32	33
40	0.38	43	43	42	42	42	41	41	41	46	46	47	47	48	49	49	50
50	0.35	61	60	59	59	58	58	57	57	65	66	68	69	70	71	73	74
60	0.33	81	80	79	78	77	76	75	75	89	91	92	94	96	98	101	103
70	0.31	105	104	102	101	99	98	97	96	117	120	123	126	129	132	136	140
80	0.30	132	130	128	126	124	122	120	119	149	152	156	161	165	170	176	182
90	0.30	159	156	154	151	149	146	144	142	181	185	190	195	201	207	214	222
100	0.29	192	189	185	182	179	176	173	170	221	227	233	241	248	257	266	277
110	0.28	230	225	221	216	212	209	205	202	267	275	283	293	303	315	327	341
120	0.28	266	260	255	250	245	241	237	232	310	320	330	341	353	367	382	398

**Fuente:** "Manual de diseño geométrico de vías urbanas -2005" (VCHI. S.A)

### 8.3.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

### 8.3.5. ALINEAMIENTOS VERTICALES

#### ➤ Perfil Longitudinal

En lo referente al cuadro anterior se pueden identificar los valores máximos de pendiente estás acorde al tipo de carretera o del terreno en donde se desarrollará el proyecto, es sumamente importante tomar en consideración lo que es el perfil longitudinal y puede ser categorizado y analizado por medio del terreno plano, ondulado y montañoso



**TABLA VIII-04. Pendientes Máximas**

TIPO DE VÍA	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 salidas a vías libres de Intersecciones	6% - 7%	8% - 9%	8% - 9%

*Fuente: "Manual de diseño geométrico de vías urbanas -2005" (VCHI. S.A)*

### 8.3.6. TRAZO DE LA RASANTE

El carril rasante del eje de la superficie de cualquier calzada, que corresponde al trazado de la perfil longitudinal del mismo y cuyas cotas se miden en relación a un determinado plano de referencia horizontal.

### 8.3.7. SECCIÓN TRANSVERSAL

En el siguiente cuadro se logra mostrar el ancho de carril que presentan las vías, y éstas pueden ser caracterizadas acorde al tipo y a la velocidad, tomando en referencia a su diseño y acondicionamiento, por ello se establecen las siguientes puntuaciones en la tabla:

**TABLA VIII-05. Anchos De Carriles**

CLASIFICACION DE VIAS	Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts)	Ancho Mínimo de Carril único del tipo Solo Bus (Mts)	Ancho de dos carriles juntos (mts)
LOCAL	30 A 40	3.00	2.75	3.50 (4)	6.50
	40 A 50	3.30	3.00	3.50 (4)	6.50
COLECTORA	50 A 60	3.30	3.25	3.50	6.75
	60 a 70	3.50	3.25	3.75	6.75
	70 a 80	3.50	3.50	3.75	7.0
ARTERIAL	80 a 90	3.60	3.50	3.75	7.25
	90 a 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

*Fuente: "Manual de diseño geométrico de vías urbanas -2005" (VCHI. S.A)*

#### ➤ Bombeo



Considerando como principal guía al manual de diseño geométrico de carreteras del Perú, del año 2018 se toma en consideración las siguientes puntuaciones y evaluaciones:

**Tabla VIII-06. Bombeo De Calzada**

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

**Fuente:** "Manual de diseño geométrico de carreteras del Perú"-2018

Este esta forma como es sumamente importante indicar que el proyecto se estará ubicando en un aria de precipitación que tiene menor a 500mm por año, es así como se cataloga un pavimento superior, además se logró identificar mediante los análisis efectuados que eso tomará en consideración un bombeo del 2%

➤ **Peralte**

Se resalta que el manual de diseño geométrico de carreteras del Perú, destacado en el año 2018, se toma en consideración como información resaltante que las carreteras que cruzan las áreas urbanas deben disponer de un peralte máximo del 6%, estas serán consideradas para las vías expresas, sin embargo, para las vías locales y colectoras se tomará en consideración un peralte aproximado del 4%.

➤ **Bermas o Estacionamientos**



Se considera que la anchura mínima de la zona de estacionamiento se determina de acuerdo con la norma GH. 020, artículo 8:

**TABLA VIII-07 Ancho de calzadas, estacionamiento y veredas.**

TIPOS DE VIAS	VIVIENDA			COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
<b>VIAS LOCALES PRINCIPALES</b>						
ACERAS O VEREDAS	1,80	2,40	3,00	3,00	2,40	3,00
ESTACIONAMIENTO	2,40	2,40	3,00	3,00 - 6,00	3,00	3,00 - 6,00
PISTAS O CALZADAS	SIN SEPARADOR CENTRAL 2 MODULOS DE	CON SEPARADOR CENTRAL 2 MODULOS A CADA LADO DEL SEPARADOR		SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE 3,60	SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE 3,60	SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE 3,30 - 3,60
	3,60	3,00	3,30	CON SEPARAD. CENTRAL: 2 MODULOS A C/ LADO		
<b>VIAS LOCALES SECUNDARIAS</b>						
ACERAS O VEREDAS	1,20			2,40	1,80	1,80 - 2,40
ESTACIONAMIENTO	1,80			5,40	3,00	2,20 - 5,40
PISTAS O CALZADAS	DOS MODULOS DE 2,70			2 MODULOS DE 3,00	2 MODULOS DE 3,60	2 MODULOS DE 3,00

**Fuente:** Norma GH. 020 – RNE 2018

➤ **Sardineles**

Para el desarrollo de la investigación y del proyecto a ejecutar se tomará en consideración a sardineles de 15 cm como altura.

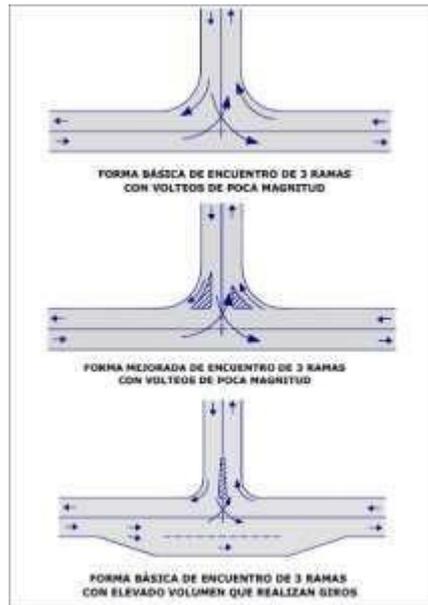
**8.3.8. INTERSECCIONES**

➤ **Tipos de Intersecciones**

Por lo general, se llega a destacar que los diferentes tipos de intersección evaluados en un proyecto se encuentran caracterizados por el número de ramas que estos presentan y para ello se tomará en consideración a los siguientes tipos reglamentarios:

**Intersecciones de 3 ramas:** Es la intersección en "T"

*Figura N°VIII-01: intersección de 3 ramas*



*Fuente:* "Manual de diseño geométrico de vías urbanas -2005" (VCHI. S.A)

**Intersecciones de 4 ramas:** Puede observarse que estas intersecciones son siempre con aspecto de cruz.

*Figura N°VIII-02: intersecciones de 4 ramas*



*Fuente:* "Manual de diseño geométrico de vías urbanas -2005" (VCHI. S.A)

#### 8.4. CONCLUSIONES

- ✓ Concerniente a las velocidades de diseño se tomará en consideración a las vías locales con una velocidad de 40 km/h.



- 
- ✓ De igual forma se llegó a concluir que para el posterior movimiento de la tierra se adoptarán pendientes longitudinales acorde a la topografía evaluada y analizada al terreno.
  - ✓ de igual manera se tomarán en consideración vías de dos carriles las cuales dispondrán de un ancho mínimo de 3.50 m.
  - ✓ Asimismo, se tomó en consideración un bombeo del 2% para el proyecto en desarrollo.



---

# CAPITULO IX

## DISEÑO DE PAVIMENTO

---

---



## CAPITULO IX: DISEÑO DE PAVIMENTO

### 9.1. INTRODUCCION

Un pavimento está constituido por un grupo de capas relativamente horizontales que se encuentran o ubican de manera superpuesta. El pavimento se diseñará y construirá técnicamente con materiales apropiados y compactados adecuadamente.

Este capítulo tiene el objetivo de comprender las bases y procedimientos para el diseño de pavimento del área en estudio.

### 9.2. PARAMETROS CONSIDERADOS PARA LOS DISEÑO DE PAVIMENTOS

#### 9.2.1. CBR DE LA SUBRASANTE

Las resistencias y comportamientos del suelo frente a la sollicitación de carga se estiman según el valor de CBR.

En la siguiente tabla (Tabla N°IX-01) se muestra el valor para los puntos de exploración analizado:

*Tabla N°IX-01.- Capacidad de soporte del suelo: CBR*

CALICATA	SUCS	AASHTO	PROCTOR		CBR
			MDS (ton/m <sup>3</sup> )	OCH (%)	95%MDS Y 0.1" pen.
C-07	MH	A-7-5 (27)	1.69	17.40	4.72%
C-09	SM	A-4 (0)	2.13	8.09	23.00%
C-10	CL	A-7-6 (25)	1.80	14.15	6.30%
C-11	ML	A-7-6 (11)	1.77	14.26	7.71%
C-14	CL	A-7-6 (10)	1.69	16.16	5.18%
C-15	MH	A-7-5 (8)	1.69	17.68	5.81%

*FUENTE: Elaboración propia.*

1. En el análisis de las 6 calicata se destaca, que nos diferentes sectores que cuentan con 6 o más valores de CBR desarrollados acorde a tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante considerando los



promedios de la totalidad del valor analizado por sector de elementos homogéneos.

- ✓ Es así como se llegará a clasificar a qué categoría de su brazaletes llega a corresponder el sector o sub tramo de todas las categorías analizadas, esto se llega a observar en la siguiente tabla IX-02:

**TABLA N°IX-02**

<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR</b>
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

### 9.2.2. TRAFICO VIAL

Los procedimientos para autopistas de alto y bajo volumen de tráfico se basan en las cargas de automóviles anticipadas, utilizando un simple eje equivalente (ESAL: Equivalent Single Axie Load) a 18 Kips durante el período de diseño. El procedimiento utilizado en la Guía AASHTO para convertir un flujo mixto de tráfico de diferentes cargas y Configuraciones por eje, a un número de tráfico para el diseño, consiste en convertir cada carga por eje especificado en un número equivalente a cargas por eje simple de 18 Kips, y resumiéndolas a lo largo del período de diseño.

Como los pavimentos nuevos o rehabilitados generalmente están diseñados para períodos de tiempo que van de 10 a 20 años, es necesario planificar los ESAL's para ese lapso de tiempo, quiere decir, para el tiempo de comportamiento.



Los ESAL's Los ESAL para el tiempo de comportamiento representa la cantidad total de horas acumuladas desde que se encuentra la carretera. abierto al tráfico en la hora en que el servicio se disminuye a un valor terminal.

Eso esta manera como se resalta que el tráfico suministrados por el grupo de planeamiento por lo general es referenciado por la cantidad de aplicaciones de ejes considerados en el ESAL de 18 espectado en la vía.

### 9.2.3. PERIODO DE DISEÑO

Se tomó en cuenta la siguiente tabla para el diseño correspondiente de nuestro proyecto.

**TABLA N° IX-03 PERIODO DE ANÁLISIS SEGÚN LA VÍA**

Clasificación de la Vía	Periodo de Análisis (Años)
Urbana de Alto Volumen de tráfico	30-50
Rural de Alto Volumen de tráfico	20-50
Pavimentada de Bajo Volumen de Tráfico	15-25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10-20

*Fuente: Guía AASHTO -1993.*

### 9.3. PAVIMENTO FLEXIBLE

En lo referente a los pavimentos flexibles que se desarrollarán en la investigación, se logró destacar que estos se encuentran conformados por una carpeta bituminosa la misma que se encuentra conformada por dos capas no rígidas, de las que se destaca a la capa base y a la capa sub base, se enfatiza así que la calidad de estas capas tiene una formación descendente.

es importante resaltar que el diseño de una estructura de pavimentos flexibles tienen que tomar en consideración a dos métodos principales de los cuales se destaca al método AASHTO 93 y el método del Instituto de asfalto, pues cada 1 de estos representan una alternativa muy diferente a los espesores de capa que pueden ser



analizados y mediante hechos se puede lograr establecer cuáles de las alternativas son las más convenientes para el proyecto, destacando el desarrollo de una pavimentación mucho más favorable para la sociedad y atender efectivamente a las necesidades ciudadanas.

### 9.3.1. MÉTODO AASHTO 93: PAV. FLEXIBLE

Se llega a establecer que el método AASHTO – 1993, Es una guía que toma en consideración principal al proceso que se tiene que llevar a cabo para identificar el número estructural – SN, para que de esta manera se llegue a destacar si el pavimento es flexible y si éste dispone con las características adecuadas y con los diferentes factores flexibles para poder soportar niveles de cargas solicitadas por el pavimento acorde también al transcurso vial de la zona.

#### A) NÚMERO ESTRUCTURAL

La cantidad de estructura son valores abstractos que expresa la resistencia global de una estructura de pavimento correspondiente a una cierta categoría de subrasante.

#### *Ecuación IX-01. Formula AASHTO – Diseño Pavimento Flexible*

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{4.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Dónde:



$W_{18}$	referencia al número total de ejes equivalentes acorde al periodo de diseño
$Z_R$	Se caracteriza por ser la desviación estándar normal
$S_o$	Hace referencia a la desviación estándar combinada en la estimación de los parámetros y el comportamiento del modelo (0.45)
SN	Destaca el número estructural
$\Delta PSI$	Es la diferencia de servicialidad, de la cual se toma en consideración al hacer visibilidad inicial $p_i$ menos la servicialidad fina $p_f$ .
$M_R$	Es el módulo de resiliencia de la subrasante

de acuerdo a la descripción de la fórmula referenciada también se puede conocer la cantidad estructural de resistencia del pavimento flexible el mismo que puede ser evaluado con una capa de otro material y tomar en consideración a la siguiente fórmula:

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

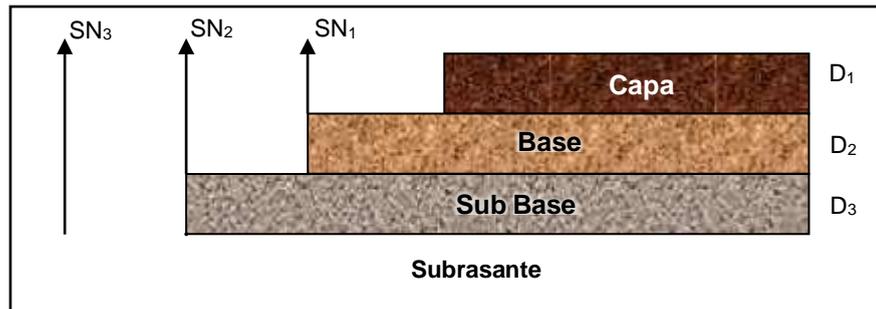
Dónde:

$a_1$	Coefficiente estructural de la capa rodadura
$D_1$	Espesor de la capa rodadura
$a_2$	Coefficiente estructural de la capa de base granular
$D_2$	Espesor de la capa base granular
$m_2$	Coefficiente que refleja el drenaje de la capa 2
$a_3$	Coefficiente estructural de la capa de subbase granular
$D_3$	Espesor de la capa de súper granular
$m_3$	Coefficiente que refleja el drenaje de la capa 3

Con el desarrollo de esta ecuación se logra obtener el número estructural representado bajo las siglas SN



**Figura N° IX-01. Esquema de espesores de pavimento flexible según método AASHTO 93.**



**B) CONFIABILIDAD (R)**

La Tabla IX-04; identifica los distintos rangos de confiabilidad recomendados para los diferentes tipos de carreteras, categorizadas de acuerdo a su función.

**Tabla N° IX-04. Niveles de confianza.**

Clasificación	Niveles de confiabilidad recomendado (%)	
	Urbana	Rural
Interestatales y otras	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras de tránsito	80-95	75-95
Carreteras locales	50-80	50-80

*Fuente: AASHTO- 1993*

**C) FACTOR DE CONFIABILIDAD O DESVIACIÓN ESTÁNDAR ZR**

Para ello se tomará en consideración los diferentes valores de desviación estándar normal que son adoptados como base principal para analizar el nivel de confianza (R), todo ello se encuentra referenciado en la tabla IX-05.

**Tabla N° IX-05. Valores de desviación estándar normal.**



<b>Niveles de Confiabilidad R%</b>	<b>Desv. Estándar Normal, Zr</b>
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
80	-0.842
85	-1.036
90	-1.282
91	-1.341
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.326
99.9	-3.090
99.99	-3.746

**Fuente: AASHTO GUIDE FOR DESIGNE OF PAVIMENT STRUCTURES – 1993**

De acuerdo con la guía de diseño AASHTO, se logrado identificar una puntuación de  $ZR = -8.842$  y  $ZR = -1.036$  para que así se logre identificar un nivel de confiabilidad del 80% para el primer  $ZR_1$  y  $ZR_2$

#### **D) OVERALL STANDART DESVIATON (SO)**

Se opta por un valor intermedio en el caso de los pavimentos flexibles  
( $So=0.45$ )

#### **E) ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD**

En lo que respecta a los índices de servicialidad se toma en consideración una puntuación de  $Pt=2.0$  para vías locales y un  $Pt=2.25$  Para las vías colectoras, eso sí que se llegó a identificar una diferencial de índice de servicialidad con puntuaciones de 2,2 y 1,95 respectivamente.

#### **F) PERIODO DE DISEÑO (n)**



En general, el período de diseño es más largo que la vida útil del pavimento, puesto que incluye al menos una rehabilitación o recrecimiento en el análisis y, por consiguiente, es superior a 20 años. Los períodos de diseño para los que recomienda la AASHTO se muestran en la siguiente tabla N° IX-06.

*Tabla N° IX.06: Periodos de diseño en función del tipo de carretera.*

<i>Condiciones de la carretera</i>	<i>Periodo de análisis</i>
<i>Vías urbanas - alto volumen</i>	<i>30-50</i>
<i>Vías rurales - alto volumen</i>	<i>20-50</i>
<i>Pavimentadas - bajo volumen</i>	<i>15-25</i>
<i>Superficie granular - bajo volumen</i>	<i>10-20</i>

En el caso de la vía en estudio por ser una calle pavimentada con bajos volúmenes se elegirá valores promedios del mostrado en la tabla N° IX-06 siendo este valor 20 años.

### G) ÍNDICES ESTRUCTURALES (a1, a2, a3)

Es así que los coeficientes estructurales de capa que se tomarán en cuenta para calcular el número estructural de diseño se referenciarán bajo las siguientes puntuaciones:

**Primera Capa:** Corresponde a la Mezcla Asfáltica en Caliente con un Módulo de Resiliencia de 450,000 Lb/pulg<sup>2</sup> y coeficiente estructural a1 de 0.44/pulg; con un valor estimado en el Grafico N°01 denominado "Variación de a1 en función del Módulo Resiliente del Concreto Asfáltico". (Anexo Cap.IX).

**Segunda Capa:** Corresponden a Bases Granulares, con CBR mínimos de 80% y coeficientes estructurales a2 de 0.14/pulg; valores que se establecen



en el Grafico N°02 titulado "Variación de Coeficiente a2 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular". (Anexo).

**Tercera Capa:** Corresponden a Sub base Granular, con un CBR mínimos de 40% y coeficientes estructurales a3 de 0.11/pulg.; valores estimados en el Grafico N°03 titulado "Variación de Coeficiente a3 con diferentes parámetros de resistencia de la sub-base". (Anexo).

**H) COEFICIENTES DE DRENAJE (m1, m2, m3)**

Para la caracterización de estos coeficientes se destaca porcentaje de tiempo que será efectuado el diseño de las capas granulares, tomando en consideración a la humedad cercana a la saturación, todos estos análisis referenciarán y darán sustento al proyecto a desarrollar.

*Tabla N° IX-07. Valores de coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.*

CARACTERÍSTICAS DE DRENAJE	TÉRMINO DE AGUA ELIMINADA	% DE TIEMPO EN EL AÑO Q LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD CERCANOS A LA SATURACIÓN			
		<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Buena	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Mala	El agua no drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

La zona del Distrito de La Peca se caracteriza por ser lluviosa, teniendo su época de más lluvia entre los meses de setiembre y marzo, por lo que se



llega a destacar que el plazo de exposiciones de las estructuras a niveles de humedad próximas la saturación presenta un orden de aproximadamente entre el 5 al 25%, por ello en base a estas puntuaciones se destaca que el coeficiente de drenaje lo representa un  $m_1=1,00$  para la carpeta de rodadura; mientras que para la capa base se establece un  $m_2=1.10$  y para la capa de su pase lo llega a representar un  $m_3=1.10$ .

#### I) **MÓDULO DE RESILENCIA ( $M_r$ )**

Acorde al método de AASHTO – 1993, se destaca que el módulo de resiliencia que llega a reemplazar al CBR como principal variable para que se pueda efectuar una caracterización de la subrasante, sub base y base.

Se establece de igual manera que en este módulo se caracteriza por ser aquella medida de propiedad elástica de los suelos y que permite efectuar un reconocimiento adecuado de aquellas características no lineales en su comportamiento, De igual forma se destaca que las puntuaciones o evaluaciones establecidas referencia a un parámetro que puede ser desarrollado por medio de ensayos dinámicos y también por repeticiones de carga, pero acorde a la guía AASHTO se puede llegar a reconocer que muchas agencias alineadas al rubro de la construcción no disponen de los materiales y los equipos necesarios para que se pueda identificar el  $M_r$  por ello en cada una de estas guías se plantean puntuaciones para usarlas en la correlación efectuado con él CBR, las mismas que se señalan en la siguiente tabla:



**Tabla N° IX-08. Cálculo aproximado del Mr de subrasante respecto al CBR.**

<b>MÓDULO RESILIENTE EN PSI</b>	<b>CBR SUBRASANTE</b>	<b>FUENTE</b>
$Mr (psi) = 1500 \times CBR$	$CBR < 10\%$	Ecuación Guía AASHTO*
$Mr (psi) = 3000 CBR^{0.65}$	$10\% < CBR < 20\%$	Formula sudafricana
$Mr = 4326 \times \ln CBR + 241$	Suelos Granulares	Ecuación Guía AASHTO

Teniendo en cuenta el valor CBR, que es de 5,91%, el valor del módulo de resiliencia se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Mr = 1500 \times CBR$$

$$Mr = 1500 \times 5.91\%$$

$$Mr = 8865 \text{ psi}$$

#### **J) TRÁFICO Y CARGAS (W18)**

Para este proceso se destaca a la evaluación EAL, la misma que hace referencia como aquel número de repeticiones de cargas que equivalen a un eje simple de ruedas duales destacando de esta forma a puntuaciones de carga estándar de aproximadamente 18 libras representadas en una cantidad de 8 2 t, las mismas que se acumulan en ciertos períodos de diseño y por ello se representan por W18.

**Tabla N° IX-9. ESAL de diseño por tipo de vía.**

<b>CLASIFICACIÓN DE VÍA</b>	<b>ESAL DE DISEÑO</b>
<i>COLECTORA</i>	$2.73 \times 10^5$
<i>LOCAL</i>	$1.13 \times 10^5$

#### **K) CARTA DE DISEÑO**

de igual manera siguiendo la evaluación y análisis del proyecto se logra destacar que la guía AASHTO de 1993, ofrece una carta de diseño para pavimentos flexibles el mismo que al ser usada y tomada en consideración

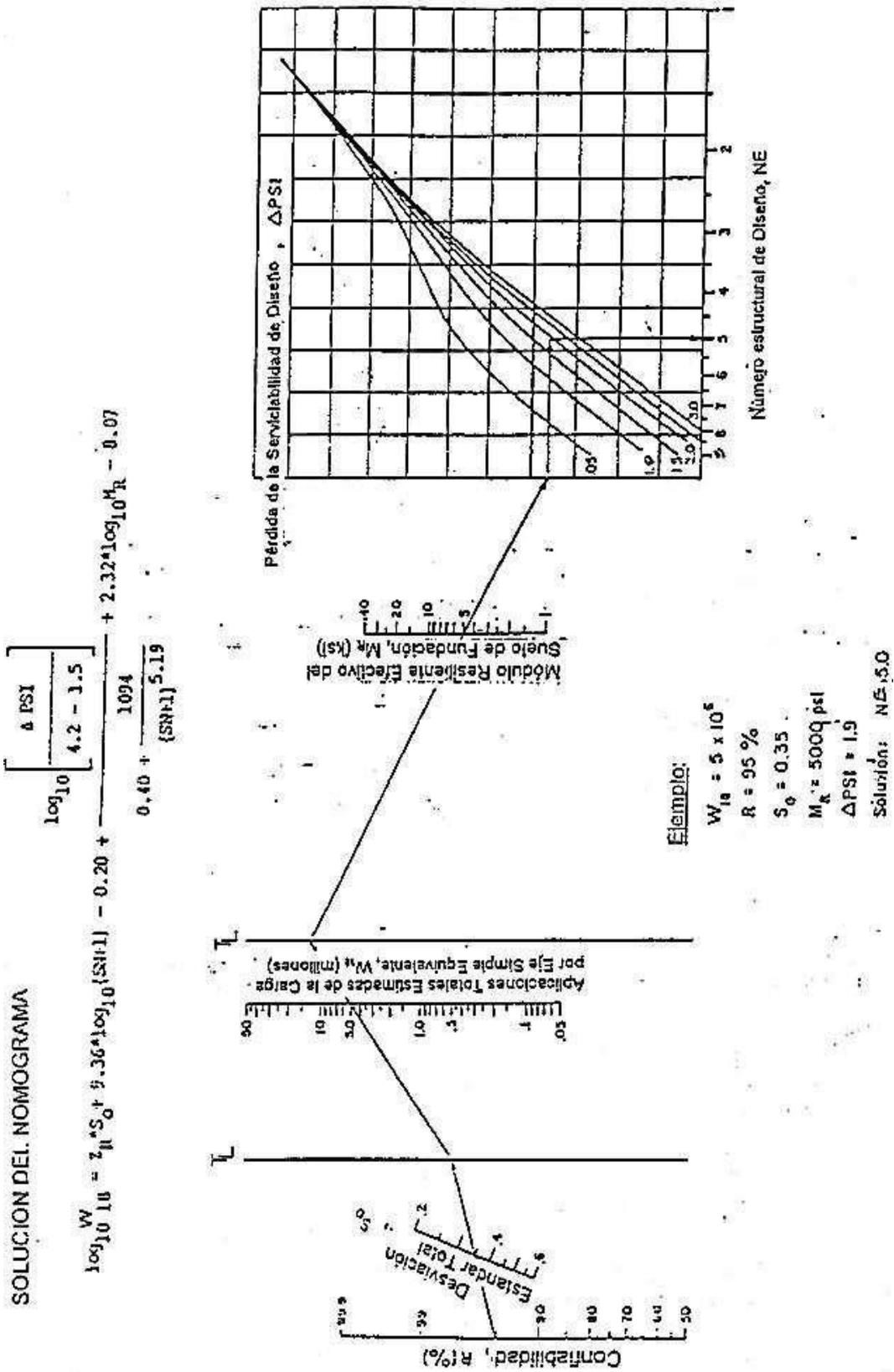


permite que se logre calcular el número estructural de diseño (NE), para la misma que se tomarán como base a los valores medios tomados en consideración al momento de ingresar los datos, para ello se referencian a los siguientes:

- R (%)
- W18
- MR
- $\Delta$ PSI



GRÁFICO IX-01



Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos-1993

L) DISEÑO DE ESPESORES



Al definir las capas de las estructuras del pavimento flexible, se necesita que el espesor estimado cumpla con características que logren satisfacer la cantidad estructural calculada. Las estructuraciones no tienen soluciones únicas, en la selección de las capas se debe tener en cuenta el material disponible y sus costos.

Este análisis ha considerado calcular los números estructurales para los tipos de vías colectoras y local, con el valor asumido de cada uno de los parámetros descrito en el ítem anterior. El valor de los números estructurales pueden determinarse mediante la resolución de la ecuación de los números estructurales, así como también de forma gráfica con el monograma presentado en la Guía de Diseño AASHTO 93 (Anexo Cap.VI-01).

Para el método de la GUIA AASHTO 93, se logró concluir que, las secciones de pavimento flexibles más convenientes están compuestas por: Carpeta Asfáltica + Base Granular + Subbase Granular con espesores de 5,15 y 15 respectivamente, para vías locales y 6, 20 y 30 respectivamente, para vías colectoras.

***Tabla N° IX-09. SN y espesores de capa de pavimento flexible en vías locales***



TIPO DE VÍA				LOCAL	
Periodo de diseño				20.00	
Numero de ejes equivalentes				1.14E+05	
Modulo resiliente				8865	
Nivel de confianza				0.80	
Factor de confiabilidad				-0.842	
Desviación estandar				0.45	
Servicialidad Inicial				4.20	
Servicialidad Final				2.00	
Índice de servicialidad				2.20	
Numero estructural Requerido SN				2.08	
EQUIVALENCIA EN ESPESORES DE DIFERENTES TIPOS DE CAPAS					
Capa	Índice Estructural		Coef. De drenaje	Espesor (cm)	
Asfalto	a1	0.44	m1	1	7.50
Base	a2	0.14	m2	1.10	10.00
Sub-Base	a3	0.11	m3	1.10	10.00
Espesor total del pavimento (cm)				27.50	
Numero estructural Propuesto SN'				2.41	

Tabla N° IX-10. SN y espesores de capa de pavimento flexible en vías colectoras

TIPO DE VÍA				COLECTORA	
Periodo de diseño				20.00	
Numero de ejes equivalentes				2.75E+05	
Modulo resiliente				8865	
Nivel de confianza				0.85	
Factor de confiabilidad				-1.036	
Desviación estandar				0.45	
Servicialidad Inicial				4.20	
Servicialidad Final				2.25	
Índice de servicialidad				1.95	
Numero estructural Requerido SN				2.50	
EQUIVALENCIA EN ESPESORES DE DIFERENTES TIPOS DE CAPAS					
Capa	Índice Estructural		Coef. De drenaje	Espesor (cm)	
Asfalto	a1	0.44	m1	1	10.00
Base	a2	0.14	m2	1.10	10.00
Sub-Base	a3	0.11	m3	1.10	10.00
Espesor total del pavimento (cm)				30.00	
Numero estructural Propuesto SN'				2.85	



### 9.3.2. MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

Éste consiste en un método técnico experimental el cual toma como base a los estudios realizados en las pistas de pruebas tomando en consideración el modelo de AASHTO.

tiempo de frío por lo general este diseño hace énfasis a un pavimento asfáltico el cual se encuentra acondicionado básicamente por los siguientes parámetros considerados en el proyecto.

#### A. EL TRÁFICO

El diagnóstico se expone detalladamente a través del estudio de tráfico.

*Tabla N° IX-11. ESAL de diseño por tipo de vía.*

<i>CLASIFICACIÓN DE VÍA</i>	<i>DISEÑO</i>
<i>COLECTORA</i>	$2.73 \times 10^5$
<i>LOCAL</i>	$1.13 \times 10^5$

#### B. SUELOS DE SUBRASANTE

De acuerdo al Instituto de asfalto en su guía y gráficas de diseño ayuda a que se fortalezcan los conocimientos de la resistencia de la subrasante, y esto puede ser desarrollado mediante el módulo de resiliencia(Mr).

La siguiente tabla muestra el factor de correlación entre el CBR y el Módulo de Resiliencia en diferentes sistemas de unidades.

*Tabla N° IX-12. Factor de correlación CBR - Mr.*

<i>MÓDULO RESILIENTE</i>	<i>SISTEMA DE UNIDADES</i>		
	<i>(Kg/cm2)</i>	<i>(MPa)</i>	<i>(psi)</i>
<i>Mr</i>	$100 \times CBR$	$10.30 \times CBR$	$1500 \times CBR$

Para este método se ha considerado el cálculo de Mr igual a 10.3 veces el valor del CBR. El Valor del CRB fue calculado en el ítem 6.2. CBR DE



SUBRASANTE, en el que mediante un procedimiento estadístico (percentiles), se determinó que era igual a 5.91% para calles. En consecuencia, el valor del Módulo Resiliente es 103 MPa para una subrasante mejorada con  $CBR > 10\%$ .

### C. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS

Para las capas de rodadura, el método prevé el empleo de mezclas bituminosas y la posibilidad de recurrir a capas de base y subbases de materiales granulares, tratados o no, los cuales deben cumplir los requisitos de calidad señalados en la tabla. N° IX-13.

*Tabla N° IX-13. Requisitos de calidad de las capas granulares.*

ENSAYO	REQUISITOS DE LOS ENSAYOS	
	SUB BASE GRANULAR (%)	BASE GRANULAR (%)
<i>CBR Mínimo</i>	40	100
<i>L.L. Máximo</i>	25	25
<i>I.P Máximo</i>	6	NP
<i>Equivalente de Arena Mín.</i>	25	35
<i>% N° 200 Máximo</i>	12	7

En la Tabla N° IX-14, Dependiendo de la región en la que se lleve a cabo la pavimentación, existen tres tipos de temperaturas: clima frío, clima templado y clima cálido., aplicando cementos asfálticos desde el AC-5 hasta el AC-40.

*Tabla N° IX-14. Grado de asfalto de acuerdo al tipo de clima.*



CONDICIÓN DE TEMPERATURA (PROM. AMBIENTE ANUAL)	GRADO DEL ASFALTO	GRADO DEL ASFALTO
<i>Frío = &lt; 7° C</i>	<i>AC - 5 AR - 2000 PEN 120 - 150</i>	<i>AC - 10 AR - 4000 PEN 85 - 100</i>
<i>Templado de 7° C - 24° C</i>	<i>AC - 10 AR - 4000 PEN 85 - 100</i>	<i>AC - 20 AR - 8000 PEN 60 - 70</i>
<i>Cálido de mayor de 24° C</i>	<i>AC - 20 AR - 8000 PEN 60 - 70</i>	<i>AC-40 AR - PEN</i>

**Fuente: Instituto del Asfalto (MS-1) 1991**

La temperatura ambiente media anual registrada varía de 25 a 29 °C en la zona del proyecto y se considera el empleo de Cemento Asfáltico de 60 – 70 (0.01 mm.) de penetración.

#### **D. DISEÑO DE ESPESORES**

Se analizaron las siguientes alternativas de Sección de Pavimento flexible de acuerdo a la metodología propuesta por el Instituto del Asfalto para vías colectoras y locales:

- Sección Full Depth.
- Sección Full Depth con Base Asfáltica Emulsificada (Tipo I, II, III).
- Sección Carpeta asfáltica con Base Granular No Tratada (e=150 y 300mm).
- Sección Carpeta asfáltica con Base Granular y Sub Base Granular No Tratada.



Además, para cada Sección de Pavimento con tratamiento superficial se calculó una alternativa equivalente en Concreto Asfáltico como superficie de rodadura.

En la Tabla N° IX-15, 16, 17, 18 se muestran los valores de espesor calculados para cada alternativa de sección de pavimento, para los tipos de vía colectora y local, respectivamente.

**Tabla IX-15. Espesor de Pavimento para vías locales (sin mejoramiento).**

ALTERNATIVA	ESPESOR			TOTAL (cm)
	CARTA	mm	pulg	
CONCRETO ASFALTICO	A-13	125 mm	5"	12.50 cm
TRATAMIENTO SUP.	A-14	-	-	12.50 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		125 mm	5"	
TRATAMIENTO SUP.	A-15	-	-	22.50 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		75 mm	3"	
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO II		150 mm	6"	
TRATAMIENTO SUP.	A-16	-	-	27.50 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		75 mm	3"	
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO III		200 mm	8"	
CARPETA ASFALTICA	A-17	100 mm	4"	25.00 cm
BASE GRANULAR NO TRATADA(e=150mm)		150 mm	6"	
CARPETA ASFALTICA	A-18	100 mm	4"	40.00 cm
BASE GRANULAR NO TRATADA(e=300mm)		300 mm	12"	

**Tabla N° IX-16. Espesor de Pavimento para vías locales (con mejoramiento).**

ALTERNATIVA	ESPESOR			TOTAL (cm)
	CARTA	mm	pulg	
CONCRETO ASFALTICO	A-13	100 mm	4"	10.00 cm
TRATAMIENTO SUP.	A-14	-	-	10.00 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		100 mm	4"	
TRATAMIENTO SUP.	A-15	-	-	10.50 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		75 mm	3"	
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO II		30 mm	2"	
TRATAMIENTO SUP.	A-16	-	-	14.00 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		75 mm	3"	
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO III		65 mm	3"	
CARPETA ASFALTICA	A-17	100 mm	4"	25.00 cm
BASE GRANULAR NO TRATADA(e=150mm)		150 mm	6"	
CARPETA ASFALTICA	A-18	100 mm	4"	40.00 cm
BASE GRANULAR NO TRATADA(e=300mm)		300 mm	12"	
CARPETA ASFALTICA	-	100 mm	4"	40.00 cm
BASE GRANULAR NO TRATADA		150 mm	6"	
SUB BASE GRANULAR NO TRATADA		150 mm	6"	



**Tabla N° IX-17. Espesor de Pavimento para vías colectoras (sin mejoramiento).**

ALTERNATIVA	ESPESOR			TOTAL (cm)
	CARTA	mm	pulg	
CONCRETO ASFALTICO	A-13	140 mm	6"	14.00 cm
TRATAMIENTO SUP.	A-14	-	-	14.00 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		140 mm	6"	
TRATAMIENTO SUP.	A-15	-	-	25.00 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		75 mm	3"	
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO II		175 mm	7"	
TRATAMIENTO SUP.	A-16	-	-	32.50 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		75 mm	3"	
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO III		250 mm	10"	
CARPETA ASFALTICA	A-17	100 mm	4"	25.00 cm
BASE GRANULAR NO TRATADA(e=150mm)		150 mm	6"	
CARPETA ASFALTICA	A-18	100 mm	4"	40.00 cm
BASE GRANULAR NO TRATADA(e=300mm)		300 mm	12"	

**Tabla N° IX-18. Espesor de Pavimento para vías colectoras (con mejoramiento).**

ALTERNATIVA	ESPESOR			TOTAL (cm)
	CARTA	mm	pulg	
CONCRETO ASFALTICO	A-13	110 mm	5"	11.00 cm
TRATAMIENTO SUP.	A-14	-	-	11.00 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		110 mm	5"	
TRATAMIENTO SUP.	A-15	-	-	12.50 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		75 mm	3"	
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO II		50 mm	2"	
TRATAMIENTO SUP.	A-16	-	-	17.00 cm
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I		75 mm	3"	
BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO III		95 mm	4"	
CARPETA ASFALTICA	A-17	100 mm	4"	25.00 cm
BASE GRANULAR NO TRATADA(e=150mm)		150 mm	6"	
CARPETA ASFALTICA	A-18	100 mm	4"	40.00 cm
BASE GRANULAR NO TRATADA(e=300mm)		300 mm	12"	
CARPETA ASFALTICA	-	100 mm	4"	40.00 cm
BASE GRANULAR NO TRATADA		150 mm	6"	
SUB BASE GRANULAR NO TRATADA		150 mm	6"	

En lo referente al método propuesto por el Instituto de Asfalto, y de acuerdo a las puntuaciones presentadas se llega a establecer que la sección de pavimento flexible que tiene mayor conveniencia para la disponibilidad de materiales se encuentra conformada por la Carpeta Asfáltica + Base Granular No Tratada + Subbase Granular No Tratada con espesores de 3", 4" y 4" respectivamente, para vías locales y de 4", 4" y 4" para vías colectoras.



Es así como se debe de tomar en consideración a la estabilización de las subrasantes para que así se disponga de una adecuada sustitución de materiales con porcentajes adecuados de CBR con un porcentaje mayor al 10%.

#### 9.4. PAVIMENTO RIGIDO

Los pavimentos rígidos están constituidos de una losa de concreto hidráulico, con o sin revestimiento bituminoso, que descansa sobre la subrasante o bien sobre una capa de materiales seleccionados (grava y arena).

Seguidamente se detallan dos métodos de diseño para pavimentos de losa de concreto: Método de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales (AASHTO), y Método de la Asociación del Cemento Portland

##### 9.4.1. MÉTODO AASHTO 93: PAV. RIGIDO

El diseño de los pavimentos rígidos según la AASHTO 93 implica el análisis de múltiples factores indispensables para predecir el comportamiento fiable de la estructura del pavimento y para impedir que los daños alcancen el nivel de colapso durante la vida útil.

La ecuación fundamental AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_f) \times \log_{10}\left(\frac{M_R \times C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Dónde:

- W18 : Número total de Ejes Equivalentes, para el período de diseño.
- ZR : Desviación Estándar Normal.
- SO : Desviación estándar combinada en la estimación de los parámetros y del comportamiento del modelo (0.45).



D : Número Estructural.

Pt : Serviabilidad final del Pavimento.

$\Delta$  PSI : Diferencial de Serviabilidad (Serviabilidad inicial pi, depende del tipo de superficie de rodadura – Serviabilidad final pt).

MR : M3dulo de Rotura del concreto a los 28 d3as en psi.

CD : Coeficiente de Drenaje.

J : Coeficiente de Transferencia de Cargas.

EC : M3dulo El3stico del Concreto en psi.

K : Coeficiente de Balasto en pci.

### A. TR3FICO Y CARGAS (W18)

El c3lculo se detalla en el estudio de tr3fico.

*Tabla N3 IX-19. EAL de dise3o por tipo de v3a.*

CLASIFICACI3N DE V3A	EAL DE DISE3O
COLECTORA	$2.73 \times 10^5$
LOCAL	$1.13 \times 10^5$

### B. CONFIABILIDAD (R)

De hecho la confiabilidad se caracteriza por ser un medio de introducir valor y credibilidad a los procesos de dise3o de igual manera determina mayor seguridad para que con ello se pueda conseguir que las secciones de pavimento que est3n propuestas en el trabajo representen puntuaciones y an3lisis satisfactorios tanto en condiciones de tr3fico como tambi3n en condiciones medio ambientales brindando mayor sustento y fiabilidad al an3lisis y a las evaluaciones desarrolladas, esto tambi3n permite tomar decisiones y determinar que los procesos efectuados podr3n llegar a ser desarrollados de manera id3nea.



Se ha asumido para el actual estudio una confiabilidad del 80% y del 85%, al tratarse de vías como locales y urbanas.

**Tabla N° IX-20. Niveles de confianza sugeridos para diferentes carreteras.**

CLASIFICACION FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO	
	URBANO	RURAL
<i>Interestatal y Otras</i>	85 - 99.9	80 - 99.9
<i>Arteriales Principales</i>	80 - 99	75 - 95
<i>Colectoras</i>	80 - 95	75 - 95
<i>Locales</i>	50 - 80	50 - 80

C.

### FACTOR DE CONFIABILIDAD O DESVIACIÓN ESTÁNDAR ZR

En lo referente a los valores de desviación estándar normal se han tomado en consideración a los niveles de confianza (R), por ende, acorde a la guía AASHTO, se llega a destacar puntuaciones de  $ZR=-0.842$  y  $ZR=-1.036$  para un nivel de confiabilidad de 80% y 85% respectivamente.

**Tabla N° IX-21. Valores de desviación estándar normal.**



Niveles de Confiabilidad R%	Desviación Estándar Normal, Zr
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
80	-0.842
85	-1.036
90	-1.282
91	-1.341
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.326
99.9	-3.090
99.99	-3.746

*Fuente: AASHTO GUIDE FOR DESIGNE OF PAVIMENT STRUCTURES - 1993*

#### **D. OVERALL STANDART DESVIATON (SO)**

Se toma en consideración que un pavo inmenso flexible dispondrá de un valor de  $S_o = 0.35$ .

#### **E. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD**

Respecto a los pavimentos rígidos, se considera  $P_t = 2,0$  para las vías locales y  $P_t = 2,25$  para las vías colectoras. Posteriormente, el diferencial del Índice de Servicio  $\Delta PSI$  es de 2,5 y 2,25.



## **F. PERIODO DE DISEÑO (n)**

Se ha tomado en cuenta para el proyecto estudiado un período de planificación de  $n=20$  años.

## **G. MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO MR (a los 28 días, en psi)**

En este capítulo se destaca que el módulo de rotura que se requiere para desarrollar el adecuado proceso de diseño es el valor medio el mismo que será establecido e identificado posteriormente a los 28 días en los cuales se haya usado el ensayo de carga en los tercios. De igual manera se hace énfasis que a este proceso también se le llega a conocer como resistencia a la tracción del concreto por flexión. Es importante tomar en cuenta que el valor representado por el módulo de rotura del concreto ayudará principalmente a demostrar las características físicas y mecánicas del concreto además se puede tomar en consideración una puntuación de  $MR=624$  psi.

## **H. MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO**

En lo que respecta al módulo de elasticidad éste se caracteriza por ser aquel parámetro indicativo de la rigidez y la capacidad de distribución de cargas de la loza correspondiente a un pavimento, de igual manera esta se encuentra caracterizada por aquella relación que se desarrolla entre el esfuerzo y la flexión. se destaca de igual manera que las flexiones, deflexiones y tensiones tienen una fuerte relación directa con este módulo de elasticidad del hormigón, siendo esta una característica sumamente importante para determinar si el hormigón cuenta con las medidas necesarias y los parámetros adecuados para que sea utilizado en los pavimentos.



en lo referente al módulo de elasticidad del concreto también se toma en consideración la guía AASHTO de 1993, la misma que toma en consideración a la siguiente ecuación:

$$E_c = 57000\sqrt{f'_c}$$

Dónde:

EC : Módulo elástico en psi (lb/pulg<sup>2</sup>)  
f'<sub>c</sub> : Resistencia compresiva en psi.

Se toma en consideración un concreto con un f'<sub>c</sub>= 210 kg/cm<sup>2</sup> (2987 lb/pulg<sup>2</sup>).

de igual manera se destaca una puntuación de Módulo de Elasticidad del Concreto E<sub>c</sub>= 3.12 x 10<sup>6</sup>.

### **I. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)**

En lo referente al drenaje que se analizará en el proyecto éste tomará en consideración a los defectos del agua y aquellas propiedades que son identificadas en las capas de pavimento, también se hará referencia a las consecuencias que esté presente en su capacidad estructural, no se debe dejar de lado el efecto que tiene el coeficiente de drenaje en el coeficiente de transferencia de carga que posea cada pavimento rígido.

Correspondiente a la tabla N° IX-22 620 ficado que las puntuaciones referenciadas brindan valores similares y recomendados por la AASHTO, destacando de esta forma que las propiedades con las que disponen las capas presentan una estructura favorable además constituyen hijos de capacidad para liberar agua libre entre cada 1 de sus granos, tomando en consideración el tiempo al cual estará expuesto el pavimento y también los niveles de humedad que estarán próximos a la saturación, todas estas características deben ser analizadas para poder destacar que los valores identificados si son recomendados por cada capa para los diseños de pavimentos rígidos.



**Tabla N° IX-22. Valores recomendados de  $C_d$  para el diseño para pav. rígidos.**

CARACTERÍSTICA DE DRENAJE	TÉRMINO DE AGUA ELIMINADA	% DE TIEMPO EN EL AÑO Q LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD CERCANOS A LA SATURACIÓN			
		<1%	1-5%	5-25%	>25%
<i>Excelente</i>	<i>2 horas</i>	1.25 -1.20	1.20 -1.15	1.15 -1.10	1.1
<i>Buena</i>	<i>1 día</i>	1.20 -1.15	1.15 -1.10	1.10 -1.00	1
<i>Regular</i>	<i>1 semana</i>	1.15 -1.10	1.10 -1.00	1.00 -0.90	0.9
<i>Pobre</i>	<i>1 mes</i>	1.10 -1.00	1.00 -0.90	0.90 -0.80	0.8
<i>Muy Mala</i>	<i>El agua no drena</i>	1.00 -0.90	0.90 -0.80	0.80 -0.70	0.7

**Fuente: AASHTO GUIDE FOR DESIGNE OF PAVIMENT STRUCTURES - 1993**

La zona del Distrito de La Peca se caracteriza por ser lluviosa, teniendo su época de más lluvia entre los meses de setiembre y marzo. Respecto el drenaje del material de la capa de base y subbase que corresponde a materiales gravosos, es calificado con **Características de Drenaje Buena**; por ende, se estiman que el tiempo de exposición de las estructuras a nivel de humedad próxima a la  **saturación es del orden de 5-25%**. Con estas consideraciones el valor de  $C_d = 1.05$ .

**J. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGAS (J)**

Las capacidades de estructuras de pavimentos de concreto para transferir cargas mediante junta o grieta es considerado en el método AASHTO 93 mediante los coeficientes de transferencia de carga J. El dispositivo de transferencia de carga, trabazón de agregado y presencia de berma de concretos tienen efecto sobre estos valores. Este valor aumenta a medida que incrementa la carga de tráfico, debido que las transferencias de cargas reducen con la repetición de carga.

**Tabla N° IX-23. Coeficientes de Transferencia de Carga recomendados.**



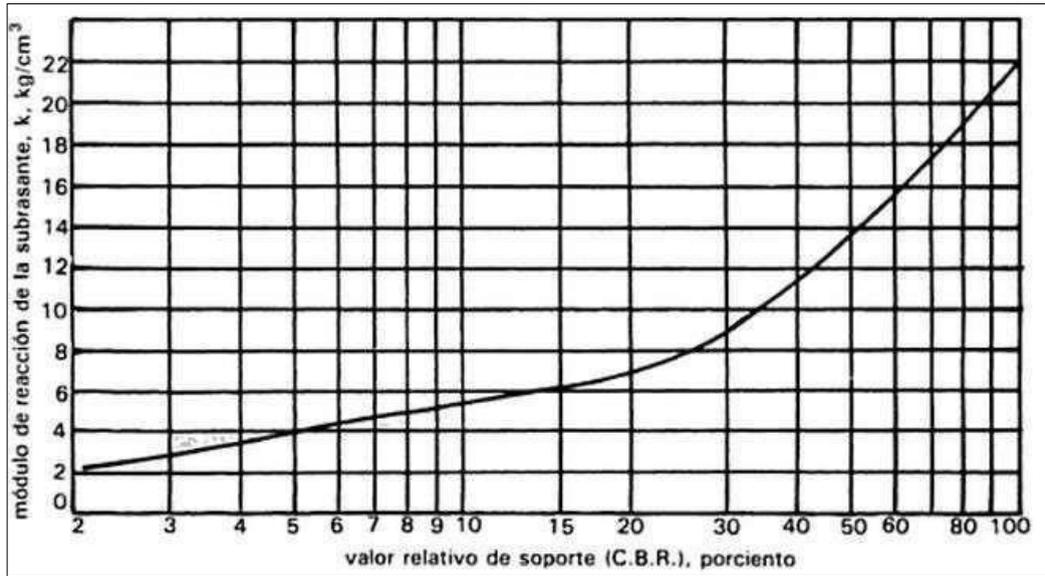
<i>TIPO DE BERMA</i>	<i>GRANULAR O ASFALTICA</i>		<i>CONCRETO HIDRAULICO</i>	
	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>
<i>Dispositivos de transferencia de carga</i>				
<i>Pavimento Simple con juntas y reforzado con juntas</i>	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2

Se procedió asumir un valor de  $J=3.8$

### **K. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (k)**

Por medio de este factor se llega a percibir la cantidad adecuada de asentamiento que presente una subrasante al momento que se le llegue a aplicar cualquier esfuerzo de comprensión. de igual manera se destaca que este módulo numéricamente hace referencia a la carga en libras por pulgada cuadrada en un área de carga, la misma que tiene que ser dividida por la flexión también en pulgadas para la misma carga.

es importante resaltar que el valor de K, suele estimar por su vinculación otras pruebas simples, pero que también son de gran importancia y relevancia para el estudio, de la cual se destaca al soporte California (CBR) o también a las pruebas de valores de resistencia (R), estos favorecen a la reacción de la subrasante.



*Figura IX-02. La relación establecida entre el valor portante relativo (en %) y el módulo de reacción de la subrasante.*

Tomando en cuenta el valor CBR de diseño de la subrasante igual a 5.91%, realizaremos un mejoramiento de suelo con material de reemplazo CBR>10%, ingresamos este valor a la Figura obteniendo un valor de  $k= 5.5 \text{ kg/cm}^3$ .

#### **L. ESPESOR DE LOSA.**

para el análisis de este capítulo se tomará en consideración los procesos que permiten evaluar y calcular el espesor de losa del pavimento rígido, el mismo que tiene que tomar en consideración su análisis a las dos tipos de vías destacando las vías colectoras y a las vías locales, para ello también se tiene que tomar en consideración los valores que son tomados en cuenta en los parámetros descritos en cada uno de los ítems anteriores, permitiendo denotar mayor confiabilidad para identificar el espesor.



**Tabla N°IX-24. Número estructural y espesores de capa de pavimento rígido en vías locales.**

<b>TIPO DE VIA</b>	<b>LOCAL</b>
Periodo de diseño	20.00
Numero de ejes equivalentes	1.13E+05
Nivel de confianza: R	0.80
Factor de confiabilidad: ZR	-0.842
Desviación estandar: So	0.35
Servicialidad Inicial: Po	4.50
Servicialidad Final: Pt	2.00
Índice de servicialidad : ΔPSI	2.50
Coefficiente de drenaje: Cd	1.05
Coefficiente de transferencia de carga: J	3.80
Coefficiente de Balasto : k(pci)	198.70
Módulo de rotura del concreto: MR(psi)	624
Modulo elástico del concreto: Ec(psi)	3.11E+06
Numero estructural SN	5.76
Espesor de losa requerido:	15.00 cm
Espesor de losa asumido:	17.50 cm
Espesor de Sub base	15.00 cm

**Tabla N° IX-25. Número estructural y espesores de capa de pavimento rígido en vías colectoras.**

<b>TIPO DE VIA</b>	<b>LOCAL</b>
Periodo de diseño	20.00
Numero de ejes equivalentes	1.13E+05
Nivel de confianza: R	0.80
Factor de confiabilidad: ZR	-0.842
Desviación estandar: So	0.35
Servicialidad Inicial: Po	4.50
Servicialidad Final: Pt	2.00
Índice de servicialidad : ΔPSI	2.50
Coefficiente de drenaje: Cd	1.05
Coefficiente de transferencia de carga: J	3.80
Coefficiente de Balasto : k(pci)	198.70
Módulo de rotura del concreto: MR(psi)	624
Modulo elástico del concreto: Ec(psi)	3.11E+06
Numero estructural SN	5.76
Espesor de losa requerido:	15.00 cm
Espesor de losa asumido:	17.50 cm
Espesor de Sub base	15.00 cm



<b>TIPO DE VIA</b>	<b>COLECTORA</b>
<i>Periodo de diseño</i>	20.00
<i>Numero de ejes equivalentes</i>	2.73E+05
<i>Nivel de confianza: R</i>	0.85
<i>Factor de confiabilidad: ZR</i>	-1.036
<i>Desviación estandar: So</i>	0.35
<i>Servicialidad Inicial: Po</i>	4.50
<i>Servicialidad Final: Pt</i>	2.25
<i>Índice de servicialidad : ΔPSI</i>	2.25
<i>Coefficiente de drenaje: Cd</i>	1.05
<i>Coefficiente de transferencia de carga: J</i>	3.80
<i>Coefficiente de Balasto : k(pci)</i>	198.70
<i>Módulo de rotura del concreto: MR(psi)</i>	624
<i>Módulo elástico del concreto: Ec(psi)</i>	3.11E+06
<i>Numero estructural SN</i>	6.84
<i>Espesor de losa requerido:</i>	17.50 cm
<i>Espesor de losa asumido:</i>	17.50 cm
<i>Espesor de Sub base</i>	15.00 cm

*Por lo tanto, se asume un Espesor de Losa de Pavimento Rígido para las vías locales de 17.50 cm y para las vías colectoras un espesor de 20.00cm.*

#### **9.4.2. MÉTODO PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA)**

El objetivo de este método es fijar los espesores mínimos de pavimentación con el fin de optimar los costos de una obra. A través de este método, se recopila en una hoja de cálculo un conjunto de datos que permiten analizar la estructura por la fatiga. Seguidamente se indican y calculan los parámetros contemplados en el proceso de diseño.

##### **A. PERIODO DE DISEÑO**

El período de diseño tomado en consideración para el presente del proyecto es un tiempo de 20 años, pues este periodo se considerará para el diseño de los pavimentos.

##### **B. TRÁFICO**

Con el fin de concretar el volumen de tráfico (carga por eje) y las repeticiones previsibles a lo largo del periodo de diseño, es conveniente que se conozcan a los dos factores:



- ✓ **El peso de los ejes en kips:** éste se encuentra referenciado por los tipos de ejes de los cuales se caracterizan a los ejes simple o tandém; asimismo se referencia a los tipos de vehículos
- ✓ **El factor de seguridad de carga:** este factor se llega a caracterizar por ser que el proceso de diseño de cargas por eje las mismas que se encuentran referenciadas en la sección previa desarrollada, cada 1 de estos valores son multiplicados por un factor de seguridad de carga, favoreciendo de esta forma a identificar el volumen de tráfico que se presente en la zona donde se va a desarrollar el proyecto, por ende se toma en consideración a los siguientes factores acorde a las intensidades de tránsito tomadas como referencia:

*Tabla IX-26 Factores de seguridad de carga.*

<b>INTENSIDAD DEL TRANSITO</b>	<b>LSF</b>
<i>Casos especiales con muy altos volúmenes de tráfico pesado y cero mantenimiento</i>	<b>1.3</b>
<i>Para Autopistas ó vialidades de varios carriles en donde se presentará un flujo ininterrumpido de tráfico y altos volúmenes de tráfico pesado</i>	<b>1.2</b>
<i>Autopistas y vialidades urbanas con volúmenes moderados de tráfico pesado</i>	<b>1.1</b>
<i>Caminos y calles secundarias con muy poco tráfico pesado</i>	<b>1</b>

El factor de seguridad de carga considerado en el diseño es FSL =1.0 en vías locales y FSL=1.1 en vías colectoras.

- ✓ **Factor de crecimiento**

Los índices de tráfico iniciales han de estar sujetos al factor de crecimiento, la cual está en relación con el crecimiento de la población y el PIB regional.

- ✓ **Factor sentido**



A menos que haya consideraciones especiales, Se asume que el 50% del tráfico se utiliza en cada dirección. Puede variar en algunos casos entre 0,3 y 0,7, en función de la dirección en la que se produzca el mayor porcentaje de acumulación de vehículos cargados. En nuestro caso, adoptamos un valor del 50% en cada dirección.

**CARGA POR EJE = (PESO DE EJE) X (LSF)**

**Tabla N° IX-27. Cargas esperadas de ejes de vehículos en vías locales**

TIPO DE VEHICULO	TIPO DE EJE	Peso de eje (kips)		LSF	Carga por eje (kips)
		Ton.	kips		
AP	Simple	1	2.2046	1	2.2046
	Simple	1	2.2046	1	2.2046
AC	Simple	1.6	3.5274	1	3.5274
	Simple	3.3	7.2753	1	7.2753
C2	Simple	7	15.4324	1	15.4324
	Simple	11	24.2508	1	24.2508

**Tabla N° IX-28. Cargas esperadas de ejes de vehículos en vías colectoras**

TIPO DE VEHICULO	TIPO DE EJE	Peso de eje (kips)		LSF	Carga por eje (kips)
		Ton.	kips		
AP	Simple	1	2.2046	1	2.2046
	Simple	1	2.2046	1	2.2046
AC	Simple	1.6	3.5274	1	3.5274
	Simple	3.3	7.2753	1	7.2753
C2	Simple	7	15.4324	1	15.4324
	Simple	11	24.2508	1	24.2508

**NÚMERO DE REPETICIONES ESPERADAS = (IMD) x (Fc) x (Fs) x (365 días del año)**

**Tabla N° IX-29. Numero de repeticiones esperadas de ejes de vehículos en vías locales**

TIPO DE VEHICULO	IMDa	x365	Factor carril	Factor sentido	Factor crecimiento	N° Rep. esperadas
Auto	17	6,205	1	0.5	1.24	3 842
Camioneta	5	1,825	1	0.5	1.24	1 130
C2	5	1,825	1	0.5	1.67	1 525

**Tabla N° IX-30. Numero de repeticiones esperadas de ejes de vehículos en vías Colectoras.**



TIPO DE VEHICULO	IMDa	x365	Factor carril	Factor sentido	Factor crecimiento	N° Rep. esperadas
Auto	39	14,235	1	0.5	1.24	8 813
Camioneta	23	8,395	1	0.5	1.24	5 198
C2	12	4,380	1	0.5	1.67	3 660

### C. SOPORTE DE LA SUBRASANTE Y SUBBASE

La subrasante y la subbase presenta un soporte, el cual está definido por el módulo de reacción del soporte (k), la cual es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga (placa 30-pulg. de diámetro) dividida por la deflexión en pulgadas para esa carga. Sus valores se presentan en libras por pulgada cuadrada (psi/pulg) o en libras por pulgada cúbica (pci).

Las vías tienen un valor de CBR = 5.91%, con un mejoramiento con reemplazo de material de CBR>10% tenemos su correspondiente k = 200 pci (Tabla N° IX-31).

**Tabla IX-31. Valores de k en correlación al CBR.**

CBR (%)	3	4	5	8	10	20
k (pci)	100	120	140	175	200	250

Se ha previsto construir una losa de concreto situada por encima de una sub base granular no tratada de al menos de 6 pulgadas, sobre la cual se estima un kCOMBINADO de acuerdo con los próximos valores:

**Tabla IX-32 Valores de k combinado de acuerdo al espesor de subrasante.**

k subrasante (psi/pulg)	Valor k combinado (psi/pulg)			
	4 pulg	6 pulg	9 pulg	12 pulg
75	85	96	117	140
150	165	180	210	243
225	235	242	280	330
300	320	330	367	430

Interpolando para un valor de subrasante k = 200 pci y un espesor de Subbase de 6 pulg, se obtiene un valor kCOMBINADO = 221.33 pci.

### D. ELEMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CARGA



Estos no son indispensables cuando se trata de pavimentos residenciales o de poco tráfico, como en el caso de este proyecto.

### **E. MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS**

Este módulo referencia a la resistencia a la tracción que presentan los concretos por flexión, es sumamente importante identificar esta puntuación dado que el valor de este módulo del concreto favorecerá a la construcción del pavimento, por ello se referencia que la rotura del concreto debe disponer de 624 psi.

### **F. CRITERIOS DE DISEÑO**

Los criterios propuestos para dimensionar el grosor de las capas se basan en la experiencia con el rendimiento general de los pavimentos.

#### **F.1 ANÁLISIS POR FATIGA**

Según este criterio, la superficie del pavimento suele fallar a causa de la fatiga del concreto bajo flexión repetida. La misma se basa en el cálculo de los esfuerzos de carga a nivel de los bordes de las losas, en el punto medio entre las juntas transversales, y de la hipótesis de que la resistencia a la fatiga no consumida por las repeticiones de una carga está disponible para las repeticiones de otras. El consumo total a la fatiga no debe superar el 100%. La resistencia a la fatiga se basa en la siguiente relación de esfuerzos:

$$\frac{\text{Esfuerzo producido por la carga del eje}}{\text{Módulo de rotura del concreto}}$$

*Tabla IX-33. Esfuerzo equivalente para los ejes sencillo en pavimento sin bermas, de concreto simple (simple/tándem/triden).*



Se tuvo en cuenta los siguientes valores:

- ✓  $k_{\text{combinado}} = 221.33$  pci
- ✓ Vías locales espesor asumido: 6.5 pulgadas
- ✓ Vías Colectoras espesor asumido: 7 pulgadas

Por consiguiente, se obtendrán los esfuerzos producidos por el eje simple:

$$\begin{aligned}\sigma_e &= 288 \text{ psi (para eje simple) vías locales} \\ \sigma_e &= 311 \text{ psi (para eje simple) vías colectoras}\end{aligned}$$

Después de precisar los esfuerzos correspondientes a cada tipo de eje, puede calcularse el factor de relación de esfuerzos, establecido por la siguiente expresión:

$$\text{FRE} = \frac{\sigma_e \text{ (eje simple o tándem)}}{\text{Módulo de rotura del concreto}}$$

Sustituyendo los valores pertinentes se adquieren los siguientes factores:

$$\begin{aligned}\text{FRE} &= 0.50 \text{ (para eje simple) vías locales} \\ \text{FRE} &= 0.46 \text{ (para eje simple) vías colectoras}\end{aligned}$$

## F.2 ANÁLISIS POR EROSIÓN

En lo que respecta el análisis por erosión se toma en consideración que este proceso ayuda a identificar y reconocer en qué momento el concreto del pavimento puede llegar a fallar por "bombeo" excesivo, por erosión a la cimentación o por escalonamiento de las juntas, que toda esta situación puede llevar a que se agriete de forma excesiva y repetitiva de carga.



**Tabla IX-34. Factores de Erosión para pavimentos de concreto simple sin pasa juntas ni apoyo lateral (simple/tándem /triden)**

A continuación, los factores de erosión son obtenidos por el eje simple:

$$F_e = 3.26 \text{ pci (para eje simple) Vías locales}$$
$$F_e = 3.17 \text{ pci (para eje simple) Vías Colectoras}$$

### G. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los espesores de las losas designados en la prueba se estiman insuficientes si el desgaste total por fatiga o los daños totales por erosión superan el 100%; en tal caso, se efectúa otra prueba con un espesor mayor. Si los valores totales son mucho más bajos que el 100%, se debe realizar otra prueba con un espesor menor.

### H. ESPESOR DE LOSA

Los siguientes espesores de losa son adecuados para las cargas de fatiga y erosión en las vías locales y colectoras:

**Tabla IX-35. Resultados: Espesor de Pavimento Rígido (PCA)**

<b>TIPO DE VÍA</b>	<b>VÍAS LOCALES</b>	<b>VÍAS COLECTORAS</b>
<i>Espesor de losa requerido</i>	<i>16.25 cm</i>	<i>17.50 cm</i>
<i>Espesor de losa asumido</i>	<i>17.50 cm</i>	<i>17.50 cm</i>
<i>Espesor de Subbase</i>	<i>15.00 cm</i>	<i>15.00 cm</i>



### 9.4.3. DISEÑO DE JUNTAS

En los pavimentos rígidos, las juntas representan la dimensión de las losas más propicia para controlar las fisuras transversales y longitudinales debido a las variaciones de volumen del hormigón y a las deformaciones restringidas.

#### ➤ LONGITUD MÁXIMA DE LOSA CONTINUA SIN REFORZAR

De un testigo de 15cm x 15cm, el cuál fue sometido a ensayo de esfuerzo de tracción – flexión de un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> a las 18 horas de vaciado, como resultado se obtuvo una resistencia de 62.5 kg.

$$L = \frac{\sigma_{tf \ 18hrs}}{\sigma_c}$$

Dónde:

Se propone una longitud de losa de hasta 870 cm.

#### ➤ RECOMENDACIONES PARA ESPACIAMIENTO DE JUNTAS

Se recomiendan la separación de las juntas en función del espesor supuesto de la losa, lo cual está establecido en La norma CE. 010 pavimentos urbanos

**Tabla N° IX-36. Espaciamiento de Juntas Recomendado para Pavimentos de Concreto Simple.**

ESPESOR DE PAVIMENTO EN MM (PULG)	ESPACIAMIENTO DE JUNTAS* EN M
125 (5)	3.00 - 3.80
150 (6)	3.70 - 4.60
175 (7)	4.30 - 4.60
200 (8) o más	4.6

*Fuente: CE. 010 Pav. Urbanos-RNE.*



El criterio más conservativo es una distancia de 4,00 m de separación entre juntas transversales; después se verifica este valor con respecto a cada tipo de junta proyectada.

### ➤ TIPOS DE JUNTAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO

Las juntas son de diferentes tipos. Según su posición respecto a la dirección o eje principal de la calzada, se denominan juntas longitudinales o transversales. De acuerdo con su función, se denominan juntas de contracción, de articulación, de construcción, de expansión o de dilatación.

### ***JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCIÓN:***

En lo referente a las juntas transversales éstas se encuentran referenciadas como juntas elaboradas de forma transversal al eje central de la vía, además se logra destacar que éstas están espaciadas con el propósito de efectuar un mayor control de la fisura transversal que presente la losa del pavimento

Es determinado por la siguiente ecuación:

$$\rho = \left[ \frac{E * h^3}{12 * k * (1 - \mu)} \right]^{0.25}$$

Dónde:

$\rho$  = Radio de rigidez relativa (pulgadas)

E = módulo de elasticidad del concreto (psi)

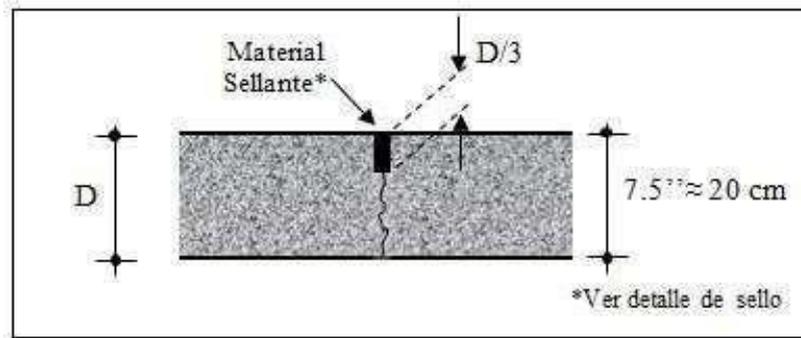
h = Espesor del pavimento (pulgadas)

$\mu$  = relación de Poisson del pavimento

k = módulo de reacción de la subrasante (pci)

**Se demuestra que la distancia asumida L = 4,0 m satisface todas las condiciones para las juntas de contracción transversales.**

**Figura IX-03. Junta de Contracción.**



Fuente: "Design and construction of joint for concrete highways"

### JUNTAS TRANSVERSALES DE CONSTRUCCIÓN:

Las juntas se efectúan al final de la jornada de trabajo o de cualquier otra interrupción del proceso de colocación si el tiempo transcurrido entre la preparación del hormigón y la colocación y el acabado es superior a 60 minutos en la estación cálida y a 90 minutos en la estación fría.

### JUNTAS DE SEPARACIÓN Y DILATACIÓN:

Se denomina así a los que absorben la expansión originada por el aumento de la temperatura, lo que evita empujes indeseados que podrían provocar la rotura del pavimento.

Figura IX-04. Junta de Expansión entre losa-estructuras fijas.

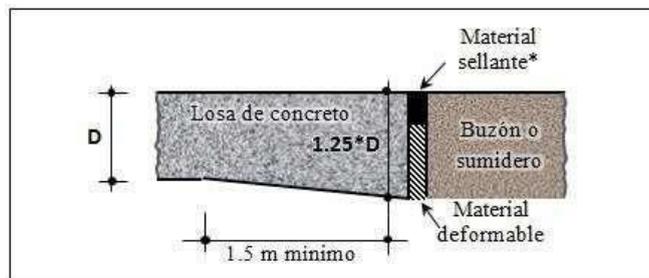
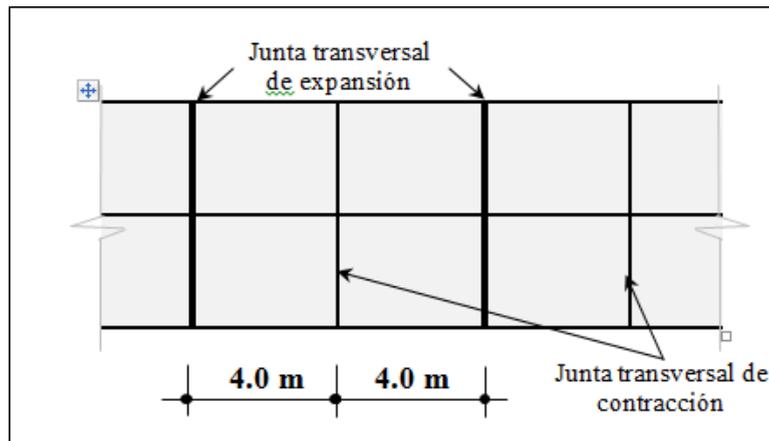


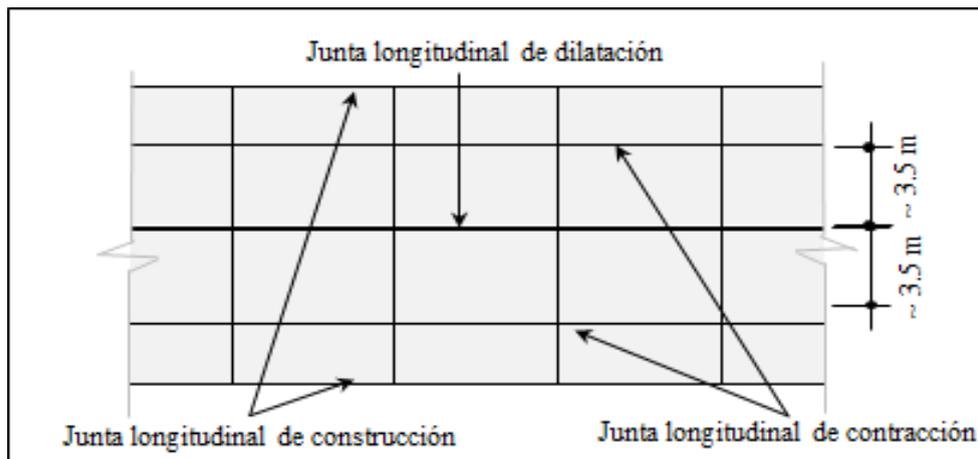
Figura IX-05. Ubicación de juntas transversales en planta.



### ***JUNTAS LONGITUDINALES:***

Dado que el objetivo es construir losas lo más cuadradas posible y que hay juntas transversales cada 4,00 m, sólo se suele hacer una junta longitudinal, ya que la sección de la calzada suele tener 7,50 m de ancho.

*Figura IX-06. Ubicación de juntas longitudinales en planta.*



## **9.4.4. DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO RIGIDO**

### **REQUERIMIENTO DE DISEÑO**

Resistencia especificada: 210 kg/cm<sup>2</sup>

Cemento Portland Tipo: Pacasmayo Tipo I

Condición de exposición: Sin aire incorporado

Asentamiento recomendable: 1 a 3 pulg



Peso específico del cemento: 3.11

**TABLA IX-37. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

<b>AGREGADOS</b>	<b>Arena</b>	<b>Piedra</b>
Humedad Natural	0.36	0.18
Absorción	0.64	0.74
Peso específico de Masa	2.62	2.63
Peso unitario Varillado	1.76	1.57
Peso suelto Seco	1.62	1.43
Módulo de fineza	2.65	
Tamaño máximo Nominal	1/2"	

*Fuente: Elaboración Propia (VER DISEÑO EN ANEXO)*



---

# CAPITULO X

## DISEÑO DE VEREDAS

---



## **CAPITULO X: DISEÑO DE VEREDAS**

### **10.1.INTRODUCCION**

Las veredas son consideradas un pavimento especial que forma parte de las vías urbanas localizadas entre la pista y el limite de propiedad, orientada en la utilización de los peatones. Puede ser de concreto simple, asfaltado, unidad intertrabada u otros materiales adecuados.

La vereda es superficie plana con inclinaciones hacia las calzadas para ayudar evacuar el agua pluvial y sus niveles debe estar por encima de la rasante del pavimento.

La acera debe ser suficiente y ancha para que dos sujetos caminando pueda permitir que un tercero pase sin interferir.

### **10.2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA**

#### **10.2.1. PARÁMETROS QUE CONDICIONAN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA**

Se debe tener en cuenta los diferentes criterios y/o normas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones R.N.E., mostrándose los siguientes parámetros:

- La vereda presenta un mínimo espesor  $e=4"$ , cuyo ancho mínimo de 1.20 m.
- Bombeo de 2 - 4 %.
- Resistencia mínima de 175 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Junta de dilatación cada 4m.,  $e= 1"$ .



### **10.3. SARDINELES DE LAS VEREDAS Y SARDINELES INDEPENDIENTES**

Son los sardineles adjuntos a la vereda y jardinera independiente que tenga que construirse para separar el jardín de la vía. Se utilizará las mismas dosificaciones usada en veredas. Este sardinel tiene por fin el confinamiento y separación de distintas partes de las secciones transversales de las vías y se construyen según los elementos geométricos mostrados en el plano de detalle constructivo.

### **10.4. DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO PARA VEREDAS**

El diseño de veredas se basa fundamentalmente en el diseño estructural de la losa de concreto hidráulico, la cual estará apoyada sobre la subrasante o una capa de material seleccionado. Para el diseño y construcción de la losa de concreto de utilizará materiales de la cantera: **Río Utcubamba**

La dosificación será la suficiente para asegurar la resistencia mínima de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y una durabilidad adecuada según el clima de la localidad (R.N.E.), y se obtendrá del resultado del diseño de mezclas, teniendo en cuenta las características y propiedades de los materiales a utilizar, así como la relación agua-cemento.

### **10.5. DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO PARA VEREDAS**

Considerando como referencia el proceso del diseño pvra pvvimento rigido expuestos con anterioridad y usando la tabla correspondiente al diseño de mezcla, e adjuntan en anexos el diseño de mezcla para vereda.

El diseño de mezcla para vereda, se consideró resistencias en compresión simple del concreto especificado en los 28 días de 175 Kg/cm<sup>2</sup>.

Material: Cemento Portland Tipo I.



**TABLA X-01. AGREGADOS**

AGREGADOS	Arena	Piedra
<i>Humedad Natural</i>	0.36	0.18
<i>Absorción</i>	0.64	0.74
<i>Peso específico de Masa</i>	2.62	2.63
<i>Peso unitario Varillado</i>	1.76	1.57
<i>Peso suelto Seco</i>	1.62	1.43
<i>Módulo de fineza</i>	2.65	
<i>Tamaño máximo Nominal</i>	1/2"	

*Fuente: Elaboración Propia*



---

# CAPITULO XI

## SEÑALIZACION VIAL

### URBANA

---



## CAPITULO XI: SEÑALIZACION VIAL URBANA

### 11.1. INTRODUCCION

La Señalización en todos los proyectos viales está dirigido a la implantación de diversos dispositivos de control del tránsito vehicular, mediante el establecimiento de normas pertinentes para la prevención, regulación del tránsito y sobre todo de información al usuario de la vía, con la finalidad de proteger su seguridad y prevenir riesgos y posibles accidentes.

En el presente proyecto se han utilizado señales horizontales y marcas en el pavimento, usando el "MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRÁNSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS".

### 11.2. TIPOS DE SEÑALES

#### 11.2.1. SEÑALES VERTICALES

##### 11.2.1.1. DEFINICIÓN

Estos son elementos dirigidos a regular, advertir o informar el tráfico, en forma de palabras o símbolos, los cuales están dispuestos generalmente en el camino o por encima de ella.

##### 11.2.1.2. CLASIFICACIÓN

- **Las señales de reglamentación** se destinan a llamar la atención de los usuarios de la carretera sobre las restricciones, prohibiciones o limitaciones de uso de la misma, cuyo incumplimiento constituye una infracción del código de circulación.
- **Las señales de prevención** pretenden prevenir al usuario de la carretera de la existencia y la naturaleza de un peligro.
- **Las señales de información** deben indicar las rutas a seguir y proporcionar al usuario la información necesaria.



**Figura N° XI -01. CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES**



**Fuente:** Manual De Dispositivos De Control Del Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras.

## 11.2.2. MARCAS EN EL PAVIMENTO

### 11.2.2.1. Definición

Las marcas viales u obstáculos se utilizan para regular la circulación de los vehículos y mejorar la seguridad del tráfico.

### 11.2.2.2. Clasificación

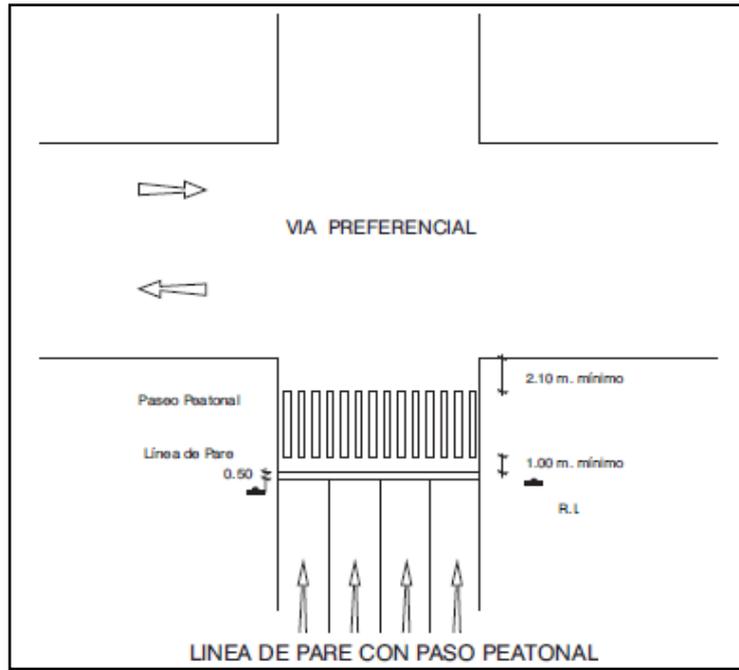
Teniendo en cuenta el propósito, las marcas en el pavimento se clasifican en:

- A. Marcas en el pavimento
  - Línea central.
  - 2 línea de carril.
  - Marca de prohibición de alcance y paso a otro vehículo.
  - Línea de borde de pavimento.



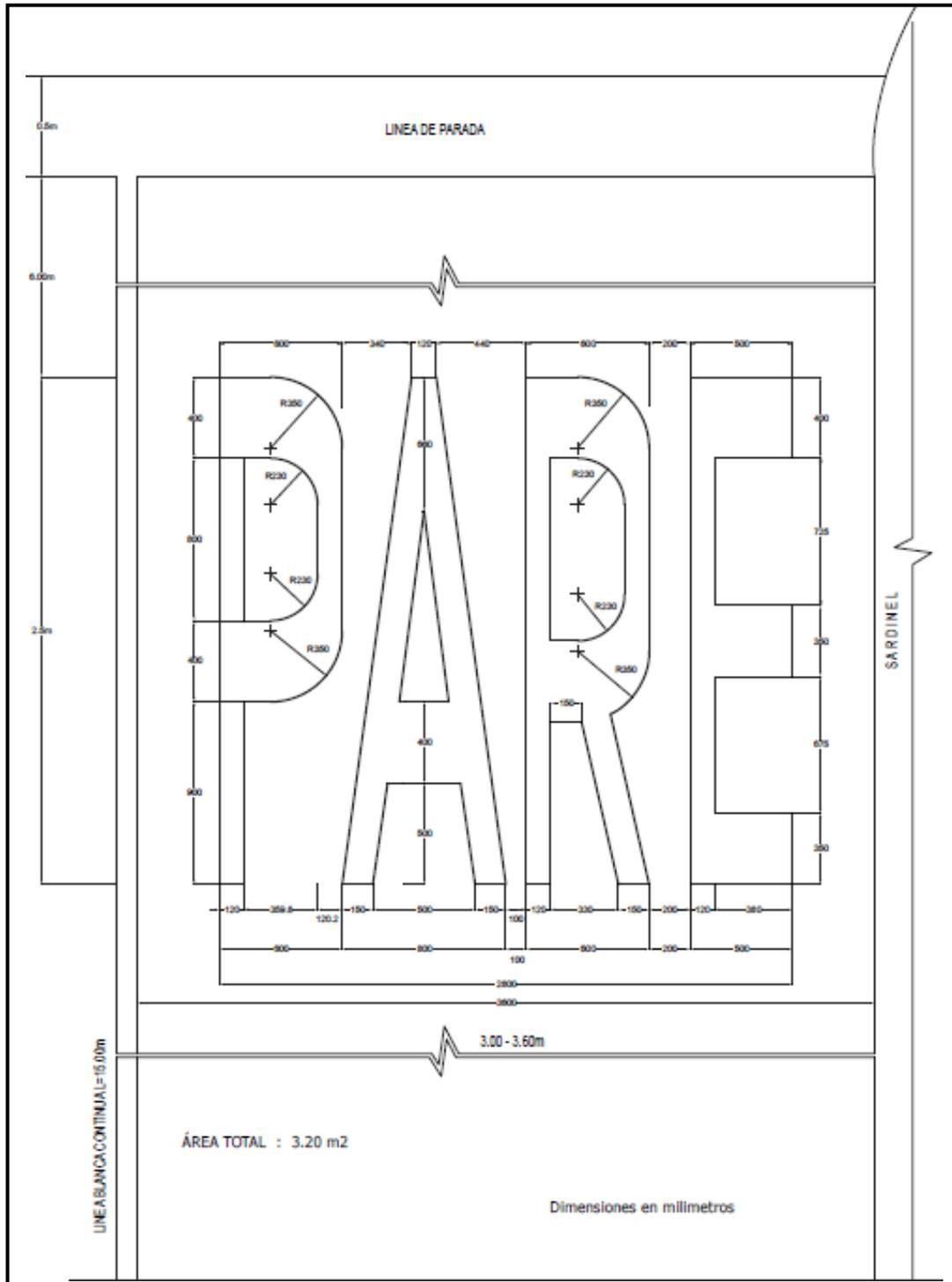
- Línea canalizadora del tránsito.
  - Marca de aproximación de obstáculos.
  - Demarcación de entradas y salidas de Autopistas.
  - Línea de parada.
  - Marca de paso peatonal.
  - Aproximación de cruce a nivel con línea férrea.
  - Estacionamiento de vehículos.
  - Letras y símbolos.
  - Marca para controlar de uso del carril de circulación.
  - Marca en el sardinel de prohibición de estacionamiento en la vía pública.
- B. Marca en los obstáculos
- Obstáculo en la vía.
  - Obstáculo fuera de la vía.
- C. Demarcadores reflectores
- Demarcadores de peligro.
  - Delineadores.

*Figura N° XI -03.*



*Fuente: Manual De Dispositivos De Control Del Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras.*

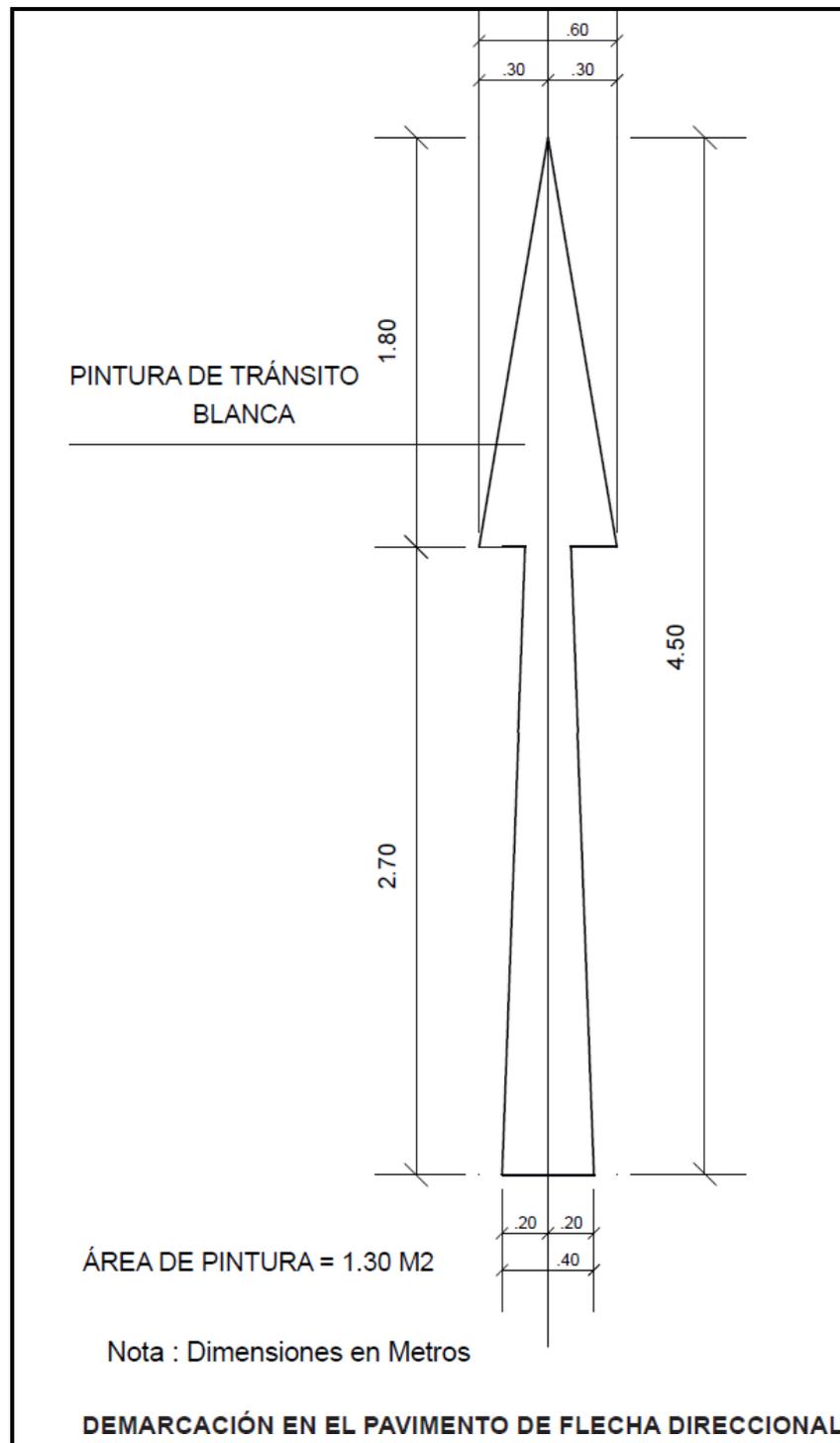
*Figura N° XI - 04*



*Fuente: Manual De Dispositivos De Control Del Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras.*



Figura N° XI - 05



Fuente: Manual De Dispositivos De Control Del Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras.

Figura N° XI - 06









---

# CAPITULO XII

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

---



---

## **CAPITULO XII: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **12.1. INTRODUCCIÓN**

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, es necesario conocer y describir detalladamente las condiciones físicas, sociales y culturales, así como prever los posibles impactos de la obra debido a su ejecución y mantenimiento.

Es de conocimiento general que el crecimiento urbano se ha incrementado en los últimos 10 años en la localidad de la Peca, por lo que se requiere mejorar la infraestructura urbana, teniendo en cuenta el impacto ambiental que implicaría.

### **12.2. OBJETIVOS**

Identificar los impactos causados por las medidas durante la fase de ejecución en relación con el entorno físico y socioeconómico.

Elaborar las medidas que se incluirán en los diseños finales, especificaciones y los contratos de obra para evitar y/o mitigar los impactos negativos y además, la valorización de los impactos positivos generados por el proyecto a través de directrices adecuadas.

### **12.3. GENERALIDADES**

#### **12.3.1. GENERALIDADES**

##### **12.3.1.1. MEDIO AMBIENTE**

Se ha de tratar del hábitat, es decir, el conglomerado de factores físicos -naturales, sociales, culturales, estéticos y económicos que interconectan entre ellos, con el individuo y con la colectividad en la que se desarrolla.

##### **12.3.1.2. FACTORES AMBIENTALES**

También se ha denominado parámetro ambiental e incorpora los variados



componentes del espacio en el que se desenvuelve la vida en nuestro planeta. Son la base de todas las acciones humanas.

### **12.3.1.3. ELEMENTOS DEL PROCESO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)**

Un impacto ambiental se origina cuando una acción o actividad provoca un cambio, a favor o en contra, en el medio ambiente o en un aspecto del mismo. Esta situación puede ser un proyecto técnico, un programa, un plan, una ley o un reglamento administrativo relacionado con el medio ambiente. Recuerde que los impactos pueden ser tanto de carácter positivo como negativo.

### **12.3.1.4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)**

La EIA es un mecanismo jurídico-administrativo que determina, previene y argumenta los impactos ambientales que originará un proyecto o actividad cuando se lleve a cabo, así como la preparación, subsanación y evaluación de los impactos ambientales, los cuales deben ser admitidos, rectificadas o denegados por los entes competentes.

### **12.3.1.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (ESIA)**

Constituye la puesta en evidencia de la realidad objetiva para saber hasta qué punto influirá en el escenario de desarrollo de un proyecto, trabajo o actividad y, por tanto, la amplitud del sacrificio que ha de soportar.

Se trata de un documento técnico que debe facilitar el titular del proyecto y que constituye la base de cualquier declaración o evaluación de impacto ambiental.

### **12.3.1.6. MÉTODOS DE BATELLE COLUMBUS**

Gracias a este método es factible analizar de forma sistemática el impacto ambiental de un determinado proyecto a través de la utilización de indicadores



homogéneos.

Puede ser utilizado con dos fines:

Medición del impacto medioambiental de proyectos que utilizan distintos recursos hídricos (análisis de proyectos, a microescala).

Planeación de los proyectos a mediano y largo plazo con menor impacto ambiental (evaluación ambiental para planes y programas, a nivel macro).

#### **12.3.1.7. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Este método consiste en reunir una serie de actividades del proyecto que pueden modificar el entorno y relacionar cada una de ellas con los factores que influyen en él.

#### **12.3.1.8. ACCIONES**

- OBRAS PROVISIONALES
- MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA
- TRAZO Y REPLANTEO
- MOVIMIENTO DE TIERRA
- MOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA
- ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE
- DEMOLICIONES
- PAVIMENTO RIGIDO
- OBRAS DE CONCRETO ARMADO
- AREA VERDE
- SEÑALIZACIÓN



### **12.3.1.9. FACTORES AMBIENTALES**

El medio ambiente engloba un conjunto de entornos físicos y socioeconómicos.

#### **A) MEDIO FÍSICO**

- ✓ Atmósfera
- ✓ Suelo
- ✓ Agua
- ✓ Flora
- ✓ Fauna
- ✓ Medio perceptual

#### **B) MEDIO SOCIOECONÓMICO**

- ✓ Uso del territorio
- ✓ Infraestructura
- ✓ Humanos
- ✓ Economía y población
- ✓ Cultural

## **EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

La valorización cuantitativa se lleva a cabo a través de la MATRIZ DE



CARACTERIZACIÓN de impactos.

su significado de importancia se resuelve a través del algoritmo presentado:

$$I = \pm [ 3 In + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC ]$$

**CUADRO N° 13.1. ALGORITMO PARA DETERMINAR LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO**

<p><b>NATURALEZA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto beneficioso +</li> <li>- Impacto perjudicial -</li> </ul>	<p><b>INTENSIDAD (I)</b> (Grado de destrucción)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Baja 1</li> <li>-Media 2</li> <li>-Alta 4</li> <li>-Muy alta 8</li> <li>-Total 12</li> </ul>
<p><b>EXTENSIÓN (EX)</b> (Área de Influencia)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Puntual 1</li> <li>-Parcial 2</li> <li>-Extenso 4</li> <li>-Total 8</li> <li>-Crítica (+4)</li> </ul>	<p><b>MOMENTO (MO)</b> (Plazo de Manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Largo plazo 1</li> <li>-Medio Plazo 2</li> <li>-Inmediato 4</li> <li>-Crítico (+4)</li> </ul>
<p><b>PERSISTENCIA (PE)</b> (Permanencia del efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fugaz 1</li> <li>-Temporal 2</li> <li>-Permanente 4</li> </ul>	<p><b>REVERSIBILIDAD (RV)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Corto plazo 1</li> <li>-Medio plazo 2</li> <li>-Irreversible 4</li> </ul>
<p><b>SINERGIA (SI)</b> (Regularidad de la manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Sin sinergismo (Simple) 1</li> <li>-Sinérgico 2</li> <li>-Muy sinérgico 4</li> </ul>	<p><b>ACUMULACIÓN (AC)</b> (Incremento progresivo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Simple 1</li> <li>-Acumulativo 4</li> </ul>
<p><b>EFECTO (EF)</b> (relación Causa – Efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Indirecto (Secundario) 1</li> <li>-Directo 4</li> </ul>	<p><b>PERIODICIDAD (PR)</b> (Regularidad de la manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Irregular o aperiódico y discontinuo 1</li> <li>-Periódico 2</li> <li>-Continuo 4</li> </ul>

**Fuente:** Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. CONESA,

Con el fin de determinar la importancia correspondiente de los factores, se



procedió a la preparación de la MATRIZ DE VALORACIÓN.

Es necesario considerar los siguientes cálculos:

$\Sigma I_i$  = Sumatoria de valores de importancia.

$I_r$  = Importancia relativa

% = Variación porcentual

$$\sum_{i=1}^n (UIP_i * I_i)$$

$$\% = \frac{I_r}{\sum I_r} * 100$$

$$I_r = \frac{\sum_{i=1}^n UIP_i}{\sum_{i=1}^n UIP_i}$$

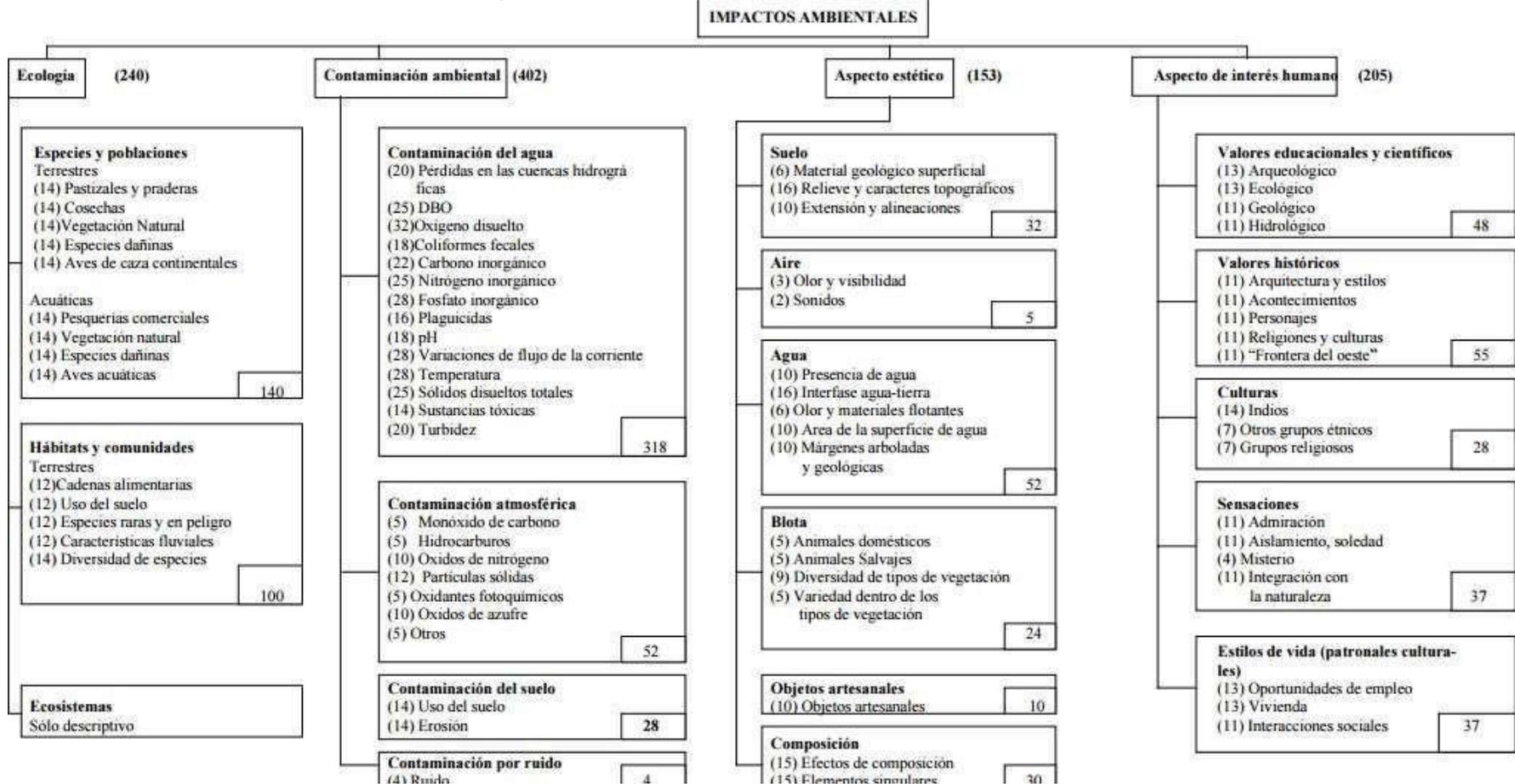
$$\sum I_r$$

Para ello, se designa a que cada factor tenga un peso o índice de peso, manifestado en unidades de importancia, PIU

(Ver Cuadro del Instituto Batelle Collumbus).



**TABLA N° XII.1.**  
Impactos Ambientales (Matriz de Batelle Columbus)



Fuente: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. CONESA, pag. 93. 1995



## 12.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Por medio de la matriz de valoración, los impactos que se han generado pueden clasificarse según su importancia como insignificantes, moderados, graves o críticos.

(VER MATRICES EN EL ANEXO)

### ANALISIS DE MATRIZ DE VALORACION

En el MEDIO FÍSICO:

- Se ha registrado un inferior porcentaje de impactos moderados (32,84%).
- Se ha registrado un mayor porcentaje de impactos irrelevantes (67.16%)

En el MEDIO SOCIO-ECONÓMICO:

- Se ha registrado un inferior porcentaje de impactos moderados (19.05%)
- Se ha registrado un mayor porcentaje de impactos irrelevantes (80.95%)

## 12.5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El responsable del proyecto tendrá que formular un plan de manejo ambiental que contemple el desarrollo sistematizado y estructurado de un compendio de medidas para minimizar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos



originados por la ejecución del proyecto. Asimismo, deberá preverse el despliegue de una estrategia medioambiental que incorpore medidas de previsión de riesgos medioambientales y de control de accidentes.

### **Medidas de Mitigación**

- Garantizar que todas las máquinas y equipos cuenten con un mantenimiento adecuado que permita evitar ruidos indeseados.
- Proveer y hacer el mantenimiento de todo tipo de maquinaria y equipos con emisión de gases para que estén equipados con filtros de escape.
- Los encargados de la construcción estarán provistos de elementos de protección personal, tales como protectores auditivos y tapones a fin de minorar la exposición al ruido.
- El personal que desempeñe las labores de construcción debe estar dotado de equipos de protección personal, como máscaras y gafas, para poder reducir al mínimo los estragos del polvo.

### **Medidas de Prevención**

- Se debe realizar una adecuada planificación sobre las zonas donde se desarrollarán los desvíos viales con el propósito de que éstas no lleguen a generar en alguna situación congestión dentro de la ciudad.
- Es importante que se eliminen los materiales excedentes desarrollados en la obra y que una vez que se extraiga sea ubicados en zonas donde no lleguen a afectar el tránsito vehicular tampoco que genere malos olores y se



puede gozar de una mejor apreciación visual favoreciendo directamente al comercio.

- Es importante realizar capacitaciones al personal.
- Disponer de un adecuado manejo de los residuos sólidos.
- Las actividades de movimiento de tierras o de excavaciones tienen que desarrollarse en horas del día para que de esta forma se evite perturbar el sueño de los pobladores cercanos a la obra.
- El material debe ser transportado a canteras previamente humedecido para que de esta manera se evite levantar el polvo y afectar a la población.
- es sumamente importante que los volquetes deban de disponer de cobertores de lona para que eviten el escape de polvo hacia la atmósfera en el proceso en que son transportados los materiales.
- Se busca que se prevenga que fuentes móviles de combustión no emitan al ambiente partículas de monóxido de carbono o de óxido de nitrógeno fuera de los límites reglamentados por la OMS.
- A fin de prevenir el despegue del polvo, la zona de trabajo ha de ser rociada en forma continua con agua.



## 12.6 CONCLUSIONES

<b>MEDIO FÍSICO</b>		
<b>ATMOSFERA</b>	Acción más agresiva	Mov. de tierra
	Factor más frágil	Partículas de Polvo
<b>SUELO</b>	Acción más agresiva	Mov. de tierra
	Factor más frágil	Topografía
<b>FLORA</b>	Acción más agresiva	Área verde
	Factor más frágil	Estabilidad del ecosistema
<b>MEDIO PERCEPTUAL</b>	Acción más agresiva	Área verde
	Factor más frágil	Vista y paisaje
<b>MEDIO SOCIOECONOMICO</b>		
<b>USO DEL TERRITORIO</b>	Acción más agresiva	Área
	Factor más frágil	Cambio de uso
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	Acción más agresiva	Pavimento Rígido
	Factor más frágil	Cambio en el valor del suelo
<b>HUMANO</b>	Acción más agresiva	Área verde
	Factor más frágil	Salud
<b>ECONOMIA Y POBLACIÓN</b>	Acción más agresiva	Pavimento rígido
	Factor más frágil	Empleo estacional
<b>CULTURAL</b>	Acción más agresiva	Paisajística escénica
	Factor más frágil	Disponibilidad de área



---

# CAPITULO XIII

## EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

---



## CAPITULO XIII: EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION.

### 13.1 GENERALIDADES

Al ser este un estudio de investigación, en este capítulo se han propuesto y evaluado económicamente alternativas técnicas de pavimentación las cuales deben satisfacer determinados requisitos.

### 13.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto implica la creación de vías urbanas, entre ellas 01 Avenida, 16 Calles, veredas y áreas verdes con un total de:

Área total a pavimentar	:	27 299.37 m <sup>2</sup>
Área veredas a construir	:	8 997.48 m <sup>2</sup>
Área sardinel a construir	:	1 001.29 m <sup>2</sup>

### 13.3 ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN

Los tipos de pavimento son:

#### 13.1.1. PAVIMENTO FLEXIBLE

Las características del pavimento se muestran en la siguiente tabla:

*Tabla XII-01. Características en Pavimento Flexible.*

<b>DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>		
<b>CAPAS DE PAVIMENTO</b>	<b>VÍAS LOCALES</b>	<b>VÍAS COLECTORAS</b>
<b>MEJORAMIENTO:</b>		
<i>Material de cantera con CBR<math>\geq</math>10%</i>	<i>42.00 cm</i>	<i>48.00 cm</i>
<b>SUB BASE:</b>		
<i>Afirmado con CBR<math>\geq</math>30%</i>	<i>10.00 cm</i>	<i>10.00 cm</i>
<b>BASE:</b>		
<i>Afirmado con CBR<math>\geq</math>80%</i>	<i>10.00 cm</i>	<i>10.00 cm</i>
<b>PAVIMENTO:</b>		
<i>Concreto asfáltico en caliente</i>	<i>7.50 cm</i>	<i>10.00 cm</i>

#### 13.1.2. PAVIMENTO RÍGIDO



Se refleja en la próxima tabla, las características del pavimento:

**Tabla XIII-02. Características en Pavimento Rígido.**

<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>		
<b>CAPAS DE PAVIMENTO</b>	<b>VÍAS LOCALES</b>	<b>VÍAS COLECTORAS</b>
<b>MEJORAMIENTO:</b>		
Material de cantera con $CBR \geq 10\%$	30.00 cm	40.00 cm
<b>BASE</b>		
Afirmado con $CBR \geq 30\%$	15.00 cm	15.00 cm
<b>PAVIMENTO</b>		
Concreto hidráulico, cemento tipo V, $f'c$ $210 \text{ kg/cm}^2$	17.50 cm	17.50 cm

## COMPARACIÓN ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS

### A. PAVIMENTO FLEXIBLE:

**Tabla XIII-03. Costo Directo de Pavimento Flexible.**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Parcial S/.</b>
01	OBRAS PROVISIONALES	11,919.27
02	OBRAS PRELIMINARES	602,283.51
03	PAVIMENTOS	3,872,357.78
04	VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS	850,927.40
05	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUPERFICIAL	3,747,578.82
06	SARDINEL DE CONCRETO	525,731.72
07	AREA VERDE	142,911.87
08	SEÑALIZACIÓN VIAL	36,907.62
09	MITIGACIÓN Y CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL	15,531.12
10	VARIOS	62,515.56
11	FLETE	89,011.20
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>9,957,675.87</b>

### B. PAVIMENTO RÍGIDO:

**Tabla XIII-04. Costo Directo de Pavimento Rígido.**



Ítem	Descripción	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES	11,919.27
02	OBRAS PRELIMINARES	602,283.51
03	PAVIMENTOS	4,082,563.95
04	VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS	850,927.40
05	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUPERFICIAL	3,711,417.36
06	SARDINELES DE CONCRETO	525,731.72
07	AREAS VERDES	142,911.87
08	SEÑALIZACION VIAL	36,907.62
09	MITIGACION Y CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL	15,531.12
10	VARIOS	62,515.56
11	FLETE	90,652.80
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>10,133,362.18</b>

Según muestran los estudios económicos de las dos alternativas de pavimentación, los costos directos son inferiores en el caso de la pavimentación flexible, pero la alternativa de solución se decide también por la comparación técnica de las alternativas.

### COMPARACION TECNICA DE ALTERNATIVAS

Lo antes demostrado también está respaldado por la tesis para optar el Grado de Master en Ingeniería Civil con mención en Ingeniería Vial: "COMPARACIÓN TÉCNICOECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE Y RÍGIDA A NIVEL DE COSTO DE INVERSIÓN" sustentada por el Ingeniero Mario Rafael Becerra Salas (Ingeniero Civil, Miembro del Comité Técnico de la Asociación Peruana de Carreteras, ha participado en la elaboración del Manual de Pavimentos del MTC), llega a las siguientes conclusiones:

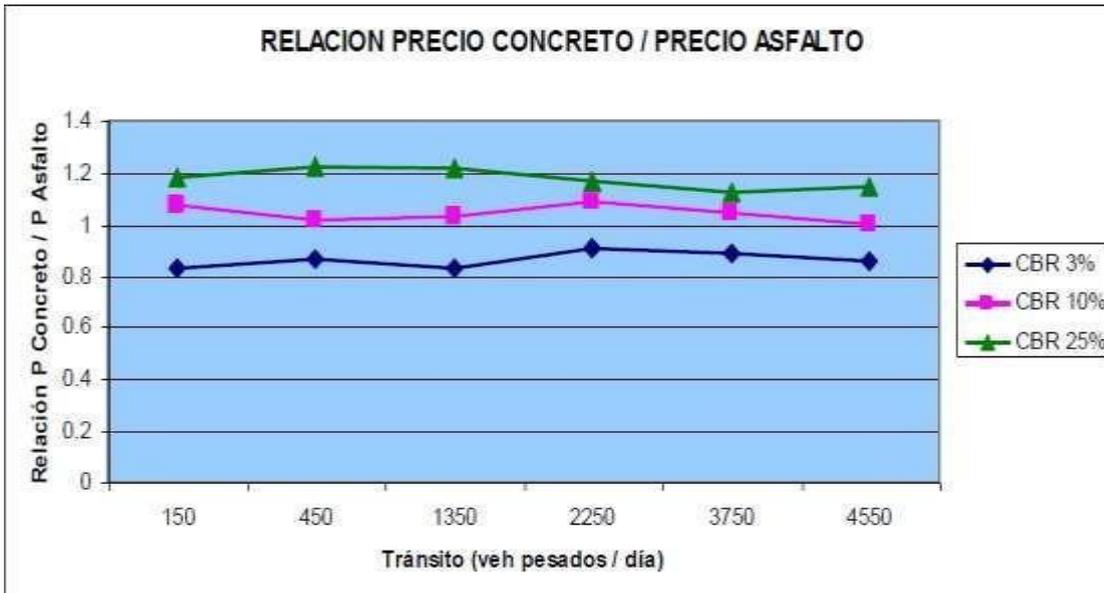
-El concreto es muy competitivo en el sentido del valor inicial de construcción, para aquellos diseños equivalentes.

-La utilización del concreto es una alternativa indiscutible para los suelos con un CBR del 10% o un valor inferior.



-En todos los escenarios, se constata un ahorro global de costos de más del 30% a lo largo de la vida útil del pavimento, favorable para aquella alternativa de concreto.

*Gráfico XII-01. Relación de Precio Concreto/Precio Asfalto.*



## **BENEFICIOS DIFERENCIADOS ENTRE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO Y LOS DE ASFALTO.**

**Indeformabilidad:** éste llegará a determinar que en las zonas donde se frene y se disponga de un arranque de vehículos pesados el concreto no llegue a deformarse

**Drenaje:** se logra destacar que al no deformarse ni ensancharse la superficie del concreto proporcionará un adecuado drenaje superficial, si en ocasiones llegase a llover.

**Rapidez de puesta en obra:** El concreto es capaz de adquirir una resistencia elevada en pocas horas. Es más fácil predecir y controlar la resistencia del concreto.

**Ahorro de energía:** en este elemento no se necesita de que se caliente ninguno de los ingredientes para que pueda elaborarse el concreto, se busca ahorrar al máximo la energía en los procesos de concreto asfáltico los agregados y las faltó tienen que ser calentados a temperaturas elevadas, además se resalta, que luego de ser elaborados estos deben de



contar con temperaturas más o menos elevadas acorde al tiempo de transporte y al tiempo que determine su colocación, pues la temperatura debe tomarse en consideración al momento de compactar.

**Contaminación:** se logra determinar que las mezclas alfabéticas siempre contaminan al momento de que éstas sean colocadas, lo que se busca es que se realice un menor impacto, sin embargo, se destaca que el concreto ya no contamina una vez colocado.

**Facilidad de reparaciones:** se establece que en la elaboración del concreto bajo cualquier condición climática se puede tomar en consideración cualquier cantidad de aditivos buscando continuamente que estas ayuden a que se mejore el trabajo y pueda ser reparado con eficiencia, pero se enfatiza que el asfalto no puede ser reparado abajo de ciertas temperaturas ya establecidas, ni tampoco bajo temperaturas mínimas.

**Señalización:** para el proceso de señalización se logra indicar que las marcas, pinturas y cualquier otra medida tomada en consideración para señalar los pavimentos estos se desarrollarán cuando ya esté colocado el hormigón.

## ELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE PAVIMENTO

A continuación, se presenta una comparación de los costos por partida de las alternativas proyectadas.

*Tabla XIII-05. Resumen de costo directo de alternativas.*



Ítem	Descripción	Parcial S/. Por tipo de Pavimento	
		Pavimento Flexible	Pavimento Rígido
	OBRAS PROVISIONALES	11,919.27	11,919.27
02	OBRAS PRELIMINARES	602,283.51	602,283.51
03	PAVIMENTOS	3,872,357.78	4,082,563.95
04	VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS	850,927.40	850,927.40
05	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SUPERFICIAL	3,747,578.82	3,711,417.36
06	SARDINELES DE CONCRETO	525,731.72	525,731.72
07	AREAS VERDES	142,911.87	142,911.87
08	SEÑALIZACION VIAL	36,907.62	36,907.62
09	MITIGACION Y CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL	15,531.12	15,531.12
10	VARIOS	62,515.56	62,515.56
11	FLETE	89,011.20	90,652.80
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>9,957,675.87</b>	<b>10,133,362.18</b>
	GASTOS GENERALES (13.56%)	1,051,855.53	1,070,413.74
	UTILIDAD (10%)	995,767.59	1,013,336.22
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>12,005,298.99</b>	<b>12,217,112.14</b>
	IGV (18%)	2,160,953.82	2,199,080.19
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>14,166,252.81</b>	<b>14,416,192.33</b>

Se concluye que la alternativa más económica es el PAVIMENTO FLEXIBLE

En la comparación técnica de las alternativas se observa que un pavimento rígido construido en concreto ofrece más ventajas que las de un pavimento flexible construido en asfalto, por lo que la alternativa seleccionada es la de PAVIMENTO RÍGIDO.

## CONCLUSIONES.

- PAVIMENTO RÍGIDO, es la alternativa seleccionada.
- El Costo Total del proyecto es de S/. 14'416,192.33



---

c. El metro cuadrado de pavimento, tiene un costo de S/. 528.08/m<sup>2</sup>



---

# CAPITULO XIV

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

### **CAPITULO XV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **15.1 CONCLUSIONES**

- El sector Los Laureles de la Localidad de La Peca, constituye un área aproximada de 20 ha. El proyecto prevé la realización de vías urbanas, entre las que se hallan



una avenida, doce calles, un sistema de drenaje pluvia conformado por cunetas rectangulares, veredas y áreas verdes, con un total de:

Área total a pavimentar : 27299.37 m<sup>2</sup>

Área de veredas a construir : 8997.48 m<sup>2</sup>

Longitud sardinel a construir : 6675.28 m

Longitud cunetas a construir : 7432.5 m

Áreas verdes : 6795.35 m<sup>2</sup>

- El suelo se ha clasificado como se indica en la presente tabla

CALICATA	ENSAYO	TIPO DE SUELO	ASSHTO	CBR	CALIFICACION
C-07	CBR	MH	A-7-5 (27)	4.72%	REGULAR
C-09	CBR	SM	A-4 (0)	23.00%	MUY BUENA
C-10	CBR	CL	A-7-6 (25)	6.30%	REGULAR
C-11	CBR	ML	A-7-6 (11)	7.71%	REGULAR
C-14	CBR	CL	A-7-6 (10)	5.18%	REGULAR
C-15	CBR	MH	A-7-5 (8)	5.81%	REGULAR

- La alternativa de solución elegida fue *PAVIMENTO RÍGIDO*. A través del método PCA se fueron definidas las dimensiones de la estructura del pavimento, las cuales se visualizan a continuación:

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	VIAS LOCALES	VIAS COLEC
LOSA DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2	17.50 CM	
SUB BASE GRANULAR		
MEJORAMIE		

- El sistema de drenaje pluvial planteado está compuesto por cunetas rectangulares de concreto armado, siguiendo las pendientes de cada una de las vías. Las dimensiones de las cunetas responden al respectivo calculo hidráulico, realizado con las precipitaciones de la estación El Pintor.



- El costo total del proyecto es de s/. 14'416,192.32 (Catorce millones cuatrocientos dieciséis mil ciento noventa y dos y 32/100 soles).

#### Resumen de presupuesto de obra

COMPONENTES DE LOS GASTOS GENERALES	MONEDA NACIONAL	
	S/.	%
<b>1.00 COSTO DIRECTO</b>	<b>10,133,362.18</b>	
<b>2.00 GASTOS GENERALES</b>	<b>1,070,413.74</b>	<b>10.56%</b>
A. GASTOS FIJOS (No directamente relacionados con el tiempo)	127,584.22	1.26%
B. GASTOS VARIABLES (Directamente relacionados con el tiempo)	942,829.52	9.30%
<b>3.00 UTILIDAD 10%</b>	<b>1,013,336.22</b>	<b>10.00%</b>
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL SIN IGV</b>	<b>12,217,112.14</b>	
<b>4.00 I.G.V. 18%</b>	<b>2,199,080.18</b>	<b>18.00%</b>
<b>COSTO TOTAL DE PROYECTO</b>	<b>S/. 14,416,192.32</b>	

- El plazo de ejecución de obra es de 292 días calendarios.

## 15.2 RECOMENDACIONES

- Es recomendable la existencia de un grupo que se encargue de obtener financiación, bien sea en la región o a través del ministerio competente.
- Llevar un adecuado control de calidad de la obra.



- Cumplir con todas las especificaciones técnicas estipuladas en este proyecto.
- Preparar un plan de trabajo acorde con las actividades y proyecte los recursos que se necesitarán para satisfacer los objetivos previstos en el cronograma de obra.
- Cumplir con los planes de mitigación ambiental.
- Respetar el tránsito vehicular para el cual, el pavimento urbano ha sido diseñado y de esa manera evitar deterioros o fatigas aceleradas en el pavimento y así evitar el aumento del costo de mantenimiento o en su defecto la disminución de la vida útil del mismo.

## **BIBLIOGRAFIA Y LINKOGRAFIA**

- ⇒ Alfonso Montejo Fonseca. (1998). "INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS". Lima - Perú.
- ⇒ Bowles Joseph E. (1997), "MANUAL DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS". Lima – Perú.
- ⇒ Fernando Sánchez Sabogal. (1984). "PAVIMENTOS, FUNDAMENTOS TEÓRICOS GUÍAS PARA EL DISEÑO-TOMO I".
- ⇒ Fernández Mundaca, Abraham. (2013). DISEÑO DE PAVIMENTOS. Curso de Pavimentos. Lambayeque-Perú. FICSA- UNPRG.



- ⇒ Germán Vivar Romero. (1995) "MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS".
- ⇒ Guía ASSHTO. (1993). "GUÍA AASHTO PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTACIÓN".
- ⇒ Instituto del Asfalto. (1991). "DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA CALLES Y CARRETERAS" MS-1.
- ⇒ Juárez Badillo E, Rico Rodríguez A. (1996). "MECÁNICA DE SUELOS I" (3ra. ed.). México. Limusa S.A.
- ⇒ Luis Bañón Blásquez & José F. Bevía García. (2001). "MANUAL DE CARRETERAS".
- ⇒ Ministerio de Transporte y Comunicacion
- ⇒ M. Villón S., E. Universitaria, Tercera Edición. (1997). "HIDRÁULICA DE CANALES"
- ⇒ VCHI S.A. (2005). "MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS". Lima – Perú.
- ⇒ Ing William Rodriguez Serquen. (2019). INGENIERIA GEOTECNIA – Suelos y Cimentaciones. Lambayeque: FICSA – UNRPG.

## ANEXOS

ANEXO N° 01: DATA TOPOGRAFICA

ANEXO N° 02: ESTUDIO DE TRAFICO

ANEXO N° 03: ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

ANEXO N° 04: ENSAYOS DE MATERIALES

ANEXO N° 05: ENSAYOS DE PAVIMENTOS

ANEXO N° 06: ESTUDIO HIDROLOGICO

ANEXO N° 07: ESTUDIO DE DRENAJE

ANEXO N° 08: CALCULO DE ESPESORES



- 
- ANEXO N° 09: DISEÑO DE MEZCLAS
  - ANEXO N° 10: MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL
  - ANEXO N° 11: PLANILLAS DE METRADO
  - ANEXO N° 12: PRESUPUESTO
  - ANEXO N° 13: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
  - ANEXO N° 14: LISTA DE INSUMOS
  - ANEXO N° 15: FORMULA POLINOMICA
  - ANEXO N° 16: DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES
  - ANEXO N° 17: CALCULO DE FLETE
  - ANEXO N° 18: CRONOGRAMA
  - ANEXO N° 19: ESPECIFICACIONES TECNICAS
  - ANEXO N° 20: PANEL FOTOGRAFICO



## ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL N° 006-2023-FICSA - D

Siendo las 10:00 am horas del día 20 de enero del 2023, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/kjt-xmfw-dgt>, los miembros de jurado de la Tesis titulada: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL SECTOR LOS LAURELES DE LA LOCALIDAD DE LA PECA, DISTRITO DE LA PECA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, 2018" con código de proyecto IC - 2018 - 054, designados por Decreto Directoral 248-2018-UNPRG-UIFICSA, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

DR. ING. NICOLAS WALTER MORALES UCHOFEN	PRESIDENTE
ING. OSCAR GUILLERMO CUBAS DELGADO	SECRETARIO
MG. ING. ROGER ANTONIO ANAYA MORALES	VOCAL

Asesorado por el Docente: MG. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO.

El acto de sustentación fue autorizado por OFICIO VIRTUAL No 17-2023-UIFICSA, la Tesis fue presentada y sustentada por los Bachilleres RUIZ NEIRA DICSON SABINO Y TARIFEÑO SÁNCHEZ GIANMARCO, tuvo una duración de 120 minutos Después de la sustentación absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado, se procedió a la calificación respectiva:

RUIZ NEIRA DICSON SABINO	16	DIECISÉIS	BUENO
TARIFEÑO SÁNCHEZ GIANMARCO	16	DIECISÉIS	BUENO

Por lo que quedan APTOS para obtener el Título Profesional de INGENIERO (A) CIVIL de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y de Arquitectura, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:20 horas, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

  
 DR. ING. NICOLAS WALTER MORALES UCHOFEN  
 PRESIDENTE

  
 ING. OSCAR GUILLERMO CUBAS DELGADO  
 SECRETARIO

  
 MG. ING. ROGER ANTONIO ANAYA MORALES  
 VOCAL

  
 MG. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO  
 ASESOR

  
  
 DR. ING. SERGIO BRAVO IDROGO  
 DECANO

# TESIS TARIFEÑO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>18%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>17%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>1%</b> PUBLICACIONES	<b>7%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>9%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>es.weatherspark.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>ribuni.uni.edu.ni</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>cdn.www.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>intranet.cip.org.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



MG. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO  
ASESOR



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Gian Tarifeño  
Título del ejercicio: Tesis tarifeño  
Título de la entrega: TESIS TARIFEÑO  
Nombre del archivo: TESIS\_TARIFE\_O\_RUIZ\_3.pdf  
Tamaño del archivo: 3.86M  
Total páginas: 166  
Total de palabras: 27,280  
Total de caracteres: 141,951  
Fecha de entrega: 07-oct.-2022 05:26p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 1919578801



MG. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO  
ASESOR

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

Que, los Bachilleres: **RUIZ NEIRA DICSON SABINO Y TARIFEÑO SÁNCHEZ GIANMARCO.** de la Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL, han cumplido con presentarla SIMILITUD DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS (TURNITIN); emitido por el patrocinador: **MG. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO.** como requisito indispensable para la veracidad de la misma; según detalle:

***TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL SECTOR LOS LAURELES DE LA LOCALIDAD DE LA PECA, DISTRITO DE LA PECA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, 2018"***

***con código de proyecto IC - 2018 - 054,***

INDICE DE SIMILITUD: 18 % (Verificable.)

Se expide la presente y, se adjunta el formato Turnitin emitido por el Asesor para la tramitación del Título Profesional; dispuesto en la Directiva para la evaluación de originalidad de los documentos académicos, de investigación formativa y para la obtención de Grados y Títulos de la UNPRG.

Lambayeque, 10 de marzo del 2023.

Atentamente,



**MG. ING. WESLEY AMADO SALAZAR BRAVO  
ASESOR**