

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE: INGENIERÍA CIVIL**



**PLAN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA: COMPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE VS SEMIRRÍGIDO. CASO DE ESTUDIO “VÍA ACCESO AL BARRIO UBILLUS, LONGITUD 3 Km”.**

**AUTORES:**

**CARLOS DANIEL SOLÓRZANO BLACIO**

**OSCAR ANDREZ MARTÍNEZ BARRERO**

**QUITO DM, AGOSTO DE 2022**

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 JUSTIFICACIÓN</b> .....	1
<b>1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	1
<b>1.3 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS</b> .....	1
<b>1.4 ALCANCE</b> .....	2
<b>2. CAPÍTULO 2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	2
<b>2.1 PAVIMENTO FLEXIBLE</b> .....	2
<b>2.1.1 SUBRASANTE</b> .....	2
<b>2.1.2 SUBBASE</b> .....	4
<b>2.1.3 BASE</b> .....	5
<b>2.1.4 CAPA DE RODADURA</b> .....	7
<b>2.1.5 DETERMINACIÓN DEL TPDA Y TASA DE CRECIMIENTO</b> .....	7
<b>2.1.6 ÍNDICE CBR</b> .....	9
<b>2.2 PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO</b> .....	11
<b>2.2.1 CAMA DE ARENA</b> .....	12
<b>2.2.2 ADOQUINES</b> .....	12
<b>2.2.3 SELLO DE ARENA</b> .....	13
<b>2.3 PROCESO CONSTRUCTIVO</b> .....	13
<b>2.3.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES</b> .....	13
<b>2.3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS SEMIRRÍGIDOS</b> ...	17
<b>3. CAPÍTULO 3.- DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SEMIRRÍGIDOS</b>	
18	
<b>3.1 DETERMINACIÓN DEL TPDA:</b> .....	18
<b>3.2 DETERMINACIÓN DEL CBR BASE, SUBBASE Y SUBRASANTE:</b> .....	20
<b>3.3 CLASIFICACIÓN DE LA MINA REVTON:</b> .....	26

<b>3.4 DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO AASHTO</b> .....	28
<b>3.5 DISEÑO PARA ADOQUINES DE CONCRETO POR EL MÉTODO FRANCÉS:</b> .....	39
<b>3.6 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SEMIRRÍGIDO:</b> .....	40
<b>4. CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	41
<b>4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS:</b> .....	41
<b>4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS MÉTODOS DE CÁLCULO:</b> .....	43
<b>4.3 COMPARACIÓN DE ASPECTOS ECONÓMICOS Y DE CONVENIENCIA CONSTRUCTIVA PARA SELECCIONAR EL PAVIMENTO MÁS RECOMENDABLE:</b> .....	44
<b>5. CAPÍTULO 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	48
<b>5.1 CONCLUSIONES:</b> .....	48
<b>5.2 RECOMENDACIONES:</b> .....	49
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	49
<b>7. ANEXOS:</b> .....	53

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de la toma de muestras (Elaboración propia).....	3
Ilustración 2. Periodos de diseño según el volumen vehicular del camino. (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).....	8
Ilustración 3. Perfil típico de estructura de pavimento articulado (Reyes & Rondón, 2015). .....	13
Ilustración 4. Curva proctor subrasante (Elaboración propia).....	21
Ilustración 5. Curva proctor subbase (Elaboración propia).....	21
Ilustración 6. Curva proctor base (Elaboración propia). .....	22
Ilustración 7. Curva presión vs penetración base (Elaboración propia).....	23
Ilustración 8. Curva presión vs penetración subbase (Elaboración propia). .....	23
Ilustración 9. Curva presión vs penetración subrasante muestra 1 (Elaboración propia). .....	24

Ilustración 10. CBR al 100% y 95% base (Elaboración propia). .....	24
Ilustración 11. CBR al 100% y 95% subbase (Elaboración propia).....	25
Ilustración 12. CBR al 100% y 95% subrasante muestra 1 (Elaboración propia).....	25
Ilustración 13. Nivel de confianza según la clasificación funcional (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).....	29
Ilustración 14. Valores de error estándar AASHTO (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022) .....	29
Ilustración 15. Porcentaje de carga de 8.2 toneladas en el carril de diseño por número de carriles por sentido (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022). .....	30
Ilustración 16. Concepto de serviciabilidad AASHTO (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).....	31
Ilustración 17. Coeficientes de drenaje (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022). .....	31
Ilustración 18. Factor de carga equivalente AASHTO (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022). .....	33
Ilustración 19. Coeficiente estructural para carpeta asfáltica (GADP Pintag, 2022) .....	34
Ilustración 20. Espesores mínimos para carpeta asfáltica, base y subbase (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).....	36
Ilustración 21. Nomograma para cálculo de SN1 (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)..	37
Ilustración 22, Nomograma para cálculo de a2, MR (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022) .....	37
Ilustración 23. Nomograma para cálculo de SN2 (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)..	38
Ilustración 24. Cálculo de Número estructural con Programa AASHTO-93(Elaboración propia).....	39
Ilustración 25. Clase de Diseño para adoquines de Concreto (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).....	39
Ilustración 26. Espesores de diseño para adoquines, cama de arena y subbase (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).....	40
Ilustración 27. Resumen del Cálculo de Espesores para pavimento flexible (Elaboración propia).....	41
Ilustración 28. Resumen del Cálculo de Espesores para pavimento flexible, Modificado (Elaboración propia). .....	41
Ilustración 29. Resumen del Cálculo de Espesores para Adoquines (Elaboración propia). .....	42
Ilustración 30. Vía de estudio en el acceso a Ubillus (Earth).....	46

Ilustración 31. Distancia de Google Earth (Earth) .....	46
---	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Granulometría para subbases clase 1, clase 2 y clase 3 (MTOPI, 2002) .....	5
Tabla 2. Límites granulométricos para base clase 1, 2, 3, 4 (MTOPI, 2002). .....	7
Tabla 3. Criterios Marshall según el tipo de tráfico (MTOPI, 2002). .....	7
Tabla 4. Tasa de crecimiento según periodo y tipo de vehículo (GADP Pintag, 2022)...	8
Tabla 5. Selección de percentiles de CBR según el número de ejes equivalentes (Padilla & Pinto, 2019). .....	11
Tabla 6. Granulometría recomendada para la capa de arena (MTOPI, 2002). .....	12
Tabla 7. Granulometría recomendada para la arena de sello (Reyes & Rondón, 2015). 13	
Tabla 8. Conteo vehicular punto Jollaloma (Elaboración propia). .....	19
Tabla 9. Conteo vehicular punto Chaupisanja (Elaboración propia). .....	19
Tabla 10. Conteo vehicular punto San Alfonso (Elaboración propia). .....	19
Tabla 11. Proyección del tráfico del día máximo punto Jollaloma - Centro Poblado (Elaboración propia). .....	20
Tabla 12. Clasificación de tráfico (MTOPI, 2002) .....	20
Tabla 13. Humedad óptima y densidad seca máxima subrasante, subbase y base (Elaboración propia). .....	22
Tabla 14. CBR de diseño (Elaboración propia). .....	26
Tabla 15. CBR de Diseño en subrasante (Elaboración propia). .....	26
Tabla 16. Granulometría de la mina vs límites granulométricos MTOPI para base (Elaboración propia). .....	26
Tabla 17. Granulometría de la mina vs límites granulométricos MTOPI para subbase (Elaboración propia). .....	27
Tabla 18. Resumen límites de Atterberg base (Elaboración propia). .....	27
Tabla 19. Resumen límites de Atterberg subbase (Elaboración propia). .....	27
Tabla 20. Resumen límites de Atterberg subrasante (Elaboración propia). .....	27
Tabla 21. Porcentaje de abrasión de base (Elaboración propia). .....	28
Tabla 22. Porcentaje de abrasión de subbase (Elaboración propia). .....	28
Tabla 23. Factor de carga equivalente de 8,2 Toneladas (Elaboración propia). .....	33
Tabla 24. Correlaciones para el módulo resiliente MR con el índice CBR (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022). .....	34

Tabla 25. Resultados de la carpeta asfáltica. (GADP Pintag, 2022) .....	35
Tabla 26. Datos para cálculo de los espesores de vía Ubillus (Elaboración propia).....	36
Tabla 27. Número de Ejes de 8.2T (Elaboración propia).....	36
Tabla 28. CBR de Subrasante (Elaboración propia).....	36
Tabla 29. Serviciabilidad (Elaboración propia).....	36
Tabla 30. Datos de Carpeta Asfáltica (Elaboración propia).....	37
Tabla 31. Espesor y SN, de carpeta Asfáltica (Elaboración propia). .....	37
Tabla 32. Datos de Subbase (Elaboración propia). .....	37
Tabla 33. Espesor y SN, de Subbase (Elaboración propia). .....	38
Tabla 34. Resumen del Cálculo del SN (Elaboración propia).....	38
Tabla 35. Espesores Carpeta Asfáltica con Programa (Elaboración propia).....	38
Tabla 36. Espesores Carpeta de Subbase con Programa (Elaboración propia). .....	38
Tabla 37. Resumen del Cálculo del SN con Programa (Elaboración propia). .....	39
Tabla 38. Resumen de espesores para Adoquines (Elaboración propia).....	40
Tabla 39. Rubro subbase clase 3(Elaboración propia). .....	44
Tabla 40. Rubro transporte subbase clase 3 (Elaboración propia). .....	44
Tabla 41. Rubro capa de rodadura, e=7,5 cm. Incluye transporte (Elaboración propia).44	
Tabla 42. Rubro Imprimación con asfalto diluido RC-250. No incluye arena de secado (Elaboración propia). .....	45
Tabla 43. Rubro conformación y compactación subrasante (Elaboración propia).....	45
Tabla 44. Rubro adoquinado bloques de hormigón f'c=300 kg/cm <sup>2</sup> . Incluye cama de arena e=3cm, emporado con cemento arena y transporte (Elaboración propia). .....	45
Tabla 45. Resumen características de la vía (Elaboración propia).....	46
Tabla 46. Costos totales de la vía con pavimento flexible (Elaboración propia). .....	47
Tabla 47. Costos totales de la vía con pavimento semirrígido (Elaboración propia).....	47
Tabla 48. Tiempos de producción pavimento flexible (Elaboración propia).....	47
Tabla 49. Tiempos de producción pavimento semirrígido (Elaboración propia).....	48

# **1. CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN**

## **1.1 JUSTIFICACIÓN**

La construcción vial es fundamental en cuanto a que se trata de la infraestructura de la vía, puesto que la construcción de esta representaría un beneficio a las comunidades aledañas como con la generación de empleo directo e indirecto y disminución de costos de transporte; en el caso del Barrio Ubillus es de gran beneficio, ya que se dedican principalmente a las actividades agrícolas y ganaderas, generando una oportunidad de intercambio comercial con las localidades cercanas, disminuyendo los tiempos de movilización entre las parroquias y cantones vecinos, llegando así a comunicar más poblaciones.

Según información proporcionada por el Gobierno Parroquial de Pintag (GAD Parroquial de Pintag) en el Barrio Ubillus existe la necesidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes, que se ve afectada pues las vías de acceso no tienen capa de rodadura, por lo cual es necesario el estudio y cálculo de la estructura del pavimento flexible y semirrígido (adoquinado), comparando estos dos y teniendo en cuenta cual proporciona un mayor beneficio a menor costo y mayores facilidades constructivas.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad la vía de acceso al barrio Ubillus no cuenta con una intervención específica en cuanto a infraestructura vial moderna que permita el paso de vehículos y peatones con seguridad y comodidad, ya que en su estado actual no tiene una capa de rodadura como tal, sino una vía de tierra la cual presenta pendientes irregulares, falta de cunetas laterales, falta de veredas e irregularidades superficiales que aumentan el riesgo de accidentes y genera problemas al momento de trasladar productos por el mal estado de la vía en el acceso al Barrio Ubillus que, en época de invierno, empeora al convirtiéndose en lodazales y afectando la movilidad de los pobladores del sector.

## **1.3 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Comparar la estructura de un pavimento flexible vs pavimento semirrígido aplicado al caso de estudio de la vía de acceso al barrio Ubillus, de 3 km de longitud.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Resumir los aspectos más relevantes en el diseño de la estructura de un pavimento y técnicas constructivas tanto de pavimentos flexibles como semirrígidos.
- Diseñar la estructura del pavimento flexible por el método AASHTO 93 y del pavimento semirrígido (adoquinado) por el método francés.

- Comparar resultados y determinar el pavimento más adecuado, analizando diferentes aspectos económicos y constructivos

#### **1.4 ALCANCE**

Para la realización del trabajo de integración curricular se ejecutarán trabajos de campo y ensayos de laboratorio tales como la clasificación AASHTO, granulometría, límite líquido y plástico e índice de plasticidad y ensayo de compactación y CBR para la subrasante. La topografía, diseño vial, encuestas de tráfico será proporcionada por el GAD Parroquial de Pintag, con esta información se procederá a diseñar las dimensiones de los dos pavimentos y realizar una evaluación económica teniendo en cuenta cuál proporciona un mayor rendimiento a menor costo, dicho análisis se basará solo en un diseño de pre-factibilidad considerando únicamente el costo por metro cuadrado entre el diseño de pavimento semirrígido con la metodología Francesa y el pavimento flexible por la metodología AASHTO, analizando y examinando de igual manera las facilidades constructivas.

## **2. CAPÍTULO 2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 PAVIMENTO FLEXIBLE**

#### **2.1.1 SUBRASANTE**

Según Méndez, la subrasante es la capa de terreno natural en la cual se cimienta las estructuras, es la principal variable en el diseño de pavimentos, pues esta varía dependiendo del sitio donde se realizará la obra, entre las características deseables para una subrasante están: (Méndez, 2020)

- Alta resistencia mecánica para soportar altos esfuerzos y sufrir bajas deformaciones.
- Suelos que tengan poca susceptibilidad ante cambios de resistencia.
- Alta densidad.
- Contenga materiales no expansivos tal como arcillas, preferiblemente arenas y gravas.
- Que permita el aumento de su densidad durante el proceso de compactación, esto posibilita aumentar las condiciones de carga.

Además Méndez nos dice que: la obtención de muestras en campo puede ser del tipo alteradas como inalteradas mediante una exploración geotécnica, la exploración geotécnica tiene como objetivo determinar la ubicación y el espesor de los estratos que conforman el suelo, determinar el nivel freático en el sitio del proyecto, toma de muestras para ensayos in situ y de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas del material y determinar problemas especiales que puedan presentarse durante o después de la construcción de la vía. El tipo de muestras que se tomarán para realizar los laboratorios para la clasificación del suelo serán muestras alteradas ya

que las muestras inalteradas generalmente competen más a estudios geotécnicos y no para el diseño de pavimentos flexibles o semirrígidos. (Méndez, 2020)

“La investigación de campo se ejecuta realizando perforaciones y extrayendo muestras de suelo bajo la superficie del suelo natural a intervalos definidos dependiendo de la variabilidad del terreno, la longitud del proyecto y los recursos económicos y técnicos disponibles” (Farfán, 2017), para este caso de estudio se realizarán 7 perforaciones a lo largo de los 3 Km a intervalos de 500 metros, la muestra tomada será del suelo a 50 centímetros bajo la cota de la subrasante de suelo natural.



*Ilustración 1. Mapa de la toma de muestras (Earth).*

“Las muestras obtenidas tras la exploración en campo, se realizarán los siguientes ensayos de laboratorio con el objetivo de clasificar el suelo de la subrasante, base y subbase para comprobar el cumplimiento de los requerimientos mínimos de sus características mecánicas:” (Valdez, 2016)

- **Humedad óptima**

En la página de geotecnia fácil nos dicen que: la humedad en el suelo acompañada de la compactación produce un incremento en la densidad de este, entonces, la humedad óptima del

suelo es el porcentaje de humedad en el que, al compactar el suelo con una energía especificada, la densidad del suelo es máxima. Este valor de humedad óptima es utilizado para otros ensayos tales como el CBR, granulometrías, límites de Atterberg, ensayos de colapso e hinchamiento libre, entre otros (Geotecnia fácil, 2019).

- **Límites de Atterberg**

“En función del contenido de humedad que pueda contener un suelo se definen sus diferentes estados de consistencia, permitiendo clasificar los suelos finos que, al añadir agua que aumenta su humedad, hace la transición entre los siguientes estados:” (Sánchez, 2019)

- Estado sólido: al sufrir el suelo una deformación, este se quiebra.
- Estado semisólido: al deformarse el suelo, este se agrieta.
- Estado plástico: al deformarse el suelo, este no se agrieta.
- Estado líquido: el suelo tiene una consistencia viscosa.

Se denomina límite plástico al porcentaje de humedad necesario para que el suelo pase de estado semisólido a estado plástico. Se denomina límite líquido al porcentaje de humedad presente en el suelo para que este pase de estado plástico a estado líquido. El índice de plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Estos ensayos están normados según la ASTM D 2487.

### **2.1.2 SUBBASE**

Solano nos dice que: la subbase sirve como una transición entre la base y la subrasante, ya que el material de la base es granular más o menos grueso y el de la subbase es más fino que le anterior, de esta manera sirve como filtro para evitar que el material de la base se incruste en la subrasante. La subbase sirve también para absorber las deformaciones que provienen de la subrasante y que pueden ser perjudiciales para el pavimento en general. (SOLANO, 2014)

“El Ministerio de transporte y obras públicas MTOP establece las siguientes especificaciones mínimas para que el material pueda ser categorizado como subbase clase 1, clase 2 o clase 3:” (MTOP, 2002)

- Resistencia a la abrasión máxima del 50%.
- El material pasante del tamiz N°40 deberá tener un índice de plasticidad menor a 6.
- El límite líquido podrá tener un valor de hasta 25.
- El valor del CBR corresponderá a un valor mayor o igual del 30%.
- Para las subbases clase 1 y 2, los agregados que los conforman deberán ser obtenidos al menos el 30% por proceso de trituración.
- Para la granulometría, los porcentajes de masa que pasa a través de una malla cuadrada deben estar dentro de los siguientes límites granulométricos:

Clase 1	Clase 2	Clase 3
-	-	100
-	100	-
100	70-100	-
30-70	30-70	30-70
10-35	15-40	-
0-15	0-20	0-20

Tabla 1. Granulometría para subbases clase 1, clase 2 y clase 3 (MTOP, 2002)

Para la aceptación según los lineamientos del MTOP tanto de la base como la subbase granular, se realizan adicionalmente los siguientes ensayos de laboratorio:

- **Granulometría**

Según Méndez nos dice que: se denomina granulometría a los porcentajes de los distintos rangos de tamaños de partículas que contiene el suelo con respecto al peso total (Albuja, 2020), esto permite clasificar diferentes tipos de suelo dentro de la misma masa de suelo subrasante, el porcentaje de gravas corresponde al material que se queda retenido en el tamiz N°4 y un tamaño menor a 3 pulgadas, el porcentaje de arena que es el material que pasa el tamiz N°4 y se queda retenido en el tamiz N°200, y el porcentaje de finos que corresponde a todo el material que pase el tamiz N°200 y tamaños menores a 0.075mm. (Méndez, 2020).

- **Abrasión**

Citando a Arias: Se define como la acción del desgaste por fricción en el agregado grueso para conocer la durabilidad y resistencia de este, que se utilizará para la construcción base, subbase y capa de rodadura de manera que se evite el aplastamiento, gradación y desintegración por acción de maquinaria pesada de compactación y las cargas de tráfico (Arias, 2015).

“La normativa ASTM C131 y C-535 establece diferente número de esferas de desgaste y masa inicial para el ensayo según el tamaño máximo de agregado como lo establecen las tablas 7 y 8 que se encuentran incluida en los anexos” (Lara, 2018).

### 2.1.3 BASE

Solano nos dice que: la función primordial es la de proporcionar un elemento resistente que transmita los esfuerzos producidos por el tránsito, hacia la subbase y subrasante, en una intensidad adecuada. Esta también reduce el espesor de la carpeta más costosa. Muchas veces la base también debe trabajar como la subbase, respecto a la doble función de drenaje mencionada

anteriormente. Básicamente el material que constituye a la base, en el pavimento flexible, debe ser friccionante y provisto de vacíos. (SOLANO, 2014)

Además, Solano nos dice que: la primera garantizará la resistencia adecuada y la permanencia de dicha resistencia con la variación de las condiciones que se puedan presentar, como podría ser el contenido de agua. Es lógico que no basta sólo con emplear material friccionante para garantizar la resistencia deseada, es necesaria también una compactación adecuada, necesaria para adquirir la compacidad y trabazón estructural requerida para una buena base. (SOLANO, 2014)

“El Ministerio de transporte y obras públicas MTOP establece las siguientes especificaciones mínimas para que el material pueda ser categorizado como base clase 1, clase 2, clase 3 o clase 4:” (MTOP, 2002)

- Resistencia a la abrasión máxima del 40%.
- El material pasante del tamiz N°40 deberá tener un índice de plasticidad menor a 6.
- El límite líquido podrá tener un valor de hasta 25.
- El valor del CBR corresponderá a un valor mayor o igual del 80%.
- Para la base clase 1 los agregados que los conforman deberán ser obtenidos al 100% por proceso de trituración y los porcentajes de masa que pasa a través de una malla cuadrada deben estar dentro de los siguientes límites granulométricos establecidos.
- Para la base clase 2 los agregados que los conforman deberán ser obtenidos al menos el 50% por proceso de trituración y los porcentajes de masa que pasa a través de una malla cuadrada deben estar dentro de los siguientes límites granulométricos establecidos.
- Para la base clase 3 los agregados que los conforman deberán ser obtenidos al menos el 25% por proceso de trituración y los porcentajes de masa que pasa a través de una malla cuadrada deben estar dentro de los siguientes límites granulométricos establecidos.
- Los agregados que conformarán la base clase 4 podrán ser obtenidos por trituración o cribado y los porcentajes de masa que pasa a través de una malla cuadrada deben estar dentro de los siguientes límites granulométricos establecidos.

Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
Tipo A	Tipo B			
100	-	-	-	100
70-100	100	-	-	-
55-85	70-100	100	-	60-90
50-80	60-90	70-100	100	-
35-60	45-75	50-80	-	-
25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
20-40	20-50	25-50	30-60	-

10-25	10-25	15-30	20-35	-
2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Tabla 2. Límites granulométricos para base clase 1, 2, 3, 4 (MTO, 2002).

#### 2.1.4 CAPA DE RODADURA

Con este nombre se denomina a la última capa que se construye, y es sobre ella donde circulan los vehículos durante el período de servicio del pavimento. Por esto, debe ser resistente a la abrasión producida por el tráfico y a los condicionamientos del intemperismo, tiene la función de proteger la estructura, impermeabilizando la superficie del pavimento. La textura superficial de la capa de rodadura debe presentar dos características para atender adecuadamente la circulación de los vehículos: la suavidad, para que sea cómoda, y la rugosidad, para que sea segura (SOLANO, 2014).

El MTO establece que las mezclas asfálticas para capas de rodadura deben cumplir los criterios Marshall de la siguiente tabla según el tipo de tráfico de la vía de estudio:

TIPO DE TRAFICO	Muy Pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
<b>CRITERIOS MARSHALL</b>								
No. De Golpes/Cara	75		75		50		50	
Estabilidad (libras)	2200	----	1800	----	1200	----	1000	2400
Flujo (pulgada/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
% de vacíos en mezcla								
- Capa de Rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
- Capa Intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
- Capa de Base	3	9	3	9	3	9	3	9
% Vacíos agregados	VER TABLA 405-5.5							
Relación filler/betún	0.8	1.2	0.8	1.2				
% Estabilidad retenida luego 7 días en agua temperatura ambiente								
- Capa de Rodadura	70	----	70	----				
- Intermedia o base	60	----	60	----				

Tabla 3. Criterios Marshall según el tipo de tráfico (MTO, 2002).

#### 2.1.5 DETERMINACIÓN DEL TPDA Y TASA DE CRECIMIENTO

- Determinación del periodo de diseño
- “El tiempo elegido para iniciar el diseño el cual determina los espesores del pavimento y su funcionalidad a largo plazo. La AASHTO estableció distintos periodos de diseño en función de las características de tránsito que se espera que esta cumpla:” (Cossi, 2014).

Condiciones del Camino	Período de Análisis (años)
Alto Volumen Urbano	30 – 50
Alto Volumen Rural	20 – 50
Bajo Volumen Pavimentado	15 - 25
Bajo Volumen Revestido	10 - 20

Ilustración 2. Periodos de diseño según el volumen vehicular del camino. (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

- Determinación de la tasa de crecimiento

En el GADP de Pintag nos informaron que: los volúmenes de tráfico futuro, para efectos del proyecto se derivan a partir del tráfico actual y del incremento del tránsito al final del periodo de diseño establecido. Las tasas de crecimiento vehicular por tipo de vehículo y para el periodo de vida útil del proyecto, se presentan en el cuadro realizado por el MTOP (GADP Pintag, 2022).

PERIODO	LIVIANO	BUS	CAMION
2015-2020	5,35	3,37	4,86
2020-2025	4,61	2,29	4,32
2025-2030	4,01	2,53	3,88
2030-2035	3,52	2,22	3,52

Tabla 4. Tasa de crecimiento según periodo y tipo de vehículo (GADP Pintag, 2022).

- Determinación del TPDA

Citando a la ESPOL: La unidad de medida para determinar el tráfico en una carretera es el tráfico promedio diario anual. Dependiendo de la importancia de la vía y de las facilidades que se encuentren, se coloca una estación de conteo de tráfico que generalmente actúan mediante impulsos. De no disponer de una estación de conteo, se selecciona los días más críticos en las semanas más críticas del año, y se determinan los picos máximos y mínimos. El T.P.D.A. se calcula dividiendo la cantidad de vehículos que se observó durante el tiempo en que se realizó el conteo para el número de días, obteniendo así un promedio de 24 horas. (ESPOL, 2012)

Además el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador nos dice que: la AASHTO clasifica los tipos de vehículos motorizados, remolques, semirremolques y sus posibles combinaciones de acuerdo al peso máximo por eje simple o conjunto de ejes, permitido a los vehículos para su circulación por la red vial del país a lo cual denomina “distribución máxima de carga por eje” tal como lo muestra la tabla 1 especificada en los anexos (Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, 2012).

Citando a la ESPOL: En nuestro país existen datos de crecimiento del número de vehículos, no así de la utilización de vehículos por kilómetro de carretera. Por este motivo resulta más conveniente utilizar tasas de crecimiento en consumo de gasolina y diésel. Sobre la base de los registros en consumo de combustibles se ha calculado un crecimiento de alrededor del 7% anual de automóviles en el Ecuador. (ESPOL, 2012)

Una vez obtenida la tasa crecimiento anual se calcula el tráfico proyectado para el periodo de diseño de la vía en base al tráfico actual en función del T.P.D.A. de acuerdo a la siguiente formula:

$$TP = TA * (1 + i)^n$$

En donde:

TP = Tráfico Proyectado

TA = Tráfico Actual

i = Tasa de Crecimiento

n = Periodo de Proyección expresado en años

### **2.1.6 ÍNDICE CBR**

“El CBR es un método utilizado para evaluar la calidad relativa del suelo para subrasante, subbase y base de pavimentos. El ensayo de CBR mide la resistencia a corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas” (Yáñez, Guía de prácticas de Campo pavimentos, 2018).

“La modalidad del ensayo CBR a utilizar será de laboratorio debido a que las condiciones de la subrasante se alterarán durante la construcción” (Yáñez, Índice de CBR, 2022), ya que se quitará una capa vegetal, habrá el paso continuo de maquinaria pesada, se cambiará su humedad y su compactación natural.

Para realizar este ensayo se debe obtener en primer lugar la humedad óptima para una densidad máxima con la cual se realiza la curva de relación humedad-densidad que consiste en que a partir de una densidad a la que se llega compactando el suelo en moldes como lo establece la norma ASTM D-1557 o Proctor modificado y la humedad inicial del suelo, se hacen incrementos de en la humedad del suelo añadiéndole agua a la misma masa de suelo y compactándola nuevamente en cada incremento de manera que se obtienen puntos de humedad en el eje de las ordenadas vs densidad en el eje de las abscisas con la que se puede aproximar la densidad del suelo en función de la humedad mediante la aproximación a una ecuación de una parábola de la forma  $f(x)=ax^2+bx+c$  de la cual se puede obtener el máximo valor de la parábola en el eje de las ordenadas encontrando así la humedad que deberá tener el suelo para alcanzar su densidad máxima a la cual se la denomina humedad óptima.

Pedro Agustín Gordillo nos dice que: el número CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón dentro de la

muestra compactada a un contenido de agua y densidad dada, con respecto a la carga unitaria patrón requerido para obtener la misma profundidad de penetración de una muestra estándar de material triturado. (Pedro Agustín Gordillo, 2018)

$$\%CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100$$

Se sigue el siguiente proceso para ensayar las muestras:

- **Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima**

“Se deben humedecer las muestras para que tenga su humedad óptima, para una densidad seca máxima obtenida anteriormente con el ensayo de proctor modificado, con una tolerancia de  $\pm 0,5$  debido a que, si no cumple, el ensayo debe repetirse” (Yáñez, Guía de prácticas de Campo pavimentos, 2018).

- **Esponjamiento**

El ingeniero Yáñez nos dice que: para simular las condiciones de saturación debido a la lluvia se sumergen las muestras en agua durante mínimo 4 días midiendo el hinchamiento hasta que estas no se dilaten más, y la sobrecarga permanente de la estructura del pavimento colocando pesas de 10 libras encima de la muestra de tales que cada pesa representa 3 pulgadas de espesor de la estructura del pavimento, el peso mínimo para cada muestra es de 10 libras, cuando la muestra deje de marcar hinchamiento le muestra estará lista para ensayar. Para este caso se utilizará el peso mínimo de 10 libras debido a que el volumen de tráfico no requerirá espesores de vía muy grandes (Yáñez, Guía de prácticas de Campo pavimentos, 2018).

- **Penetración**

“A las muestras listas se les aplica presión mediante un pistón a una velocidad aproximada de 0,05 pulgadas/minuto, tomando lecturas de presión en 0.025, 0.050, 0.075, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 pulgadas de penetración y registrando la presión del pistón” (Yáñez, Guía de prácticas de Campo pavimentos, 2018).

- **Gráficas**

Según el ingeniero Yáñez, se grafican las curvas de carga - penetración para determinar si la curva es uniforme o tiene una concavidad. Si la curva es uniforme se calcula el CBR para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración con las cargas obtenidas, si tiene una concavidad se debe corregir las cargas para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración dibujando una línea tangente al punto de mayor pendiente y prolongarlo hasta el eje de la penetración para obtener otro punto sin corrección, luego se obtienen los valores corregidos de carga. Realizado este proceso, se grafica el CBR de las 3 muestras con diferentes densidades y una línea horizontal que corresponda a la densidad igual al 95% y 100% de la máxima obtenida. La intersección de esta línea con la curva C.B.R. - densidad determinará el C.B.R. final para el 95% y 100% de la densidad AASHO Modificado.

El valor de C.B.R. al 95% es el que se considera para las muestras de estudio (Yáñez, Guía de prácticas de Campo pavimentos, 2018).

Citando a Padilla y Pinto: para el caso de Ubillus, debido a que se realizaron 7 muestras para la capa subrasante cada 500 metros se optará por el criterio de diseño del Instituto del Asfalto que determina el valor de diseño para el CBR de la subrasante mediante percentiles de acuerdo con el número de ejes equivalentes (Padilla & Pinto, 2019)

NUMERO DE EJES DE 8.2 TONELADAS EN EL CARRIL DE DISEÑO	PERCENTIL A SELECCIONAR PARA DETERMINAR EL CBR DE DISEÑO
$\leq 10^4$	60.0
$10^4 - 10^6$	75.0
$\geq 10^6$	87.5

*Tabla 5. Selección de percentiles de CBR según el número de ejes equivalentes (Padilla & Pinto, 2019).*

Casillero nos dice que: los percentiles son cada una de las posiciones que ocupan un grupo de datos los cuales fueron divididos en cien partes iguales, un percentil marca la posición que deja por debajo de dicho percentil a un tanto por ciento determinado de la población de datos. La utilidad del percentil es realizar comparaciones, ordenaciones y establecer una posición para un dato que forma parte de un conjunto de ellos (Casillero, 2019).

“Para el cálculo de los percentiles primero se ordenan los datos de mayor a menor, luego se utiliza la siguiente ecuación para calcular el percentil” (Eduardo's Videos for fun, 2020).

$$Pk = N * k$$

Donde:

Pk: Percentil buscado.

k: Número del percentil buscado.

N: Número de datos del conjunto.

Para número de datos impar se promediarán los valores enteros extremos donde se encuentre el valor de Pk.

## 2.2 PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO

“Este tipo de estructura se conforma por una capa asfáltica apoyada sobre una capa de materiales estabilizados con cementantes hidráulicos, los cuales a su vez se soportan sobre capas granulares no tratadas de subbase y subrasante mejorada o natural”. (Reyes & Rondón, 2015)

### 2.2.1 CAMA DE ARENA

El Instituto del Cemento y Concreto de Guatemala nos dice que: la cama de arena tiene tres funciones: como filtro para el agua que logre penetrar por las juntas, como capa de soporte para los adoquines y como amarre entre adoquines cuando la arena penetra por las juntas. La cama de arena forma parte de la capa de rodadura de un pavimento de adoquín (Guatemala, 2014).

El MTOP establece que esta cama de arena deberá estar conformada por arena fina la cual pasará el 100% de su masa por el tamiz N°10, no tendrá más de 5% de tamaños menores al tamiz N°200 y estar dentro de los siguientes límites granulométricos (MTOP, 2002):

REQUISITOS DE GRADACION DEL ARIDO FINO	
TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (N° 4)	95 - 100
2,36 mm (N° 8)	80 - 100
1,18 mm (N° 16)	50 - 85
600 mm (N° 30)	25 - 60
300 mm (N° 50)	10 - 30
150 mm (N° 100)	2 - 10

Tabla 6. Granulometría recomendada para la capa de arena (MTOP, 2002).

### 2.2.2 ADOQUINES

Citando a Reyes y Rondón: la superficie del pavimento está formada por pequeños elementos prefabricados, cada uno de ellos de gran dureza, denominados adoquines, unidos por una mezcla de compactación (arena fina limosa, asfalto líquido, entre otros), que los mantiene unidos y ayuda a impermeabilizar la estructura. Para retener los adoquines y el sello, se dispone de una capa de arena de 3 a 5 cm de espesor compacto. La plataforma de la capa de arena y adoquines puede ser la misma de las capas asfálticas en estructuras flexibles y semirrígidas. (Reyes & Rondón, 2015)

Además, Reyes y Rondón: la arena de sello entre los adoquines debe presentar un equivalente de arena mínimo de 60%, estar exenta de material tipo arcilla que desarrolle plasticidad, pérdida máxima en ensayo de solidez en sulfato de magnesio de 7%, degradación máxima en ensayo Micro-Deval de 8% y partículas subredondeadas y subangulares combinadas mínimo de 60%. (Reyes & Rondón, 2015).

EL MTOP establece: el adoquín deberá poseer una resistencia mínima de 300 Kg/cm<sup>2</sup> para vías de tráfico medio a ligero y mínimo 400 Kg/cm<sup>2</sup> para tráfico pesado (MTOP, 2002).

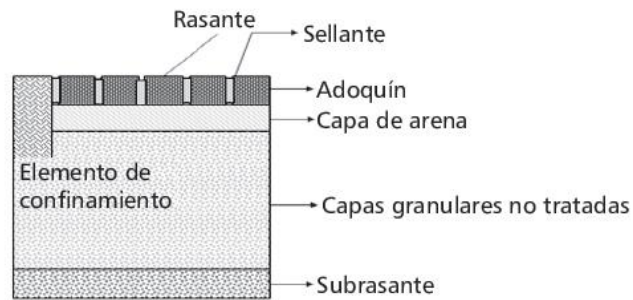


Ilustración 3. Perfil típico de estructura de pavimento articulado (Reyes & Rondón, 2015).

EL MTOP establece: el adoquín deberá poseer una resistencia mínima de 300 Kg/cm<sup>2</sup> para vías de tráfico medio a ligero y mínimo 400 Kg/cm<sup>2</sup> para tráfico pesado (MTOP, 2002).

### 2.2.3 SELLO DE ARENA

Citando a Reyes y Rondón: los adoquines se basan en una capa de arena gruesa y fina con un espesor compactado que oscila entre los 3 y los 5 cm, este conjunto se apoya nuevamente sobre una capa granular no tratada o sobre una base tratada con cemento. En estructuras de pavimento articuladas, si la capa de arena es una capa granular no tratada, los esfuerzos se transmiten mediante un mecanismo de disipación de tensiones similar al que experimenta un pavimento flexible. En caso contrario, el mecanismo de disipación de esfuerzos hacia la subrasante es similar al que desarrolla una estructura semirrígida. (Reyes & Rondón, 2015)

Tamiz		Porcentaje que pasa
No. 8	2.36 mm	100
No. 16	1.18 mm	90-100
No. 30	0.6 mm	60-90
No. 50	0.3 mm	30-60
No. 100	0.15 mm	5-30
No. 200	0.075 mm	0-15

Tabla 7. Granulometría recomendada para la arena de sello (Reyes & Rondón, 2015).

## 2.3 PROCESO CONSTRUCTIVO

### 2.3.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

#### Subrasante:

Siendo la subrasante la capa en la que se apoya toda la estructura del pavimento, esta se encuentra en estado natural y no compactada, por lo tanto, una vez se determine si esta cumple con los requisitos mínimos establecidos por la MTOP o se reemplace esta por una capa de mejoramiento que lo haga, debe recibir el siguiente tratamiento:

- Escarificación y homogenización:

Huertas y Santos nos dicen que: consiste en disgregar suelo a lo largo y ancho de la calzada hasta una profundidad deseada, permitiendo que el suelo quede en condición suelta. Este procedimiento se realiza con tractor de orugas o escarificadores de gradas o discos. Adicionalmente, una motoniveladora mezcla los agregados y los extiende a lo largo, ancho y al nivel estipulado en el diseño (Huertas & Santos, 2018).

- Humectación o Aireación

Además, Huertas y Santos nos dicen que: se realiza la escarificación y la homogeneización del suelo, si el suelo estuviese muy seco en comparación de la humedad óptima del mismo, éste debe ser humedecido mediante tanqueros hasta alcanzar la humedad óptima de compactación obtenida en el laboratorio mediante el ensayo proctor modificado con una tolerancia de  $\pm 2$  % (Huertas & Santos, 2018).

Huertas y Santos nos dicen que: si la humedad del suelo supera a la óptima, se deberá airear el suelo removiéndolo de un lado a otro con una motoniveladora o compactando y escarificando el suelo repetidamente, hasta alcanzar la humedad óptima de compactación obtenida en el laboratorio mediante el ensayo proctor modificado con una tolerancia de  $\pm 2$  % (Huertas & Santos, 2018).

- Compactación

Citando a Solano: primero, para realizar la compactación el suelo deberá estar debidamente nivelado con una motoniveladora hasta la altura determinada en las especificaciones de diseño. Una vez nivelada la subrasante se procede a compactarla mediante un rodillo compactador o un rodillo vibratorio dependiendo del tipo de suelo que sea la subrasante (SOLANO, 2014).

Según el MTOP, “la densidad de la capa compactada debe ser el 95% en vez del 100% de la densidad máxima obtenida con el ensayo del proctor modificado” (MTOP, 2002).

### **Base y Subbase:**

Cuando un fiscalizador apruebe el correcto tratamiento de la subrasante según las especificaciones y los agregados que conformarán la base y subbase cumplan con los requisitos mínimos establecidos por el MTOP, se colocará la capa de base y subbase con el siguiente tratamiento:

- Escarificación

“Se debe escarificar de manera total y uniformemente la superficie de la subrasante para el caso de subbase y de la subbase para el caso de la base, para ser mezclado y homogenizado con nuevo el

material de la base o subbase correspondientemente, mediante una motoniveladora” (SOLANO, 2014).

- **Extendida y homogenización**

Según el MTOP: el material será mezclado en planta para cumplir con la granulometría de la clase de subbase de diseño y transportado a obra mediante volquetes. En el caso de requerir límites de consistencia puede ser mezclado en la vía, colocando en primer lugar el agregado grueso sobre la subrasante o subbase de manera uniforme en ancho y espesor, luego se distribuye el material fino homogéneamente sobre esta primera capa. Cuando los materiales se hayan colocado, se los mezcla mediante motoniveladoras (MTOP, 2002).

Además Huertas y Santos nos dicen que: una vez homogenizados los agregados, el material se extenderá con una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones en su estructura, de tal manera que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a 10 cm ni superior a 20 cm, si el espesor de base o subbase compactada por construir es superior a 20 cm, el material se deberá colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea igual y mayor a 10 cm (Huertas & Santos, 2018).

- **Humedecimiento o aireación**

“Una vez el material de base o subbase haya sido colocado se procede de inmediato con la hidratación o aireación cual sea el caso” (MTOP, 2002), “hasta alcanzar la humedad óptima de compactación obtenida en el laboratorio mediante el ensayo proctor modificado con una tolerancia de  $\pm 2$  %” (SOLANO, 2014).

- **Compactación**

“Una vez humedecido el material se compacta con rodillos lisos de 8 a 12 toneladas u otros compactadores equivalentes, la densidad de la capa compactada debe ser del 100% de la densidad máxima obtenida con el ensayo del proctor modificado” (MTOP, 2002).

### **Carpeta asfáltica:**

- **Barrido**

La capa base luego de su compactación segrega líquido mezclado con partículas finas y debido a una posible lluvia, la superficie de esta debe ser barrida con una escoba librar de humedad a la superficie de la capa correspondiente de manera que esté relativamente seca para aplicar la imprimación (MTOP, 2002).

- **Riego de imprimación**

Solano nos dice que: consiste en la aplicación de una emulsión asfáltica que cubra la capa base para la protección de esta, esto se realiza con el fin de imposibilitar el desarrollo de un plano de falla entre las capas, cerrar espacios capilares e impermeabilizar la superficie y promover la adherencia entre superficies (SOLANO, 2014).

Según la MTOP: la maquinaria utilizada para la aplicación de la capa es una barredora mecánica con soplador y un distribuidor de asfalto a presión autopulsado, la cantidad de asfalto diluido deberá estar entre los límites de 1 a 2.25 litros por metro cuadrado. Suele aplicarse una delgada capa de arena secante con el fin de absorber excesos de asfalto y proteger el riego de bitumen para protegerlo del paso de vehículos o maquinaria (MTOP, 2002).

- Transporte y entrega de la mezcla asfáltica desde una planta

“El transporte se lo realiza por medio de volquetas las cuales en su superficie interna está recubierta por aceite para evitar la adherencia y deberán estar cubiertas con lonas para evitar la pérdida de calor y una posible contaminación” (MTOP, 2002).

“A la entrega, se inspeccionan las características que puedan indicar la necesidad de rectificación de la mezcla tales como” (SOLANO, 2014):

- Humo azul: Indica sobrecalentado de la mezcla.
- Apariencia dura: Indica excesivo enfriamiento de la mezcla.
- Apariencia opaca y magra: Indica bajo contenido de asfalto o exceso de finos.
- Vapor ascendente: Indica exceso de humedad.
- Segregación: Indica un manejo inadecuado de la mezcla.

La volqueta desaloja la carga directamente en la pavimentadora para su posterior extensión en la vía.

- Extensión

Citando a Solano: la distribución de espesores, ancho y pendientes determinadas se la realizará con una máquina terminadora autopulsada y compactarla ligeramente cuidando que exista una uniformidad de temperatura de la mezcla extendida para dar lugar a una densificación homogénea y garantizar un comportamiento adecuado del pavimento (SOLANO, 2014).

- Compactación

Consta de 3 fases (SOLANO, 2014):

- Compactación inicial: Se la realiza a lo largo de toda la vía mediante la utilización de rodillos vibratorios liso sobre la mezcla recién extendida.
- Compactación intermedia: Se la realizan rodillos vibratorios lisos para la compactación antes del enfriamiento de la mezcla y su fin es obtener una densidad específica.
- Compactación final: Se utiliza un rodillo neumático con el fin de eliminar marcas sobre la superficie y eliminar imperfecciones. Se la realiza después de la compactación intermedia mientras el asfalto todavía no está totalmente enfriado.

“La aprobación de la calidad del compactado se basa en 3 criterios principales: textura, densidad y tolerancia de las variaciones en la lisura de la carpeta las cuales no deberán exceder en 6 mm” (SOLANO, 2014).

### 2.3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS SEMIRRÍGIDOS

En la fabricación hay que tener en cuenta las normas y los procesos constructivos que debemos cumplir, tomamos en cuenta la materia prima que se utiliza como cemento, agregado fino, agregado grueso, agua, etc.

Existen varios métodos para la elaboración del pavimento semirrígido, su fabricación consiste en seguir correctamente los pasos a continuación:

- **Dosificación:** El primer paso para la elaboración de adoquines es garantizar que los productos finales cumplan las propiedades adecuadas, seleccionando de igual manera los materiales más económicos. La relación óptima se determinará según diferentes características de los materiales (Tipo de cemento, Humedad en el ambiente, Granulometría de los agregados, Absorción de los agregados, Densidad real y densidad aparente suelta del cemento, Consistencia deseada del concreto)
- **Mezclado:** Los materiales deben mezclarse mecánicamente para obtener la resistencia deseada, se empieza colocando el cemento y los agregados en la mezcladora combinándose en seco hasta obtener un color uniforme, posteriormente se añade agua y se continúa mezclando. La duración del mezclado debe ser la necesaria para conseguir que todo el árido este cubierto de la pasta de agua-cemento.
- **Moldeado:** Los moldes que se utilizaran deben estar completamente limpios y a una temperatura mayor a 0°C, se agrega la mezcla con una temperatura mínima de 5°C y se los lleva a la máquina de vibro-compactación. Bajo los adoquines se cubre de diésel o aceite quemado, el tiempo de vibrado dependerá de la resistencia que se desee obtener, el vibrado es importante ya que ofrece al concreto características como compactidad, impermeabilidad, resistencia a la abrasión, etc. Terminado el proceso se retira el exceso de material y se procede con la compactación hasta conseguir la altura deseada.
- **Secado:** Luego de desmontar los adoquines se colocan con cuidado de tener deformaciones en estos sobre un área de secado, esta debe ser protegida del sol y el viento para evitar que el agua contenida en el adoquín se evapore y detenga el fraguado. Este proceso dura entre 4 y 8 horas, pero se recomienda levantar los adoquines al siguiente día.
- **Curado:** Este proceso consiste en regar periódicamente los adoquines para conservar la humedad del concreto y lograr que la reacción química del cemento con el agua continúe logrando la resistencia deseada. Es de preferencia mantener una temperatura de 20° C, para evitar pérdidas de humedad por evaporación.

Para este proyecto se recomienda adoquines tipo A, para caminos secundarios y calles principales, los cuales tienen una resistencia a la compresión de 40 Mpa, estos se unen entre sí por los cuatro

lados, tanto por su geometría plana y su colocación resisten a la expansión de las juntas paralelamente, tanto en ejes longitudinales como en los transversales.

En general se deben cumplir con los requisitos de la Norma INEN 1488 en donde se explica las dimensiones de este, los adoquines pueden tener diferentes dimensiones según el modelo que se fabrique, se recomienda que en los adoquines rectangulares la relación longitud/ancho no sea mayor de 2 y la relación espesor/largo no sea menor de 0.2 ni mayor a 0.5. La superficie de desgaste no debe ser menor del 70% del área plana total del adoquín.

Para cualquier tipo de adoquín el porcentaje máximo de absorción promedio no debe ser mayor al 6%, y cuando se ensayen individualmente no deben superar el 9%. La resistencia a la rotura no debe ser inferior a 3.6 MPa y ningún valor individual debe ser inferior a 2.9 Mpa. La abrasión promedio deberá ser 23 mm, según la prueba de disco ancho, y la pérdida de espesor no excederá los 3mm. Al requerirse un valor de resistencia al resbalamiento se deberá obtener un mínimo de 45.

### 3. CAPÍTULO 3.- DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SEMIRRÍGIDOS

#### 3.1 DETERMINACIÓN DEL TPDA:

Para el caso de Ubillus, el conteo de tráfico se lo realizó desde 3 puntos diferentes:

- Jollaloma – Centro poblado
- Chaupisanja – Centro poblado
- San Alfonso – Centro poblado

El conteo fue realizado de manera manual por los moradores quienes contabilizaron y categorizaron a lo largo de 12 horas durante 1 semana cada vehículo que pasaba en cada intersección conforme a un formulario según el tipo de vehículo establecido por la AASHTO.

Al finalizar la semana se obtuvieron los siguientes resultados del conteo vehicular y se consideró para cada punto el día máximo como el mayor día con circulación de vehículos pesados y la mayor cantidad de vehículos prioritariamente pesados:

Jollaloma-Centro Poblado				Jornada de 12 Horas		
Día/Tipo	2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A
Martes	136	29	0	0	4	0
Miércoles	132	25	1	0	0	0
Jueves	173	15	0	0	0	0
Viernes	143	17	0	0	0	0
Sábado	182	22	0	0	0	0
Domingo	111	5	2	0	0	0
Lunes	131	2	0	0	2	0

Total, de Vehículos Semanales						
Total	1008	115	3	0	6	0
Total, de Vehículos para el Día Máximo						
Día/Tipo	2D	2DA	2DB	3ª	V2DB	V3A
Martes	136	29	0	0	4	0

Tabla 8. Conteo vehicular punto Jollaloma (Elaboración propia).

Chaupisanja-Centro Poblado				Jornada de 12 Horas		
Día/Tipo	2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A
Martes	150	14	2	0	2	0
Miércoles	104	15	3	0	0	0
Jueves	111	15	0	0	0	0
Viernes	146	10	0	0	6	0
Sábado	102	2	0	0	0	0
Domingo	156	1	0	0	0	0
Lunes	110	4	0	0	4	0
Total, de Vehículos Semanales						
Total	879	61	5	0	12	0
Total, de Vehículos para el Día Máximo						
Día/Tipo	2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A
Martes	150	14	2	0	2	0

Tabla 9. Conteo vehicular punto Chaupisanja (Elaboración propia).

San Alfonso-Centro Poblado				Jornada de 12 Horas		
Día/Tipo	2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A
Martes	163	14	2	0	2	0
Miércoles	139	13	0	0	2	0
Jueves	171	21	0	0	2	0
Viernes	190	8	2	0	1	0
Sábado	258	19	0	0	0	0
Domingo	122	9	3	0	0	0
Lunes	119	4	0	0	0	0
Total, de Vehículos Semanales						
Total	1162	88	7	0	7	0
Total, de Vehículos para el Día Máximo						
Día/Tipo	2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A
Jueves	171	21	0	0	2	0

Tabla 10. Conteo vehicular punto San Alfonso (Elaboración propia).

El TPDA se lo calculará considerando el día de máximo de la semana de los 3 puntos de conteo. La tasa de crecimiento vehicular se la tomará de las tablas establecidas por el MTOP correspondientes al periodo de 2020-2025, para camiones de 4,32% y un periodo de diseño de 10 años correspondiente a condiciones del camino de bajo volumen pavimentado según la AASHTO. Establecida la tasa de

crecimiento se puede calcular el TPDA futuro. El punto de conteo que generará mayor número de ejes equivalentes es el punto Jollaloma – Centro Poblado.

Tasa de Crecimiento			4,32
Proyección del Tráfico Día Máximo (años)			10
Tipo	TPDA Inicial	%	TPDA Final
2D	136	80	208
2DA	29	17	44
2DB	0	0	0
3A	0	0	0
V2DB	4	2	6
V3A	0	0	0
Total=	169,00	100,00	258

Tabla 11. Proyección del tráfico del día máximo punto Jollaloma - Centro Poblado (Elaboración propia).

“El MTOP clasifica el tráfico según la intensidad media diaria de vehículos pesados IMDP esperada en el carril de diseño al momento de iniciado el funcionamiento de la vía” (MTOP, 2002):

TRÁFICO	IMDP
Liviano	Menos de 50
Medio	50 a 200
Pesado	200 a 1000
Muy Pesado	Más de 1000

Tabla 12. Clasificación de tráfico (MTOP, 2002)

El conteo total de vehículos sin tomar en cuenta autos, camionetas ni tractores sin remolque en el día de mayor tránsito en la semana es de 169 vehículos, por lo tanto, el tipo de tráfico que caracterizará a Ubillus es medio.

### 3.2 DETERMINACIÓN DEL CBR BASE, SUBBASE Y SUBRASANTE:

- **Humedad Óptima**

## DENSIDAD VS HUMEDAD SUBRASANTE

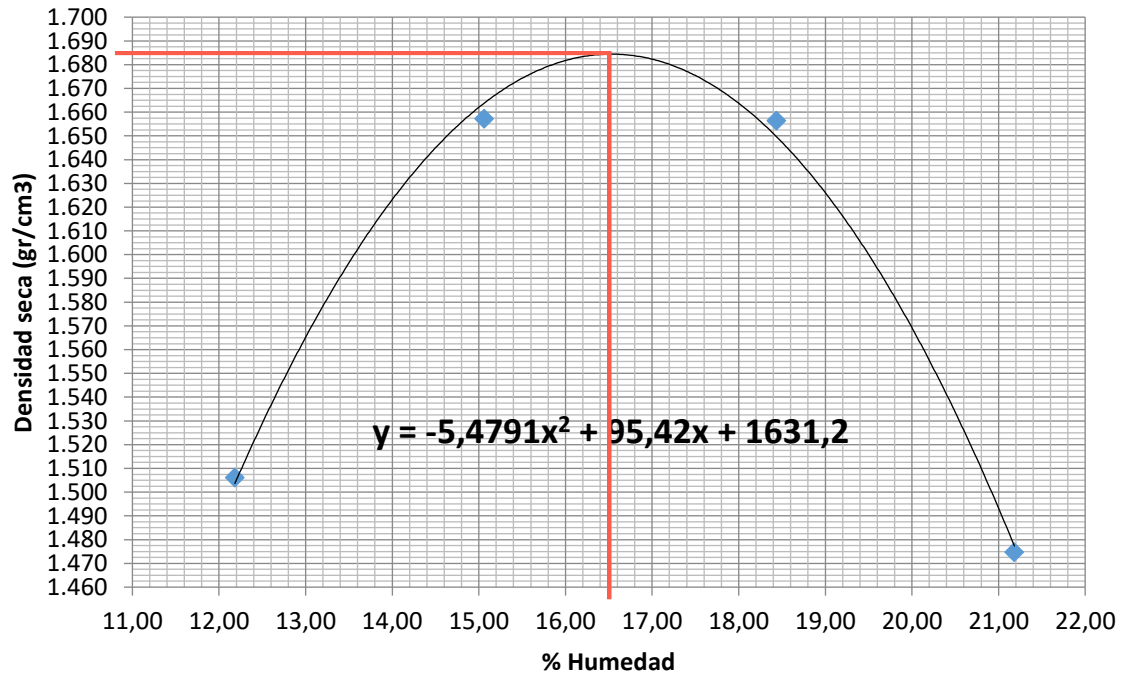


Ilustración 4. Curva proctor subrasante (Elaboración propia).

## DENSIDAD VS HUMEDAD SUBBASE

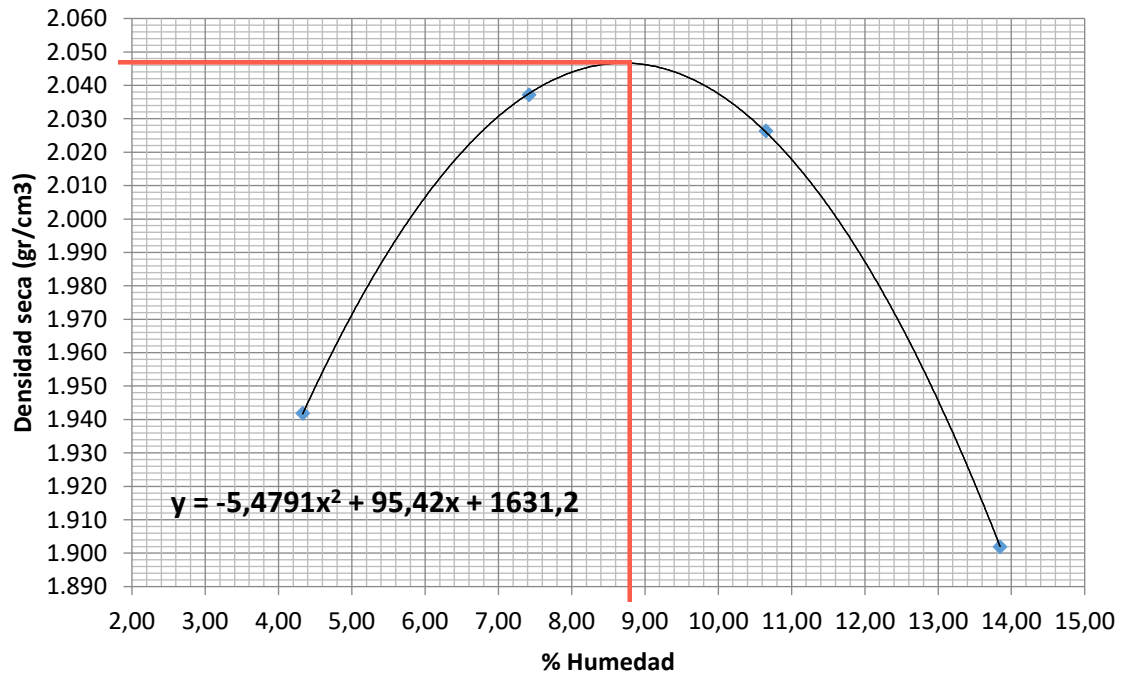


Ilustración 5. Curva proctor subbase (Elaboración propia).

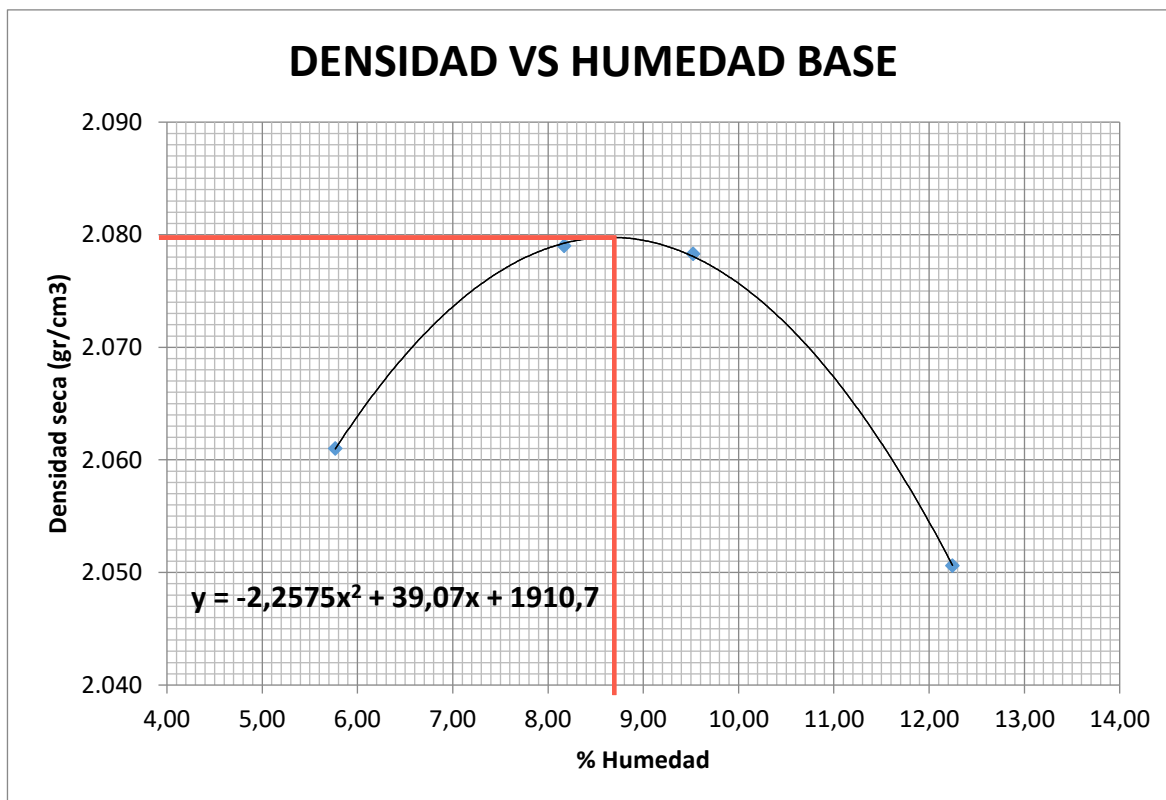


Ilustración 6. Curva proctor base (Elaboración propia).

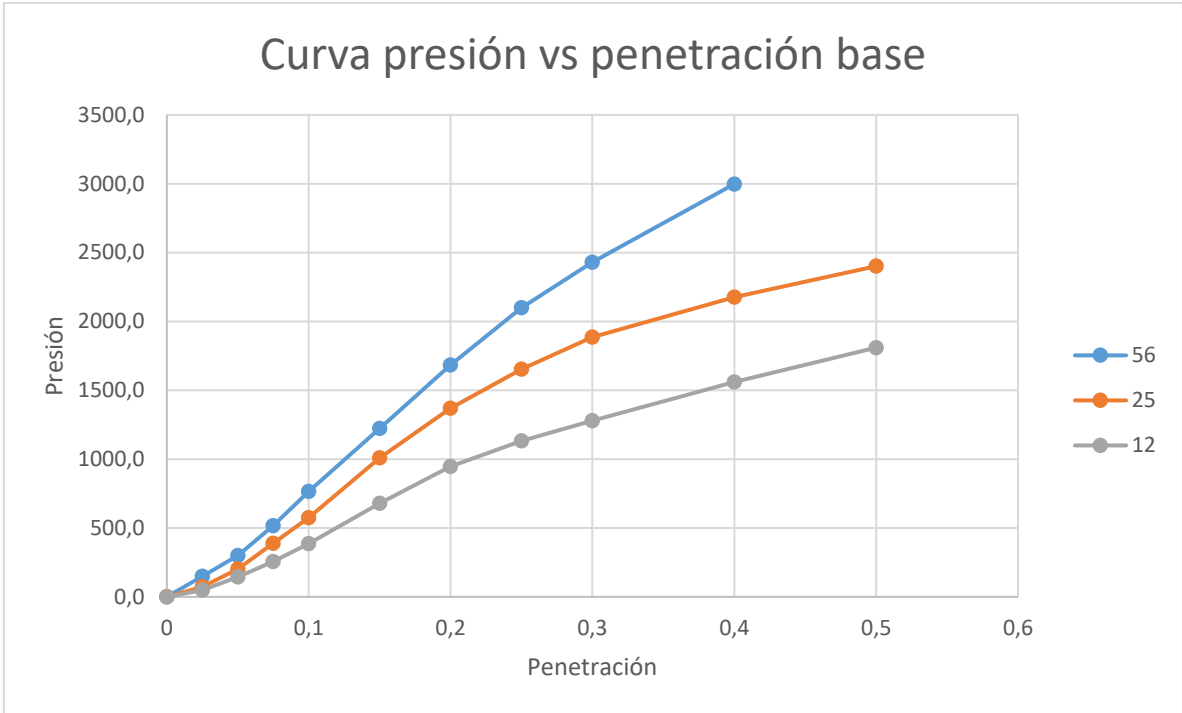
SUBRASANTE		
Densidad seca máx.	1688	g/cm3
humedad óptima	16,5	%
SUBBASE		
Densidad seca máx.	2046	g/cm3
humedad óptima	8,80	%
BASE		
Densidad seca máx.	2079	g/cm3
humedad óptima	8,70	%

Tabla 13. Humedad óptima y densidad seca máxima subrasante, subbase y base (Elaboración propia).

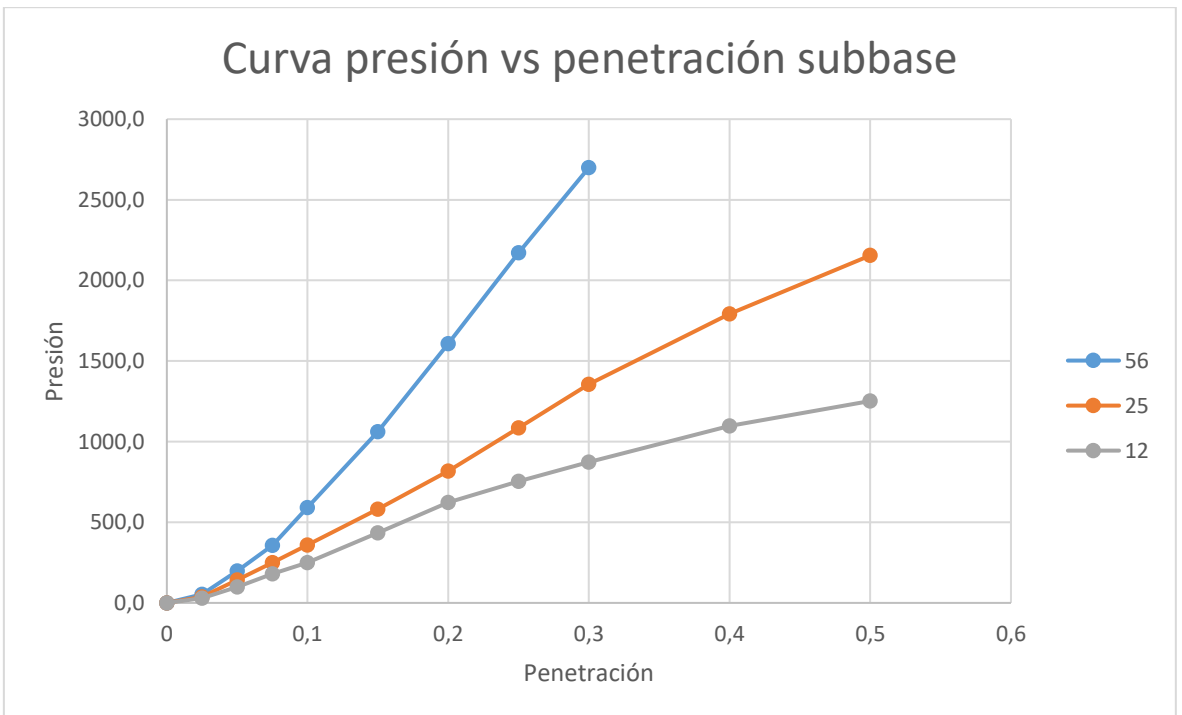
- **Índice CBR**

La comprobación de humedad óptima se encuentra detalladas en los anexos en las tablas 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17; esponjamiento en las tablas 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26 y datos del ensayo de penetración en las tablas 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35.

Se realiza la curvatura presión-deformación para determinar si la curva es uniforme o cóncava. Las curvas correspondientes a las muestras 2, 3, 4, 5, 6, 7 de la subrasante están especificadas en los anexos en las figuras 7, 8, 9, 10, 11, 12.



*Ilustración 7. Curva presión vs penetración base (Elaboración propia).*



*Ilustración 8. Curva presión vs penetración subbase (Elaboración propia).*

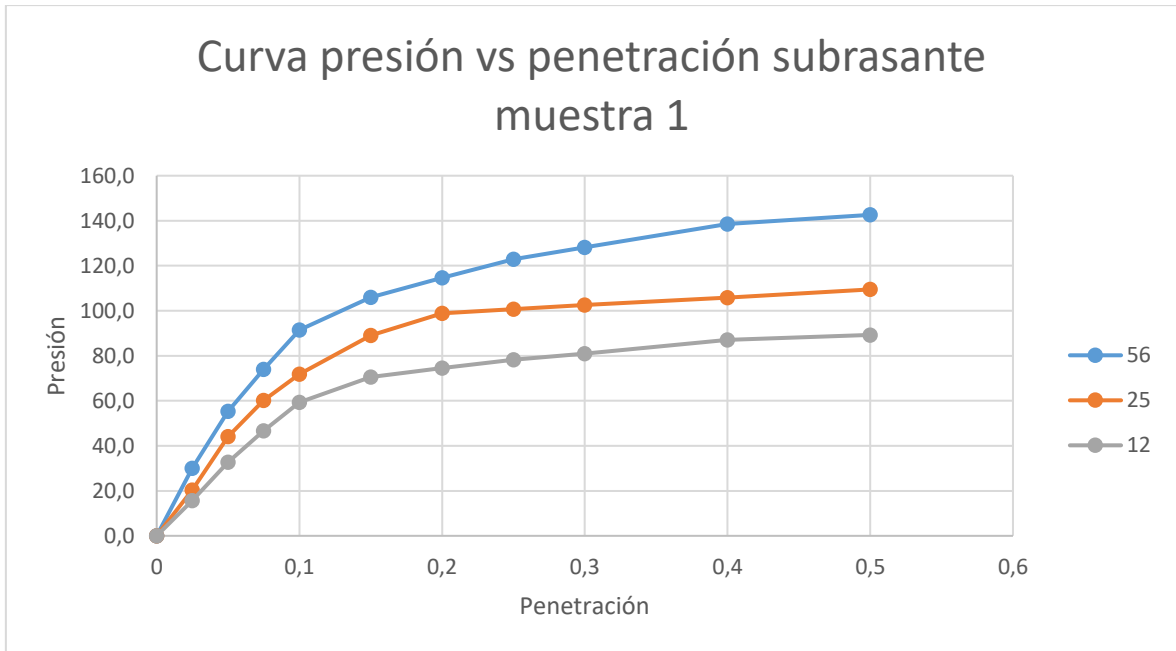


Ilustración 9. Curva presión vs penetración subrasante muestra 1 (Elaboración propia).

Las curvaturas son uniformes en todos los casos, por lo tanto, se calcula el CBR al 100% y 95% para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración con las cargas obtenidas. El cálculo de CBR correspondientes a las muestras 2, 3, 4, 5, 6, 7 de la subrasante está especificado en los anexos en las figuras 13, 14, 15, 16, 17, 18.

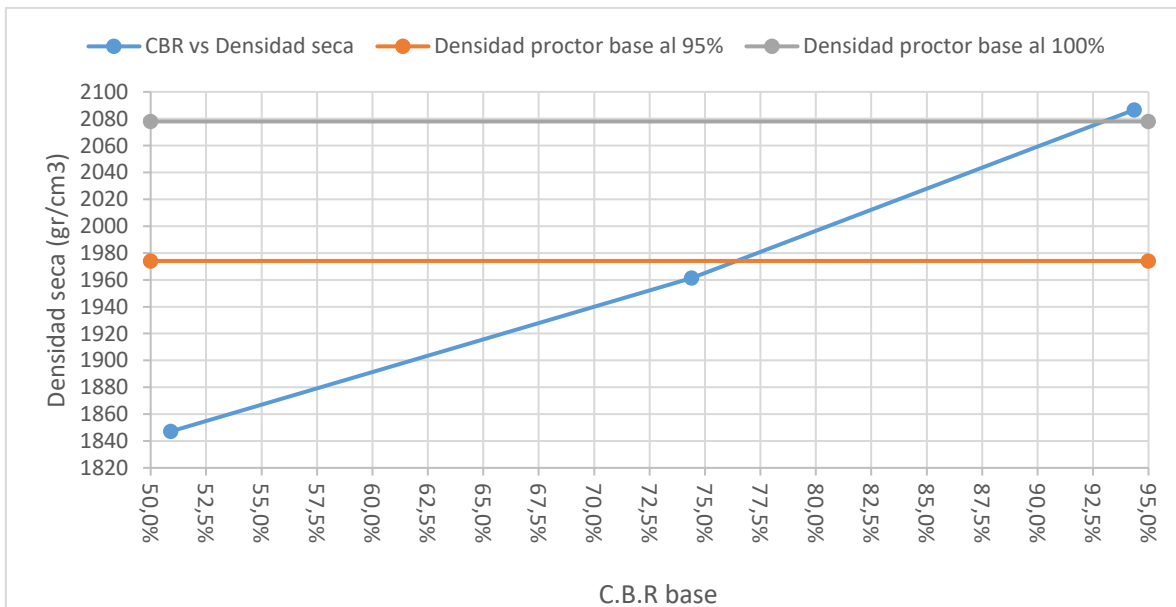


Ilustración 10. CBR al 100% y 95% base (Elaboración propia).

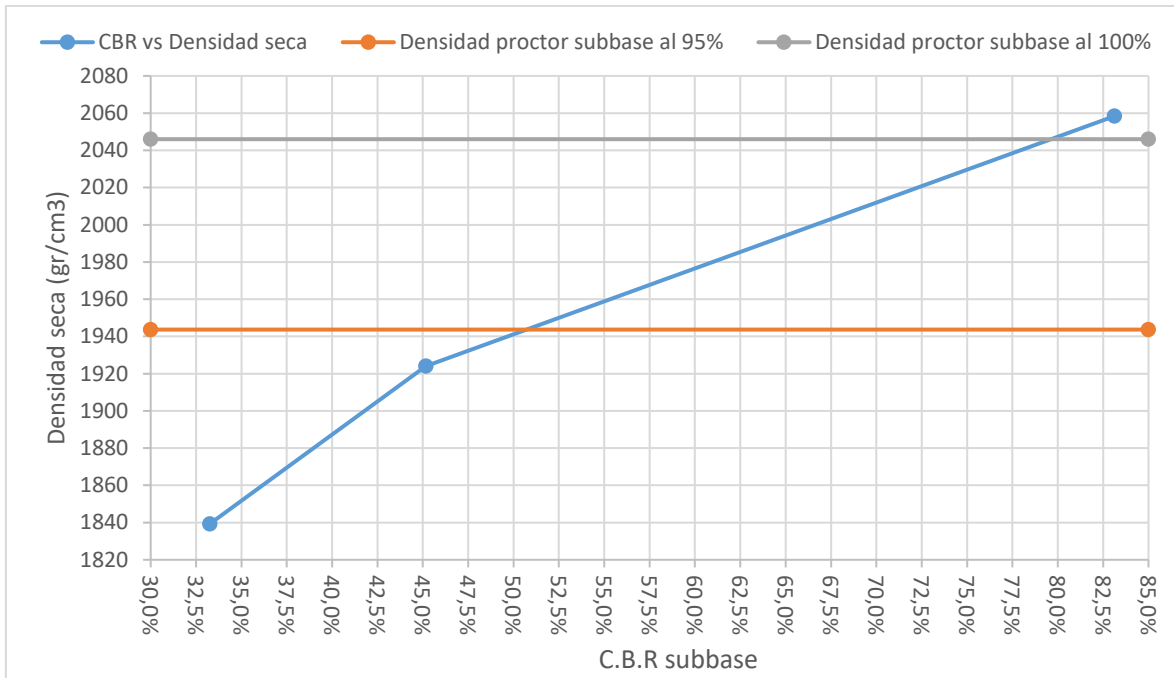


Ilustración 11. CBR al 100% y 95% subbase (Elaboración propia).

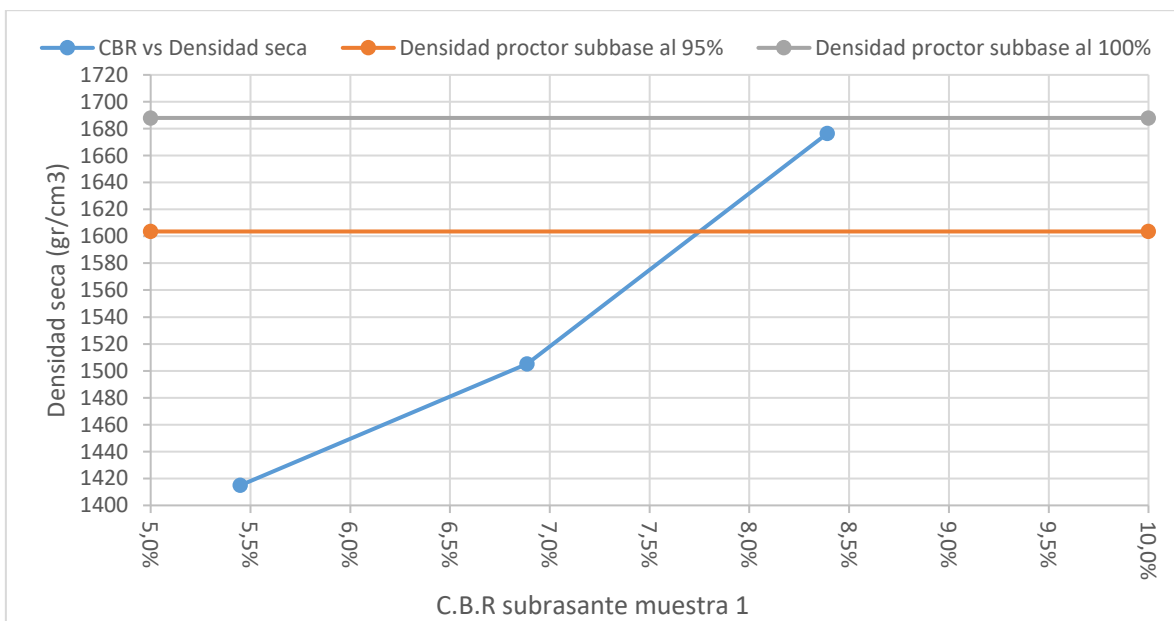


Ilustración 12. CBR al 100% y 95% subrasante muestra 1 (Elaboración propia).

	100%	95%
CBR Base	92,5	76
CBR Subbase	79	51
CBR muestra 1	8,50	7,75
CBR muestra 2	9,50	8,40
CBR muestra 3	9,50	8,45
CBR muestra 4	9,00	8,20
CBR muestra 5	9,00	8,30

CBR muestra 6	9,60	7,10
CBR muestra 7	8,60	6,75

Tabla 14. CBR de diseño (Elaboración propia).

El CBR de diseño que se utilizará para la subrasante será de acuerdo al criterio del Instituto del Asfalto según el número de ejes equivalentes le corresponde el percentil 75 ya que, el número de ejes equivalentes en el caso de Ubillus, está entre  $10^4$  a  $10^6$ :

No.	CBR 95% ordenado	N=	7
		k=	0,75
1	6,75	Pk=	5,25
2	7,10	Posición de los datos:	
3	7,75	5	6
4	8,20	8,30	8,40
5	8,30	PERCENTIL 75 CBR al 95%	
6	8,40	8,35	
7	8,45		

Tabla 15. CBR de Diseño en subrasante (Elaboración propia).

Por lo tanto, el CBR de diseño es de 8.35%.

### 3.3 CLASIFICACIÓN DE LA MINA REVTON:

- **Granulometría**

Realizando una granulometría completa según la norma AASHTO T-27 al agregado para base y subbase especificados en los anexos en las tablas 2 y 3, comparando el porcentaje que pasa de dichas granulometrías con los límites establecidos por el MTOP, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tamiz	% Pasa	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
		Tipo A	Tipo B			
2	100,00%	100	-	-	-	100
1 1/2	100,00%	70-100	100	-	-	-
1	96,28%	55-85	70-100	100	-	60-90
3/4	87,70%	50-80	60-90	70-100	100	-
3/8	52,57%	35-60	45-75	50-80	-	-
No. 4	32,47%	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
No. 10	2,39%	20-40	20-50	25-50	30-60	-
No. 40	1,88%	10-25	10-25	15-30	20-35	-
No. 200	0,91%	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Tabla 16. Granulometría de la mina vs límites granulométricos MTOP para base (Elaboración propia).

Tamiz	% Pasa	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3	100,00%	-	-	100

2	92,26%	-	100	-
1 1/2	81,43%	100	70-100	-
No. 4	54,21%	30-70	30-70	30-70
No. 40	1,38%	10-35	15-40	-
No. 200	0,65%	0-15	0-20	0-20

Tabla 17. Granulometría de la mina vs límites granulométricos MTOP para subbase (Elaboración propia).

Al comparar los límites granulométricos del MTOP con la granulometría de la mina, la granulometría de la base de la mina no clasifica por estar fuera de los límites granulométricos establecidos, la granulometría de la subbase de la mina clasifica como subbase clase 3. La clasificación de la base y subbase no requieren que un porcentaje de los agregados sean triturados, sino solamente cribados.

- **Límites de Atterberg**

Los límites fueron establecidos con la normativa ASTM D 2487, los datos especificados en los anexos en las tablas 4, 5, 6 y figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6:

-Base:

BASE			VS
LÍMITE LÍQUIDO	27,25	%	25
LÍMITE PLÁSTICO	18,85	%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8,40	%	6

Tabla 18. Resumen límites de Atterberg base (Elaboración propia).

Los agregados de la base de la mina no cumplen con los valores máximos de límite líquido e índice de plasticidad establecidos por el MTOP.

-Subbase:

SUBBASE			VS
LÍMITE LÍQUIDO	25,00	%	25
LÍMITE PLÁSTICO	20,55	%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4,45	%	6

Tabla 19. Resumen límites de Atterberg subbase (Elaboración propia).

Los agregados de la subbase de la mina cumplen con los valores máximos de límite líquido e índice de plasticidad establecidos por la MTOP. Adicionalmente no se encontró material orgánico

-Subrasante:

SUBRASANTE		
LÍMITE LÍQUIDO	40,75	%
LÍMITE PLÁSTICO	29,81	%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10,94	%

Tabla 20. Resumen límites de Atterberg subrasante (Elaboración propia).

- **Abrasión**

Realizado el ensayo en la máquina de los ángeles se determina la masa del material que pasa por el tamiz No. 12 y se calcula el porcentaje de desgaste del agregado con la siguiente expresión: (Lara, 2018).

$$\%Desgaste = \frac{\text{Material que pasa el tamiz No. 12}}{\text{Masa inicial de la muestra}}$$

La granulometría de la subbase tiene un tamaño máximo de 1 ½ pulgadas entrando en la gradación tipo A de las gradaciones con tamaño máximo de hasta 1 ½ pulgadas, la granulometría de la base tiene un tamaño máximo de 1 pulgada entrando en la gradación tipo B de las gradaciones con tamaño máximo de hasta 1 ½ pulgadas, utilizando 12 esferas para el tipo A y 11 para el tipo B, se obtuvieron los siguientes porcentajes después del ensayo:

Masa inicial (g)	5008	% DE DESGASTE
Masa retenida tamiz No. 12 (g)	3378	32,55

Tabla 21. Porcentaje de abrasión de base (Elaboración propia).

Masa inicial (g)	5000	% DE DESGASTE
Masa retenida tamiz No. 12 (g)	3278	34,44

Tabla 22. Porcentaje de abrasión de subbase (Elaboración propia).

El porcentaje de gradación establecido por el MTOP para subbase establece un máximo de 50% y para base un 40%, por lo tanto, los agregados de la mina cumplen con las especificaciones de abrasión para base y subbase.

- **Índice CBR**

El MTOP establece que la base debe tener un valor de CBR mínimo al 95% es de 80% pero el CBR al que llega la base de la mina es de 76%, por lo tanto, no llega al mínimo valor requerido. El valor mínimo requerido para la subbase es de 30%, por lo tanto, el material para subbase es aceptable.

### 3.4 DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO AASHTO

- Determinación del nivel de confianza “R”.

Cossi nos dice que: este valor establece la probabilidad de que el pavimento resista de forma satisfactoria las sollicitaciones de carga e intemperismo, deformaciones y fallas que se puedan presentar a lo largo de toda su vida. El valor de este parámetro está en función de la importancia de la vía y la AASHTO sugiere los siguientes valores (Cossi, 2014):

Clasificación Funcional	Nivel de Confianza Recomendados	
	Urbano	Rural
Interestatal y Autopista	85 – 99.9	80 - 99.9
Arteria Principales	80 – 99	75 - 95
Calles Colectoras	80 – 95	75 - 95
Calles Locales	50 - 80	50 - 80

Ilustración 13. Nivel de confianza según la clasificación funcional (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).

La vía para Ubillus, el cual es un barrio rural, conecta con otras vías que llevan al centro de Pintag y otros barrios, de acuerdo con la AASHTO tiene una funcionalidad de calles locales y según el MTOP tiene un tipo de tráfico medio, por lo tanto, se considerará un nivel de confianza “R” del 80%.

- Determinación del valor de error estándar “So”.

Según Méndez, debido a la naturaleza empírica del método, las variables de entrada y las ecuaciones tendrán cierto grado de incertidumbre por lo que se incorpora el valor de error estándar “So” el cual tiene en cuenta la desviación del diseño, variación de propiedades de materiales y de subrasante, variación de la estimación del tránsito y de las condiciones ambientales (Méndez, 2020).

Los valores de error estándar sugerido por la AASHTO para obtener un comportamiento más realista del pavimento son los siguientes:

Valores de Error Estándar
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento <b>sin</b> errores en el tránsito
So = 0.44
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento <b>con</b> errores en el tránsito
So = 0.49

Ilustración 14. Valores de error estándar AASHTO (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

Para el caso de Ubillus, los moradores personalmente contabilizaron cada vehículo a lo largo de 12 horas durante 1 semana, por lo tanto, se puede considerar que no hubo errores en el tránsito y el valor de “So” para el diseño del pavimento sería de 0.44.

- Determinación del factor de distribución por carril “Dt”

Nº CARRILES EN CADA SENTIDO		PORCENTAJE DE $W_{18}$ EN EL CARRIL DE DISEÑO
1		100
2		80 - 100
3		60 - 80
4 o más		50 - 75

Ilustración 15. Porcentaje de carga de 8.2 toneladas en el carril de diseño por número de carriles por sentido (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).

El factor de distribución por carril “Dt” resulta de la multiplicación de los porcentajes de carga “Fd” y “Fc” los cuales adquieren valores dependiendo de la distribución vehicular por sentido de circulación (Fd) y la distribución vehicular por carriles (Fc).

Según el diseño geométrico vial realizado por el GAD parroquial de Pintag, la vía constará de 1 carril por sentido por lo que el porcentaje de la carga vehicular por carriles Fc es igual al 100%. La contabilización de tráfico fue realizada por moradores del barrio los cuales contabilizaban los vehículos que pasaban independientemente del sentido en el que este vaya, por lo tanto, se puede considerar que cumplían la función de un solo contador para ambos sentidos de la vía, entonces, el porcentaje de la carga vehicular para cada sentido puede aproximarse a un 50% del conteo total.

Tomando en cuenta las anteriores consideraciones, el factor de distribución por carril “Dt” se calcularía con la siguiente expresión:

$$Dt = Fc * Fd = 1 * 0.5 = 0.5$$

- Determinación del índice de serviciabilidad “Po”, “Pt” y “ΔPSI”.

Según Cossi: Refiriéndose como índice de serviciabilidad al grado en el que un pavimento brinda a los usuarios seguridad y confort al momento de transitarla. La AASHTO ha determinado que existen índices de serviciabilidad inicial “Po”, una pérdida de serviciabilidad “ΔPSI” y un índice de serviciabilidad final “Pt” que representa el valor más bajo de serviciabilidad antes de que la vía requiera una rehabilitación, estos valores dependen del diseño y la calidad de construcción de la vía (Cossi, 2014).

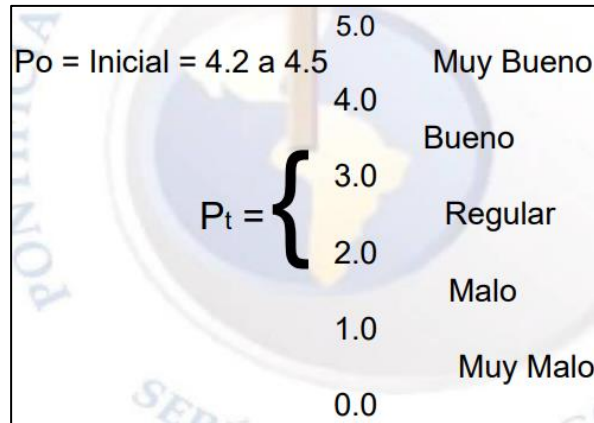


Ilustración 16. Concepto de serviciabilidad AASHTO (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).

Por lo tanto, al realizar estudios en pavimentos flexibles el índice de serviciabilidad inicial media entre todos los pavimentos estudiados “Po” tiene un valor de 4.2. El índice de serviciabilidad final adquiere valores entre 3 y 2 a criterio del diseñador dependiendo de la importancia de la misma siendo 3 la mayor importancia y 2 la menor, para este proyecto al ser Ubillus un barrio rural sin un volumen vehicular elevado “Pt” adquirirá un valor de 2. La pérdida de serviciabilidad “ΔPSI” se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta PSI = P_o - P_t = 4.2 - 2 = 2.2$$

- Determinación de los coeficientes de drenaje de la carpeta asfáltica “m1”, base “m2” y subbase “m3”.

Estos coeficientes están ligados a 2 parámetros (eddyhrbs, 2011):

- La capacidad para evacuar agua que tiene cada capa estructural del pavimento.
- El porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercana a la saturación en el año el cual a su vez depende de la precipitación media anual.

La AASHTO ha determinado los siguientes valores de los coeficientes de drenaje tomando en cuenta los 2 parámetros anteriormente mencionados:

Calidad del drenaje		Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercana a saturación			
Condición	Tiempo Evacuación	Menor que 1%	1-5%	5-25%	Mayor que 25%
Excelente	2 horas	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	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
Malo	1 mes	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy malo	No drena	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Ilustración 17. Coeficientes de drenaje (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).

El valor de “m1” para la capa asfáltica siempre tiene un valor de 1 debido a la impermeabilidad que esta tiene. Las capas de base y subbase se encuentran en el mismo ambiente, sus coeficientes “m2” y “m3” serán de igual valor y se debe evaluar los 2 parámetros para darle un valor:

➤ La capacidad para evacuar agua que tiene cada capa estructural del pavimento.

“El GAD parroquial de Pintag ha descrito la geología de Ubillus como formaciones del tipo depósitos coluviales, fluvio glaciares, fluvio lacustres, los cuales tienen la característica de ser suelos bien drenados adicionalmente la topografía se caracteriza de tener pendientes pronunciadas” (GADP Pintag, 2015). Por lo tanto, la condición del drenaje se considerará como buena.

➤ El porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercana a la saturación.

Se puede obtener este parámetro conociendo la cantidad de meses lluviosos en el año. “El GAD parroquial de Pintag ha determinado mediante estudios pluviométricos que la época de lluviosa se presenta desde septiembre hasta abril y la época seca desde mayo hasta agosto” (GADP Pintag, 2015). El porcentaje de exposición a niveles de humedad cercana a saturación se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ De tiempo expuesto a saturación al año} = \frac{8 \text{ meses} * 100\%}{12 \text{ meses}} = 66.67\%$$

Tomando en consideración lo anteriormente mencionado, el valor de los coeficientes “m1”, “m2” y “m3” son igual a 1.

- Determinación del número de ejes equivalentes y factor de carga equivalente a 8.2 toneladas. “El factor de carga equivalente es el valor que define el daño que causaría el paso de un eje determinado sobre un pavimento equivalente al daño que realizaría un eje patrón de carga de 8.2 toneladas sobre el mismo pavimento” (Enrique & Hernández, 2016), los cuales se calculan para ejes simples, dobles, tándem y tridem, con las siguientes expresiones:

$F_{ss} = \left(\frac{L_{ss}}{6.6}\right)^4$	Donde: F <sub>ss</sub> = Factor de carga equivalente para ejes simples. L <sub>ss</sub> = Carga equivalente para ejes simples.
$F_{sd} = \left(\frac{L_{sd}}{8.2}\right)^4$	Donde: F <sub>sd</sub> = Factor de carga equivalente para ejes dobles. L <sub>sd</sub> = Carga equivalente para ejes dobles.
$F_t = \left(\frac{L_t}{15}\right)^4$	Donde: L <sub>t</sub> = Factor de carga equivalente para ejes tándem. F <sub>t</sub> = Carga equivalente para ejes tándem.

$F_{tr} = \left(\frac{L_{tr}}{23}\right)^4$	<p>Donde:</p> <p>F<sub>tr</sub>= Factor de carga equivalente para ejes tridem.</p> <p>L<sub>tr</sub>= Carga equivalente para ejes tridem.</p>
---	---

Ilustración 18. Factor de carga equivalente AASHTO (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).

El factor de carga equivalente total “FCE” es la sumatoria de los factores de carga equivalente de todos los vehículos.

Para el punto Jollaloma con el máximo volumen vehicular anteriormente establecido, la siguiente tabla muestra el factor de carga por ejes de cada tipo de vehículo y el factor de carga equivalente total:

Tabla 23. Factor de carga equivalente de 8,2 Toneladas (Elaboración propia).

Factor de carga equivalente de 8,2 Toneladas				
Tipo	C. Total (T)	C*Eje (T)	Porcentaje	Fce*Eje
2D	7	3	80	0,0344
		4		0,1086
2DA	10	3	17	0,0073
		7		0,0911
2DB	18	7	0	0,0000
		11		0,0000
3A	27	7	0	0,0000
		20		0,0000
V2DB	18	7	2	0,0299
		11		0,0766
V3A	27	7	0	0,0000
		20		0,0000
			FCE=	0,3480

El número de ejes equivalente total se calcula con la siguiente expresión:

$$N(8.2 T) = \frac{(TPDA\ inicial + TPDA\ final)}{2} * 365 * Dt * periodo\ de\ diseño * FCE$$

$$N(8.2 T) = \frac{(169 + 258)}{2} * 365 * 0.5 * 10 * 0.348 = 135572.21 = 1.36 * 10^5$$

- Determinación del módulo resiliente de la subrasante.

Las deformaciones del suelo se dividen en permanentes y elásticas, el diseño de pavimentos por el método AASHTO 93 se basa en la teoría elástica o resiliente considerando que la deformación elástica es proporcional al módulo elástico o también llamado resiliente para obtener una deformación permanente pequeña y que minimizando el esfuerzo vertical en la subrasante (Badillo, 2022).

El módulo resiliente de la subrasante se puede obtener mediante las siguientes correlaciones establecidas por la AASHTO con el porcentaje de CBR de diseño:

$MR = 1500 * CBR$	$CBR \leq 7$
$MR = 3000 * CBR^{0.65}$	$7 \leq CBR \leq 20$
$MR = 4326 * Ln(CBR) + 241$	$CBR > 20$

Tabla 24. Correlaciones para el módulo resiliente MR con el índice CBR (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).

Por lo tanto el módulo resiliente MR de la capa subrasante es:

$$MR = 1500 * 8.35 = 12525 \approx 12500 \text{ PSI}$$

- Determinación de coeficientes “a1, a2 y a3”.

“El coeficiente estructural “a1” corresponde a la carpeta asfáltica, mediante el tipo de tráfico se puede obtener los límites de estabilidad Marshall requerida en la carpeta asfáltica con la tabla de Criterios Marshall establecida por el MTOP” (MTOP, 2002).

La estabilidad mínima requerida es de 1200 libras. Mediante la estabilidad Marshall y el siguiente nomograma de la AASHTO se obtienen las siguientes características que le correspondería a la carpeta asfáltica para dicha estabilidad:

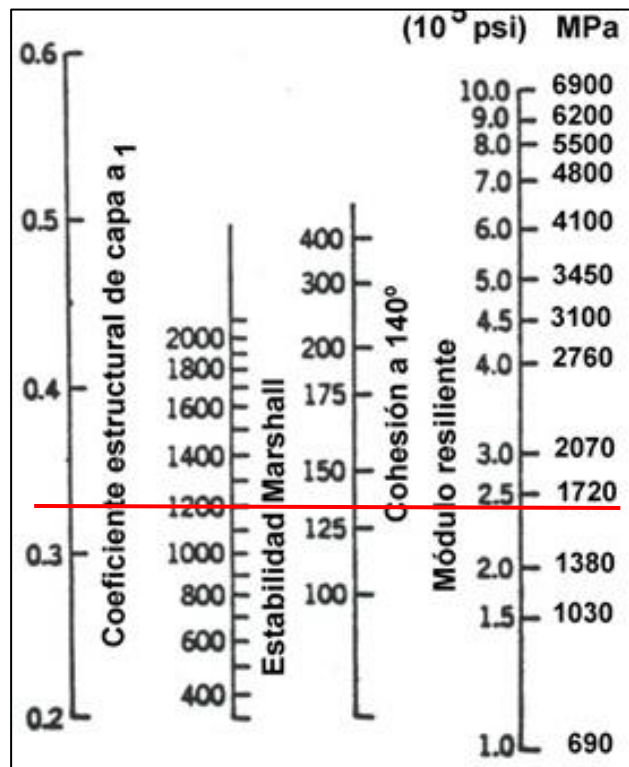


Ilustración 19. Coeficiente estructural para carpeta asfáltica (GADP Pintag, 2022)

Estabilidad Marshall	1200	Libras
Módulo resiliente capa Asfáltica	240000	PSI

Coefficiente estructural "a1"	0,33	pulgadas
-------------------------------	------	----------

Tabla 25. Resultados de la carpeta asfáltica. (GADP Pintag, 2022)

Mediante nomogramas especificados en las ilustraciones 19 y 20, y el CBR de la base y subbase se obtienen los coeficientes estructurales “a2” y “a3” y sus respectivos módulos resilientes.

- Cálculo de los números estructurales SN y espesores del pavimento flexible.

Enrique y Hernández nos dicen que: el número estructural “SN” representa la resistencia que requiere un pavimento para poner soportar el tránsito especificado sobre una subrasante con un módulo de elasticidad determinado, la ecuación de diseño de espesores se basa en el número estructural de cada capa y considera la calidad de los materiales que construyen las capas y la magnitud y frecuencia de las cargas actuantes sobre el pavimento completo. Para ello la AASHTO estableció la siguiente ecuación empírica: (Enrique & Hernández, 2016)

$$\text{Log } N = Z_r S_o + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log } Mr - 8.07$$

Donde:

N: Numero de ejes equivalentes a 8.2 toneladas.

Zr: Desviación estándar normal.

So: Error estándar combinado de la predicción del tránsito.

$\Delta PSI$ : Pérdida de serviciabilidad

Mr: Modulo Resiliente de la Subrasante.

SN: Número estructural del espesor total requerido del pavimento.

De igual manera, la AASHTO diseñó un ábaco para la solución gráfica del número estructural “SN” con el cual se diseñará el pavimento para Ubillus, dicho ábaco está especificado en los anexos en la ilustración 21.

Una vez obtenido el número estructural de cada capa se puede calcular los espesores de cada capa mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} D_1 &\geq (SN_1/a_1) \\ D_2 &\geq (SN_2 - a_1 * D_1)/(a_2 * m_2) \\ D_3 &\geq (SN_3 - a_1 * D_1 - a_2 * D_2 * m_2)/(a_3 * m_3) \end{aligned}$$

Donde:

$a_i$  = Coeficiente estructural de la capa i.

$D_i$  = Espesor de la capa i.

$m_i$  = Coeficiente de drenaje de la capa i.

Debe considerarse que, al calcular cada espesor de capa, antes de realizar el cálculo del siguiente espesor estos deben ser redondeados por motivos constructivos al inmediato superior múltiplo de 2,5 para base y subbase, y cada centímetro para la carpeta asfáltica.

El método requiere que los espesores de cada capa no sean inferiores a determinados valores en función del número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas:

Ejes W8.2	Concreto Asfáltico (mm)	Capa Base (mm)
Menos de 50,000	30	100
50,001 – 150,000	60	100
150,001 – 500,000	75	100
500,001 – 2'000,000	90	150
2'000,001 – 7'000,000	100	150
Mayor que 7'000,000	120	150

Ilustración 20. Espesores mínimos para carpeta asfáltica, base y subbase (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022).

En el caso de Ubillus, el número de ejes equivalente cabe dentro del rango de 150001 a 500000 números de ejes, por lo tanto, el espesor mínimo que podría adquirir la carpeta asfáltica es de 7.5 centímetros, para base y subbase es de 10 centímetros.

El cálculo de los espesores para la vía de Ubillus es el siguiente:

Confiabilidad (%) =	80
Desviación Estandar Global "So" =	0,44
Distribución del tráfico "Dt" =	0,5
Período de Diseño n(años) =	10

Tabla 26. Datos para cálculo de los espesores de vía Ubillus (Elaboración propia).

Número de Ejes de 8,2 T			
N(8,2T) =	135572,2145	Aprox. =	1,36E-01

Tabla 27. Número de Ejes de 8.2T (Elaboración propia).

Suelo Subrasante			
CBR (%) =	8,35		
MR =	12525,00	Aprox. (lb/plg <sup>2</sup> ) =	12500

Tabla 28. CBR de Subrasante (Elaboración propia).

Serviciabilidad:	
Po =	4,2
Pt =	2
$\Delta$ PSI =	2,2

Tabla 29. Serviciabilidad (Elaboración propia).

Carpeta Asfáltica:			
a1 (plg)=	0,33	0,130	cm
MR (PSI)=	240000	1,656	Mpa
SN1=	1,6		

Tabla 30. Datos de Carpeta Asfáltica (Elaboración propia).

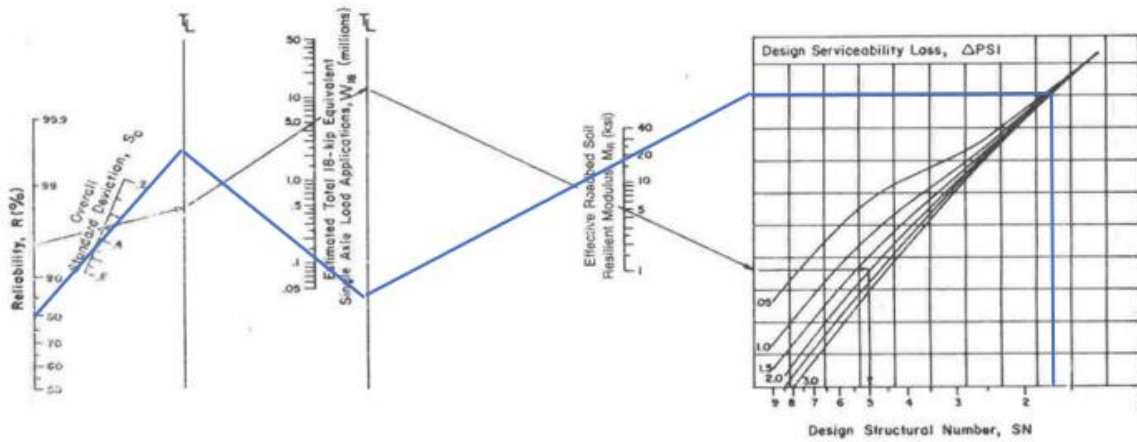


Ilustración 21. Nomograma para cálculo de SN1 (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

D1=	12,462	7,50
SN1=	0,975	

Tabla 31. Espesor y SN, de carpeta Asfáltica (Elaboración propia).

SN de Subbase			
CBR=	51		
a2 (plg)=	0,125	0,049	cm
m2=	1		
MR (PSI)=	18000		

Tabla 32. Datos de Subbase (Elaboración propia).

### Coefficientes Capa "a<sub>3</sub>", Subbases Granulares

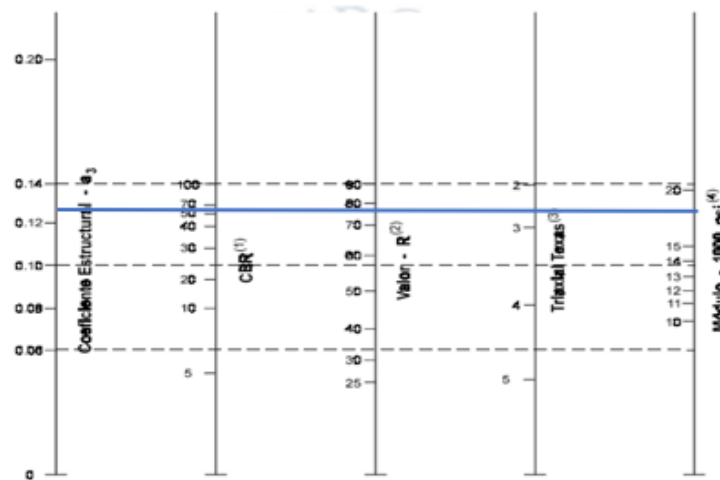


Ilustración 22, Nomograma para cálculo de a2, MR (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

SN3=	1,9		
D3=	18,81	20,00	cm
SN3=	0,98		

Tabla 33. Espesor y SN, de Subbase (Elaboración propia).

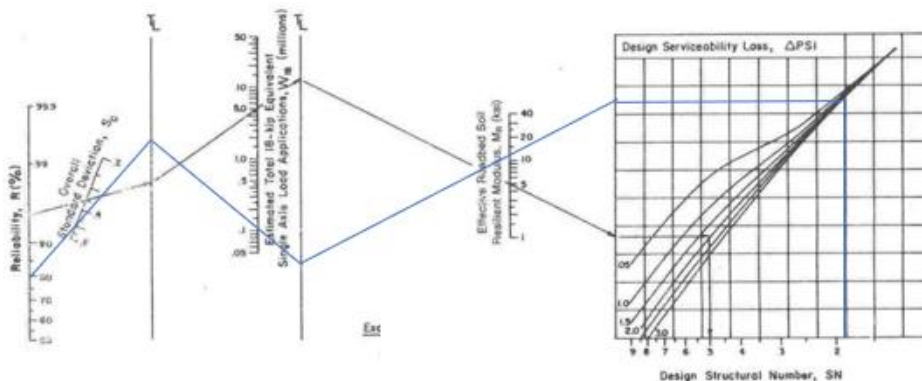


Ilustración 23. Nomograma para cálculo de SN2 (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

Resumen:		
$\sum SN \text{ (Calculado)} \geq SN \text{ subrasante}$		
1,96	$\geq$	1,90

Tabla 34. Resumen del Cálculo del SN (Elaboración propia).

Para validar los datos calculados se realizó de igual manera con la ayuda del programa para el cálculo de las ecuaciones AASHTO-93

Con Programa de Carpeta Asfáltica:	
a1=	0,130
SN1=	0,975

D1=	7,50	7,50
SN1=	0,975	

Tabla 35. Espesores Carpeta Asfáltica con Programa (Elaboración propia)

Con Programa de Subbase	
a2 (plg)=	0,049
m2=	1
SN3=	1,87

D3=	18,19	20,00
SN3=	0,98	

Tabla 36. Espesores Carpeta de Subbase con Programa (Elaboración propia).

Ecuación AASHTO 93

**CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)**

Desarrollado por: Luis Ricardo Vázquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales. 2004.

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 80 % Zr = -0.841 So = 0.44

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial = 4.2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr = 12525 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 135572.215**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 1.87**

Observaciones

Calcular Salir

Ilustración 24. Cálculo de Número estructural con Programa AASHTO-93(Elaboración propia).

Resumen Programa:		
$\Sigma SN \text{ (Calculado)} \geq SN \text{ subrasante}$		
1,96	$\geq$	1,87

Tabla 37. Resumen del Cálculo del SN con Programa (Elaboración propia).

### 3.5 DISEÑO PARA ADOQUINES DE CONCRETO POR EL MÉTODO FRANCÉS:

#### DETERMINAR LA CLASE DE DISEÑO

CLASES DE DISEÑO PARA ADOQUINES DE CONCRETO	
Clase	Descripción
L - 1	Senderos peatonales, calles residenciales, patios, áreas de piscina, vías para bicicletas
L - 2	Centros y plazas comerciales, parqueaderos, aceras, paradas de buses, parter, salas de exhibición, aproximaciones de aeropuertos
L - 3	Terminales de transporte terrestre, bodegas, áreas de estaciones de servicio, muelles de carga, pisos industriales para trabajo pesado.
H - 1	Calles residenciales que tengan un volumen de tráfico comercial diario menor de 50.
H - 2	Calles de un volumen medio de tráfico comercial diario entre 50 y 300
H - 3	Calles con tráfico pesado con un volumen diario de tráfico comercial que exceda a 300

Ilustración 25. Clase de Diseño para adoquines de Concreto (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

DISEÑO DE PAVIMENTOS CON ADOQUINES DE CONCRETO						
CLASE DE DISEÑO		L - 1	L - 2	L - 3 Y H - 1	H - 2	H - 3
ESPESOR DE LOS ADOQUINES	cm	6,38	6.38 - 7.94	7.94 - 9.21	9.21 - 10.16	10,16
	pulg	2 1/2	2 1/2 - 3 1/8	3 1/8 - 3 5/8	3 5/8 - 4	4
ESPESOR DE LA CAMA DE ARENA	cm	2.54 - 5.08	2.54 - 5.08	2.54 - 5.08	2.54 - 5.08	2.54 - 5.08
	pulg	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0
ESPESOR DE LA SUBBASE DE PIEDRA TRITURADA Y COMPACTADA						
CONDICIONES DEL SUELO						
DESCRIPCION	CBR					
EXCELENTE	15, ó, MÁS	6,08	7,62	10,16	10,16	15,24
	(pulg)	2	3	4	4	6
BUENO	10--14	10,16	10,16	12,7	15,24	20,34
	(pulg)	4	4	5	6	8
REGULAR	6--9	15,16	17,78	20,32	25,4	30,48
	(pulg)	6	7	8	10	12
POBRE	5, ó, MENOS	20,32	25,4	30,48	35,56	35,56
	(pulg)	8	10	12	14	14

Ilustración 26. Espesores de diseño para adoquines, cama de arena y subbase (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

Clase de Diseño=	H-2	
Espesor de Adoquines=	10	cm
Espesor de Cama de Arena=	3	cm
Espesor de la Subbase=	26	cm

Tabla 38. Resumen de espesores para Adoquines (Elaboración propia).

### 3.6 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SEMIRRÍGIDO:

Maquinaria utilizada en el proceso constructivo de la capa de rodadura, subrasante y subbase:

- Motoniveladora: esta maquinaria se utiliza en la obra para repartir, nivelar, modelar o dar el bombeo necesario al material en que se trabaja.
- Tanquero de Agua: esta maquinaria se utiliza en la obra para el riego de la superficie, conteniendo los polvos producidos en obra y de igual manera ayudando a la compactación de la superficie.
- Rodillo liso: esta maquinaria se utiliza en la obra para la compactación de la superficie, mediante vibraciones con el rodillo siendo estas con frecuencia y velocidad alta o baja.

- Escoba Autopropulsada: esta maquinaria se utiliza para la limpieza general del terreno, mediante una escoba metálica que ayuda a limpiar la superficie, evitando impurezas y futuros fallos en la construcción.

Maquinaria utilizada en el proceso constructivo de la carpeta asfáltica:

- **Terminadora de Asfalto:** esta maquinaria ayuda en la construcción de la carpeta asfáltica, siendo la más importante en este proceso, colocando únicamente la mezcla caliente en la tolva y posteriormente dando el proceso de construcción de la carpeta.
- **Rodillo liso:** esta maquinaria ayuda en la construcción de la carpeta asfáltica eliminando los vacíos mediante vibraciones.
- **Rodillo Neumático:** esta maquinaria ayuda al acabado de la carpeta asfáltica, eliminando las fisuras y dando una superficie estéticamente agradable.
- **Distribuidora de Asfalto:** esta maquinaria se utiliza en la obra para el riego de imprimación y el riego de liga, ayudando a la carpeta asfáltica en su correcta construcción.

Maquinaria utilizada en el proceso constructivo del pavimento semirrígido:

- **Herramienta manual:** en el proceso constructivo del pavimento semirrígido la herramienta menor nos ayudara en la colocación de los adoquines, ayudando con el procedimiento de construcción de la cama de arena y el corte de los adoquines.

## 4. CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS:

En los resultados obtenidos, se verifico que al tener poca disposición de vehículos en el barrio Ubillus, podemos realizar un diseño únicamente con carpeta asfáltica y capa de subbase, sin la necesidad de utilizar la capa de base, obteniendo resultados favorables presentados a continuación:

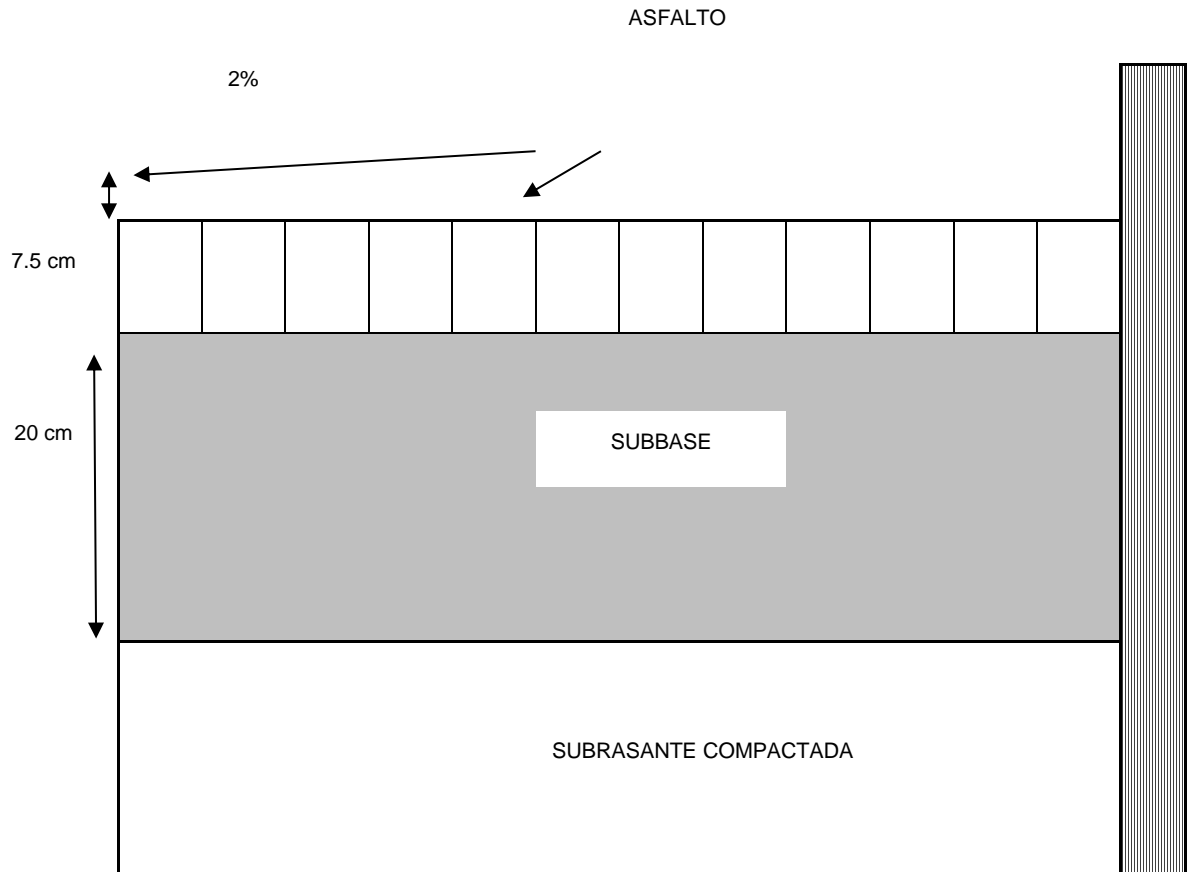
CR	15	cm
SB	15	cm
SBR		

*Ilustración 27. Resumen del Cálculo de Espesores para pavimento flexible (Elaboración propia).*

De igual manera se realizó un diseño con una carpeta asfáltica de diferente espesor, aumentando la capa de subbase para reducir de esta manera el costo.

CR	7,5	cm
SB	20	cm
SBR		

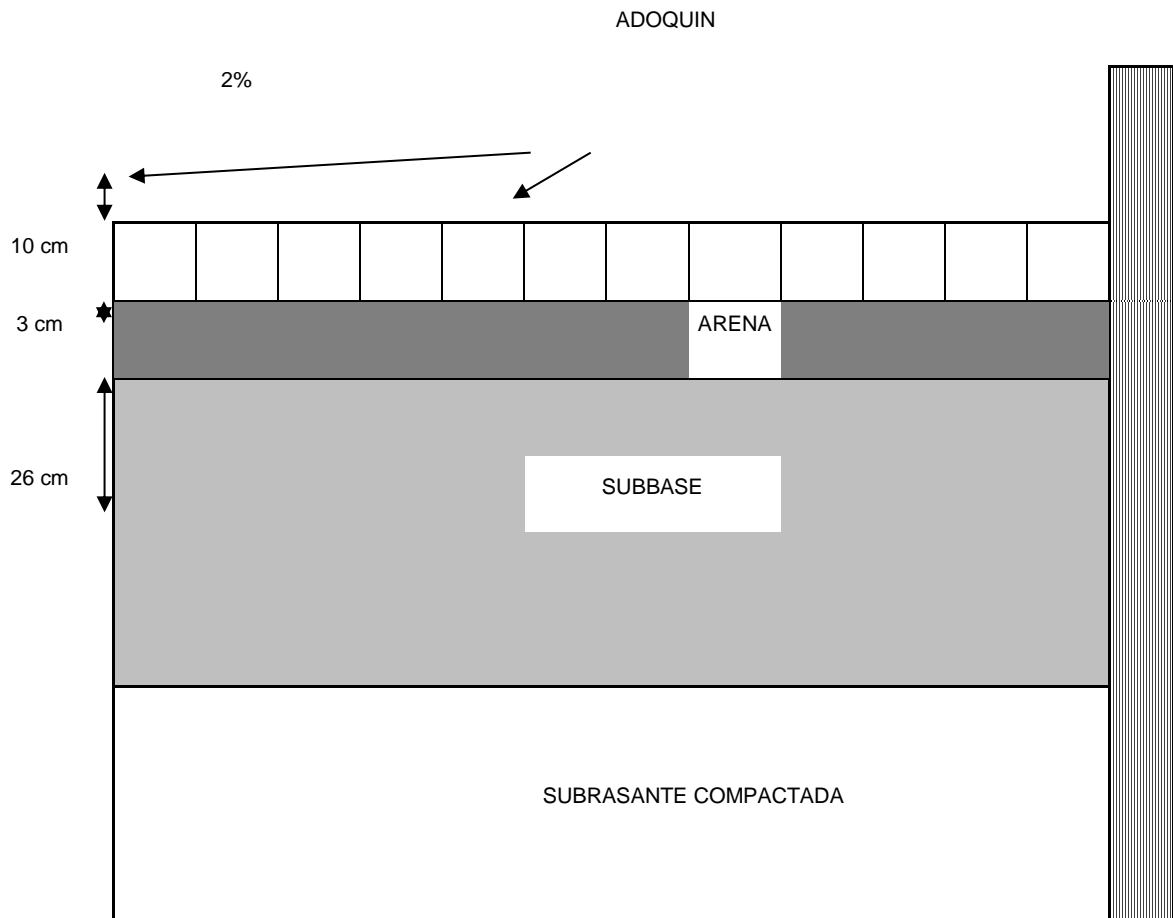
*Ilustración 28. Resumen del Cálculo de Espesores para pavimento flexible, Modificado (Elaboración propia).*



Posteriormente se realizaron los respectivos cálculos de pavimento semirrígido (adoquinado) y se obtuvieron los siguientes resultados verificando estos con el Método Francés:

Adoquín	10	cm
Arena	3	cm
Subbase	26	cm
Subrasante		

*Ilustración 29. Resumen del Cálculo de Espesores para Adoquines (Elaboración propia).*



#### 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS MÉTODOS DE CÁLCULO:

Presentados los resultados obtenidos en los diferentes tipos de diseño de pavimentos, observamos que, en el pavimento flexible, la capa de base no es necesaria de acuerdo a la norma AASTHO 93, de igual manera observamos que al disminuir el espesor de la carpeta asfáltica y aumentar el espesor de la capa de subbase reducimos el costo y aumentamos la eficiencia en la construcción.

En el pavimento semirrígido observamos que la condición del suelo es regular por lo que el espesor de la subbase de piedra cribada y compactada es significativo siendo este de 26 cm, mientras que el espesor de los adoquines y de la cama de arena fue favorecido por el volumen de tráfico, siendo este un volumen de tráfico medio, y de igual manera por la resistencia de los adoquines.

### 4.3 COMPARACIÓN DE ASPECTOS ECONÓMICOS Y DE CONVENIENCIA CONSTRUCTIVA PARA SELECCIONAR EL PAVIMENTO MÁS RECOMENDABLE:

Una vez establecidos los procesos constructivos y la maquinaria que se utilizará para realizar las estructuras de los pavimentos, se analizarán costos mediante la creación de rubros únicamente contemplando aquellos que sean parte de la estructura de los pavimentos, calculando el precio unitario de cada rubro considerando equipos (A), mano de obra (B), materiales (C) y transporte (D) para costos directos, para costos indirectos el valor típico utilizado es el 20% del costo directo. Las tarifas, costos por hora, rendimientos y precio unitario materiales excluyendo la subbase, utilizados son actualizados y típicamente usados por el GAD parroquial de Pintag y. Los detalles de cara rubro están especificados en los anexos en las tablas 38, 39, 40, 41, 42 y 43.

RUBRO: SUBBASE CLASE 3		
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)		10,61
INDIRECTOS	20%	2,12
OTROS INDIRECTOS		0
COSTO TOTAL DEL RUBRO		12,73
VALOR OFERTADO		12,73

Tabla 39. Rubro subbase clase 3 (Elaboración propia).

RUBRO: TRANSPORTE SUBBASE CLASE 3		
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)		0,47
INDIRECTOS	20%	0,094
OTROS INDIRECTOS		0
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,564
VALOR OFERTADO		0,56

Tabla 40. Rubro transporte subbase clase 3 (Elaboración propia).

RUBRO: CAPA DE RODADURA, e=7,5 CM. INCLUYE TRANSPORTE		
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)		12,03
INDIRECTOS	20%	2,41
OTROS INDIRECTOS		0
COSTO TOTAL DEL RUBRO		14,44
VALOR OFERTADO		14,44

Tabla 41. Rubro capa de rodadura, e=7,5 cm. Incluye transporte (Elaboración propia).

RUBRO: IMPRIMACIÓN CON ASFALTO DILUIDO RC - 250. NO INCLUYE ARENA DE SECADO.		
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)		0,63
INDIRECTOS	20%	0,13
OTROS INDIRECTOS		0
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,76
VALOR OFERTADO		0,76

Tabla 42. Rubro Imprimación con asfalto diluido RC-250. No incluye arena de secado (Elaboración propia).

RUBRO: CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN SUBRASANTE		
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)		0,61
INDIRECTOS	20%	0,12
OTROS INDIRECTOS		0
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,73
VALOR OFERTADO		0,73

Tabla 43. Rubro conformación y compactación subrasante (Elaboración propia).

RUBRO: ADOQUINADO BLOQUES DE HORMIGÓN f'c=300 Kg/cm <sup>2</sup> . INCLUYE CAMA DE ARENA e=3cm, EMPORADO CON CEMENTO ARENA Y TRANSPORTE		
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)		12,67
INDIRECTOS	20%	2,53
OTROS INDIRECTOS		0
COSTO TOTAL DEL RUBRO		15,20
VALOR OFERTADO		15,20

Tabla 44. Rubro adoquinado bloques de hormigón f'c=300 kg/cm<sup>2</sup>. Incluye cama de arena e=3cm, emporado con cemento arena y transporte (Elaboración propia).

Obtenidos los precios unitarios de cada rubro se comparará el costo total de la obra considerando las siguientes características de geometría vial y distancia entre la mina de la cual el material de subbase a utilizarse para ambos pavimentos fue aprobado según los lineamientos del MTOP y el centro longitudinal de la vía la cual es la distancia para el costo del transporte de la subbase:

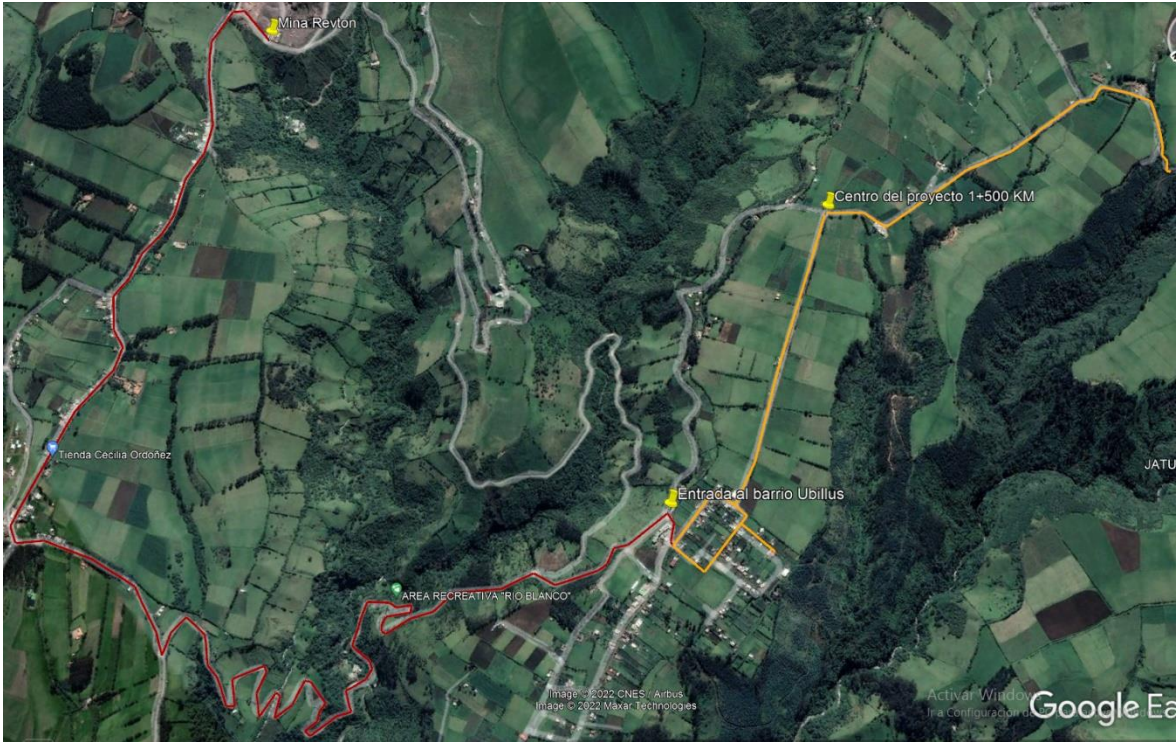


Ilustración 30. Vía de estudio en el acceso a Ubillus (Earth)

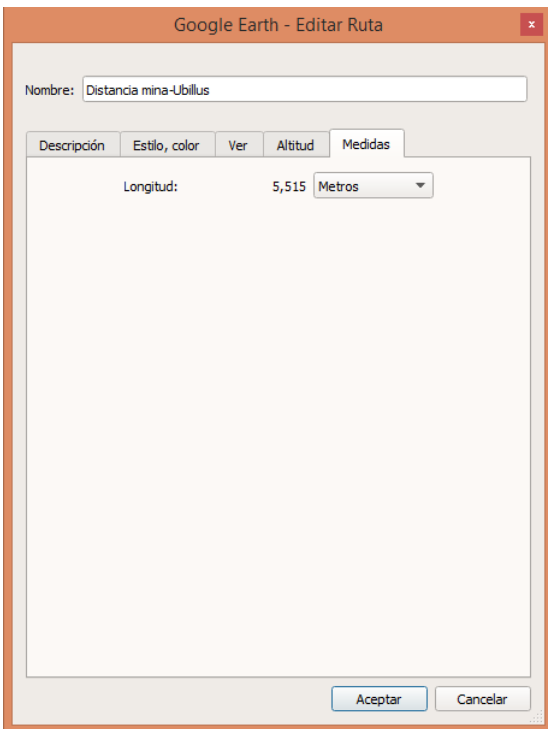


Ilustración 31. Distancia de Google Earth (Earth)

Longitud de la vía	3000	m
Ancho de vía	7,3	m
Área en planta	21900	m <sup>2</sup>
e Subbase pavimento flexible	0,2	m
e carpeta asfáltica	0,075	m
Distancia de la mina a Ubillus	5515	m
Longitud al centro del proyecto	1500	m
Distancia mina + centro del proyecto	7015	m
e Subbase adoquinado	0,26	m

Tabla 45. Resumen características de la vía (Elaboración propia).

Con estos datos, se obtienen los siguientes precios finales para cada pavimento:

PAVIMENTO FLEXIBLE					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P.U.	CANTIDAD	TOTAL
1	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN SUBRASANTE	M2	0,73	21900,00	\$ 15.987,00
2	SUBBASE CLASE 3	M3	12,73	4380,00	\$ 55.757,40
3	TRANSPORTE SUBBASE CLASE 3	M3/KM	0,56	30725,70	\$ 17.206,39
4	IMPRIMACIÓN CON ASFALTO DILUIDO RC -250. NO INCLUYE ARENA DE SECADO.	L	0,76	21900,00	\$ 16.644,00
5	CAPA DE RODADURA, e=7,5cm. INCLUYE TRANSPORTE	M2	14,44	21900,00	\$ 316.236,00
TOTAL					\$ 421.830,79

Tabla 46. Costos totales de la vía con pavimento flexible (Elaboración propia).

PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P.U.	CANTIDAD	TOTAL
1	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN SUBRASANTE	M2	0,73	21900,00	\$ 15.987,00
2	SUBBASE CLASE 3	M3	12,73	5694,00	\$ 72.484,62
3	TRANSPORTE SUBBASE CLASE 3	M3/KM	0,56	30725,70	\$ 17.206,39
4	ADOQUINADO BLOQUES DE HORMIGÓN f'c=300 Kg/cm <sup>2</sup> . INCLUYE CAMA DE ARENA e=4cm, EMPORADO CON CEMENTO ARENA	M2	15,20	21900,00	\$ 332.880,00
TOTAL					\$ 438.558,01

Tabla 47. Costos totales de la vía con pavimento semirrígido (Elaboración propia).

Tomando en cuenta los rendimientos utilizados por el GADP de Pintag se puede obtener el tiempo estimado en el que la obra considerando 8 horas de trabajo por día y el área en planta de toda la vía mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Producción diaria} = \frac{1}{\text{Rendimiento}} * 8 \text{ horas al día}$$

$$\text{Tiempo total} = \frac{\text{Cantidad total del rubro}}{\text{Producción diaria} * \text{Número de equipos o cuadrillas}}$$

De manera que se obtuvieron los siguientes resultados de cada pavimento:

	Rendimiento	Horas por día	Producción por día	Número de equipos	Tiempo en días	
CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN SUBRASANTE	0,004	8	2000,00	1	10,95	11
SUBBASE CLASE 3	0,017	8	470,59	1	9,31	10
TRANSPORTE SUBBASE CLASE 3	0,0105	8	761,90	5	8,07	9
IMPRIMACIÓN	0,002	8	4000,00	1	5,48	6
CAPA DE RODADURA, e=7,5cm. INCLUYE TRANSPORTE	0,0075	8	1066,67	1	20,53	21
TOTAL PAVIMENTO FLEXIBLE						57

Tabla 48. Tiempos de producción pavimento flexible (Elaboración propia).

	Rendimiento	Horas por día	Producción por día	Número de equipos / cuadrillas	Tiempo en días	
CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN SUBRASANTE	0,004	8	2000,00	1	10,95	11
SUBBASE CLASE 3	0,017	8	470,59	1	12,10	13
TRANSPORTE SUBBASE CLASE 3	0,0105	8	761,90	5	10,49	11
ADOQUINADO BLOQUES DE HORMIGÓN f'c=300 Kg/cm <sup>2</sup> . INCLUYE CAMA DE ARENA e=4cm, EMPORADO CON CEMENTO ARENA	0,075	8	106,67	4	51,33	52
<b>TOTAL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO</b>						<b>87</b>

Tabla 49. Tiempos de producción pavimento semirrígido (Elaboración propia).

## 5. CAPÍTULO 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES:

- Para el caso del estudio de la vía de acceso al barrio Ubillus se pudo culminar la comparación entre la estructura que tiene un pavimento flexible ante un pavimento semirrígido, llegando así a la conclusión que, el pavimento adecuado para el diseño de este proyecto es el pavimento flexible por generar un menor costo para el Gobierno Autónomo Descentralizado de Pintag.
- Al diseñar el pavimento flexible por el método AASHTO 93 y el pavimento semirrígido por el método francés, se llega a la conclusión que el diseño más óptimo es el de la AASHTO 93 debido a que los cálculos de los espesores de las capas pueden ser modificados con mayor facilidad dándonos la opción de reducir el espesor de una capa económicamente más costosa aumentando el espesor de una menos costosa garantizando una buena funcionalidad de la estructura.
- Se analizó los aspectos más relevantes de las técnicas constructivas tanto de pavimentos flexibles y semirrígidos para poder elaborar los rubros necesarios para determinar el costo de cada estructura del pavimento dándonos la posibilidad de comparar los resultados económicos y constructivos de cada uno, adicionalmente, el GADP de Pintag ha realizado con anterioridad gran cantidad de vías construidas con pavimento flexible, por ello, tiene maquinaria y gran cantidad de conocimientos constructivos sobre ello en comparación con el pavimento semirrígido.
- Con la información de tiempos de construcción obtenida con los rendimientos utilizados por el GADP de Pintag, se concluye que el pavimento flexible se construiría en un tiempo mucho menor en comparación del pavimento semirrígido.
- En los laboratorios realizados se determinó que la base no cumple el límite líquido, el índice de plasticidad, límites granulométricos y el CBR establecidos por el MTOP, siendo estos uno de

los causantes para la eliminación de la capa base del diseño en los respectivos cálculos elaborados.

- Tomando en cuenta que se realizó el análisis del pavimento flexible para una duración de 10 años antes de necesitar recapeo y que el pavimento semirrígido por lo general tiene una duración de 30 años, a largo tiempo el pavimento semirrígido tiene un mayor beneficio para la población de Ubillus.

## **5.2 RECOMENDACIONES:**

- En el proceso constructivo se recomienda la limpieza y eliminación de la capa vegetal ya que al realizar el muestro se evidenció gran cantidad de material orgánico antes de los 50 centímetros de profundidad, de manera que si no se lo realiza el índice de CBR de la subrasante sería diferente al de diseño.
- Pensando en un futuro, al ser Ubillus un barrio con una población reducida, puede que no se realicen trabajos de mantenimiento, se recomienda la colocación de pavimento semirrígido (Adoquines) ya que estos tienen un costo menor en un largo periodo de tiempo por su duración y por el aporte que ofrecen estos a la comunidad, con la facilidad constructiva de no requerir de maquinaria pesada para su construcción.
- Pensando en el tiempo y costo de construcción, se recomienda utilizar pavimento flexible si se requiere la pavimentación de la vía un corto tiempo, así como si se planea el mantenimiento de misma debido a que esta lo requerirá una vez pase el periodo de diseño.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

Albuja, J. (2020). *Características de las partículas de los suelos*. Quito, Ecuador.  
Recuperado el 01 de Septiembre de 2022

Arias, M. (2015). *Slideshare*. Recuperado el 22 de Octubre de 2022, de <https://es.slideshare.net/MaxMoroteArias/ensayo-de-abrasion>

Badillo, J. (2022). *guayaquil.gob.ec*. Recuperado el 23 de Octubre de 2022, de <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/UPFE-CAF/UPFE%202022/LICO-MIMG-067-2022/Informe%20de%20Pavimentos%20Poligono%203%20VALLE%20DE%20LA%20FLOR-signed.pdf>

Casillero, O. (2019). *psicologiyamente.com*. Recuperado el 24 de Octubre de 2022, de <https://psicologiyamente.com/miscelanea/como-calcular-percentiles>

- Cossi, P. (2014). Recuperado el 29 de Septiembre de 2022, de <https://hugoalcantara.files.wordpress.com/2014/02/111975795-diseno-de-pavimentos-por-metodo-aashto-93.pdf>
- Earth, G. (s.f.). *Vía Ubillus*. Google Earth, Quito.
- eddyhrbs. (2011). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 03 de Octubre de 2022, de <https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/09/coeficiente-de-drenaje-cd.html>
- Eduardo's Videos for fun. (2020). *Youtube.com*. Recuperado el 24 de Octubre de 2022, de <https://www.youtube.com/watch?v=c0us2Z4k2Mg>
- Enrique, G., & Hernández, K. (2016). *repositorio.cuc.edu.co*. Recuperado el 17 de Octubre de 2022, de <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/807/1.140.869.326.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20factor%20equivalente%20de%20carga,cualquiera%20y%20el%20ej%20patr%C3%B3n>.
- ESPOL. (2012). *Dspace.Espol*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5153/5/8401.pdf>
- Farfán, M. (2017). *Slideshare*. Recuperado el 31 de Agosto de 2022, de <https://es.slideshare.net/TooPalomino/clase-01-suelos-de-subrasante>
- GADP Pintag. (2015). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARROQUIA PINTAG*. Pintag. Recuperado el 04 de Octubre de 2022
- GADP Pintag. (2022). *Mejoramiento de la vía Principal - Chaguarpungo*. Pintag. Recuperado el 11 de Octubre de 2022
- Geotecnia fácil. (2019). Recuperado el 15 de Septiembre de 2022, de <https://geotecniafacil.com/ensayo-proctor-normal-y-modificado/>
- Guatemala, I. d. (20 de Octubre de 2014). *ICCG*. Obtenido de [www.iccg.org.gt](http://www.iccg.org.gt)
- Huertas, M., & Santos, N. (2018). *GUIA METODOLOGICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE*. Girardota: Universidad Piloto de Colombia. Recuperado el 12 de Septiembre de 2022, de

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5767/CARTILLA%20PROCESO%20CONSTRUCTIVO.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Lara, L. (2018). GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE HORMIGONES. 80-86.

Recuperado el 22 de Octubre de 2022

Méndez, R. (2020). *Youtube*. Recuperado el 31 de Agosto de 2022, de

<https://www.youtube.com/watch?v=d7mTYRkgUj0>

MTOP. (2002). *ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES*. Quito. Recuperado el 15 de Septiembre de 2022, de

[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR\\_Chimborazo\\_Cumanda\\_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf)

Padilla, A., & Pinto, R. (2019). *repositorio.cuc.edu.co*. Recuperado el 24 de Octubre de 2022,

<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/5090/AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20DISTINTAS%20METODOLOG%C3%8DAS%20DE%20CBR%20DE%20DISE%C3%91O%20PARA%20EL%20CALCULO%20DE%20ESPESORES%20EN%20PAVIMENTOS%20FLEXIBLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pedro Agustín Gordillo, S. F. (2018). *Universidad del Azuay*. Obtenido de

<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8649/1/14311.pdf>

Reyes, F., & Rondón, H. (2015). *Pavimentos : materiales, construcción y diseño*. Bogotá , Colombia: Ecoe Ediciones.

Sánchez, F. (2019). *Geotecnia y mecanica de suelos abc*. Recuperado el 01 de Septiembre

de 2022, de [https://www.youtube.com/watch?v=VRp\\_nQKVeOk](https://www.youtube.com/watch?v=VRp_nQKVeOk)

Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. (2012). Recuperado el 11 de Octubre de 2022, de

[https://www.aduana.gob.ec/archivos/Boletines/tabla\\_nacional\\_de\\_pesos\\_y\\_dimensiones.pdf](https://www.aduana.gob.ec/archivos/Boletines/tabla_nacional_de_pesos_y_dimensiones.pdf)

SOLANO, G. E. (2014). *GUÍA DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE UNA VIA EN PAVIMENTO*. BOGOTÁ D.C.: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.

Valdez, Á. (2016). CAPACIDAD DE CARGA Y SU INCIDENCIA EN LA SUBRASANTE EN LA VÍA PELILEO-PATATE. Ambato, Ecuador. Recuperado el 31 de Agosto de 2022, de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23022/1/Maaestr%C3%ADa%20V.%20T.%2076%20-%20Valdez%20Sevilla%20Angel%20Neptal%C3%AD.pdf>

Yáñez, G. (2018). *Guía de prácticas de Campo pavimentos*. Quito. Recuperado el 14 de Octubre de 2022

Yáñez, G. (2022). *Índice de CBR*. Quito. Recuperado el 14 de Octubre de 2022

Yáñez, G. (2022). *Pavimento Flexible*. Quito: PUCE.

## 7. ANEXOS:

- Clasificación de tipos de vehículos según la distribución máxima de carga por eje

Tabla 1. Clasificación de tipos de vehículos según la distribución máxima de carga por eje (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	REPO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 <i>ocúpala</i>			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	2,60	4,10
S2			20	13,00	2,60	4,10
S1			11	13,00	2,60	4,10
R2			22	10,00	2,60	4,10
R3			31	10,00	2,60	4,10
B1			11	10,00	2,60	4,10
B2			20	10,00	2,60	4,10
B3			24	10,00	2,60	4,10

- Granulometría base

Tabla 2. Granulometría base (Elaboración propia).

Tamiz	Masa Retenida	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3	0	0,00%	0,00%	100,00%
2 1/2	0	0,00%	0,00%	100,00%
2	0	0,00%	0,00%	100,00%
1 1/2	0	0,00%	0,00%	100,00%
1	696	3,72%	3,72%	96,28%
3/4	1602	8,57%	12,30%	87,70%
1/2	3679	19,69%	31,98%	68,02%
3/8	2887	15,45%	47,43%	52,57%
No. 4	3756	20,10%	67,53%	32,47%
Pasa No. 4	5564,4	29,78%	97,31%	2,69%
No. 10	55,4	0,30%	97,61%	2,39%
No. 40	95,1	0,51%	98,12%	1,88%
No. 200	182,5	0,98%	99,09%	0,91%
Pasa No. 200	169,6	0,91%	100,00%	
	18687	100,00%		

- Granulometría subbase

Tabla 3. Granulometría subbase (Elaboración propia).

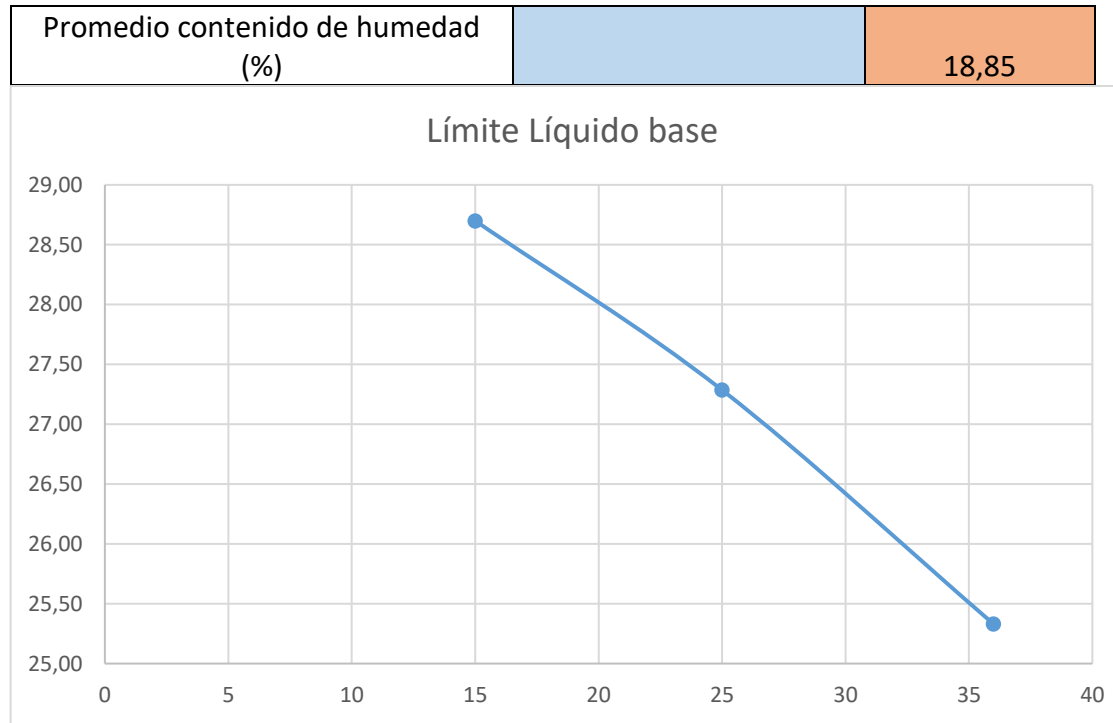
Tamiz	Masa Retenida	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3	0	0,00%	0,00%	100,00%

2 1/2	730	3,38%	3,38%	96,62%
2	944	4,37%	7,74%	92,26%
1 1/2	2343	10,83%	18,57%	81,43%
1	1408	6,51%	25,09%	74,91%
3/4	715	3,31%	28,39%	71,61%
1/2	1099	5,08%	33,47%	66,53%
3/8	703	3,25%	36,72%	63,28%
No. 4	1960	9,06%	45,79%	54,21%
Pasa No. 4	11216,5	51,87%	97,65%	2,35%
No. 10	72,4	0,33%	97,99%	2,01%
No. 40	136,1	0,63%	98,62%	1,38%
No. 200	159,1	0,74%	99,35%	0,65%
Pasa No. 200	139,9	0,65%	100,00%	
	21626	100,00%		

- Límites de Atterberg base

Tabla 4. Límites de Atterberg base (Elaboración propia).

BASE	Límite Líquido			Límite Plástico	
	1	2	3	4	5
N° Cápsula					
Peso de cápsula (g)	6,25	8,95	6,64	9,42	6,75
Peso de cápsula+masa húmeda (g)	29,01	35,12	25,25	15,12	12,21
Peso de cápsula+masa seca (g)	24,41	29,51	21,10	14,22	11,34
Peso del agua (g)	4,60	5,61	4,15	0,90	0,87
Peso de muestra seca (g)	18,16	20,56	14,46	4,80	4,59
Contenido de Humedad (%)	25,33	27,29	28,70	18,75	18,95
N° de golpes	36	25	15		



*Figura 1. Límite Líquido base (Elaboración propia).*

- Límites de Atterberg subbase

*Tabla 5. Límites de Atterberg subbase (Elaboración propia).*

SUBBASE	Límite Líquido			Límite Plástico	
	1	2	3	4	5
N° Cápsula	1	2	3	4	5
Peso de cápsula (g)	6,85	10,37	6,54	9,55	6,81
Peso de cápsula+masa húmeda (g)	28,84	34,76	25,11	15,16	12,29
Peso de cápsula+masa seca (g)	24,52	29,88	21,11	14,22	11,34

Peso del agua (g)	4,32	4,88	4,00	0,94	0,95
Peso de muestra seca (g)	17,67	19,51	14,57	4,67	4,53
Contenido de Humedad (%)	24,45	25,01	27,45	20,13	20,97
N° de golpes	36	25	15		
Promedio contenido de humedad (%)				20,55	

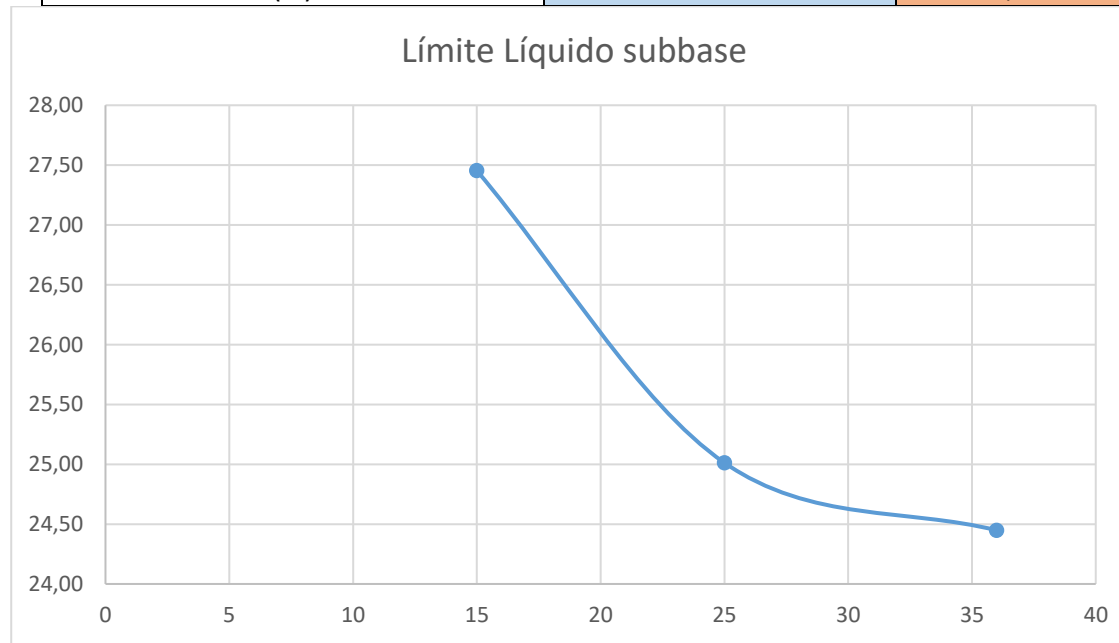


Figura 2. Límite Líquido subbase (Elaboración propia).

- Límites de Atterberg subrasante

Tabla 6. Límites de Atterberg subrasante (Elaboración propia).

SUBRASANTE	Límite Líquido	Límite Plástico
------------	----------------	-----------------

N° Cápsula	1	2	3	4	5
Peso de cápsula (g)	5,58	5,45	6,01	5,61	5,58
Peso de cápsula+masa húmeda (g)	19,86	15,63	17,84	12,40	11,20
Peso de cápsula+masa seca (g)	15,83	12,68	14,32	10,84	9,91
Peso del agua (g)	4,03	2,95	3,52	1,56	1,29
Peso de muestra seca (g)	10,25	7,23	8,31	5,23	4,33
Contenido de Humedad (%)	39,32	40,80	42,36	29,83	29,79
N° de golpes	36	25	15		
Promedio contenido de humedad (%)				29,81	

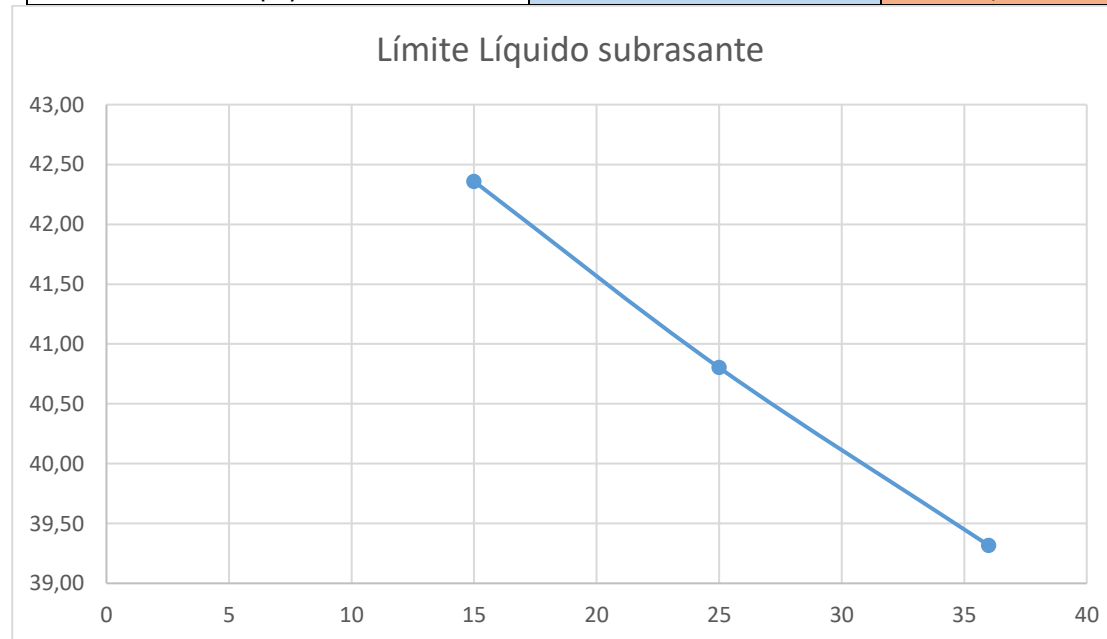


Figura 3. Límite Líquido subrasante (Elaboración propia).

- Carta de plasticidad SUCS base

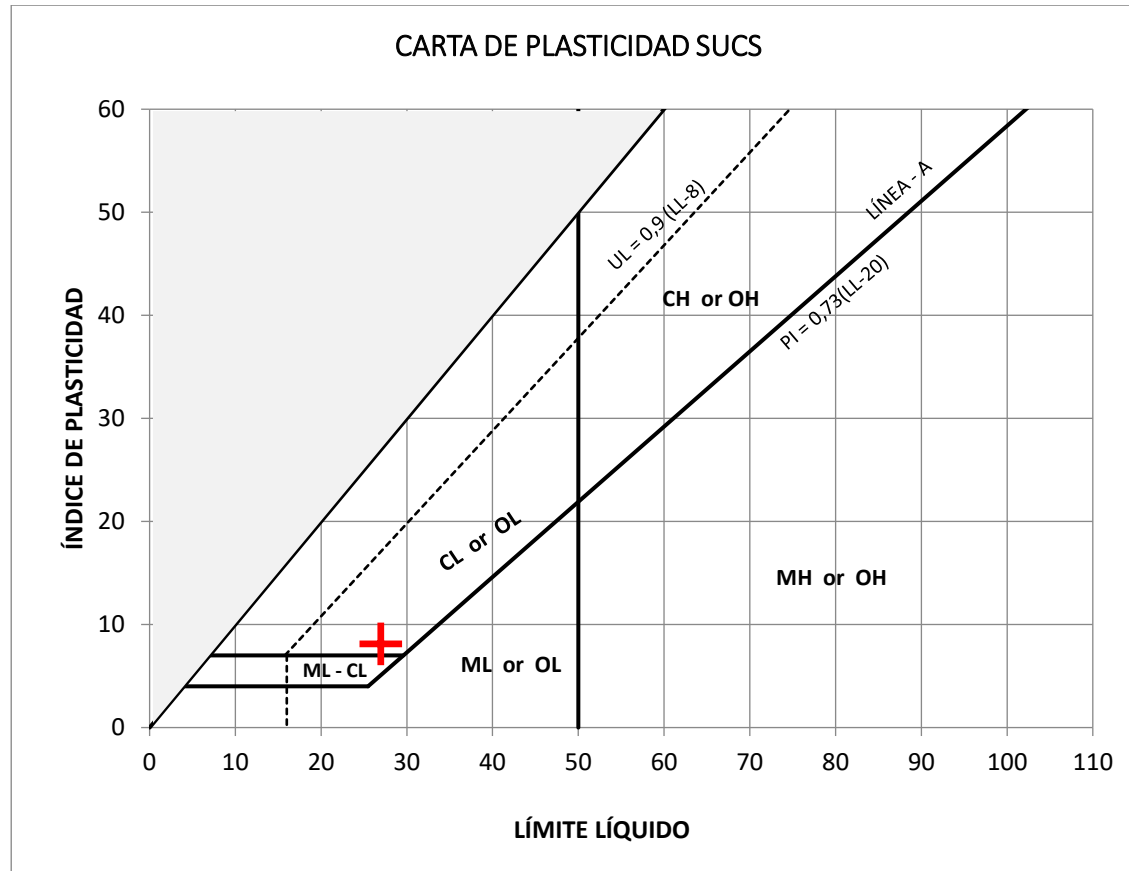


Figura 4. Carta de plasticidad SUCS base (Elaboración propia).

- Carta de plasticidad SUCS subbase

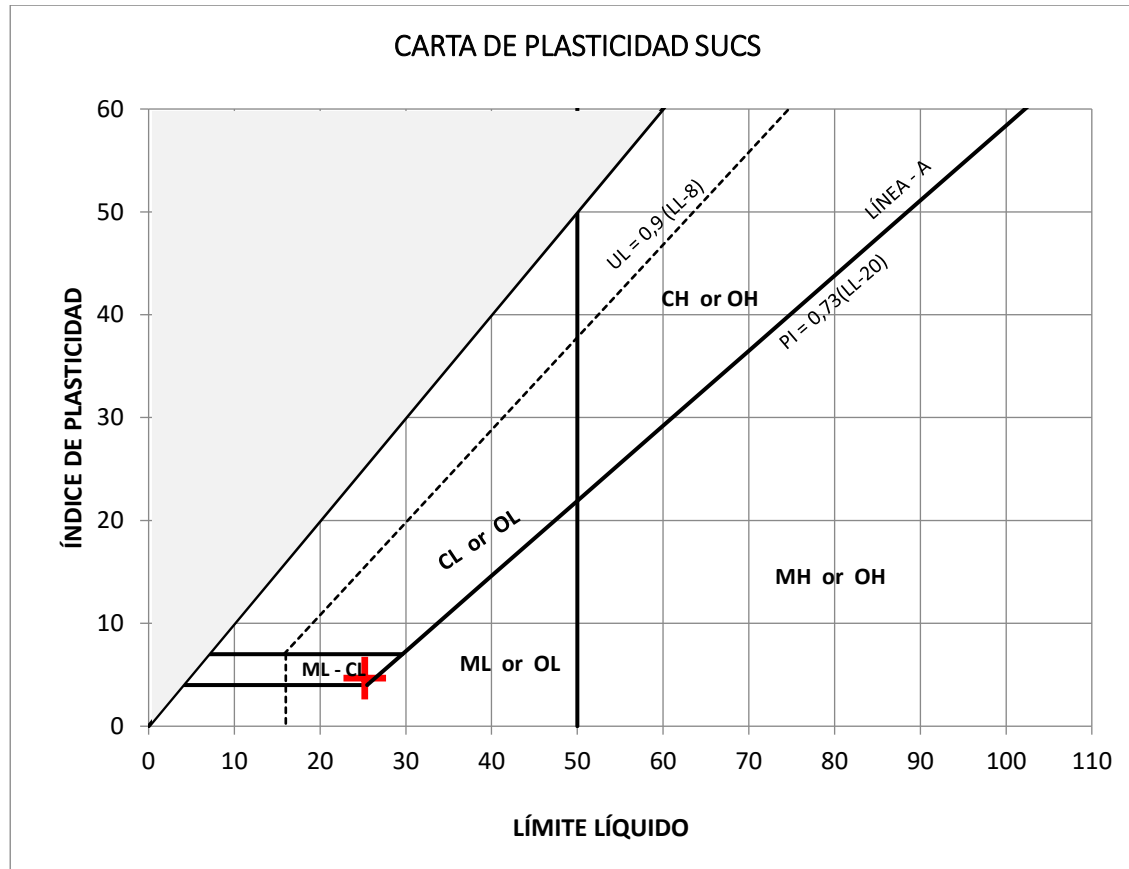


Figura 5. Carta de plasticidad SUCS subbase (Elaboración propia).

- Carta de plasticidad SUCS subrasante

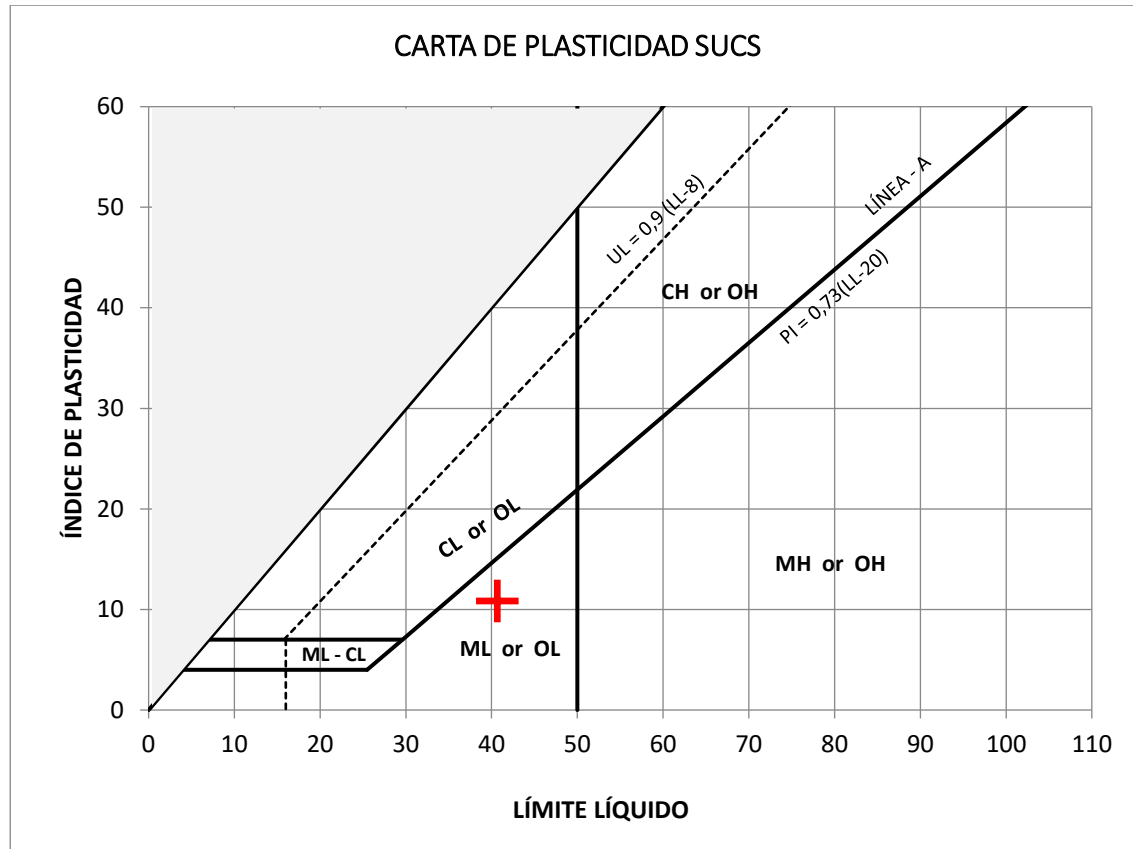


Figura 6. Carta de plasticidad SUCS subrasante (Elaboración propia).

- Gradaciones de las muestras con Tamaño máximo de hasta 1 ½ pulgadas

Tabla 7. Gradaciones de las muestras con Tamaño máximo de hasta 1 ½ pulgadas (Lara, 2018)

TAMAÑO DEL TAMIZ				MASA DE LOS TAMAÑOS INDICADOS (g.) GRADACION			
PASA		RETIENE		A	B	C	D
1 ½	37.5	7	25.0	1250±25			
1	25.0	¾	19.0	1250±25			
¾	19.0	½	12.5	1250±10	2500±10		
½	12.5	3/8	9.5	1250±10	2500±10		
3/8	9.5	No. 3	6.3			2500±10	
No. 3	6.3	No. 4	4.75			2500±10	
No. 4	4.75	No. 8	2.36				5000±10
TOTAL				5000±10	5000±10	5000±10	5000±10

- Gradaciones de las muestras con tamaño máximo mayor a ¾ pulgadas

Tabla 8. Gradaciones de las muestras con tamaño máximo mayor a ¾ pulgadas (Lara, 2018)

TAMAÑO DEL TAMIZ				MASA DE LOS TAMAÑOS INDICADOS (g.) GRADACION		
PASA		RETIENE		A	B	C
Pulg.	mm.	Pulg.	mm.			
3	75	2 ½	63.0	2500±50		
2 ½	63.0	2	50.0	2500±50		
2	50.0	1 ½	37.5	5000±50	5000±50	
1 ½	37.5	1	25.0		5000±25	5000±25
1	25.0	¾	19.0			5000±25
TOTAL				10000±100	1000±75	10000±50

- Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 1

Tabla 9. Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 1 (Elaboración propia).

<b>Característica: Martillo 10 Lbs. Altura Caída 18" Molde Diámetro 6"</b>			
<b>MUESTRA 1</b>			
Molde Nº.	<u>M -1</u>	<u>M -2</u>	<u>M -3</u>
Nº. De capas	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
Nº Golp.	<u>56</u>	<u>25</u>	<u>12</u>
P. Total H g. _ A	11745	11385	10976
P. Molde g. _ B	7510	7572	7420
P. Nto H g._C=A-B	4235	3813	3556
V. Mol. Cm3 _ D	2162	2169	2154
D.H. (g/cm3)_E=C/D	1959	1758	1651
<b>HUMEDADES</b>			
P. Hum. g. _ F	616,8	514,7	434,5
P. Seco g. _ G	527,9	440,7	372,4
P. Agua _H=F-G	88,9	74,0	62,1
% H. _ I=H/G*100	<b>16,8</b>	<b>16,8</b>	<b>16,7</b>
D.S. (g/cm3)_J=E/100+I	<b>1677</b>	<b>1505</b>	<b>1415</b>

- Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 2

Tabla 10. Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 2 (Elaboración propia).

<b>Característica: Martillo 10 Lbs. Altura Caída 18" Molde Diámetro 6"</b>			
<b>MUESTRA 2</b>			
Molde Nº.	<u>M -1</u>	<u>M -2</u>	<u>M -3</u>
Nº. De capas	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
Nº Golp.	<u>56</u>	<u>25</u>	<u>12</u>

P. Total H g. _ A	11960	11303	11003
P. Molde g. _ B	7705	7446	7426
P. Nto H g._C=A-B	4255	3857	3577
V. Mol. Cm3 _ D	2155	2148	2171
D.H. (g/cm3)_E=C/D	1974	1796	1648
<b>HUMEDADES</b>			
P. Hum. g. _ F	496,3	371,6	406,2
P. Seco g. _ G	427,1	319,8	349,6
P. Agua _H=F-G	69,2	51,8	56,6
% H. _ I=H/G*100	<b>16,2</b>	<b>16,2</b>	<b>16,2</b>
D.S. (g/cm3)_J=E/100+I	<b>1699</b>	<b>1545</b>	<b>1418</b>

- Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 3

Tabla 11. Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 3 (Elaboración propia).

<b>Característica: Martillo 10 Lbs. Altura Caída 18" Molde Diámetro 6"</b>			
<b>MUESTRA 3</b>			
Molde Nº.	<u>M -1</u>	<u>M -2</u>	<u>M -3</u>
Nº. De capas	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
Nº Golp.	<u>56</u>	<u>25</u>	<u>12</u>
P. Total H g. _ A	11813	9835	11338
P. Molde g. _ B	7593	6118	7879
P. Nto H g._C=A-B	4220	3717	3459
V. Mol. Cm3 _ D	2187	2162	2152
D.H. (g/cm3)_E=C/D	1930	1719	1607
<b>HUMEDADES</b>			
P. Hum. g. _ F	415,6	424,1	418,3
P. Seco g. _ G	355,6	363,8	357,9

P. Agua _H=F-G	60,0	60,3	60,4
% H. _ I=H/G*100	<b>16,9</b>	<b>16,6</b>	<b>16,9</b>
D.S. (g/cm3)_J=E/100+I	<b>1651</b>	<b>1475</b>	<b>1375</b>

- Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 4

Tabla 12. Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 4 (Elaboración propia).

<b>Característica: Martillo 10 Lbs. Altura Caída 18" Molde Diámetro 6"</b>			
<b>MUESTRA 4</b>			
Molde Nº.	<u>M -1</u>	<u>M -2</u>	<u>M -3</u>
Nº. De capas	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
Nº Golp.	<u>56</u>	<u>25</u>	<u>12</u>
P. Total H g. _ A	11906	10980	11820
P. Molde g. _ B	7621	7237	8268
P. Nto H g._C=A-B	4285	3743	3552
V. Mol. Cm3 _ D	2162	2158	2167
D.H. (g/cm3)_E=C/D	1982	1734	1639
<b>HUMEDADES</b>			
P. Hum. g. _ F	259,6	272,7	247,5
P. Seco g. _ G	222,6	234,9	212,6
P. Agua _H=F-G	37,0	37,8	34,9
% H. _ I=H/G*100	<b>16,6</b>	<b>16,1</b>	<b>16,4</b>
D.S. (g/cm3)_J=E/100+I	<b>1700</b>	<b>1494</b>	<b>1408</b>

- Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 5

Tabla 13. Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 5 (Elaboración propia).

<b>Característica: Martillo 10 Lbs. Altura Caída 18" Molde Diámetro 6"</b>			
<b>MUESTRA 5</b>			
Molde Nº.	<u>M -1</u>	<u>M -2</u>	<u>M -3</u>
Nº. De capas	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
Nº Golp.	<u>56</u>	<u>25</u>	<u>12</u>
P. Total H g. _ A	11839	10841	11106
P. Molde g. _ B	7603	7045	7575
P. Nto H g._C=A-B	4237	3796	3531
V. Mol. Cm3 _ D	2154	2176	2157
D.H. (g/cm3)_E=C/D	1967	1745	1637
<b>HUMEDADES</b>			
P. Hum. g. _ F	509,6	436,8	419,7
P. Seco g. _ G	436,9	374,8	360,0
P. Agua _H=F-G	72,7	62,0	59,7
% H. _ I=H/G*100	16,6	16,6	16,6
D.S. (g/cm3)_J=E/100+I	1686	1497	1404

- Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 6

Tabla 14. Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 6 (Elaboración propia).

<b>Característica: Martillo 10 Lbs. Altura Caída 18" Molde Diámetro 6"</b>			
<b>MUESTRA 6</b>			
Molde Nº.	<u>M -1</u>	<u>M -2</u>	<u>M -3</u>
Nº. De capas	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
Nº Golp.	<u>56</u>	<u>25</u>	<u>12</u>
P. Total H g. _ A	9821	9669	9370

P. Molde g. _ B	6158	6257	6232
P. Nto H g._C=A-B	3663	3412	3138
V. Mol. Cm3 _ D	1844	1809	1804
D.H. (g/cm3)_E=C/D	1987	1886	1740
<b>HUMEDADES</b>			
P. Hum. g. _ F	23,7	23,1	22,4
P. Seco g. _ G	20,3	19,7	19,2
P. Agua _H=F-G	3,4	3,4	3,3
% H. _ I=H/G*100	16,9	17,0	17,0
D.S. (g/cm3)_J=E/100+I	1699	1612	1487

- Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 7

Tabla 15. Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subrasante muestra 7 (Elaboración propia).

<b>Característica: Martillo 10 Lbs. Altura Caída 18" Molde Diámetro 6"</b>			
<b>MUESTRA 7</b>			
Molde Nº.	<u>M -1</u>	<u>M -2</u>	<u>M -3</u>
Nº. De capas	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
Nº Golp.	<u>56</u>	<u>25</u>	<u>12</u>
P. Total H g. _ A	9686	9534	9235
P. Molde g. _ B	6023	6122	6097
P. Nto H g._C=A-B	3663	3412	3138
V. Mol. Cm3 _ D	1824	1801	1795
D.H. (g/cm3)_E=C/D	2008	1895	1748
<b>HUMEDADES</b>			
P. Hum. g. _ F	27,1	24,6	28,1
P. Seco g. _ G	23,4	21,2	24,2
P. Agua _H=F-G	3,8	3,4	3,9

% H. $\_I=H/G*100$	<b>16,1</b>	<b>16,0</b>	<b>16,1</b>
D.S. (g/cm3) $\_J=E/100+I$	<b>1730</b>	<b>1633</b>	<b>1506</b>

- Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subbase muestra 1

Tabla 16. Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo subbase muestra 1 (Elaboración propia).

<b>Característica: Martillo 10 Lbs. Altura Caída 18" Molde Diámetro 6"</b>			
<b>MUESTRA 1 SUBBASE</b>			
Molde Nº.	<u>M -1</u>	<u>M -2</u>	<u>M -3</u>
Nº. De capas	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
Nº Golp.	<u>56</u>	<u>25</u>	<u>12</u>
P. Total H g. $\_A$	12356	12118	11733
P. Molde g. $\_B$	7510	7572	7420
P. Nto H g. $\_C=A-B$	4846	4546	4313
V. Mol. Cm3 $\_D$	2162	2169	2154
D.H. (g/cm3) $\_E=C/D$	2241	2096	2002
<b>HUMEDADES</b>			
P. Hum. g. $\_F$	465,3	425,6	512,3
P. Seco g. $\_G$	427,3	390,7	470,6
P. Agua $\_H=F-G$	38,0	34,9	41,7
% H. $\_I=H/G*100$	<b>8,9</b>	<b>8,9</b>	<b>8,9</b>
D.S. (g/cm3) $\_J=E/100+I$	<b>2058</b>	<b>1924</b>	<b>1839</b>

- Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo base muestra 1

Tabla 17. Comprobación de humedad óptima y densidad seca máxima antes del ensayo base muestra 1 (Elaboración propia).

<b>Característica: Martillo 10 Lbs. Altura Caída 18" Molde Diámetro 6"</b>
--

<b>MUESTRA 1 BASE</b>			
Molde Nº.	<u>M -1</u>	<u>M -2</u>	<u>M -3</u>
Nº. De capas	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
Nº Golp.	<u>56</u>	<u>25</u>	<u>12</u>
P. Total H g. _ A	12413	12195	11746
P. Molde g. _ B	7510	7572	7420
P. Nto H g._C=A-B	4903	4623	4326
V. Mol. Cm3 _ D	2162	2169	2154
D.H. (g/cm3)_E=C/D	2268	2131	2008
<b>HUMEDADES</b>			
P. Hum. g. _ F	543,2	423,4	601,7
P. Seco g. _ G	499,8	389,6	553,4
P. Agua _H=F-G	43,4	33,8	48,3
% H. _ I=H/G*100	<b>8,7</b>	<b>8,7</b>	<b>8,7</b>
D.S. (g/cm3)_J=E/100+I	<b>2087</b>	<b>1961</b>	<b>1847</b>

- Esponjamiento subrasante muestra 1

Tabla 18. Esponjamiento subrasante muestra 1 (Elaboración propia).

<b>ESPONJAMIENTO SUBRASANTE MUESTRA 1</b>													
Fecha	Tiempo días	Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento	
		0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%
<b>03/10/22</b>	1	0	4,59	0,000	0,00%	0	4,59	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
<b>04/10/22</b>	2	10	4,59	0,010	0,22%	11	4,59	0,011	0,24%	6	4,60	0,006	0,13%
<b>05/10/22</b>	3	13	4,59	0,013	0,28%	16	4,59	0,016	0,35%	8	4,60	0,008	0,17%
<b>06/10/22</b>	4	13	4,59	0,013	0,28%	16	4,59	0,016	0,35%	8	4,60	0,008	0,17%
<b>07/10/22</b>	5	13	4,59	0,013	0,28%	16	4,59	0,016	0,35%	8	4,60	0,008	0,17%

- Esponjamiento subrasante muestra 2

Tabla 19. Esponjamiento subrasante muestra 2 (Elaboración propia).

<b>ESPONJAMIENTO SUBRASANTE MUESTRA 2</b>													
Fecha	Tiempo días	Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento	
		0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%
03/10/22	1	0	4,59	0,000	0,00%	0	4,58	0,000	0,00%	0	4,59	0,000	0,00%
04/10/22	2	28	4,59	0,028	0,61%	25	4,58	0,025	0,55%	22	4,59	0,022	0,48%
05/10/22	3	75	4,59	0,075	1,63%	73	4,58	0,073	1,59%	74	4,59	0,074	1,61%
06/10/22	4	75	4,59	0,075	1,63%	70	4,58	0,070	1,53%	74	4,59	0,074	1,61%
07/10/22	5	75	4,59	0,075	1,63%	70	4,58	0,070	1,53%	74	4,59	0,074	1,61%

- Esponjamiento subrasante muestra 3

Tabla 20. Esponjamiento subrasante muestra 3 (Elaboración propia).

<b>ESPONJAMIENTO SUBRASANTE MUESTRA 3</b>													
Fecha	Tiempo días	Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento	
		0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%
03/10/22	1	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
04/10/22	2	49	4,61	0,049	1,06%	55	4,61	0,055	1,19%	56	4,60	0,056	1,22%
05/10/22	3	59	4,61	0,059	1,28%	61	4,61	0,061	1,32%	62	4,60	0,062	1,35%
06/10/22	4	62	4,61	0,062	1,34%	65	4,61	0,065	1,41%	64	4,60	0,064	1,39%
07/10/22	5	62	4,61	0,062	1,34%	65	4,61	0,065	1,41%	64	4,60	0,064	1,39%

- Esponjamiento subrasante muestra 4

Tabla 21. Esponjamiento subrasante muestra 4 (Elaboración propia).

ESPONJAMIENTO SUBRASANTE MUESTRA 4													
Fecha	Tiempo días	Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento	
		0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%
03/10/22	1	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
04/10/22	2	29	4,61	0,029	0,63%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
05/10/22	3	37	4,61	0,037	0,80%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
06/10/22	4	41	4,61	0,041	0,89%	0	4,61	0,000	0,00%	1	4,60	0,000	0,00%
07/10/22	5	41	4,61	0,041	0,89%	65	4,61	0,065	1,41%	64	4,60	0,064	1,39%

- Esponjamiento subrasante muestra 5

Tabla 22. Esponjamiento subrasante muestra 5 (Elaboración propia).

ESPONJAMIENTO SUBRASANTE MUESTRA 5													
Fecha	Tiempo días	Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento	
		0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%
03/10/22	1	0	4,61	0,001	0,02%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
04/10/22	2	29	4,61	0,029	0,63%	30	4,61	0,030	0,66%	28	4,60	0,028	0,61%
05/10/22	3	49	4,61	0,049	1,06%	50	4,61	0,050	1,08%	48	4,60	0,048	1,04%
06/10/22	4	50	4,61	0,050	1,08%	50	4,61	0,050	1,09%	49	4,60	0,049	1,06%
07/10/22	5	50	4,61	0,050	1,08%	50	4,61	0,050	1,09%	49	4,60	0,049	1,06%

- Esponjamiento subrasante muestra 6

Tabla 23. Esponjamiento subrasante muestra 6 (Elaboración propia).

ESPONJAMIENTO SUBRASANTE MUESTRA 6											
Fecha		Dial		Esponjamiento	Dial		Esponjamiento	Dial		Esponjamiento	

	Tiempo días	0,001	Altura muestra	Pulgada	%	0,001	Altura muestra	Pulgada	%	0,001	Altura muestra	Pulgada	%
24/10/22	1	0	4,61	0,000	0,00%	31	4,61	0,031	0,68%	31	4,60	0,031	0,66%
25/10/22	2	29	4,61	0,029	0,63%	33	4,61	0,033	0,72%	31	4,60	0,031	0,68%
26/10/22	3	30	4,61	0,030	0,65%	33	4,61	0,033	0,71%	31	4,60	0,031	0,67%
27/10/22	4	30	4,61	0,030	0,65%	33	4,61	0,033	0,72%	32	4,60	0,032	0,68%

- Esponjamiento subrasante muestra 7

Tabla 24. Esponjamiento subrasante muestra 7 (Elaboración propia).

ESPONJAMIENTO SUBRASANTE MUESTRA 7													
Fecha	Tiempo días	Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento	
		0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%
24/10/22	1	0	4,61	0,000	0,00%	10	4,61	0,010	0,23%	10	4,60	0,010	0,22%
25/10/22	2	29	4,61	0,029	0,62%	29	4,61	0,029	0,64%	27	4,60	0,027	0,59%
26/10/22	3	51	4,61	0,051	1,11%	52	4,61	0,052	1,13%	51	4,60	0,051	1,11%
27/10/22	4	51	4,61	0,051	1,11%	41	4,61	0,041	0,89%	51	4,60	0,051	1,12%

- Esponjamiento subbase muestra 1

Tabla 25. Esponjamiento subbase muestra 1 (Elaboración propia).

ESPONJAMIENTO SUBBASE													
Fecha	Tiempo días	Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento	
		0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%
24/10/22	1	0,000	4,61	0,001	0,02%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
25/10/22	2	0,000	4,61	0,001	0,02%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
26/10/22	3	0,000	4,61	0,001	0,02%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
27/10/22	4	0,000	4,61	0,001	0,02%	0	4,61	0,000	0,00%	1	4,60	0,000	0,00%

- Esponjamiento base muestra 1

Tabla 26. Esponjamiento base muestra 1 (Elaboración propia).

ESPONJAMIENTO BASE													
Fecha	Tiempo días	Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento		Dial	Altura muestra	Esponjamiento	
		0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%	0,001		Pulgada	%
24/10/22	1	0	4,61	0,001	0,02%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
25/10/22	2	0	4,61	0,001	0,02%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
26/10/22	3	0	4,61	0,001	0,02%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%
27/10/22	4	0	4,61	0,001	0,02%	0	4,61	0,000	0,00%	0	4,60	0,000	0,00%

- Ensayo de penetración subrasante muestra 1

Tabla 27. Ensayo de penetración subrasante muestra 1 (Elaboración propia).

Anillo Nº.	ENSAYO DE PENETRACION MUESTRA 1 SUBRASANTE															
	Penetración	Presión tipo	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.
Pulg.	lb/pulg2	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%
0		0	0	0,0			0	0	0,0			0	0	0,0		
0,025		408,6	898,9	30,0			277,8	611,2	20,4			212,9	468,4	15,6		
0,05		754,3	1659,5	55,3			602,2	1324,8	44,2			446,2	981,6	32,7		
0,075		1009,1	2220,0	74,0			821,1	1806,4	60,2			635,5	1398,1	46,6		
0,100	1.000	1246,8	2743,0	91,4	91	9,1%	978,7	2153,1	71,8	72	7,2%	808,3	1778,3	59,3	59	5,9%
0,150		1445,1	3179,2	106,0			1214,3	2671,5	89,0			962,6	2117,7	70,6		
0,200	1.500	1562,6	3437,7	114,6	115	7,6%	1349,0	2967,8	98,9	99	6,6%	1016,9	2237,2	74,6	75	5,0%

0,250		1675,4	3685,9	122,9			1373,9	3022,6	100,8			1066,6	2346,5	78,2									
0,300	1,900	1747,2	3843,8	128,1			1398,9	3077,6	102,6			1103,2	2427,0	80,9									
0,400	2,300	1889,3	4156,5	138,5			1442,7	3173,9	105,8			1186,5	2610,3	87,0									
0,500	2,600	1944,6	4278,1	142,6			1492,8	3284,2	109,5			1217,2	2677,8	89,3									
PROMEDIO CBR				8,4%				PROMEDIO CBR				6,9%				PROMEDIO CBR				5,4%			

- Ensayo de penetración subrasante muestra 2

Tabla 28. Ensayo de penetración subrasante muestra 2 (Elaboración propia).

Anillo Nº.	ENSAYO DE PENETRACION MUESTRA 2 SUBRASANTE																						
Penetración	Presión tipo	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.							
		Pulg.	lb/pulg2				Kg	Libras				lb/pulg2	lb/pulg2				%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg
0		0	0	0,0			0	0	0,0			0	0	0,0									
0,025		502,6	1105,7	36,9			331,9	730,2	24,3			242,3	533,1	17,8									
0,05		860,3	1892,7	63,1			706,5	1554,3	51,8			506,3	1113,9	37,1									
0,075		1170,5	2575,1	85,8			973,5	2141,7	71,4			695,5	1530,1	51,0									
0,100	1.000	1421,3	3126,9	104,2	104	10,4%	1107,6	2436,7	81,2	81	8,1%	869,9	1913,8	63,8	64	6,4%							
0,150		1686,3	3709,9	123,7			1313,6	2889,9	96,3			1158,3	2548,3	84,9									
0,200	1.500	1824,7	4014,3	133,8	134	8,9%	1466,9	3227,2	107,6	108	7,2%	1291,5	2841,3	94,7	95	6,3%							
0,250		1888,1	4153,8	138,5			1603,8	3528,4	117,6			1375,3	3025,7	100,9									
0,300	1,900	1921,6	4227,5	140,9			1688,9	3715,6	123,9			1423,9	3132,6	104,4									
0,400	2,300	2008,3	4418,3	147,3			1766,4	3886,1	129,5			1526,3	3357,9	111,9									
0,500	2,600	2077,3	4570,1	152,3			1802,6	3965,7	132,2			1571,1	3456,4	115,2									
PROMEDIO CBR				9,7%				PROMEDIO CBR				7,6%				PROMEDIO CBR				6,3%			

- Ensayo de penetración subrasante muestra 3

Tabla 29. Ensayo de penetración subrasante muestra 3 (Elaboración propia).

Anillo Nº.	ENSAYO DE PENETRACION MUESTRA 3 SUBRASANTE																		
Penetración	Presión tipo	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.			
		Pulg.	lb/pulg2				Kg	Libras				lb/pulg2	lb/pulg2				%	Kg	Libras
0		0	0	0			0	0	0			0,0	0	0					
0,025		386,3	849,9	28,3			286,0	629,2	21,0			169,4	372,7	12,4					
0,05		723,6	1591,9	53,1			533,8	1174,4	39,1			322,7	709,9	23,7					
0,075		1034,5	2275,9	75,9			749,5	1648,9	55,0			505,1	1111,2	37,0					
0,100	1.000	1325,6	2916,3	97,2	97	9,7%	925,6	2036,3	67,9	68	6,8%	646,5	1422,3	47,4	47	4,7%			
0,150		1589,6	3497,1	116,6			1256,8	2765,0	92,2			835,8	1838,8	61,3					
0,200	1.500	1695,7	3730,5	124,4	124	8,3%	1446,1	3181,4	106,0	106	7,1%	956,4	2104,1	70,1	70	4,7%			
0,250		1783,0	3922,6	130,8			1572,7	3459,9	115,3			1084,8	2386,6	79,6					
0,300	1,900	1827,7	4020,9	134,0			1703,5	3747,7	124,9			1146,8	2523,0	84,1					
0,400	2,300	1932,4	4251,3	141,7			1851,1	4072,4	135,7			1198,3	2636,3	87,9					
0,500	2,600	2003,6	4407,9	146,9			1905,6	4192,3	139,7			1209,7	2661,3	88,7					
		PROMEDIO CBR			9,0%			PROMEDIO CBR			6,9%			PROMEDIO CBR			4,7%		

- Ensayo de penetración subrasante muestra 4

Tabla 30. Ensayo de penetración subrasante muestra 4 (Elaboración propia).

Anillo Nº.	ENSAYO DE PENETRACION MUESTRA 4 SUBRASANTE															
Penetración	Presión tipo	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.
		Pulg.	lb/pulg2				Kg	Libras				lb/pulg2	lb/pulg2			

Pulg.	lb/pulg2	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	
0		0	0	0			0	0	0			0	0	0			
0,025		499,4	1098,7	36,6			402,0	884,4	29,5			250,3	550,7	18,4			
0,05		801,5	1763,3	58,8			672,2	1478,8	49,3			420,5	925,1	30,8			
0,075		1075,7	2366,5	78,9			782,0	1720,4	57,3			530,3	1166,7	38,9			
0,100	1.000	1211,0	2664,2	88,8	89	8,9%	917,7	2018,9	67,3	67	6,7%	616,0	1355,2	45,2	45	4,5%	
0,150		1483,9	3264,6	108,8			1190,6	2619,3	87,3			838,9	1845,6	61,5			
0,200	1.500	1607,6	3536,7	117,9	118	7,9%	1314,3	2891,5	96,4	96	6,4%	912,6	2007,7	66,9	67	4,5%	
0,250		1738,2	3824,0	127,5			1444,9	3178,8	106,0			953,2	2097,0	69,9			
0,300	1,900	1806,6	3974,5	132,5			1473,3	3241,3	108,0			971,6	2225,5	74,2			
0,400	2,300	1950,5	4291,1	143,0			1657,2	3645,8	121,5			1065,5	2344,1	78,1			
0,500	2,600	2106,0	4633,2	154,4			1812,7	3987,9	132,9			1211,0	2664,2	88,8			
PROMEDIO CBR				8,4%			PROMEDIO CBR				6,6%		PROMEDIO CBR			4,5%	

- Ensayo de penetración subrasante muestra 5

Tabla 31. Ensayo de penetración subrasante muestra 5 (Elaboración propia).

Anillo Nº.	ENSAYO DE PENETRACION MUESTRA 5 SUBRASANTE															
Penetración	Presión tipo	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.
Pulg.	lb/pulg2	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%
0		0,0	0	0			0,0	0	0			0,0	0	0		
0,025		432,5	951,5	31,7			298,6	656,8	21,9			208,2	458,0	15,3		
0,05		779,4	1714,7	57,2			642,3	1413,1	47,1			425,1	935,1	31,2		
0,075		1071,4	2357,0	78,6			848,0	1865,7	62,2			612,0	1346,5	44,9		
0,100	1.000	1331,2	2928,7	97,6	98	9,8%	1004,0	2208,7	73,6	74	7,4%	774,9	1704,8	56,8	57	5,7%
0,150		1573,7	3631,5	121,1			1261,6	2775,4	92,5			897,4	1974,3	65,8		

0,200	1.500	1694,3	3727,5	124,3	124	8,3%	1420,7	3125,5	104,2	104	6,9%	1011,7	2225,7	74,2	74	4,9%	
0,250		1782,2	3920,8	130,7			1516,8	3337,0	111,2			1142,9	2514,4	83,8			
0,300	1,900	1832,2	4030,8	134,4			1622,1	3568,6	119,0			1192,5	2623,5	87,5			
0,400	2,300	1943,3	4275,3	142,5			1686,7	3710,8	123,7			1303,7	2868,1	95,6			
0,500	2,600	2008,5	4418,7	147,3			1733,7	3814,1	127,1			1498,3	3296,3	109,9			
PROMEDIO CBR			9,0%			PROMEDIO CBR			7,2%			PROMEDIO CBR			5,3%		

- Ensayo de penetración subrasante muestra 6

Tabla 32. Ensayo de penetración subrasante muestra 6 (Elaboración propia).

Anillo Nº.	ENSAYO DE PENETRACION MUESTRA 6 SUBRASANTE																
	Penetración	Presión tipo	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.
Pulg.	lb/pulg2	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	
0		0	0	0			0	0	0			0	0	0			
0,025		13,345	29,4	9,8			17,909	39,4	13,1			14,445	31,8	10,6			
0,05		45,045	99,1	33,0			36,727	80,8	26,9			28,364	62,4	20,8			
0,075		82,091	180,6	60,2			63,182	139,0	46,3			39,1	86,0	28,7			
0,100	1.000	123,77	272,3	90,8	91	9,1%	82,045	180,5	60,2	60	6,0%	51,164	112,6	37,5	38	3,8%	
0,150		182,86	402,3	134,1			124,45	273,8	91,3			67,964	149,5	49,8			
0,200	1.500	222,76	490,1	163,4	163	10,9%	175,75	386,7	128,9	129	8,6%	78,982	173,8	57,9	58	3,9%	
0,250		288,36	634,4	211,5			227,82	501,2	167,1			88,255	194,2	64,7			
0,300	1,900	331,32	728,9	243,0			252,55	555,6	185,2			107,24	235,9	78,6			
0,400	2,300	427,5	940,5	313,5			317,64	698,8	232,9			132	290,4	96,8			
0,500	2,600	498,59	1096,9	365,6			385,18	847,4	282,5			157,64	346,8	115,6			
PROMEDIO CBR			10,0%			PROMEDIO CBR			7,3%			PROMEDIO CBR			3,8%		

- Ensayo de penetración subrasante muestra 7

Tabla 33. Ensayo de penetración subrasante muestra 7 (Elaboración propia).

Anillo Nº.	ENSAYO DE PENETRACION MUESTRA 7 SUBRASANTE															
Penetración	Presión tipo	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.
Pulg.	lb/pulg2	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%
0		0	0	0			0		0			0		0		
0,025		34,08	75,0	24,99			26,57	58,4	19,48			18,54	40,8	13,59		
0,05		67,81	149,2	49,73			53,59	117,9	39,30			37,09	81,6	27,20		
0,075		100,86	221,9	73,97			78,49	172,7	57,56			53,05	116,7	38,91		
0,100	1.000	132,82	292,2	97,40	97	9,7%	95,12	209,3	69,76	70	7,0%	67,60	148,7	49,57	50	5,0%
0,150		170,15	374,3	124,78			127,16	279,8	93,25			89,12	196,1	65,36		
0,200	1.500	191,60	421,5	140,51	141	9,4%	155,68	342,5	114,17	114	7,6%	101,26	222,8	74,26	74	5,0%
0,250		218,49	480,7	160,23			181,82	400,0	133,34			111,42	245,1	81,71		
0,300	1,900	235,42	517,9	172,64			197,26	434,0	144,66			121,44	267,2	89,05		
0,400	2,300	273,86	602,5	200,83			226,46	498,2	166,07			134,82	296,6	98,87		
0,500	2,600	302,23	664,9	221,63			252,00	554,4	184,80			145,24	319,5	106,51		
		PROMEDIO CBR				9,6%	PROMEDIO CBR				7,3%	PROMEDIO CBR				5,0%

- Ensayo de penetración subbase muestra 1

Tabla 34. Ensayo de penetración subbase muestra 1 (Elaboración propia).

Anillo Nº.	PENETRACION MUESTRA 1 SUBBASE															
Penetración	Presión tipo	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.

Pulg.	lb/pulg2	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	
0		0	0	0,0			0	0	0,0			0	0	0,0			
0,025		73,7	162,1	54,1			51,0	112,2	37,5			41,2	90,6	30,3			
0,05		268,9	591,6	197,5			194,7	428,3	143,0			134,6	296,1	98,9			
0,075		486,4	1070,1	357,3			340,2	748,4	249,9			245,8	540,8	180,6			
0,100	1.000	803,6	1767,9	590,3	590,3	59,0%	487,4	1072,3	358,0	358,0	35,8%	339,5	746,9	249,4	249,4	24,9%	
0,150		1446,3	3181,9	1062,4			792,5	1743,5	582,1			591,6	1301,5	434,6			
0,200	1.500	2189,7	4817,3	1608,5	1608,5	107,2%	1113,9	2450,6	818,2	818,2	54,5%	849,2	1868,2	623,8	623,8	41,6%	
0,250		2957,2	6505,8	2172,2			1476,6	3248,5	1084,6			1025,5	2256,1	753,3			
0,300	1,900	3674,9	8084,8	2699,4			1844,2	4057,2	1354,7			1188,4	2614,5	872,9			
0,400	2,300						2440,8	5369,8	1792,9			1493,6	3285,9	1097,1			
0,500	2,600						2933,5	6453,7	2154,8			1704,6	3750,1	1252,1			
PROMEDIO CBR				83,1%			PROMEDIO CBR				45,2%		PROMEDIO CBR			33,3%	

- Ensayo de penetración base muestra 1

Tabla 35. Ensayo de penetración base muestra 1 (Elaboración propia).

Anillo Nº.	PENETRACION MUESTRA 1 BASE															
	Penetración	Presión tipo	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.	Valor C. B. R.	Carga		Presión	Presión Correg.
Pulg.	lb/pulg2	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%	Kg	Libras	lb/pulg2	lb/pulg2	%
0		0	0	0,0			0	0	0,0			0	0	0,0		
0,025		204,5	449,9	150,2			97,4	214,3	71,5			66,3	145,9	48,7		
0,05		407,3	896,1	299,2			276,3	607,9	203,0			196,4	432,1	144,3		
0,075		704,3	1549,5	517,3			529,4	1164,7	388,9			349,8	769,6	256,9		
0,100	1.000	1040,3	2288,7	764,2	764,2	76,4%	782,3	1721,1	574,6	574,6	57,5%	526,4	1158,1	386,7	386,7	38,7%
0,150		1664,5	3661,9	1222,7			1373,1	3020,8	1008,6			924,1	2033,0	678,8		

0,200	1.500	2293,1	5044,8	1684,4	1684,4	112,3%	1864,7	4102,3	1369,7	1369,7	91,3%	1289,4	2836,7	947,1	947,1	63,1%	
0,250		2857,2	6285,8	2098,8			2249,3	4948,5	1652,2			1542,3	3393,1	1132,9			
0,300	1,900	3308,5	7278,7	2430,3			2567,3	5648,1	1885,8			1741,8	3832,0	1279,5			
0,400	2,300	4081,2	8978,6	2997,9			2963,2	6519,0	2176,6			2122,5	4669,5	1559,1			
0,500	2,600						3268,7	7191,1	2401,0			2463,6	5419,9	1809,7			
PROMEDIO CBR				94,4%			PROMEDIO CBR				74,4%		PROMEDIO CBR			50,9%	

- Curva presión vs penetración subrasante muestra 2

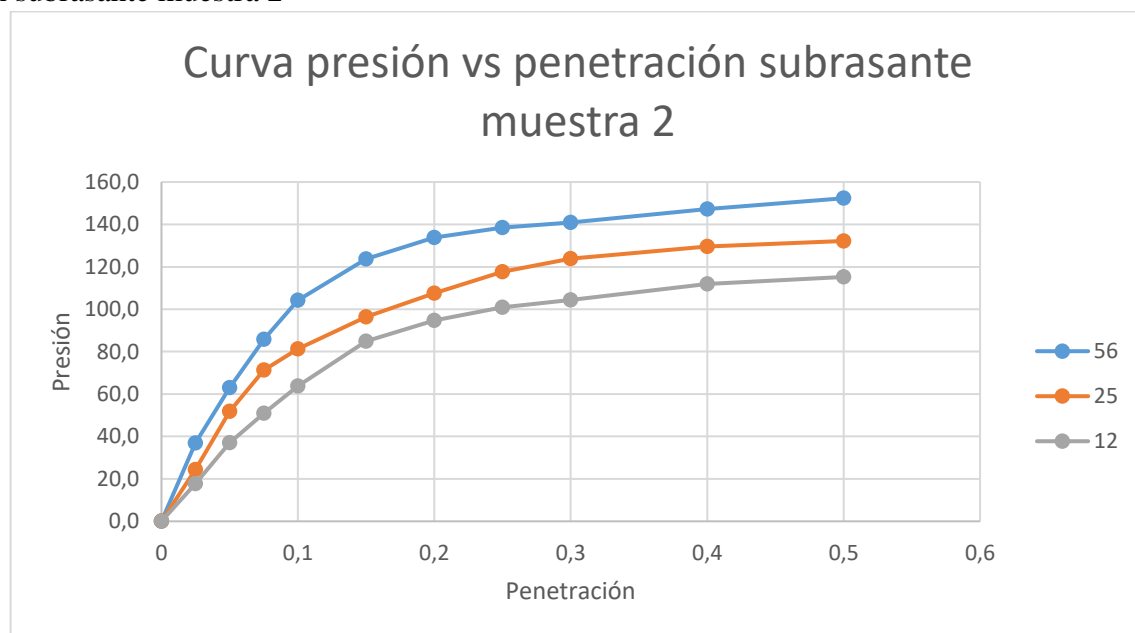


Figura 7. Curva presión vs penetración subrasante muestra 2 (Elaboración propia).

- Curva presión vs penetración subrasante muestra 3

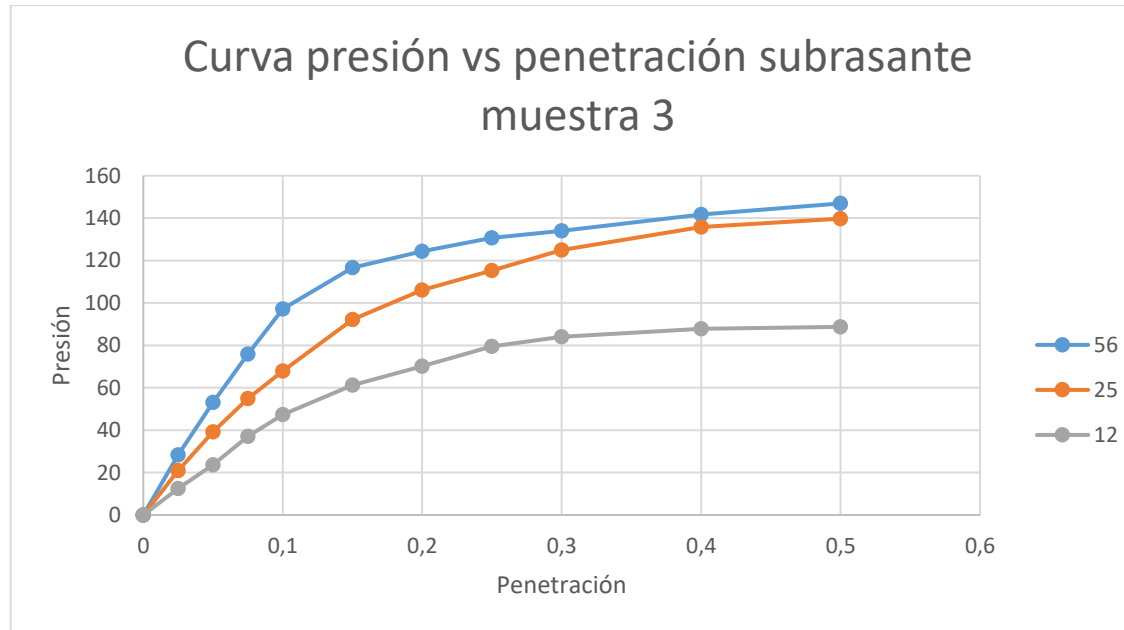


Figura 8. Curva presión vs penetración subrasante muestra 3 (Elaboración propia).

- Curva presión vs penetración subrasante muestra 4

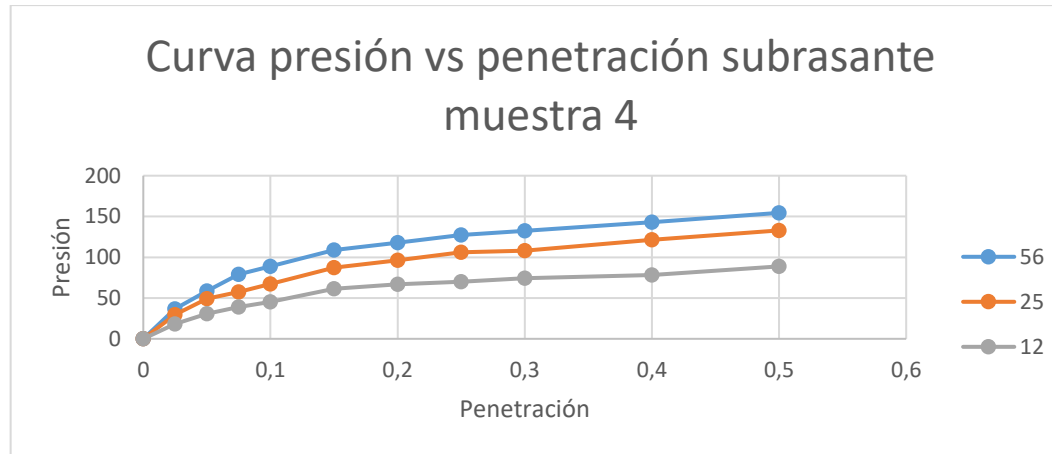


Figura 9. Curva presión vs penetración subrasante muestra 4 (Elaboración propia).

- Curva presión vs penetración subrasante muestra 5

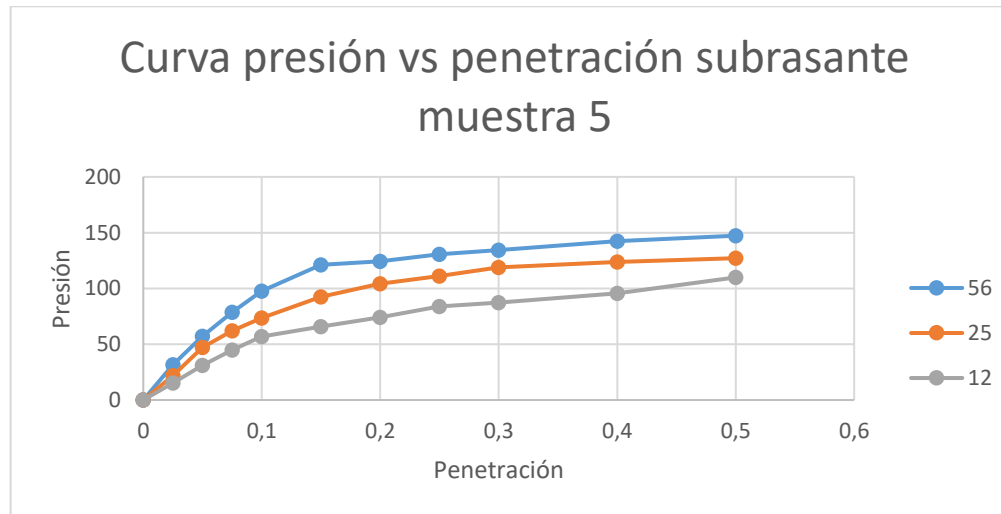


Figura 10. Curva presión vs penetración subrasante muestra 5 (Elaboración propia).

- Curva presión vs penetración subrasante muestra 6

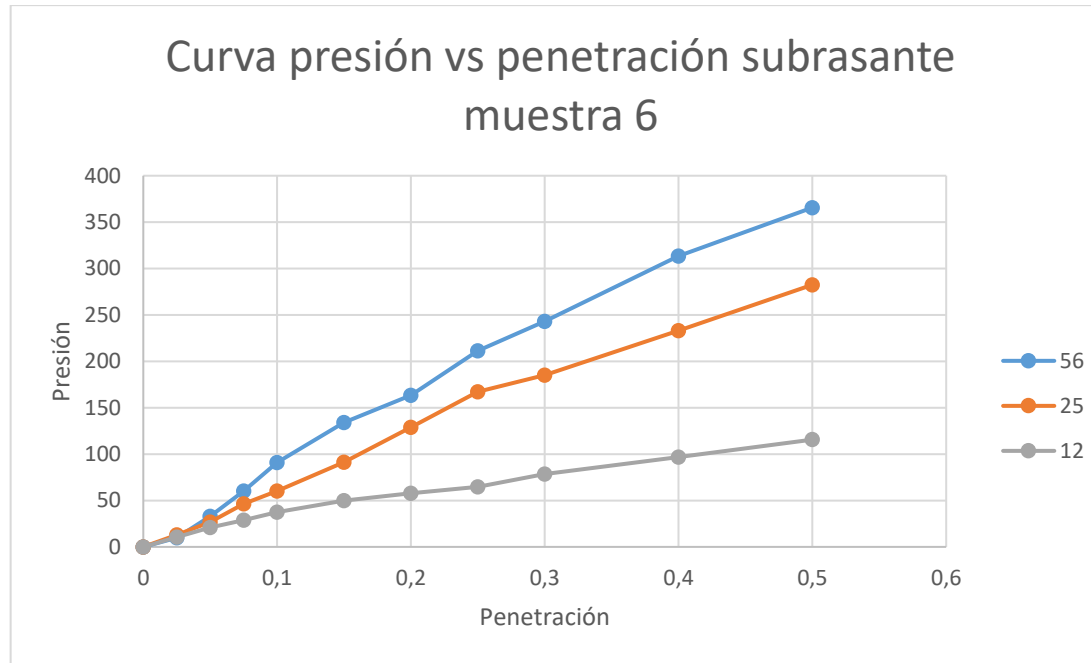


Figura 11. Curva presión vs penetración subrasante muestra 6 (Elaboración propia).

- Curva presión vs penetración subrasante muestra 7

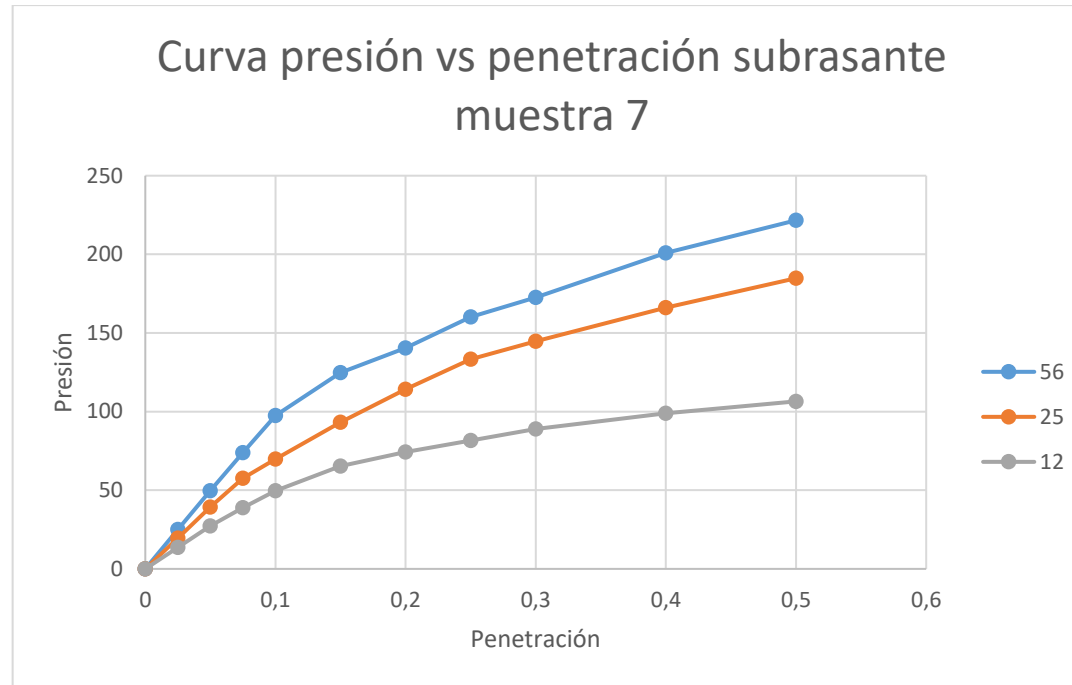


Figure 12. Curva presión vs penetración subrasante muestra 7 (Elaboración propia).

- CBR al 100% y 95% subrasante muestra 2

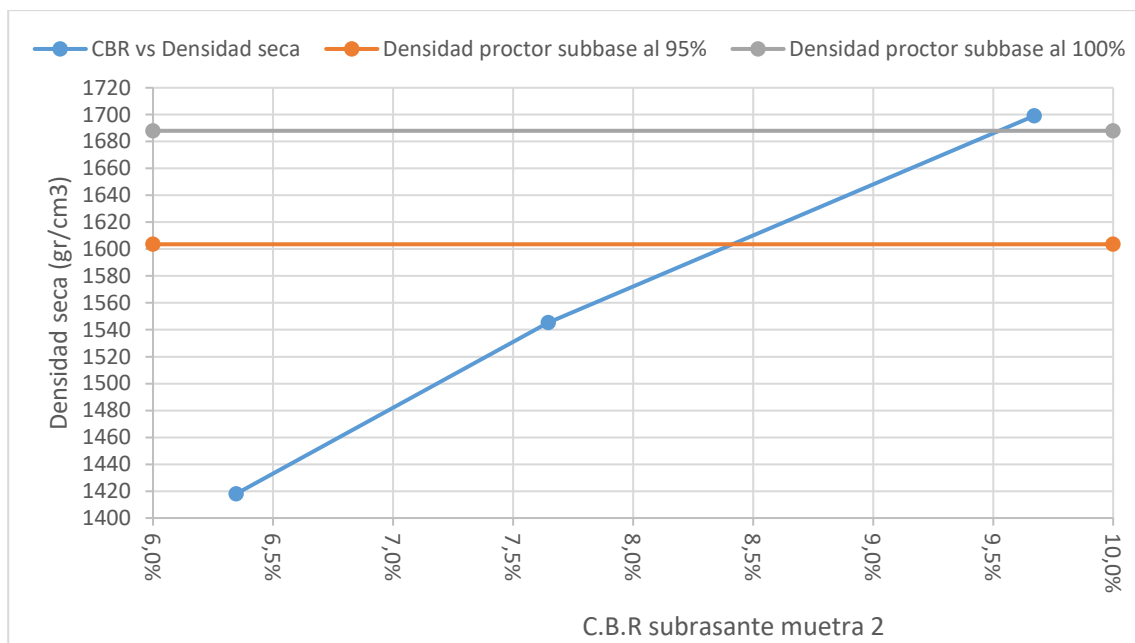


Figure 13. CBR al 100% y 95% subrasante muestra 2 (Elaboración propia).

- CBR al 100% y 95% subrasante muestra 3

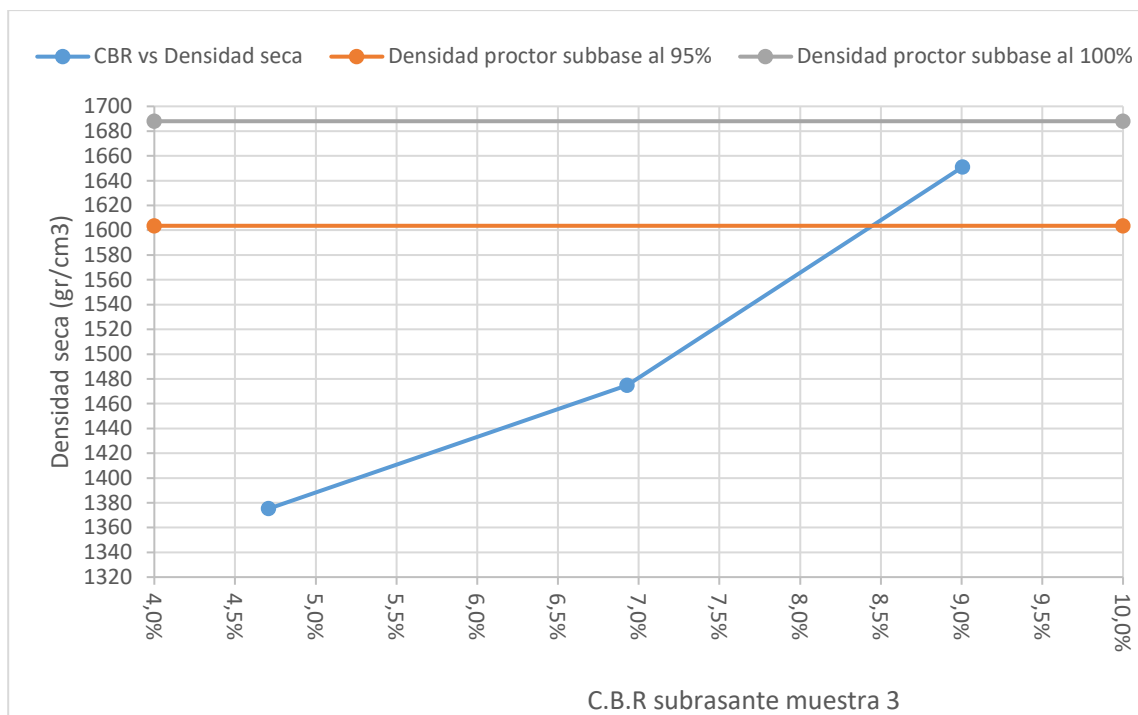


Figura 14. CBR al 100% y 95% subrasante muestra 3 (Elaboración propia).

- CBR al 100% y 95% subrasante muestra 4

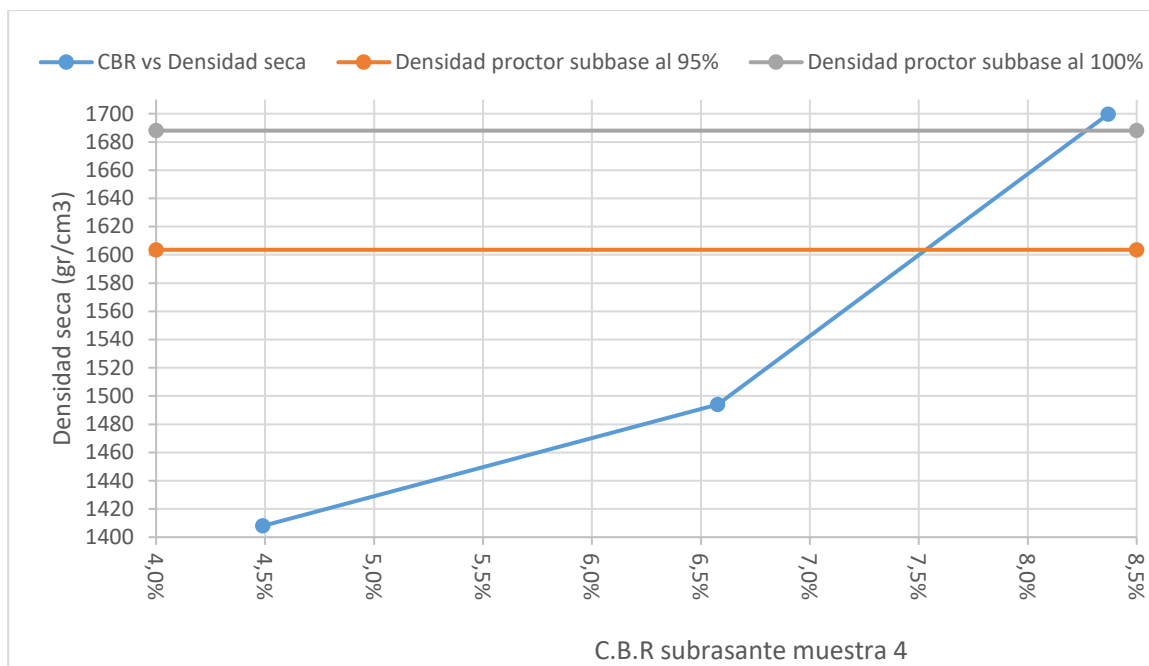


Figura 15. CBR al 100% y 95% subrasante muestra 4 (Elaboración propia).

- CBR al 100% y 95% subrasante muestra 5

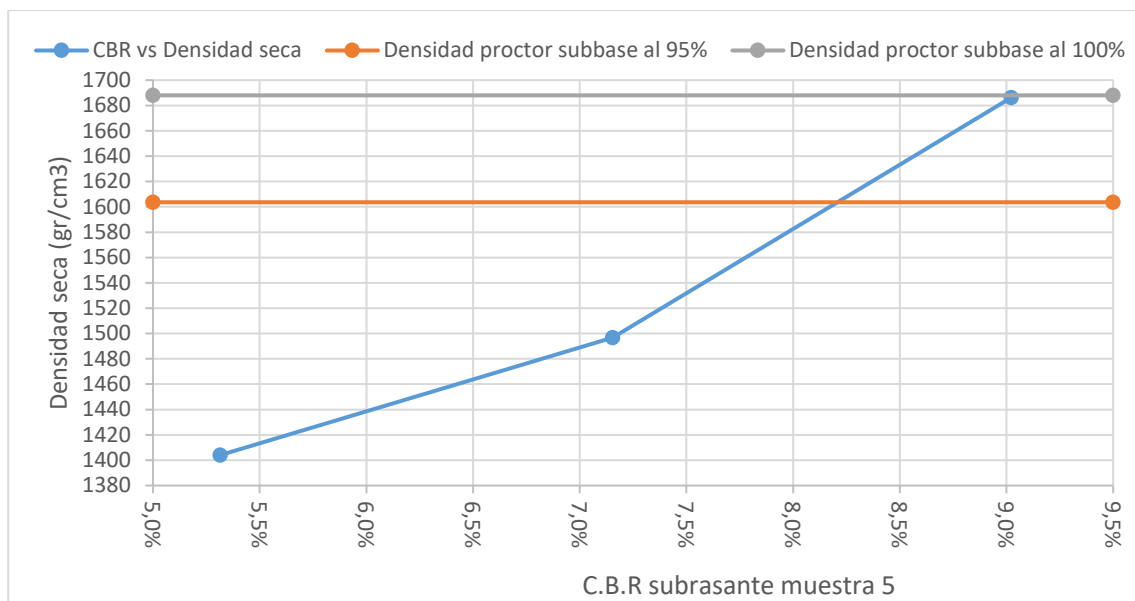


Figura 16. CBR al 100% y 95% subrasante muestra 5 (Elaboración propia).

- CBR al 100% y 95% subrasante muestra 6

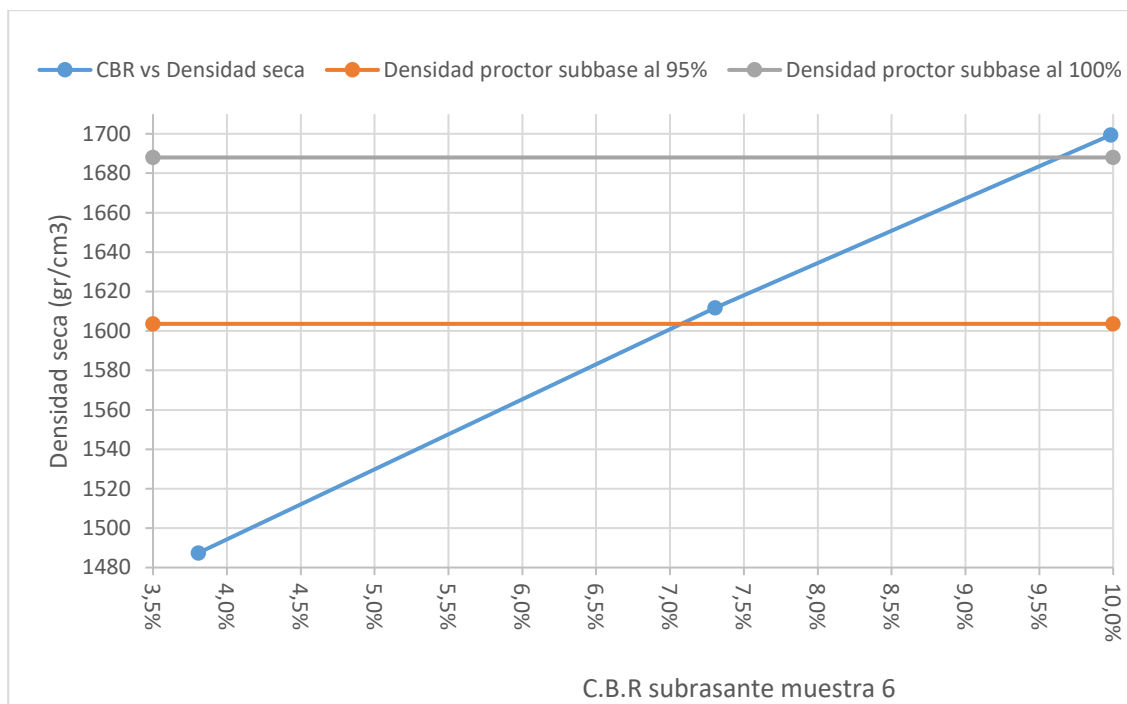


Figura 17. CBR al 100% y 95% subrasante muestra 6 (Elaboración propia).

- CBR al 100% y 95% subrasante muestra 7

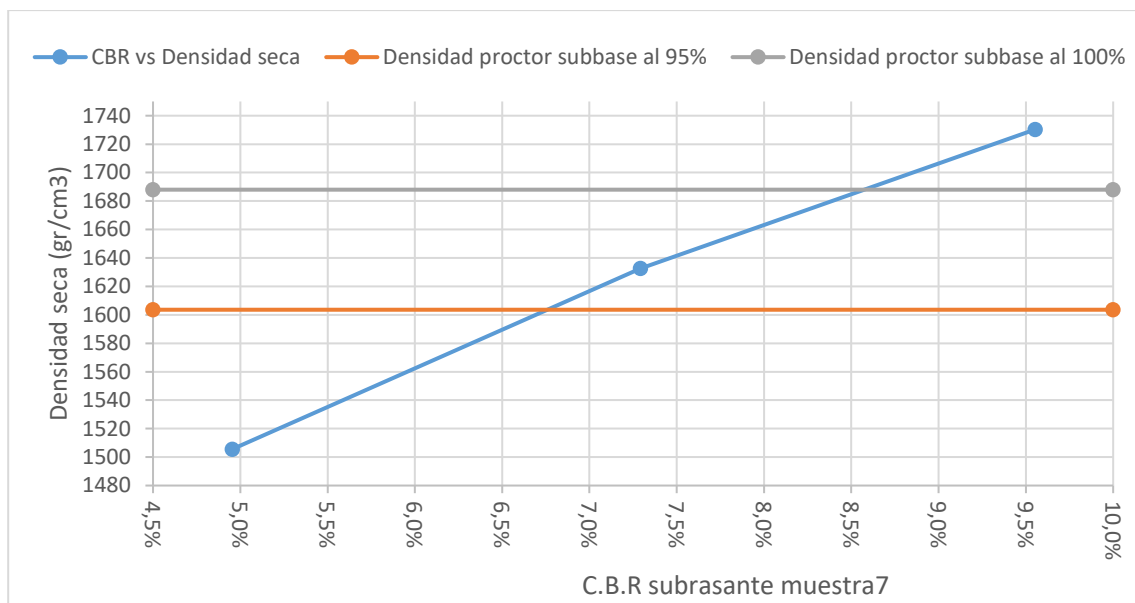
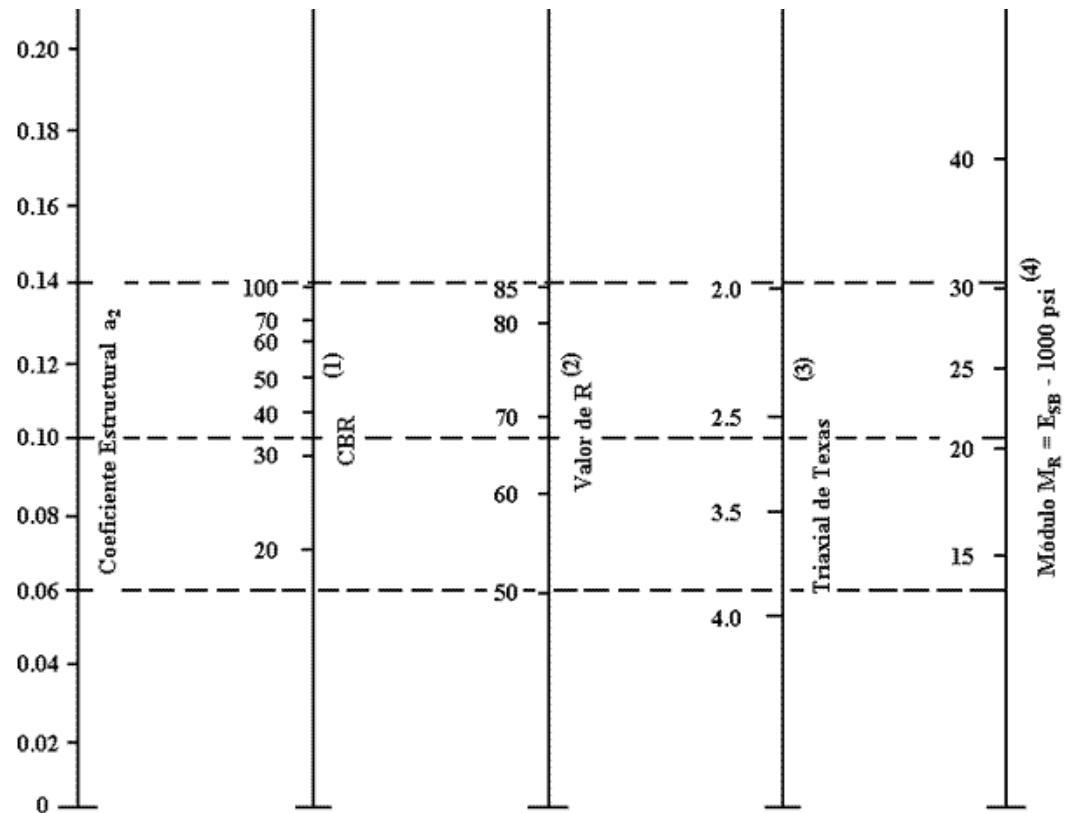


Figura 18. CBR al 100% y 95% subrasante muestra 7 (Elaboración propia).

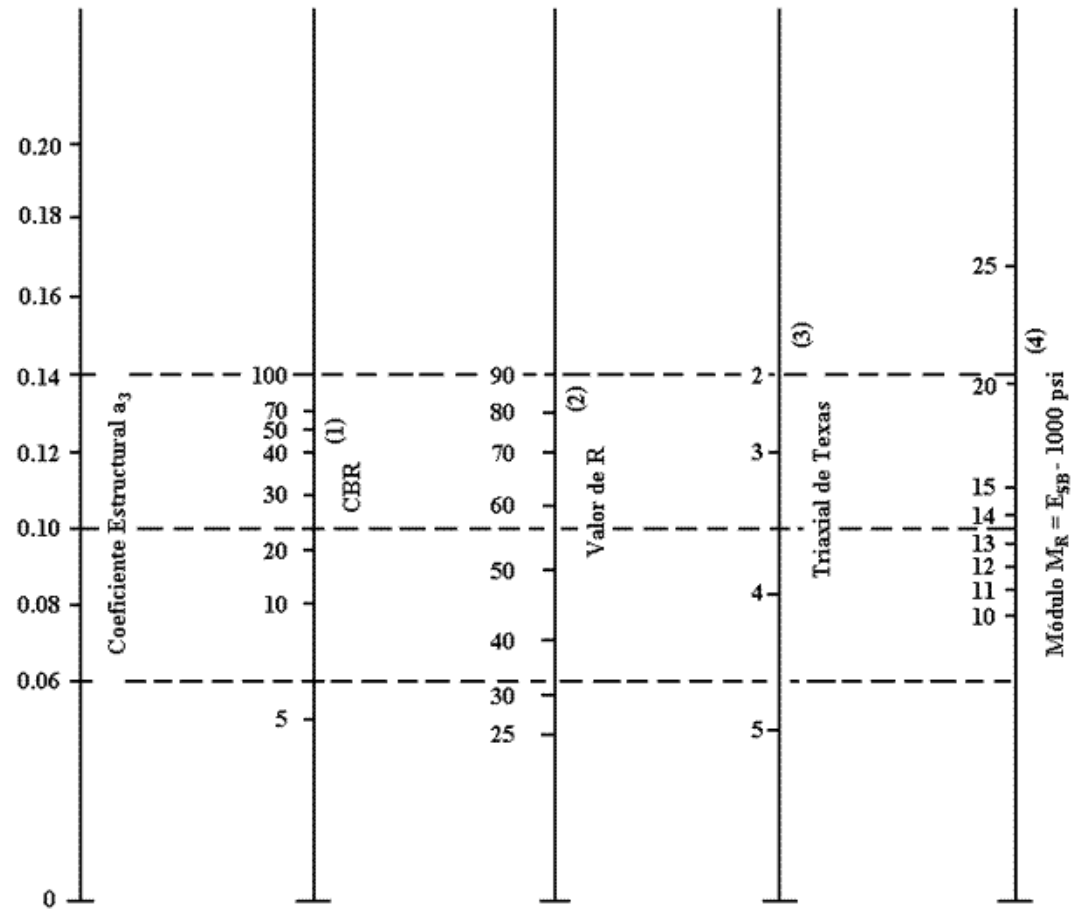
- Nomograma de la AASHTO para encontrar el coeficiente estructural “a2”



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Figura 19. Nomograma de la AASHTO para encontrar el coeficiente estructural "a2" (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

- Nomograma de la AASHTO para encontrar el coeficiente estructural "a3"



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexivo y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Figure 20. Nomograma de la AASHTO para encontrar el coeficiente estructural "a3" (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

- Ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles

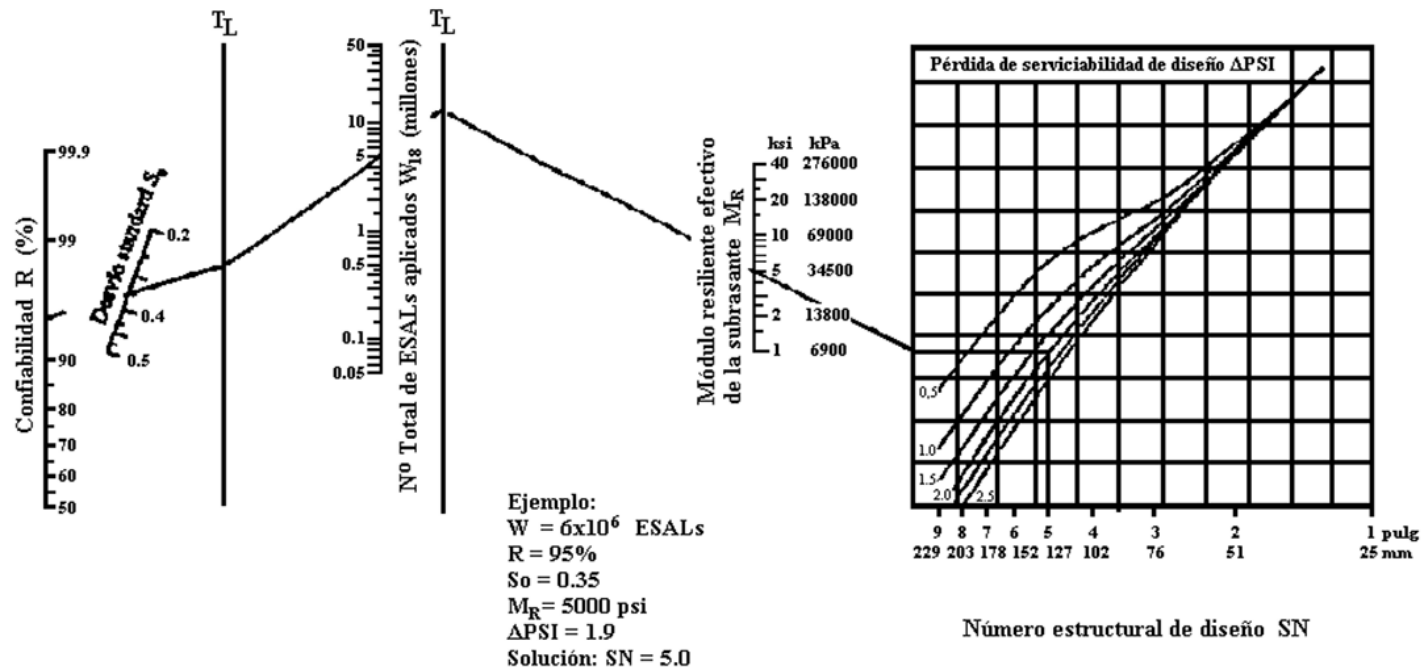


Fig. IV.2. Ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles.

Figure 21. Ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles (Yáñez, Pavimento Flexible, 2022)

- Diseño de pavimento Flexible

Tabla 36. Diseño de pavimento Flexible

Confiability (%) =	80
Desviación Estándar Global "So" =	0,44
Distribución del tráfico "Dt" =	0,5
Período de Diseño n(años) =	10

Tasa de Crecimiento			4,32
Proyección del Tráfico Día Máximo (años)			10
Tipo	TPDA Inicial	%	TPDA Final
2D	136	80	208
2DA	29	17	44
2DB	0	0	0
3A	0	0	0
V2DB	4	2	6
V3A	0	0	0
Total=	169,00	100,00	258

Factor de carga equivalente de 8,2 Toneladas				
Tipo	C. Total (T)	C*Eje (T)	Porcentaje	Fce*Eje
2D	7	3	80	0,0344
		4		0,1086
2DA	10	3	17	0,0073
		7		0,0911
2DB	18	7	0	0,0000
		11		0,0000
3A	27	7	0	0,0000
		20		0,0000
V2DB	18	7	2	0,0299
		11		0,0766

V3A	27	7	0	0,0000
		20		0,0000
			FCE=	0,3480

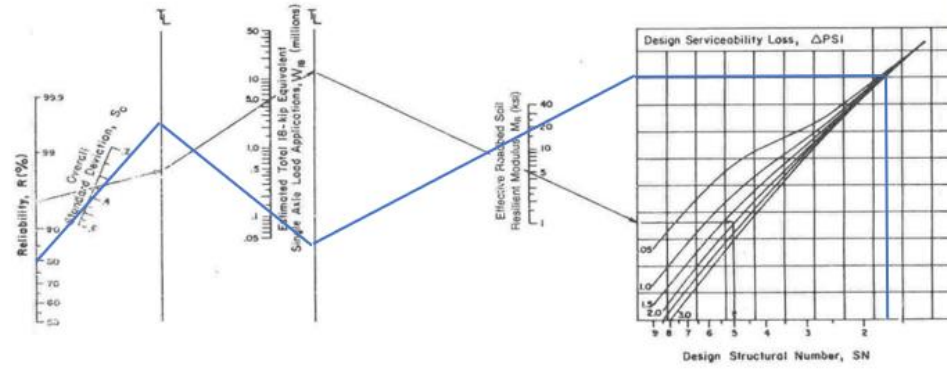
Número de Ejes de 8,2 T			
N(8,2T)=	135572,2145	Aprox.=	1,36E-01

Suelo Subrasante			
CBR (%)=	8,35		
MR=	12525,00	Aprox. (lb/plg <sup>2</sup> )=	12500

Serviciabilidad:	
Po=	4,2
Pt=	2
ΔPSI=	2,2

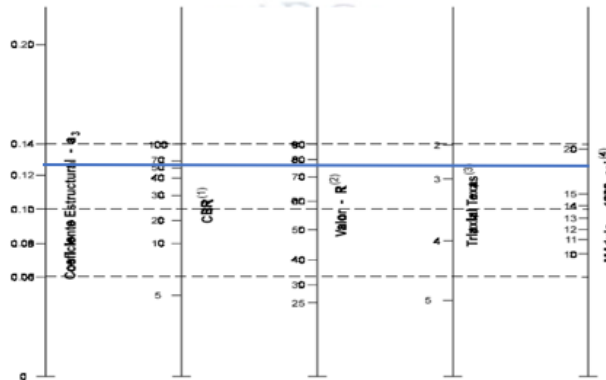
Carpeta Asfáltica:			
a1 (plg)=	0,33	0,130	cm
MR (PSI)=	240000	1,656	Mpa
SN1=	1,6		

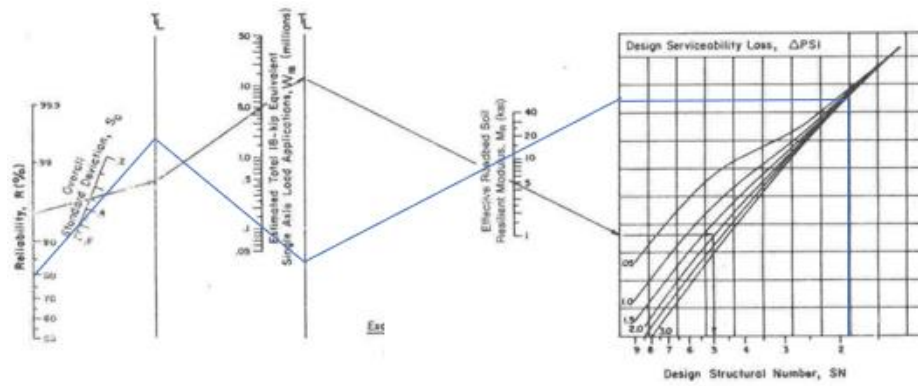
D1=	12,315	12,50
SN1=	1,624	



SN de Subbase			
CBR=	51		
a2 (plg)=	0,125	0,049	cm
m2=	1		
MR (PSI)=	18000		

### Coefficientes Capa "a<sub>3</sub>", Subbases Granulares





SN2=	1,9		
D2=	5,61	15,00	cm
SN2=	0,74		

Resumen:			
$\sum SN \text{ (Calculado)} \geq SN \text{ subrasante}$			
2,36	$\geq$	1,90	

CR	12.5	cm
SB	15	cm
SBR		

- Diseño de pavimento Flexible con Programa

Tabla 37. Diseño de pavimento Flexible con Programa

Confiabilidad (%) =	80
Desviación estándar Global "So" =	0,44
Distribución del tráfico "Dt" =	0,5
Período de Diseño n(años) =	10

Tasa de Crecimiento			4,32
Proyección del Tráfico Día Máximo (años)			10
Tipo	TPDA Inicial	%	TPDA Final
2D	136	80	208
2DA	29	17	44
2DB	0	0	0
3A	0	0	0
V2DB	4	2	6
V3A	0	0	0
Total =	169,00	100,00	258

Factor de carga equivalente de 8,2 Toneladas				
Tipo	C. Total (T)	C*Eje (T)	Porcentaje	Fce*Eje
2D	7	3	80	0,0344
		4		0,1086
2DA	10	3	17	0,0073
		7		0,0911
2DB	18	7	0	0,0000
		11		0,0000

3A	27	7	0	0,0000
		20		0,0000
V2DB	18	7	2	0,0299
		11		0,0766
V3A	27	7	0	0,0000
		20		0,0000
FCE=				0,3480

Número de Ejes de 8,2 T			
N(8,2T)=	135572,2145	Aprox.=	1,36E-01

Suelo Subrasante			
CBR(%)=	8,35		
MR=	12525,00	Aprox. (lb/plg <sup>2</sup> ) =	12500

Serviciabilidad:	
Po=	4,2
Pt=	2
$\Delta$ PSI=	2,2

Con Programa de Carpeta asfáltica:	
a1=	0,130
SN1=	1,62

D1=	12,462	12,50	
-----	--------	-------	--

SN1= 1,625

Ecuación AASHTO 93

**CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)**  
 Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento:  Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 80 % Zr=0,841 So = 0,44

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial = 4,2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr = 18000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:  
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - J1   
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)  Coeficiente de drenaje - [Cd]

Tipo de Análisis:  Calcular SN  Calcular W18

Número Estructural: SN = 1,62

W18 = 135572,215

Observaciones:

Calcular Salir

Con Programa de Subbase	
a2 (plg)=	0,049
m2=	1
SN3=	1,87

D3=	4,98	15,00
SN3=	0,74	

Ecuación AASHTO 93

**CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)**  
 Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela, Ingeniero Civil, Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento:  Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 80 % Zr=-0.841 So = 0.44

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial = 4.2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr = 12525 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E<sub>c</sub> (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto - S<sub>c</sub> (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis:  Calcular SN  Calcular W18

Número Estructural: SN = 1.87

W18 = 135572.215

Observaciones:

Calcular Salir

Resumen Programa:		
$\Sigma SN$ (Calculado) $\geq$ SN subrasante		
2,36	$\geq$	1,87

- Rubro subbase clase 3

Tabla 38. Rubro subbase clase 3 (Elaboración propia).

RUBRO: SUBBASE CLASE 3				UNIDAD:	M3.
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO.
HERRAMIENTA MENOR 5 %					0,02
MOTONIVELADORA	1,00	55,56	55,56	0,0170	0,94

RODILLO VIBRATORIO LISO	1,00	37,85	37,85	0,0170	0,64
TANQUERO DE AGUA	1,00	24,57	24,57	0,0170	0,42
<b>SUBTOTAL A</b>					<b>2,02</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/H</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO.</b>
OPERADOR MOTONIVELADORA	1,00	4,06	4,06	0,0170	0,07
OPERADOR RODILLO LISO VIBRATORIO	1,00	3,86	3,86	0,0170	0,07
CHOFER TANQUERO	1,00	5,31	5,31	0,0170	0,09
PEON	2,00	3,62	7,24	0,0170	0,12
<b>SUBTOTAL B</b>					<b>0,35</b>
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO.</b>	
MATERIAL DE SUB-BASE CLASE 3	M3.	1,2000	6,61	7,93	
AGUA	M3.	0,5000	0,62	0,31	
<b>SUBTOTAL C</b>					<b>8,24</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO.</b>	
<b>SUBTOTAL D</b>					
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)					10,61
INDIRECTOS 20,00%					2,12
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,73
VALOR OFERTADO					12,73

- Rubro transporte subbase clase 3

Tabla 39. Rubro transporte subbase clase 3 (Elaboración propia).

RUBRO: TRANSPORTE SUBBASE CLASE 3			UNIDAD:	M3/KM.	
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO.
VOLQUETA 12 M3	1,00	38,58	38,58	0,0105	0,41
<b>SUBTOTAL A</b>					<b>0,41</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO.
CHOFER VOLQUETA	1,00	5,31	5,31	0,0105	0,06
<b>SUBTOTAL B</b>					<b>0,06</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO.	
<b>SUBTOTAL C</b>					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO.	
<b>SUBTOTAL D</b>					
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)					0,47
INDIRECTOS					0,09

OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,56
VALOR OFERTADO	0,56

- Rubro: capa de rodadura, e=7,5 cm. incluye transporte

Tabla 40. Rubro: capa de rodadura, e=7,5 cm. incluye transporte (Elaboración propia).

RUBRO: CAPA DE RODADURA, e=7,5 CM. INCLUYE TRANSPORTE			UNIDAD:	M2.	
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO.
HERRAMIENTA MENOR 5 %					0,03
RODILLO NEUMÁTICO 100 HP	1,00	33,40	33,40	0,0075	0,25
RODILLO VIBRATORIO LISO 125 HP	1,00	37,85	37,85	0,0075	0,28
TERMINADORA DE ASFALTO 100 HP	4,00	59,57	238,28	0,0075	1,79
VOLQUETA 12 M3	1,00	38,58	38,58	0,0075	0,29
CARGADOR FRONTAL 140 HP	1,00	44,46	44,46	0,0075	0,33
PLANTA DE ASFALTO 80-120 TPH	1,00	124,84	124,84	0,0075	0,94
<b>SUBTOTAL A</b>					<b>3,91</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO.
OPERADOR RODILLO NEUMÁTICO	1,00	3,86	3,86	0,0075	0,03
OPERADOR RODILLO LISO	1,00	3,86	3,86	0,0075	0,03
OPERADOR TERMINADORA DE ASFALTO	1,00	4,06	4,06	0,0075	0,03
CHOFER VOQUETA	4,00	5,31	21,24	0,0075	0,16
OPERADOR CARGADORA FRONTAL	1,00	4,06	4,06	0,0075	0,03
OPERADOR PLANTA DE ASFALTO	1,00	4,06	4,06	0,0075	0,03
PEONES	8,00	3,62	28,96	0,0075	0,22

<b>SUBTOTAL B</b>					<b>0,53</b>
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO.</b>	
DIESEL	GL	0,6400	1,90	1,22	
ARENA Especif. MOP-001-F2002, TRANS PLANT	M3.	0,0400	12,92	0,52	
RIPIO Especif. MOP-001-F2002, TRANS PLANT	M3.	0,0700	17,33	1,21	
ASFALTO AC-20	GL.	3,4400	1,35	4,64	
<b>SUBTOTAL C</b>					<b>7,59</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO.</b>	
<b>SUBTOTAL D</b>					
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)				12,03	
INDIRECTOS			20,00%	2,41	
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO				14,44	
VALOR OFERTADO				14,44	

- Rubro: imprimación con asfalto diluido RC - 250. no incluye arena de secado

Tabla 41. Rubro: imprimación con asfalto diluido RC - 250. no incluye arena de secado (Elaboración propia).

RUBRO: IMPRIMACIÓN CON ASFALTO DILUIDO RC - 250. NO INCLUYE ARENA DE SECADO.				UNIDAD:	M2.
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO.</b>

HERRAMIENTA MENOR 5 %					0,01
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 210 HP	1,00	53,67	53,67	0,0020	0,11
ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP	1,00	23,99	23,99	0,0020	0,05
<b>SUBTOTAL A</b>					<b>0,17</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/H</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO.</b>
OPERADOR DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1,00	5,31	5,31	0,0020	0,01
OPERADOR ESCOBA AUTOPROPULSADA	1,00	3,86	3,86	0,0020	0,01
PEONES	1,00	3,62	3,62	0,0020	0,01
<b>SUBTOTAL B</b>					<b>0,03</b>
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO.</b>
DIESEL		GL.	0,0480	1,90	0,09
ASFALTO RC-250		GL.	0,2540	1,35	0,34
<b>SUBTOTAL C</b>					<b>0,43</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO.</b>
<b>SUBTOTAL D</b>					
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)					0,63
INDIRECTOS				20,00%	0,13
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,76
VALOR OFERTADO					0,76

- Rubro: conformación y compactación subrasante

Tabla 42. Rubro: conformación y compactación subrasante (Elaboración propia).

RUBRO: CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN SUBRASANTE			UNIDAD:	M2.	
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO.
HERRAMIENTA MENOR 5 %					
TANQUERO DE AGUA	1,00	35,11	35,11	0,0040	0,14
MOTONIVELADORA	1,00	37,85	37,85	0,0040	0,15
RODILLO LISO VIBRATORIO	1,00	55,56	55,56	0,0040	0,22
<b>SUBTOTAL A</b>					<b>0,51</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO.
OPERADOR MOTONIVELADORA	1,00	4,06	4,06	0,0040	0,02
OPERADOR RODILLO LISO	1,00	3,86	3,86	0,0040	0,02
CHOFER TANQUERO	1,00	5,31	5,31	0,0040	0,02
PEON	1,00	3,62	3,62	0,0040	0,01
<b>SUBTOTAL B</b>					<b>0,07</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO.	
AGUA	M3.	0,5000	0,06	0,03	
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>0,03</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO.	

<b>SUBTOTAL D</b>			
	TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)		0,61
	INDIRECTOS	20,00%	0,12
	OTROS INDIRECTOS		
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,73
	VALOR OFERTADO		0,73

- Rubro: adoquinado bloques de hormigón f'c=300 kg/cm<sup>2</sup>. Incluye cama de arena e=3cm, emporado con cemento arena y transporte

Table 43. Rubro: adoquinado bloques de hormigón f'c=300 kg/cm<sup>2</sup>. incluye cama de arena e=3cm, emporado con cemento arena (Elaboración propia).

RUBRO: ADOQUINADO BLOQUES DE HORMIGÓN f'c=300 Kg/cm <sup>2</sup> . INCLUYE CAMA DE ARENA e=4cm, EMPORADO CON CEMENTO ARENA Y TRANSPORTE			UNIDAD:	M2.	
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO.</b>
HERRAMIENTA MANUAL	100,00	0,13	1,30	0,0750	0,10
<b>SUBTOTAL A</b>					<b>0,10</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/H</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO.</b>
PEON	8,00	3,62	28,96	0,0750	2,17
ALBAÑIL	2,00	3,66	7,32	0,0750	0,55
INSPECTOR DE OBRA	1,00	4,07	4,07	0,0200	0,08
<b>SUBTOTAL B</b>					<b>2,80</b>
<b>MATERIALES</b>					

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO.
ADOQUIN GRIS 10x20x40 f'c=400 (15u/m2)	M2.	1,0500	8,37	8,79
ARENA NEGRA	M3.	0,0500	17,87	0,89
CEMENTO	KG.	0,5000	0,17	0,09
	.			
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>9,77</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO.
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO.
<b>SUBTOTAL D</b>				
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)				12,67
INDIRECTOS			20,00%	2,53
OTROS INDIRECTOS				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				15,20
VALOR OFERTADO				15,20

- Evidencias fotográficas







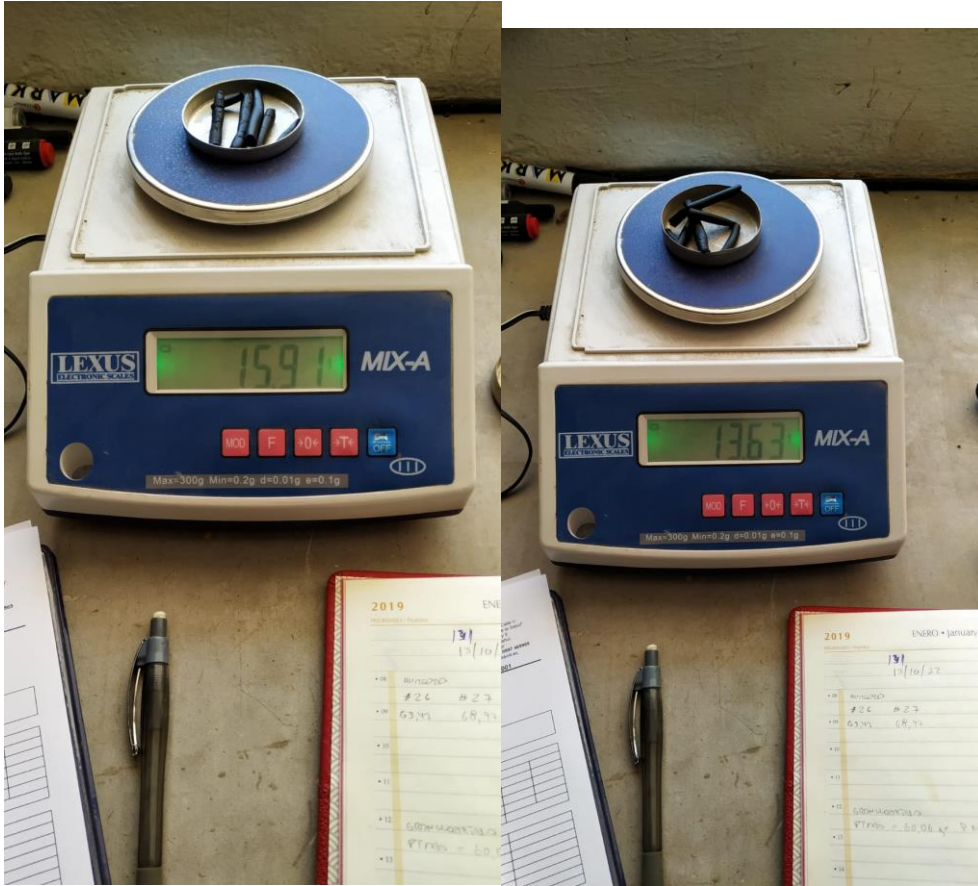










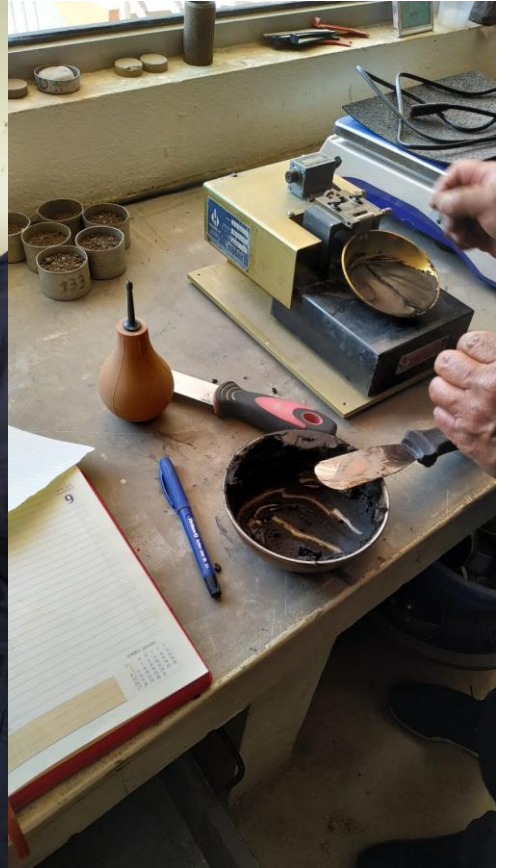




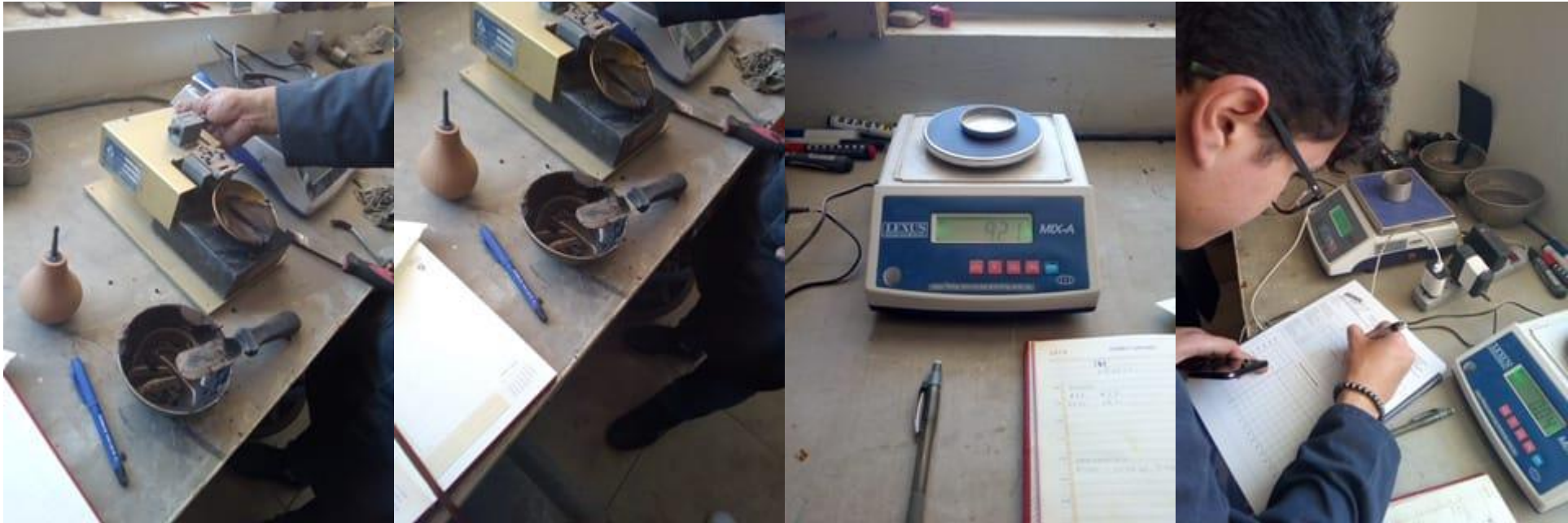




























ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

Nombre del Cliente: *Salvador Antonio Pineda*  
 Dirección: *Carretera Uruapan*

Modelo: *4*  
 Marca: *Linco*  
 Año: *10-06-2011*

Modelo	Carrocería	Motor	Transmisión	Chasis	Accesorios	Estado	Observaciones
	□ □ □ □ □						
	□ □						
	┌						
	□						
	□ □ □						
	□ □ □ □						
	79						

*Victor Contreras*      *20/11*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

Nombre del Cliente: *Salvador Antonio Pineda*  
 Dirección: *Carretera Uruapan*

Modelo: *4*  
 Marca: *Linco*  
 Año: *11-06-2011*

Modelo	Carrocería	Motor	Transmisión	Chasis	Accesorios	Estado	Observaciones
	□ □ □ □ □ □ □ □ □ □						
	□ □ □ ┌						
	□ □ □						
	□ □						
	80						

*Victor Contreras*      *20/11*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

COMUNIDAD N° 5

TEMA DE LA CLASIFICACION: *Salinas, Centro Poblado - Salinas, Oeste Villa*

FECHA: *1 Sábado 11-06-2022*

CATEGORIA	VEHICULOS										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10
2000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							4
3000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									2
4000	<input type="checkbox"/>										1
5000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									2
6000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							4
TOTAL	102										12

*[Signatures]*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

COMUNIDAD N° 6

TEMA DE LA CLASIFICACION: *Salinas, Centro Poblado - Salinas, Oeste Villa*

FECHA: *1 Domingo 12-06-2022*

CATEGORIA	VEHICULOS										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									2
2000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								3
3000	<input checked="" type="checkbox"/>										1
4000	<input type="checkbox"/>										1
5000	<input checked="" type="checkbox"/>										1
6000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							4
TOTAL	51										9

*[Signatures]*

FORMA N° 01 ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

INSTITUCION: *Escuela Secundaria - Salsipueda - Puno*

FECHA: *13 de octubre*

PROFESOR: *[Signature]*

CATEGORIA	VEHICULOS										TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									3
2												1
3	<input checked="" type="checkbox"/>											1
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										2
5	<input checked="" type="checkbox"/>											1
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								4
TOTAL											11	

*[Signature]* *[Signature]*

FORMA N° 01 ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

INSTITUCION: *Escuela 7*

FECHA: *13 de octubre*

PROFESOR: *[Signature]*

CATEGORIA	VEHICULOS										TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								4
2												1
3	<input checked="" type="checkbox"/>											1
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								4
5	<input checked="" type="checkbox"/>											1
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							5
TOTAL											11	

*[Signature]* *[Signature]*



ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

Centro de Estudios - Centro Público  
Calle 15 de Agosto

3  
Montes  
07-06-2022

CATEGORIA	VEHICULO	VEHICULO		VEHICULO		VEHICULO		VEHICULO	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			1		1			
2	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>								
3	<input checked="" type="checkbox"/>								
4	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>								1
5	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>					
6	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>					
TOTAL	75			8		1			1

75

8

1

1

75

8

1

1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

Centro de Estudios - Centro Público  
Calle 15 de Agosto

3  
Montes  
07-06-2022

CATEGORIA	VEHICULO	VEHICULO		VEHICULO		VEHICULO		VEHICULO	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			1		1			
2	<input type="checkbox"/>								
3	<input type="checkbox"/>								
4	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>					
5	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>					
6	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>								
TOTAL	54			9		1			

54

9

1

54

9

1







ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

Compañía: *Compañía de Seguros General*

Fecha: *11-08-2011*

Modelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>																			
	<input type="checkbox"/>																			
	<input type="checkbox"/>																			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															

*Dr. Gutiérrez* *Dr. Gutiérrez*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

Compañía: *Compañía de Seguros General*

Fecha: *12-08-2011*

Modelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
	<input type="checkbox"/>																			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															

*Dr. Gutiérrez* *Dr. Gutiérrez*

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS  
 FECHA: 3  
 DIA: Domingo  
 MES: 12-06-2021

CATEGORIA	VEHICULOS										TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2
1	<input checked="" type="checkbox"/>											
2	<input checked="" type="checkbox"/>	1										
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								
5	<input checked="" type="checkbox"/>											
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
TOTAL	<u>10</u>											

ELABORADO POR: [Firma]  
 REVISADO POR: [Firma]

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS  
 FECHA: 3  
 DIA: Lunes  
 MES: 12-06-2021

CATEGORIA	VEHICULOS										TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								
2	<input checked="" type="checkbox"/>											
3												
4												
5	1											
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
TOTAL	<u>48</u>											

ELABORADO POR: [Firma]  
 REVISADO POR: [Firma]

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: 2  
 FECHA: 13-06-2003

CATEGORIA	MOTOR				TRANSMISION Y BOMBA DE ACEITE				SUSPENSION, DIRECCION Y SERVIDOR DE FRENOS				EQUIPO DE SEGURIDAD		TOTAL
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
1000-1000	□	□													
1000-1500	Γ														
1500-2000	Γ														
2000-2500															
2500-3000	□	□													
3000-3500	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	Γ
TOTAL	62				2								2		

INSTRUMENTOS: *Visión Standard*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: 2  
 FECHA: 13-06-2003

CATEGORIA	MOTOR				TRANSMISION Y BOMBA DE ACEITE				SUSPENSION, DIRECCION Y SERVIDOR DE FRENOS				EQUIPO DE SEGURIDAD		TOTAL
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
1000-1000	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
1000-1500	□	□	□	□											
1500-2000	□	□	□												
2000-2500															
2500-3000															
3000-3500	□	□	□	□											
TOTAL	90				8				1				2		

INSTRUMENTOS: *90 Jims/Motor Vals*  
1162



**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

INSTITUCION:

TITULO DE LA OPERACION: *Control de Vehículos*  
 OBJETIVO: *Verificar el estado de los vehículos*  
 FECHA: *08-06-2022*

NOMBRE: *2*  
 DNI: *Miembros*  
 FECHA: *08-06-2022*

CATEGORIA	VEHICULO	ESTADO DE LA OPERACION		ESTADO DE LA OPERACION		ESTADO DE LA OPERACION		ESTADO DE LA OPERACION	
		OK	NO OK	OK	NO OK	OK	NO OK	OK	NO OK
1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
48		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
49		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
52		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
53		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
54		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
55		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
56		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
57		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
58		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
59		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
61		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
62		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
63		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
64		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
65		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
66		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
67		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
68		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
69		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
71		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
72		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
73		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
74		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
75		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
76		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
77		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
78		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
79		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
80		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
81		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
82		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
83		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
84		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
85		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
86		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
87		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
88		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
89		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
90		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
91		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
92		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
93		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
94		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
95		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
96		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
97		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
98		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
99		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones: *gracia Sanchez*

Firmas: *[Signature]*

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

INSTITUCION:

TITULO DE LA OPERACION: *Control de Vehículos*  
 OBJETIVO: *Verificar el estado de los vehículos*  
 FECHA: *09-06-2022*

NOMBRE: *2*  
 DNI: *Juarez*  
 FECHA: *09-06-2022*

CATEGORIA	VEHICULO	ESTADO DE LA OPERACION		ESTADO DE LA OPERACION		ESTADO DE LA OPERACION		ESTADO DE LA OPERACION	
		OK	NO OK	OK	NO OK	OK	NO OK	OK	NO OK
1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10		<input type="checkbox"/> </							



FORMULARIO 4 ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: 2  
 UBICACION: Varios  
 FECHA: 10-02-2012

ESTABLECIMIENTO: Centro Policial  
 SECCION: Centro Policial - San Alfonso  
 LOCALIDAD: San Alfonso

CATEGORIA	VEHICULO	VEHICULOS CON DEFECTOS		VEHICULOS SIN DEFECTOS		VEHICULOS SIN DEFECTOS		VEHICULOS SIN DEFECTOS		VEHICULOS SIN DEFECTOS	
		VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS
1000-1000		☒ ☒ ☒									
1000-1000		☒ ☒ ☒ ☒									
1000-1000		☒ ☒									
1000-1000		☒ ☒ ☒ ☒		1							
1000-1000		1									
1000-1000		☒ ☒ ☒ ☒ ☒		1							
TOTAL		87		2							

Elaborado: [Firma]

FORMULARIO 5 ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: 2  
 UBICACION: Saludo  
 FECHA: 11-02-2012

ESTABLECIMIENTO: Centro Policial  
 SECCION: Centro Policial - San Alfonso  
 LOCALIDAD: San Alfonso

CATEGORIA	VEHICULO	VEHICULOS CON DEFECTOS		VEHICULOS SIN DEFECTOS		VEHICULOS SIN DEFECTOS		VEHICULOS SIN DEFECTOS		VEHICULOS SIN DEFECTOS	
		VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS	VEHICULOS
1000-1000		☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒		☒							
1000-1000		☒ ☒ ☒ ☒		☒							
1000-1000		☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒		☒							
1000-1000		☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒		1							
1000-1000		☒ ☒ ☒		1							
1000-1000		☒ ☒ ☒ ☒									
TOTAL		145		10							

Elaborado: [Firma]

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

FORMULARIO N° 5

UBICACION: *Centro Páramo*  
 MUNICIPIO: *San Antonio de los Baños*  
 PARISH: *Barro Colorado*

ESTACION: *2*  
 FECHA: *Domingo*  
 AÑO: *11-06-2023*

CATEGORIA	TIPO DE VEHICULO										TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1000-1200	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
1200-1400	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
1400-1600	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								
1600-1800	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
1800-2000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
2000-2200	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
TOTAL	113										9	

Elaborado: *[Signature]* Verificado: *José Luis Sandoz*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

FORMULARIO N° 6

UBICACION: *Centro Páramo*  
 MUNICIPIO: *San Antonio de los Baños*  
 PARISH: *Barro Colorado*

ESTACION: *2*  
 FECHA: *Domingo*  
 AÑO: *12-06-2023*

CATEGORIA	TIPO DE VEHICULO										TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1000-1200	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
1200-1400	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
1400-1600	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
1600-1800	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
1800-2000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
2000-2200	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								
TOTAL	63										5	

Elaborado: *[Signature]* Verificado: *[Signature]*



**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

COMANDO EN JEFE: [7] PUNTAO  
 INSTITUCION: Comando en Jefe de la Fuerza Armada de Ecuador  
 CIUDAD: Azuay  
 FECHA: 13-06-2022

CATEGORIA	VEHICULOS					MOTOCICLETAS				MOTOCICLETAS		TOTAL
	Autos	Camiones	Autobuses	Tractores	Camiones	Autos	Camiones	Autobuses	Tractores	Autos	Camiones	
1000-1500	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
1500-2000	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>						
2000-2500	<input type="checkbox"/>											
2500-3000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
3000-3500	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
TOTAL	50					2						

AUTOS: ~~50~~      MOTOCICLETAS: ~~2~~