

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERA CIVIL

**ESTUDIO DE LA UTILIZACIÓN DE DESECHOS ESPECIALES (ESCORIA)
PROVENIENTE DE BATERÍAS DESECHADAS DE VEHÍCULOS EN MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN CALIENTE MEDIANTE EL PROCESO EN SECO.**

AUTOR:

CONSTANTE VELOZ SLENDI MAYTE

DIRECTOR:

ING. GUSTAVO YÁNEZ.

Quito,2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Lenis Veloz por ser el pilar más importante en mi vida, por su apoyo y amor incondicional, por ser mi ejemplo y enseñarme a luchar por mis sueños. A ti de lo debo todo.

A mis abuelitos Mario y Cecilia, quienes son la luz de mi vida, gracias por acompañarme en cada paso y siempre confiar en mí.

A mis tíos Doris, Mario y David por compartir conmigo buenos y malos momentos por regalarme mi tesoro más grande mis ahijados Monse y Dylan gracias por sus sonrisas y amor que me motivan para seguir adelante.

A la persona que cambió mi vida, por su paciencia y amor, por compartir los mejores momentos y la pasión por la misma carrera, el amor de mi vida Kevin.

A todas las personas que me brindaron su ayuda a lo largo de mi carrera, mi mejor amiga Ely, amigas del colegio Pao y Danny y amigos de la universidad.

Y finalmente a mis mascotas, mi amor por los animales es tan grande que el trabajo también lo dedico a mi gatita y perritas que llenan mi vida de alegría, Melcocha, Yany, Angelita, Maggui y Pequeña.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen María por guiar mis pasos y nunca abandonarme en ningún momento de mi vida, gracias a la fe inculcada por mi familia que me llena de fuerza para seguir mis sueños.

Un agradecimiento especial a la Planta Asfáltica Naranjo-Ordoñez y Baterías Ecuador Fabribat CIA LTDA, por su apoyo y ayuda en el proyecto investigativo.

A mi tutor, revisores y profesores por sus conocimientos impartidos a lo largo de la carrera me enseñaron amar lo que hago y sobre todo que ingeniería es pasión. A todo el personal de la facultad de ingeniería secretarios, laboratoristas, conserjes y pinkcitas gracias por la linda amistad que se ha formado durante estos 5 años.

A mi madre por ser una mujer valiente y luchadora, por sacar adelante a su hija sola y nunca rendirse frente a las adversidades que tuvo en su camino, a mis abuelitos me faltaría la vida para agradecer lo que ustedes hacen por mi día a día, A toda mi familia que han sido pilares de apoyo en mi vida, este logro es por y para ustedes.

A mi novio, por ser mi amigo, confidente, cómplice, por enseñarme el verdadero significado de enamorarse, por tu apoyo incondicional desde que nos conocimos, siempre juntos de la mano.

A mis amigas del colegio por siempre contar con su amistad, apoyo, consejos, y siempre escucharme así estemos a la distancia. Amigos de la Universidad, gracias por aguantar mi dictadura y siempre ser más que compañeros amigos, la amistad que formamos perdure durante mucho tiempo.

A todas las personas que de una forma directa o indirecta colaboraron con un granito de arena para culminar mi profesión, a la persona que me motivó seguir esta carrera llena de retos y sacrificios, pero la más linda del mundo Ing. Gonzalo Franco.

TABLA DE CONTENIDOS

Índice de imágenes.....	iv
Índice de tablas.....	iv
Índice de ilustraciones.	v
Índice de anexos.....	v
RESUMEN.....	vi
CAPÍTULO I	1
1. DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES	1
1.1 Generalidades.	1
1.1.1 Materiales pétreos.	1
1.1.1.1 Conceptos.....	1
1.1.1.2 Propiedades materiales pétreos.....	2
1.1.2 Cemento Asfáltico.....	6
1.1.2.1 Conceptos.....	6
1.1.2.2 Propiedades del Cemento Asfáltico.....	6
1.2 Definiciones generales.	8
1.2.1 Mezclas Asfálticas.	8
1.2.1.1 Concepto.....	8
1.2.1.2 Propiedades requeridas en las mezclas.....	8
1.2.2 Diseño de una Mezcla Asfáltica en caliente mediante el Método Marshall...9	
1.2.2.1 Diseño Marshall	9
1.3 Desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.....	10
1.3.1 Antecedentes.....	10
1.3.2 Concepto.....	10
1.3.3 Proceso de reciclaje de baterías plomo ácido usadas.	10
1.3.4 Características.....	12
CAPITULO II	13
2 DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DE AGREGADOS, CEMENTO ASFÁLTICO Y MEZCLAS ASFÁLTICAS	13
2.1 Ensayos de agregados.	13
2.1.1 Granulometría.....	13
2.1.2 Equivalente de arena.....	14
2.1.3 Desgaste de los agregados gruesos en la máquina de los ángeles.....	15
2.1.4 Durabilidad de los agregados a la acción de los sulfatos.....	16

2.1.5	Gravedad específica de los agregados y absorción del agua.	17
2.1.6	Cuadro de resumen caracterización Agregados Pétreos.	18
2.2	Ensayos de Cemento Asfáltico.	19
2.2.1	Gravedad Específica.	19
2.2.2	Penetración.	19
2.2.3	Punto de reblandecimiento.	21
2.2.4	Punto de inflamación y combustión.	22
2.2.5	Ductilidad.....	23
2.2.6	Viscosidad.	24
2.2.7	Ensayo del horno de película delgada rodante.	25
2.2.8	Cuadro de resumen caracterización AC-20 Asfalto Original.	26
2.2.9	Cuadro de resumen caracterización AC-20 Asfalto.....	26
2.3	Ensayos de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.	27
2.3.1	Granulometría.....	27
2.3.2	Gravedad específica.....	27
2.3.3	Porcentaje de absorción de agua.	28
2.4	Mezcla asfáltica en caliente con desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías de vehículos mediante el proceso en seco.	29
CAPITULO III	30
3 DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS	30
3.1	Diseño de mezclas asfálticas en caliente Método Marshall.....	30
3.1.1	Determinación del porcentaje óptimo de asfalto para mezclas asfálticas en caliente.....	30
3.1.1.1	Mezcla del agregado.....	30
3.1.1.2	Cálculo del porcentaje teórico de asfalto	32
3.1.1.3	Análisis de vacíos.....	33
3.1.1.3.1	Dimensiones de briquetas.....	35
3.1.1.4	Ensayo Rice	36
3.1.1.4.1	Densidad máxima teórica	37
3.1.1.5	Estabilidad y fluencia	38
3.1.1.5.1	Ensayo Marshall.....	39
3.1.1.6	Gráficos del diseño	40
3.1.2	Determinación del porcentaje óptimo de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco.	43
3.1.2.1	Mezcla de agregado con escoria	43

3.1.2.1.1 Mezcla de agregado, 100% Agregado pétreo y 0% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco.....	43
3.1.2.1.2 Mezcla de agregado, 95% Agregado pétreo y 5% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco	44
3.1.2.1.3 Mezcla de agregado, 85% Agregado pétreo y 15% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco	45
3.1.2.1.4 Mezcla de agregado, 75% Agregado pétreo y 25% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco	46
3.1.2.1.5 Mezcla de agregado, 65% Agregado pétreo y 35% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco	47
3.1.2.2 Dimensiones de briquetas con 5%,15%,25%,35% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículo.....	48
3.1.2.3 Densidad Máxima Teórica.....	49
3.1.2.4 Ensayo Marshall.....	50
3.1.2.5 Gráficos del diseño	51
CAPÍTULO IV	54
4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	54
4.1 Mezclas Asfálticas en caliente método Marshall.	54
4.2 Mezclas Asfálticas modificada con desechos especiales (escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos por vía seca.	54
CAPÍTULO V	56
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
5.1 Conclusiones.....	56
5.2 Recomendaciones.....	58
Bibliografía.....	59
Anexos.....	61

Índice de imágenes.

Imagen 1.1 Compactador Marshall.	9
Imagen 2.1 Granulometría Agregado Grueso y Agregado Fino.....	14
Imagen 2.2 Ensayo Equivalente de Arena.	15
Imagen 2.3 Desgaste de los agregados gruesos en la máquina de los ángeles.	16
Imagen 2.4 Durabilidad de los agregados a la acción de los sulfatos..	17
Imagen 2.5 Gravedad específica agregado fino.	18
Imagen 2.6 Gravedad específica agregado grueso	18
Imagen 2.7 Gravedad específica, método del picnómetro.	19
Imagen 2.8 Ensayo de penetración.....	20
Imagen 2.9 Equipo ensamblado para el ensayo de punto reblandecimiento.....	21
Imagen 2.10 Punto de combustión.....	22
Imagen 2.11 Ensayo de ductilidad.	23
Imagen 2.12 Tubos capilares para viscosidad cinemática.	24
Imagen 2.13 Ensayo de viscosidad rotatoria.....	24
Imagen 2.14 Horno para el ensayo de película delgada rodante.....	25
Imagen 2.15 Desechos Especiales (Escoria).....	27
Imagen 2.16 Ensayo de gravedad específica de la escoria.	28
Imagen 2.17 Ensayo de absorción.....	28
Imagen 3.1 Briquetas con Escoria.....	34
Imagen 3.2 Análisis de vacíos.....	34
Imagen 3.3 Mezcla suelta.....	36
Imagen 3.4 Equipo para el ensayo Rice.....	36
Imagen 3.5 Ensayo de estabilidad y flujo Marshal.	38

Índice de tablas.

Tabla 2.1 Tamices utilizados en la granulometría.....	13
Tabla 2.2 Equivalente de Arena.	15
Tabla 2.3 Caracterización Agregados Pétreos.....	20
Tabla 2.4 Penetración.	20
Tabla 2.5 Caracterización AC-20 Asfalto Original.....	26
Tabla 2.6 Caracterización AC-20 Asfalto Envejecido.....	26
Tabla 2.7 Cantidad de desechos especiales.....	29
Tabla 4.3 Comparación.	29

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1.1 Clasificación del árido natural granular	2
Ilustración 1.2 Propiedades geométricas de los Áridos.....	3
Ilustración 1.3 Propiedades físicas de los Áridos.....	4
Ilustración 1.4 Propiedades Mecánicas y Químicas de los Áridos.....	5
Ilustración 1.5 Propiedades del Asfalto.....	7
Ilustración 1.6 Propiedades requeridas en las mezclas.....	8
Ilustración 1.7 Proceso de reciclaje de baterías plomo ácido usadas.....	10
Ilustración 2.1 Tipos de Gravedad Específica.....	17

Índice de anexos.

Anexo A MOP 001-T 405.5.4	61
Anexo B Reporte de Análisis anuales de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.....	62
Anexo C Ministerio del Ambiente Oficio Nro. MAE-SCA-2017-1491.....	68
Anexo D MOP 001-T 405.5.1	70
Anexo E MOP 001-T 810.2.1	71
Anexo F INEN 2515 Enmienda 1 T-8.....	72
Anexo G Caracterización de los agregados de la Planta Asfáltica Naranjo-Ordoñez.....	73
Anexo H Caracterización del Cemento Asfáltico AC-20 planta asfáltica Naranjo-Ordoñez.....	87
Anexo I Caracterización de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.....	98
Anexo J Gráficos de Flujo-Estabilidad Mezcla Asfáltica Original Método Marshall... ..	101
Anexo K Gráficos de Flujo-Estabilidad Mezcla Modificada.....	106
Anexo L Ubicación del proyecto.....	111

RESUMEN

En la actualidad el impacto ambiental que es generado por el desecho inadecuado de baterías de vehículos usados se evidencia por los altos niveles de contaminación que ocasiona un daño al medio ambiente y a la salud de los seres vivos, esta problemática genera una gran preocupación a la sociedad. Según datos obtenidos en una investigación realizados por la Fundación Pro-ambiente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador una pila de reloj podría llegar a contaminar 600 mil litros de agua, por ello la necesidad de poner en práctica el uso de las tres “R” “reducir, reutilizar y reciclar”. Con el fin de obtener resultados de producción más amigable para el planeta con responsabilidad social.

El reciclaje de las baterías desechadas es un hábito que están adquiriendo las empresas ecuatorianas productoras de este elemento indispensable que hace que un vehículo pueda funcionar, según estadísticas obtenidas de varios años al menos 100 millones de baterías al año llegan a su fin, un 90% es utilizada para producir nuevas baterías y un 10% son depositadas en un pozo considerado como un botadero de baterías que contiene una cantidad increíble de ácido.

Las baterías desechadas constituyen un grave problema medioambiental en Ecuador y en el mundo. Las principales dificultades generadas por este residuo tienen que ver con su disposición final una vez cumplida su vida útil, son vertidos en basureros o rellenos sanitarios y en otros casos a terrenos baldíos, acequias, caminos vecinales, causes de agua, etc. La inconciencia de la gente al realizar este acto genera grandes daños a la salud de los seres vivos y al medio ambiente.

Los daños ocasionados a las personas que están en contacto con este residuo hacen que la empresa analice opciones de reutilización de este desecho. Para el uso de la escoria se realiza análisis de desechos sólidos anualmente, el cual representa un análisis químico de los compuestos del residuo y cumple con las normas establecidas para su reutilización.

Una de las opciones para aprovechar este material es incorporarlo a la construcción, en el proyecto realizado se enfocó en incluir en las mezclas asfálticas en caliente mediante el proceso en seco.

Para el proyecto se utilizó agregados y cemento asfáltico de la Planta Asfáltica Naranja Ordoñez y los desechos especiales fueron facilitados por la empresa Baterías Ecuador

Fabribat CIA LTDA que cuentan con grandes cantidades de este material que están disponibles para investigación.

El estudio se realizó añadiendo en peso paulatinamente en porcentajes de 5%, 15%, 25% y 35% de escoria, para examinar el comportamiento que tendrá la mezcla asfáltica modificada.

En el trabajo de disertación se analiza mezcla asfáltica original con la modificada analizando si existe un incremento en la estabilidad y flujo de la mezcla modificada, tomando en cuenta la relación de vacíos que caracteriza la calidad de una mezcla. Como inicio del trabajo se define los materiales a utilizarse con sus respectivas propiedades , seguido de los ensayos realizados y utilidad de estos, finalmente se presenta el análisis de los resultados de la mezcla asfáltica modificada y sí la integración de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas modifica las características de las mezclas asfálticas en caliente por vía seca , mejorando sus propiedades mecánicas o el rendimiento de los materiales al momento de ser usado en la mezcla.

OBJETIVOS.

Objetivo general:

Estudiar la utilización de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos en mezclas asfálticas en caliente mediante el proceso en seco.

Objetivos específicos:

- Calificar y definir las características de los agregados pétreos provenientes de la planta asfáltica Naranjo- Ordoñez utilizado para las mezclas asfálticas en caliente mediante el proceso en seco.
- Caracterizar el cemento asfáltico AC-20 y determinar si cumple con las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes reglamentado por el Ministerio de obras Públicas y comunicaciones MOP-001-F-2002.
- Determinar el porcentaje óptimo de asfalto en mezclas asfálticas en caliente mediante el proceso en seco utilizando el diseño Marshall.
- Establecer el porcentaje óptimo de desechos especiales (Escoria) en mezclas asfálticas en caliente mediante el proceso en seco.
- Comparar los resultados obtenidos con la mezcla original y la mezcla con adición de desechos especiales (Escoria).
- Evaluar los cambios de las características de la mezcla asfáltica ocasionada por el remplazo del material fino en porcentajes de 5%, 15%, 25% y 35% de desechos especiales (Escoria).

CAPÍTULO I

1. DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES.

1.1 Generalidades.

1.1.1 Materiales pétreos.

Es el elemento más utilizado en la construcción, los agregados pétreos son de origen natural por esta razón se han realizado investigaciones de componentes que puedan sustituir estos materiales y que brinden las propiedades que estos ofrecen como es la resistencia, la facilidad de mezclar con otro tipo de componente de diferente naturaleza y formar un nuevo material de construcción. Sin embargo, este material se presenta como irremplazable por lo tanto es transcendental el estudio y caracterización de los agregados.

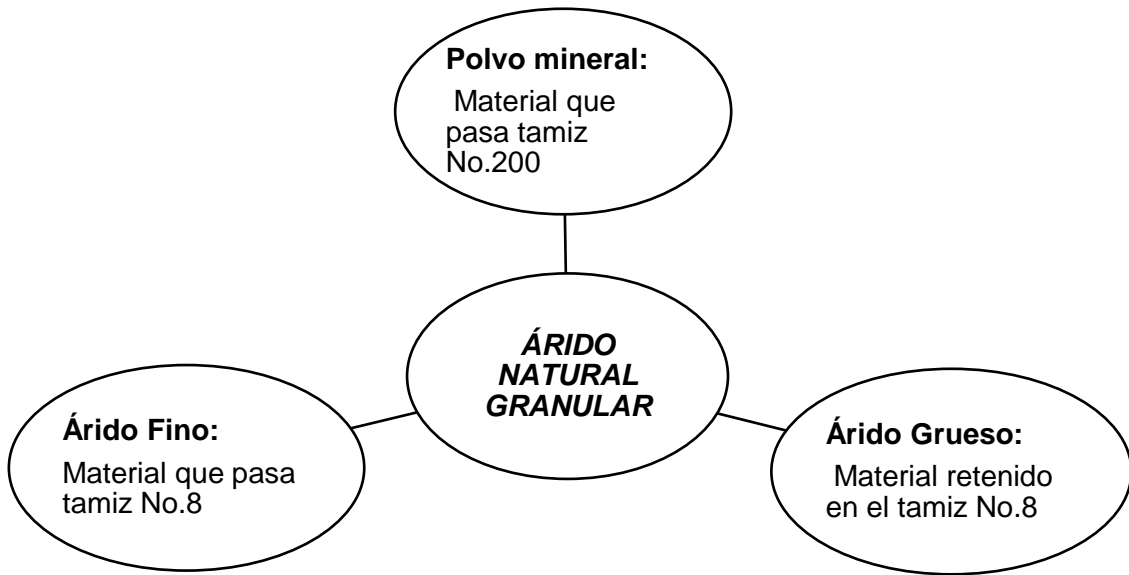
La aplicación de los áridos en la construcción es muy amplia por ello los conceptos relacionan directamente con el campo de la construcción, de modo que definir sus propiedades geométricas, físicas, mecánicas y químicas es de gran importancia. Además, el material debe cumplir con las especificaciones que están establecidas para su uso que en este caso es para elaboración de pavimento.

1.1.1.1 *Conceptos.*

En la definición de un árido se encuentra conceptos de diversos autores, lo cual permite condensar una definición que generaliza el concepto de este. Al árido se lo determina como un material granular inerte que posee diferente tamaño de grano, también se lo define como un fragmento de roca utilizado en la construcción. (Bustillo, Durán, & Fueyo, 2014).

La clasificación de los áridos es muy extensa ya que depende del parámetro que se desee evaluar para determinar el árido, para el presente trabajo se utilizó un material granular que proviene de las canteras, en el siguiente esquema se especifica la clasificación de dicho material y la descripción de cada uno:

Ilustración 1.1 Clasificación del árido natural granular

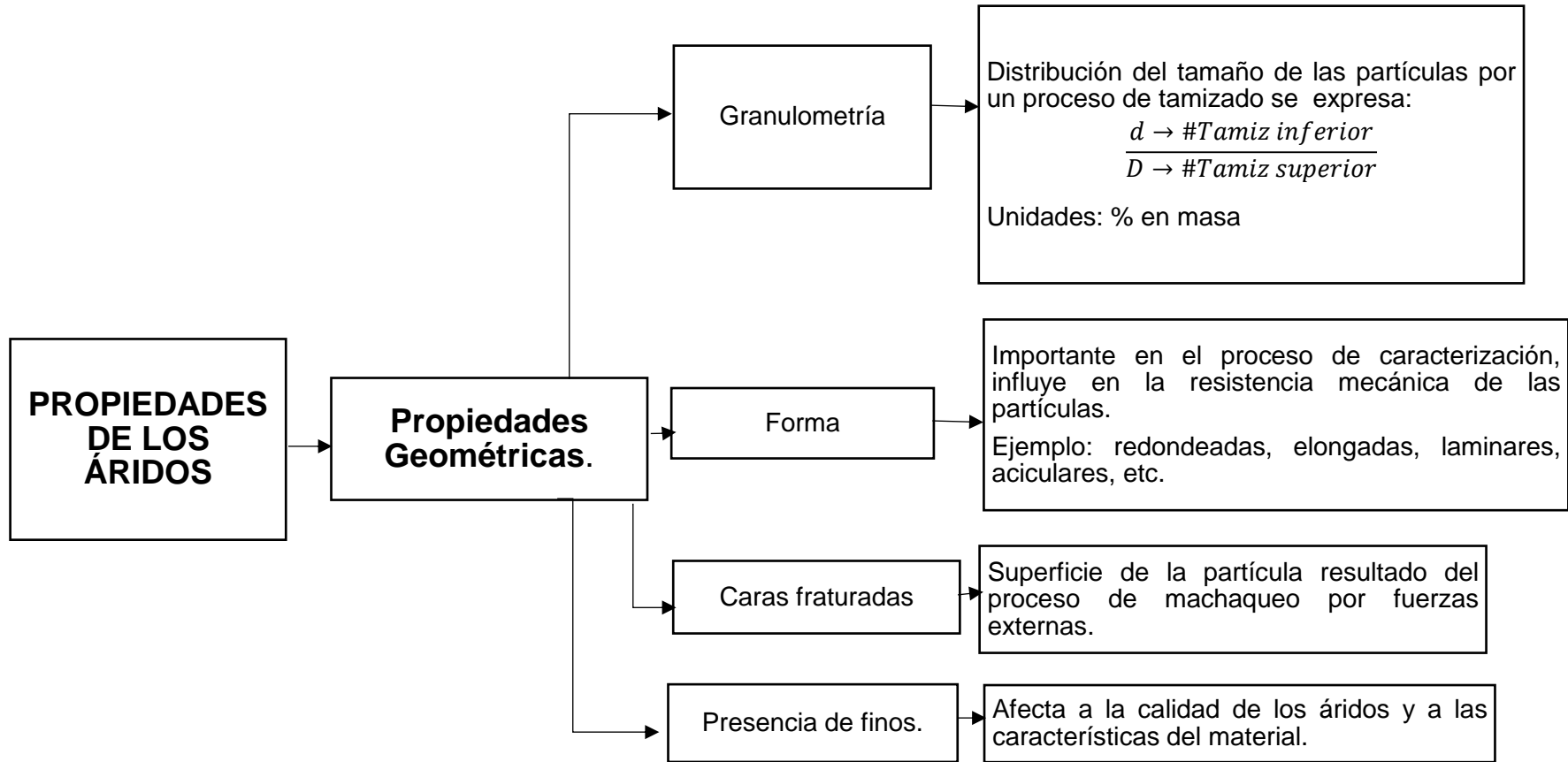


Fuente: Manual del Asfalto 1982.

1.1.1.2 *Propiedades de los materiales pétreos.*

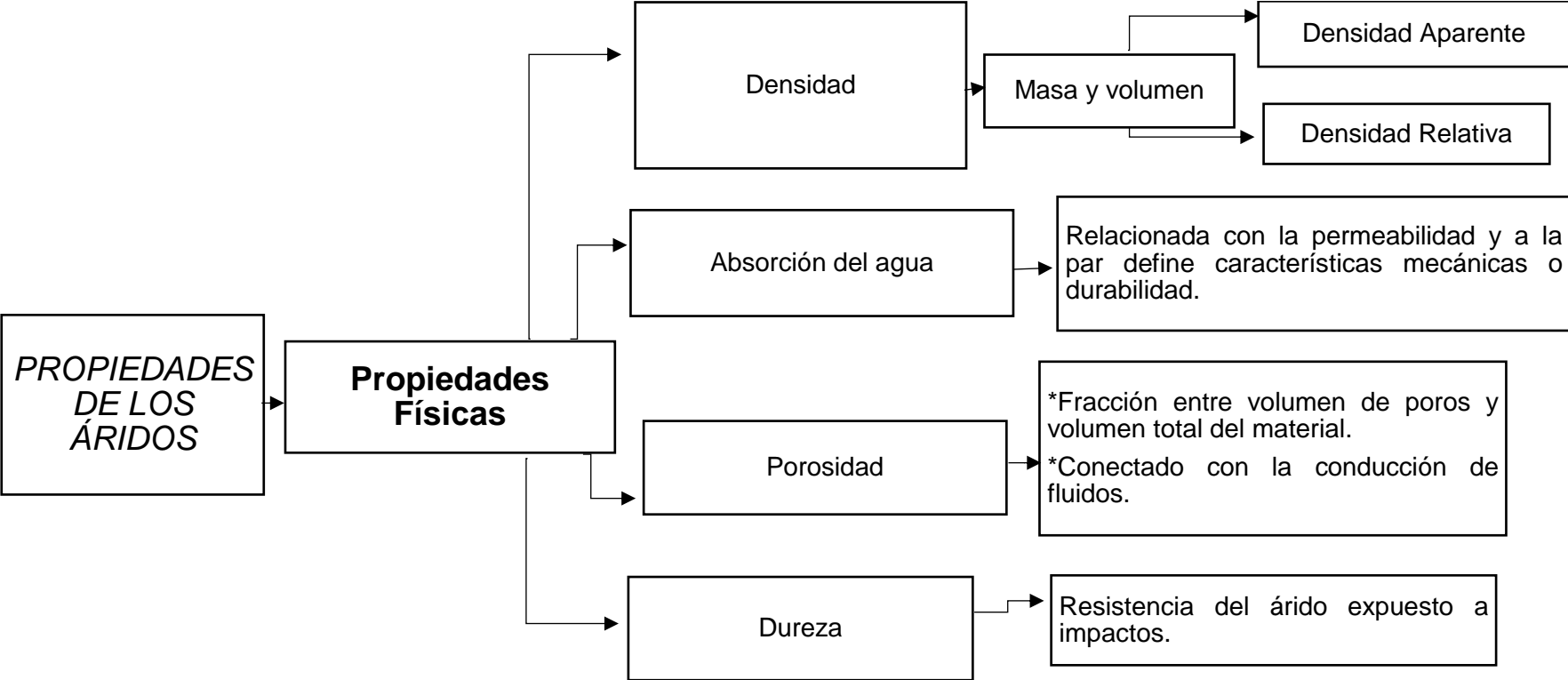
La descripción de las propiedades geométricas, físicas, mecánicas y químicas de los áridos determina el resultado final de la mezcla asfáltica, influye en la adherencia, resistencia, permeabilidad, características antideslizantes, etc. En los siguientes mapas conceptuales se determinan las propiedades más importantes de los agregados.

Ilustración1.2 Propiedades geométricas de los Áridos.



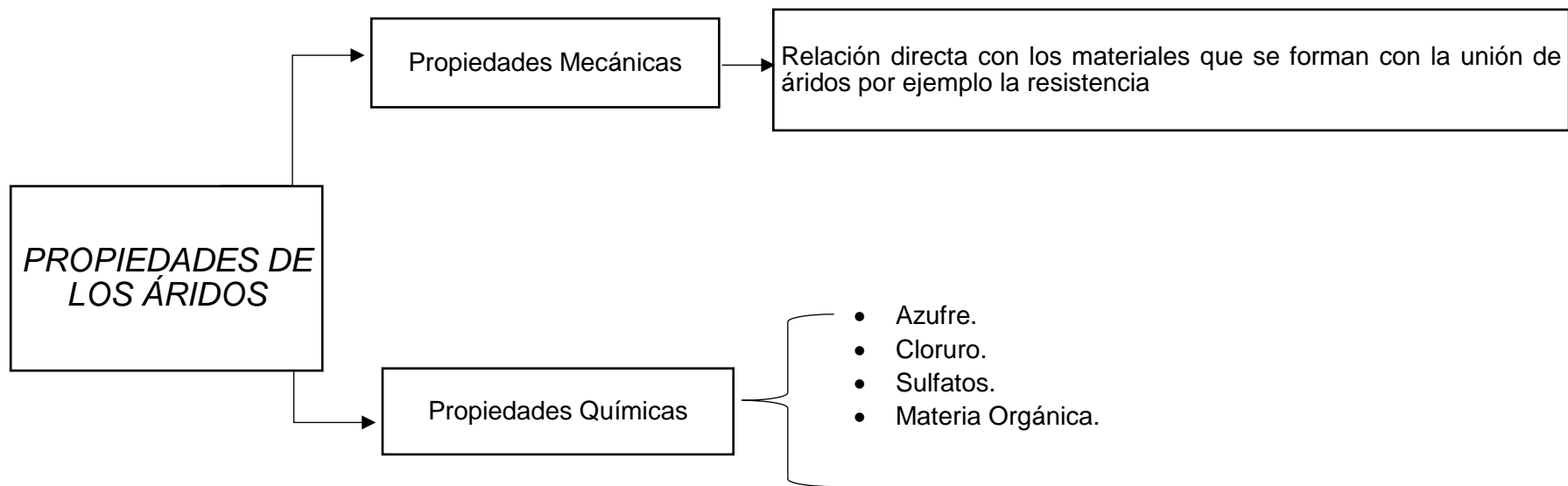
Fuente: Manual de Áridos 2014.

Ilustración 1.3 Propiedades físicas de los Áridos.



Fuente: Manual de Áridos 2014.

Ilustración 1.4 Propiedades Mecánicas y Químicas de los Áridos.



Fuente: Manual de Áridos 2014

1.1.2 Cemento Asfáltico.

Los derivados del petróleo son comúnmente usados en varios productos que se elaboran a diario, el primero en usarse fue el asfalto. A lo largo de la historia se han hecho investigaciones sobre el uso de dicho material, por ejemplo, se ha utilizado como impermeabilizante de paredes en palacios de gobernantes de varios imperios, también fue utilizado para la construcción de amplios baños uniendo ladrillos con capas de asfalto de hasta 2.5 cm, inclusive fue destinado para la preparación de momias egipcias.

La aplicación del asfalto ha marcado un gran avance en el desarrollo de la construcción de vías de primer nivel y buena calidad, su versatilidad en varios métodos de aplicación logra que este material se pueda usar de diferente manera como es fundido, disuelto en gasolina, aceites o con agua como es el caso de la emulsión asfáltica. La definición y la caracterización de este elemento es primordial ya que se encarga de la unión con los materiales pétreos obteniendo como resultado la mezcla asfáltica.

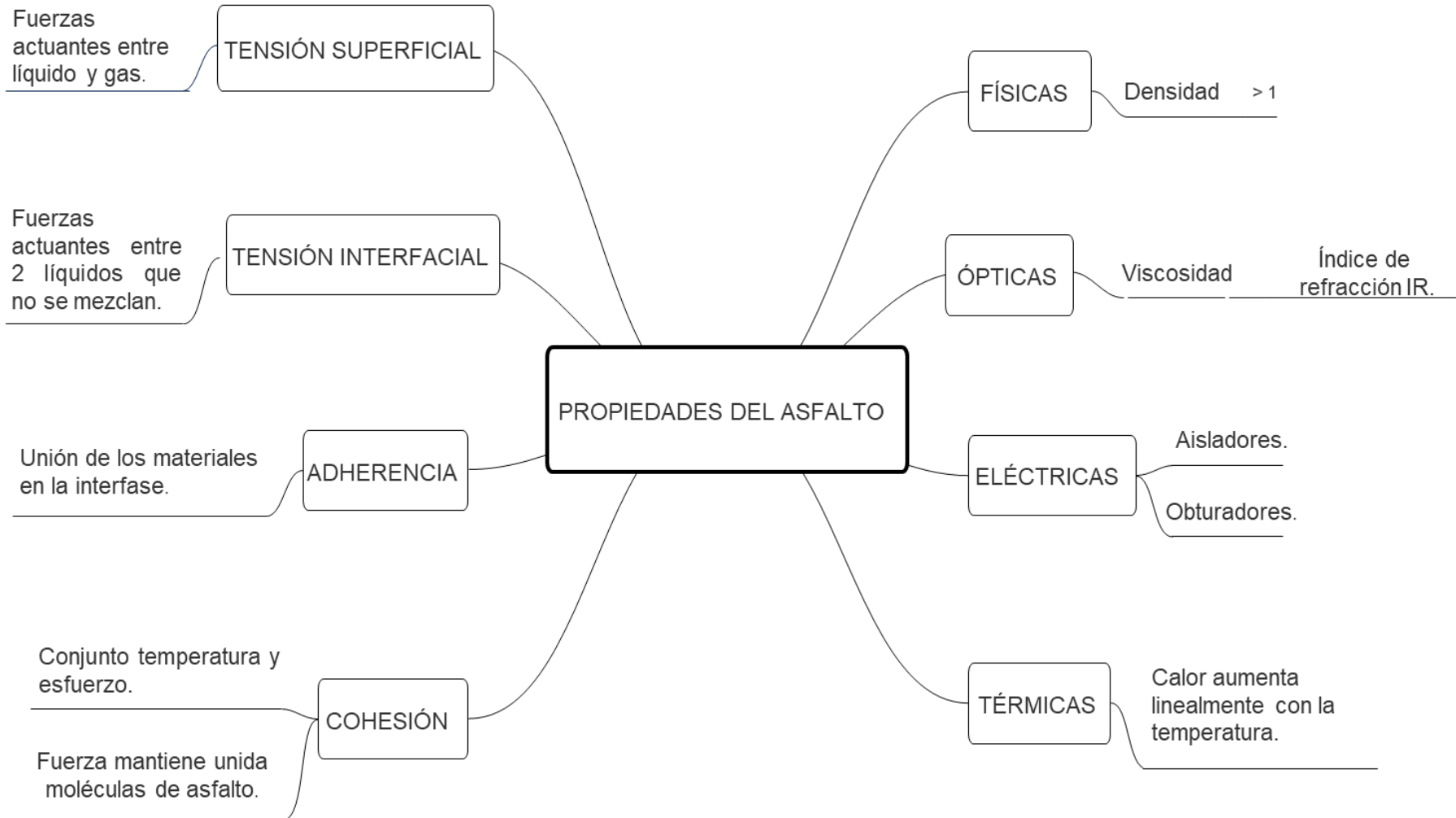
1.1.2.1 Concepto.

El asfalto es definido como un material aglomerante que se presenta con una consistencia sólida, semi-sólida o líquida proveniente de la destilación de petróleo. (The Asphalt Institute, 1982).

1.1.2.2 Propiedades del Cemento Asfáltico.

La descripción de las propiedades del asfalto determina los beneficios y utilidades que se puede aprovechar del material. A continuación, se detalla cada una de ellas:

Ilustración 1.5 Propiedades del Asfalto.



Fuente: El Asfalto su composición propiedades y usos 1962 y Pavimentos: materiales, construcción y diseño 2015.

1.2 Definiciones generales.

1.2.1 Mezclas Asfálticas.

1.2.1.1 Concepto.

Las mezclas asfálticas resultan de la combinación de agregados pétreos y ligantes asfálticos, son producidas en plantas mezcladoras y en ocasiones se elaboran in situ. (Rondón, 2015)

1.2.1.2 Propiedades requeridas en las mezclas.

Ilustración 1.6 Propiedades requeridas en las mezclas.



Fuente: Pavimentos: materiales, construcción y diseño 2015.

1.2.2 Diseño de una Mezcla Asfáltica en caliente mediante el Método Marshall.

Para obtener las propiedades requeridas en las mezclas asfálticas descritas anteriormente se define la calidad idónea para su fabricación para ello se realiza un estudio al diseño de las mezclas asfálticas ya que de este depende los daños que se pueden presentar en el pavimento.

1.2.2.1 Diseño Marshall.

Este método se utiliza para las mezclas que se derivan de la composición de áridos y cemento asfáltico.

El diseño Marshall determina el porcentaje óptimo de asfalto que debe ser usado en la mezcla, presenta varias propiedades como es el peso específico, el porcentaje de vacíos, estabilidad y flujo definidos para el diseño.

(The Asphalt Institute, 1982) manifiesta que este método puede ser usados en materiales de partícula máxima de 1 pulgada.

Esta metodología consiste en la elaboración de briquetas con medidas de 6.35 centímetros de espesor y 10 centímetros de diámetro, estas briquetas son compactadas en un martillo denominado compactador Marshall y el número de golpes en cada cara depende del tráfico que la infraestructura de carretera estará sometida, está especificado en la MOP-001 Tabla 405.5.4. (Anexo A). Se realiza 3 briquetas para cada porcentaje de asfalto a fin de encontrar el porcentaje de asfalto óptimo de la mezcla. Con las briquetas realizadas se procede a determinar los ensayos estabilidad y flujo que serán detallados más adelante.



Imagen 1.1 Compactador Marshall.

1.3 Desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.

1.3.1 Antecedentes.

Dentro de la lista del Ministerio del Ambiente acerca de residuos peligrosos cataloga como perjudicial para la salud humana y el medio ambiente a las baterías de plomo ácidos usadas proveniente de vehículos. Este elemento pone andar al vehículo y es indispensable para el automotor sin embargo cuando cumple su período de vida útil pasa de ser un elemento esencial a uno muy peligroso que pone en riesgo al medio ambiente y a la salud.

La falta de infraestructura y de servicios para reciclar de forma adecuada este material hace que sea peligroso, las consecuencias ambientales son innumerables como es la contaminación del suelo, acuíferos, etc. Por esta razón afecta al ser humano. La importancia del manejo de estos desechos especiales hace que cada día el hombre se ingenie la manera de dar utilidad a estos desechos y poner en práctica el reciclaje la reutilización y el tratamiento para reducir su peligrosidad.

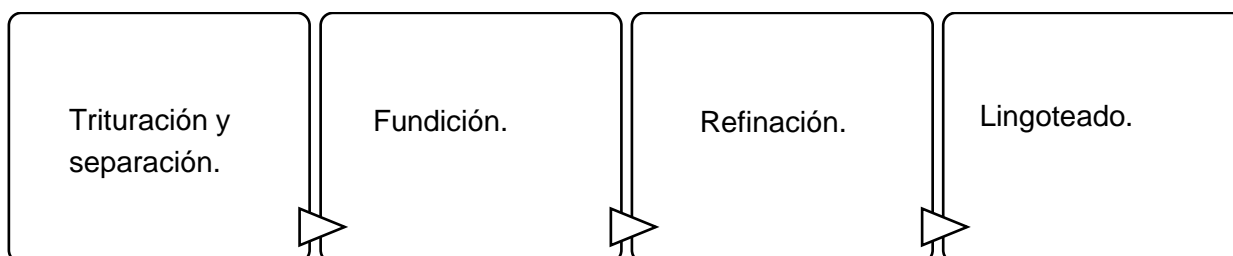
Por este motivo se puso en marcha la construcción de plantas de reciclaje de baterías plomo ácido usadas, en nuestro país se está presentando paulatinamente sin embargo existen industrias artesanales que se dedican al reciclaje siendo aún más peligroso por no tener la seguridad apropiada. El reciclar este elemento desarrolla de forma potencial el manejo de residuos industriales.

1.3.2 Concepto.

La escoria proviene del proceso de fundición del plomo obtenido de las baterías usadas en mezcla con aditivos como carbón, viruta de hierro y sosa cáustica.

1.3.3 Proceso de reciclaje de baterías plomo ácido usadas.

Ilustración 1.7 Proceso de reciclaje de baterías plomo ácido usadas.



Fuente: Manifestación de Impacto Ambiental Residuos peligrosos.

A continuación, se presenta el proceso detallado de reciclaje de baterías plomo ácido usadas en donde se obtiene el residuo denominado escoria después de la fundición de estas baterías.

a) Trituración y separación:

La etapa inicial del proceso de reciclaje de plomo de baterías fuera de uso empieza por la apertura de cajas, rotura y separación de componentes; la cual permite aislar los diferentes materiales que componen las baterías usadas para su posterior reciclaje. Las actividades en esta etapa son:

- Extracción de electrolito: manualmente se saca los tapones de la batería, extrayendo el electrolito a través de un proceso físico de decantación; el cual se almacena en un tanque colector resistente al ataque del ácido y se neutraliza mediante el uso de Carbonato de Calcio (CaCO_3).
- Rotura de Baterías: una vez separado el ácido de las baterías, estas son cortadas, separando la tapa y carcasa para que permita sacar los insertos y placas de plomo (Scrap).
- Separación de insertos y pasta de plomo: Cuando las baterías se encuentran fragmentadas, se separarán estos componentes acumulando el plomo en contenedores para su posterior gestión.
- Separación del polipropileno (PP): Se aísla el polipropileno de la batería, acumulándose para su comercialización a gestores de residuos para efectuar el reciclado.

b) Fundición:

La siguiente etapa del proceso consiste en alimentar el plomo obtenido de las baterías usadas (Scrap) al horno rotativo para su fundición en mezcla con aditivos como carbón, viruta de hierro y sosa cáustica que ayuda al proceso reductor del plomo en el horno.

Los gases y escorias emitidas desde el horno de fundición se combustionan en una cámara de cemento y ladrillo incombustible por donde fluyen los gases de fundición en su proceso hacia la salida del sistema; en este proceso sedimentarán parcialmente las partículas pesadas.

El procedimiento evita la contaminación de la atmósfera ya que su equipo de oxidación genera una escoria alcalina la cual se encarga de retener en gran cantidad los sulfuros producidos y de esta manera impide parcialmente la contaminación.

La combustión será de baja emisiones puesto que utiliza quemadores de gas natural como es el oxígeno, el oxígeno genera un proceso eficiente en la atmósfera de bajo volumen de monóxido de carbono y nitrógeno. Al finalizar el proceso se produce el vaciado del horno, en donde se obtiene el plomo que luego será refinado.

c) Refinación.

Terminado el proceso de fundición, se realiza la limpieza del plomo metálico obtenido libre de óxidos y escorias residuales, la finalidad de este proceso es extraer todas las impurezas que pueden perjudicar las propiedades del material adicionando varios metales para conseguir un producto homogéneo, el material que es separado después de extraer el plomo es el residuo denominado escoria.

La escoria es alimentada al nuevo lote de fundición para agotar la extracción del plomo. Es esencial que todos los subproductos entren en un reproceso para recuperar en su totalidad el plomo y demás componentes.

d) Lingoteado.

Esta última etapa del procedimiento se bombea el plomo a un molde con una forma de lingote, en este molde se deja enfriar y endurecer el material se procede a desmoldar manualmente y se guarda para su comercialización o nuevas baterías.

1.3.4 Características.

Un desecho peligroso puede impactar al medio ambiente y a la salud, se debe evitar su mal uso y su disposición final. Se busca dar utilidad a este residuo para ello se realizaron varios análisis de desechos sólidos para determinar si es un residuo peligroso basándose en normas como es la EPA 6020 B/ MM-AG/S-39, estos análisis definen los componentes que posee el residuo y la cantidad correspondiente.

Por el Ministerio del Ambiente es catalogada como un desecho no peligroso debido a que se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles basados en la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Los análisis realizados para la utilización del residuo en el presente proyecto se realizan anualmente definiendo como un residuo que puede ser reutilizado como se observa en los análisis de desechos sólidos realizados desde el 2014 (ANEXO B).

CAPÍTULO II

2 DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DE AGREGADOS, CEMENTO ASFÁLTICO Y MEZCLAS ASFÁLTICAS.

2.1 Ensayos de agregados.

2.1.1 Granulometría.

Normas: AASHTO T27, ASTM C136, INEN 696.

Este ensayo corresponde a la determinación de las propiedades geométricas del agregado, permite definir la distribución de tamaños de las partículas que componen el árido por medio de un proceso de tamizado en el cual se coloca tamices de diferentes aberturas. Los tamices utilizados se ubican de manera descendente es decir de mayor a menor, a continuación, se detalla el cuadro de los tamices utilizados en el siguiente orden:

Tabla 2.1 Tamices utilizados en la granulometría.

Abertura Tamiz	mm
1	25.4
3/4	19
1/2	12.50
3/8	9.50
#4	4.75
#8	2.36
#30	0.630
#50	0.315
#100	0.149
#200	0.075

La granulometría de los agregados debe cumplir con las especificaciones de la tabla 405-5.1 MOP - 001 – F-2002 (Anexo D).



Imagen 2.1 Granulometría Agregado Grueso y Agregado Fino

2.1.2 Equivalente de arena.

Normas: AASHTO T-176, ASTM D 2419.

La finalidad del ensayo es evaluar la cantidad de polvo fino y material arcilloso que se encuentra adherido al agregado fino. La muestra utilizada para el ensayo en la cual se determina el porcentaje de equivalente de arena corresponde al material pasante el tamiz #4. La cantidad de este material fino o arcilloso resulta dañino para la mezcla final, por ello se realiza el ensayo de forma rápida y puede realizarse en campo si es necesario.

El equivalente de arena se expresa en porcentaje y según las normas establecidas se debe realizar al menos dos ensayos por el mismo operador con un intervalo de tiempo de 3 minutos.

Según las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP - 001-F 2002 establece porcentaje mínimos según el tráfico que pasara por el pavimento y dependiendo de la capa de estructura del pavimento que el material formara parte, se presenta a continuación:

Tabla 2.2 Equivalente de Arena.

	Equivalente de Arena	
	Tráfico Liviano y Mediano	Tráfico Pesado
Base	35	40
Capa de Rodadura	45	50

Fuente: Especificaciones MOP - 001 – F,2002, p VIII-83.

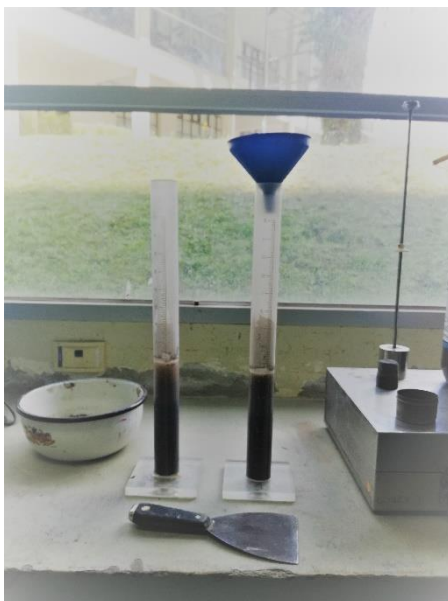


Imagen 2.2 Ensayo Equivalente de Arena.

2.1.3 Desgaste de los agregados gruesos en la máquina de los ángeles.

Normas: AASHTO T-96, ASTM C-131, INEN 861; 860.

El propósito de este ensayo es definir la resistencia del agregado al desgaste debido a la fricción. La prueba se realiza por medio de la máquina de los ángeles y esferas de acero, los instrumentos utilizados son previamente calibrados y se sujetan a las normas establecidas.

La prueba consiste en la fragmentación de las partículas del agregado debido al choque que tendrán con las esferas de acero normalizadas definidas en la norma ASTM C-131 por el grado del árido, para el ensayo realizado el material presenta un grado tipo B para el cual corresponde 11 esferas. La cantidad de material que define el porcentaje de desgaste corresponde al material pasante el tamiz # 12 después del proceso de aplicación de la carga abrasiva.

La característica importante que se debe presentar en los áridos para un pavimento asfáltico es un coeficiente de pérdidas por la abrasión muy bajo de tal forma que la

resistencia al desgaste sea mayor, resulta un beneficio que tendría al pavimento por que se relaciona con el desgaste que este estará sometido por el tráfico y la circulación.

El pavimento puede presentar pérdidas de volumen ocasionado por la abrasión generando problemas estéticos y funcionales perjudicando la durabilidad y resistencia del pavimento, es el factor clave de este ensayo.

Según las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP - 001-F 2002 establece un porcentaje de desgaste del agregado menor a 40%.



Imagen 2.3 Desgaste de los agregados gruesos en la máquina de los ángeles.

2.1.4 Durabilidad de los agregados a la acción de los sulfatos.

Normas: AASHTO T-104, ASTM C-88, INEN 863.

El objetivo de este ensayo es determinar la resistencia del agregado grueso, intermedio y fino a la separación de los componentes debido a los factores climáticos como son: temperatura, viento, humedad y precipitaciones.

Esta resistencia es evaluada en laboratorio con la disociación de los materiales sometidos a la acción de sulfato de sodio o manganeso.

Se basa en la granulometría del agregado y en un proceso definido de 5 ciclos consecutivos en el cual se tiene la mezcla sumergida en la solución durante un período establecido se procede a secar la muestra, al terminar el procedimiento la cantidad ensayada es tamizada y se define el porcentaje de masa perdida.

Según las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP - 001-F 2002 establece que la desintegración de los materiales no debe ser mayor al 12%.



Imagen 2.4 Durabilidad de los agregados a la acción de los sulfatos.

2.1.5 Gravedad específica de los agregados y absorción del agua.

Normas agregado grueso: AASHTO T-85, ASTM C-128, INEN 857.

Normas agregado fino: AASHTO T-84, ASTM C-127, INEN 856.

La gravedad específica es la relación masa-volumen. En el diseño de mezclas asfálticas tiene como finalidad calcular los vacíos que se encuentran en la mezcla bitumen y agregado de las briquetas compactadas.

Existe tres maneras de expresar la gravedad específica:

Ilustración 2.1 Tipos de Gravedad Específica.

Gravedad específica Bulk.	Gravedad específica saturada con superficie seca.	Gravedad específica aparente.
<ul style="list-style-type: none"> •Relación peso en el aire con la masa total del agregado. •El volumen incluye el peso del agua en los huecos, excluye los vacíos entre partículas. 	<ul style="list-style-type: none"> •El volumen incluye los vacíos impermeables y permeables propios del material. 	<ul style="list-style-type: none"> •Volumen incluye sus vacíos impermeables.

Fuente: Manual del Asfalto 1982.

Absorción del agua: se expresa en porcentaje y se define como el coeficiente de absorción de agua, se determina con la relación entre la masa húmeda y masa seca del árido.



Imagen 2.5 Gravedad específica agregado fino.



Imagen 2.6 Gravedad específica agregado grueso

2.1.6 Cuadro de resumen caracterización Agregados Pétreos.

Tabla 3 Caracterización de Agregados Pétreos.

ENSAYO	NORMA			RESULTADO	ESPECIFICACIÓN	VERIFICACIÓN
	INEN	AASHTO	ASTM			
Equivalente de arena	----	T-176	D-2419	78%	Mayor al 50%	CUMPLE
Desgaste de los agregados gruesos en la máquina de los	861-860	T-96	C-131	28.33%	Menor a 40%	CUMPLE
Durabilidad de los agregados a la acción de los sulfatos.	863	T-104	C-88	5.60%	Max. 12%	CUMPLE
Gravedad Bulk Agregado Grueso	857	T-85	C-128	2.51	N/A	CUMPLE
Gravedad Bulk Agregado Intermedio.	857	T-85	C-128	2.45	N/A	CUMPLE
Gravedad Bulk Agregado Fino	856	T-84	C-127	2.46	N/A	CUMPLE

Nota:

- ✓ N/A: No aplica.
- ✓ -----: No existe

2.2 Ensayos de Cemento Asfáltico.

2.2.1 Gravedad Específica.

Normas: AASHTO T-43, ASTM D-70, INEN 923.

El ensayo define la relación masa volumen de materiales bituminosos por medio del método del picnómetro. Debido a este método de prueba se puede realizar modificaciones de volumen que se encuentran a temperaturas determinadas. Adicionalmente se utiliza para establecer la cantidad de vacíos dentro de una mezcla asfáltica que será compactada.

Es conveniente definir la temperatura para realizar el ensayo, debido a que los materiales experimentan variaciones de volumen producido por el cambio de temperatura a los cuales los materiales se encuentran sometidos; para el caso en estudio es de 25 °C.

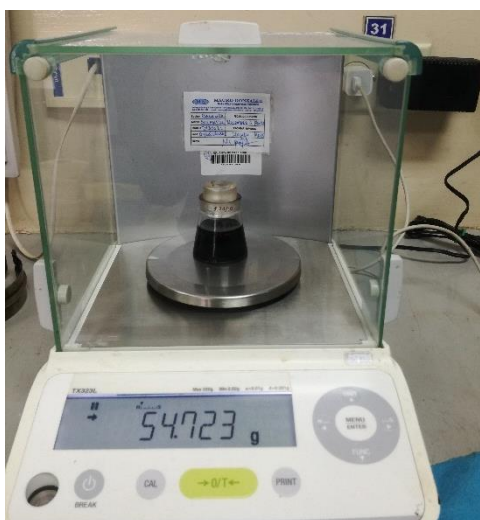


Imagen 2.7 Gravedad específica, método del picnómetro.

2.2.2 Penetración.

Normas: AASHTO T-49, ASTM D5.

El ensayo de penetración es empleado para la determinación de la resistencia que tiene el material bituminoso a no romperse ni deformarse, esta fuerza toma el nombre de consistencia o dureza. El procedimiento consiste en la medición de la distancia en décimas de milímetro por una aguja de acero inoxidable endurecido, la cual está establecida en la norma ASTM D5. Esta aguja penetra la muestra de asfalto en

condiciones específicas de temperatura carga y tiempo. Las condiciones para el ensayo fueron:

- Temperatura: 25 °C.
- Tiempo: 5 segundos.
- Carga: 100 gramos.

El análisis de resultados se basa en el promedio de varias penetraciones en distintos lugares de la muestra, para ello las lecturas no deberán varear dependiendo de la siguiente tabla:

Tabla 2.4 Penetración.

Penetración	0 a 49	50 a 149	150 a 249	250 a 500
Máxima diferencia entre la penetración más alta y la más baja.	2	4	12	20

Fuente: ASTM D5/D5M-13, p-3.

El resultado final permitirá saber la consistencia de la muestra ensayada de betún asfáltico, para ello se define que una cifra de penetración alta indica que el material asfáltico posee una consistencia suave. (The Asphalt Institute, 1982).

El indicador del ensayo es el índice de penetración el cual se encuentra normado en ASTM D3381, según MOP - 001-F 2002 define en la tabla 810.2.1(Anexo E) un valor mínimo de índice de penetración de -1.5 y máximo de 1.00 y de la misma manera la norma NTE INEN 2515-2014 tabla 7 (Anexo F) correspondiente a un asfalto AC-20 fija un valor mínimo de penetración 50 décimas de milímetro.



Imagen 2.8 Ensayo de penetración.

2.2.3 Punto de reblandecimiento.

Normas: AASHTO T-53, ASTM D-36, INEN 920.

Al estar expuestos los materiales asfálticos a diferentes temperaturas pierden la capacidad de resistencia a la deformación y rotura, es decir varía su consistencia. La finalidad de este ensayo es determinar la temperatura, la cual provoca un cambio en la consistencia del asfalto, dicha consistencia gradualmente se presentará más suave, en consecuencia, el material es menos viscoso debido al incremento de temperatura. El procedimiento para realizar la prueba es arbitrario, utiliza el método de anillo y bola, el cual consiste en aplicar un peso a la muestra a ensayarse ubicada en el anillo produciendo el descenso de la bola a diferentes variaciones de temperatura (equipos estandarizados en normas).

Al instante que la esfera toca en el fondo de la probeta se denomina el punto de reblandecimiento, este punto cataloga a los bitúmenes al establecer una uniformidad al momento de fluir en varias temperaturas y condiciones como es durante traslado de material o en el abastecimiento de este.

Según MOP - 001-F 2002 define en la tabla 810.2.1 (Anexo E) un valor mínimo de punto de ablandamiento de 48 °C y máximo de 57°C.



Imagen 2.9 Equipo ensamblado para el ensayo de punto reblandecimiento.

2.2.4 Punto de inflamación y combustión.

Normas: AASHTO T-48, ASTM D-92.

Cuando se refiere a trabajar con asfalto conlleva un aspecto importante que es la seguridad, este ensayo permite tener una garantía para manejar el asfalto a temperaturas que estén dentro de un rango que no presente riesgo de encenderse. Se define como un método dinámico y permite establecer el punto de inflamación y combustión. Para este ensayo se requiere un equipo de copa abierta Cleveland descrito a detalle en el Anexo 1 de la norma ASTM D-92.

- El punto de inflamación también conocido como punto de llama, son chispas o destellos de luz que se presentan debido a una elevada presencia de materiales volátiles y flamables, el proceso se efectúa bajo un incremento controlado de temperatura y condiciones de laboratorio.
- Punto de combustión o fuego es la liberación de energía en forma de luz, este punto será cuando la llama dure al menos 5 segundos alrededor de la copa abierta Cleveland.

De acuerdo con las normas INEN 2515:2014, Tabla 7 (Anexo F) para un asfalto AC 20 y MOP - 001-F 2002 regulan un valor mínimo de 232 °C para el punto de inflamación.



Imagen 2.10 Punto de combustión.

2.2.5 Ductilidad.

Normas: AASHTO T-51, ASTM D-113.

La ductilidad es una característica de los materiales elásticos que permiten deformarse una cantidad considerable sin llegar a la falla o rotura, es el caso de los materiales bituminosos.

Esta propiedad se define con la distancia marcada por el proceso de elongación al betún asfáltico antes de romperse. El método consiste en el alargamiento de una muestra que está colocada en moldes de ductilidad a una velocidad y temperatura conocida, para el ensayo se realizó bajo condiciones específicas detalladas en la norma ASTM D113:

Temperatura 25 ± 0.5 °C y Velocidad de 5 cm/min $\pm 5.0\%$.

En tanto el material sea más dúctil se presentará una característica importante que es la capacidad del asfalto de moldear y adherirse con facilidad a otro material, por otro lado, una alta ductilidad será más susceptible a los cambios ocasionado por la temperatura, por el ejemplo la influencia de la temperatura perjudica las características mecánicas alterando su rigidez.

De tal manera que el incremento de temperatura ocasiona que el pavimento asfáltico presente una menor rigidez. (Roberts, Kandhal, Ray, Lee y Kennedy, 1996).

Conforme con la norma NTE INEN 2515 2014 tabla 7 (ANEXO F) establece un valor mínimo para la ductilidad de los materiales bituminosos que es de 50 cm.



Imagen 2.11 Ensayo de Ductilidad.

2.2.6 Viscosidad.

Normas: ASTM D-2171.

El asfalto está conformado por moléculas unidas entre sí y la viscosidad se define como la resistencia que tienen estas para separarse, este coeficiente de viscosidad se determina con la relación que existe entre el esfuerzo y velocidad de corte.

El ensayo tiene como función la determinación de la fluidez del asfalto el cual se realiza a diferentes temperaturas (The Asphalt Institute, 1982).

Para el proyecto se calcula la viscosidad cinemática la cual es ensayada mediante tubos capilares de vidrio, el proceso consiste en la medición del tiempo que es necesario para que el líquido fluya en un volumen constante y en condiciones controladas como es la temperatura y altura del líquido.



Imagen 2.12 Tubos capilares para viscosidad cinemática.



Imagen 2.13 Ensayo de viscosidad rotatoria.

2.2.7 Ensayo del horno de película delgada rodante.

Normas: AASHTO T-47, ASTM D-2872.

El ensayo tiene como finalidad la determinación del endurecimiento que puede presentarse en el asfalto, el endurecimiento se mide en pruebas antes y después del tratamiento que tendrá en el horno. (The Asphalt Institute, 1982)

El procedimiento de este ensayo trata de cuantificar los efectos que experimentará el material bituminoso a la exposición de agentes climáticos como es el calor y el aire los cuales producen un deterioro en este, el proceso se lo conoce como el envejecimiento del asfalto, que origina un cambio en su estructura química.

Con la muestra de residuo del RTFO se ensaya la viscosidad capilar al vacío a 60 °C y ductilidad a 25°C a 5 cm/min.

De acuerdo con la norma ASTM D 2872 el método también es usado para definir el cambio de masa, este factor es una medida de tendencia del asfalto a pasar a un estado de vapor. El porcentaje de pérdida de masa debe ser expresado al 0.001 % y según la norma INEN 2515 2014 define un valor máximo de pérdida de 1%, expresando con signo negativo en caso de existir pérdida de masa y positiva ganancia.



Imagen 2.14 Horno para el ensayo de película delgada rodante.

2.2.8 Cuadro de resumen caracterización AC-20 Asfalto Original.

Tabla 2.5 Caracterización AC-20 original.

ENSAYO	NORMA			RESULTADO	ESPECIFICACIÓN		VERIFICACIÓN
	INEN	AASTHO	ASTM				
Gravedad Específica.	923	T-43	D-70	1.013	MOP 001-T 810.2,1	Mín 1.0	CUMPLE
Penetración.(1/10mm)	----	T-49	D-5	70	MOP 001-T 810.2,2	Mín 60	CUMPLE
Índice de penetración	----	----	D3381	-0.5	----	Mín -1.5 Máx. 1.0	CUMPLE
Punto de reblandecimiento °C	920	T-53	D-36	49.4	MOP 001-T 810.2,7	Mín. 48°C Max 57°C	CUMPLE
Punto de inflamación °C	----	T-48	D-92	304	MOP 001-T 810.2,5	Mín. 232	CUMPLE
Punto de combustión	----	T-48	D-92	323	ASTM D113	N/A	CUMPLE
Ductilidad (cm)	----	T-51	D-113	100+	MOP 001-T 810.2,3	Mín.50	CUMPLE
Viscosidad (Pa.s)	----	----	D-2171	250.171	ASTM D2170	Mín 160 Máx. 240	NO CUMPLE

2.2.9 Cuadro de resumen caracterización AC-20 Asfalto envejecido.

Tabla 2.6 Caracterización AC-20 envejecido.

ENSAYO	NORMA			RESULTADO	ESPECIFICACIÓN		VERIFICACIÓN
	INEN	AASTHO	ASTM				
Horno de película delgada rodante.	----	T-47	D-2872	-0.02%	ASTM D-2872	Máx. 1%	CUMPLE
Ductilidad (cm)	----	T-51	D-113	43	MOP 001-T 810.2,3	Mín.50	NO CUMPLE
Viscosidad (Pa.s)	----	----	D-2171	881.235	ASTM D2170	Máx.1000	CUMPLE

2.3 Ensayos de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.

2.3.1 Granulometría.

La granulometría de la muestra de escoria se llevó acabo para la determinación del tamaño de partícula y las fracciones de masa en porcentaje retenidos, en la etapa de tamizado se observó materiales residuales provenientes de la fundición como pedazos de plástico de las cajas de las baterías, estos residuos se despreciaron para evitar que afecte el resultado de la curva granulométrica, se realizó el análisis solo con material pasante el tamiz #4 es decir se consideró como material fino.

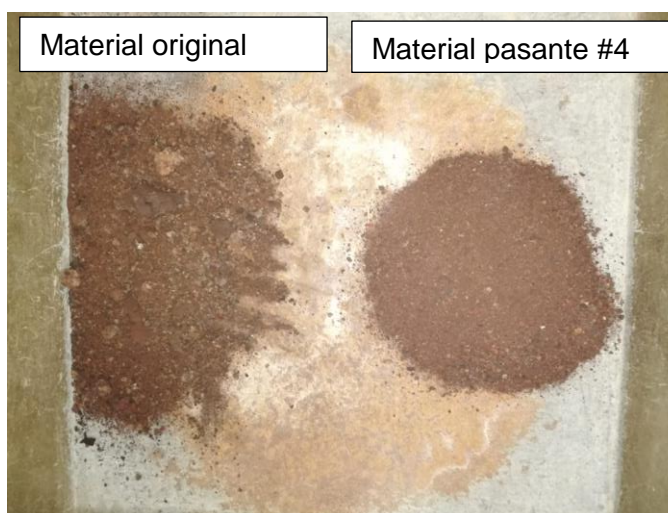


Imagen 2.15 Desechos Especiales (Escoria).

2.3.2 Gravedad específica.

La determinación de la gravedad específica de la escoria por ser un material fino se realiza por el método de agregado fino, en el cual se presentó varios problemas por la reacción de la escoria con agua. El material tiende a unirse en pedazos grandes de grumos inmediatamente al estar en contacto con el agua, por esta razón no se pudo dejar la muestra en agua el tiempo necesario según como indica la norma INEN 856, consiguiente no se pudo introducir el material en el matraz para iniciar el proceso apropiado para la gravedad específica.



Imagen 2.16 Ensayo de gravedad específica de la escoria.

2.3.3 Porcentaje de absorción de agua.

El procedimiento para la determinación del porcentaje de absorción se debe realizar con una muestra húmeda con superficie seca con el fin de examinar la humedad del material, en el caso de la escoria no se puede realizar el procedimiento de humedecer por la reacción que tiene frente al agua, por esto se efectuó el ensayo en su condición natural. Según su porcentaje obtenido de 13 % de absorción, representa un porcentaje alto de absorción de agua, criterio utilizado para la determinación del porcentaje óptimo de asfalto.



Imagen 2.17 Ensayo de absorción antes de introducir la muestra en el horno.

2.4 Mezcla asfáltica en caliente con desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías de vehículos mediante el proceso en seco.

La necesidad del ser humano de dar un uso a los residuos y disminuir la contaminación del medio ambiente hace que se ingenie maneras y formas de dar utilidad a los desechos que fueron creados por las industrias para satisfacer las necesidades de la población.

La viabilidad en nuestro país por unos años fueron el tema del momento, ahora si transitamos por Quito es imposible no encontrarse con un bache que dañan a los medios de transporte, por estas razones se busca investigar materiales ya sea que reemplace a un componente o que sea adicionado a la mezcla con la finalidad de que mejore las propiedades mecánicas del pavimento. La presente disertación incorpora a la mezcla asfáltica tradicional como aditivo a los desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.

Para el análisis se tamiza a los desechos especiales con el fin de desechar los pedazos sobrantes del proceso de trituración de la escoria ya que podría afectar la granulometría y mezcla de agregados, se realiza el proceso de tamizado por el tamiz # 4, con el material tamizado se realiza el reemplazo en la mezcla original correspondiente al peso acumulado en el tamiz #8 en los siguientes porcentajes 5%,15%,25% y 35% de escoria. En la siguiente tabla se detalla la cantidad de desechos especiales utilizados en cada mezcla.

Tabla 2.7 Cantidad de desechos especiales.

Peso Acumulado Tamiz#8 (gr)	% Escoria	Cantidad de Escoria (gr)
760	5	38
760	15	114
760	25	190
760	35	266

CAPITULO III

3 DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS.

3.1 Diseño de mezclas asfálticas en caliente Método Marshall.

3.1.1 Determinación del porcentaje óptimo de asfalto para mezclas asfálticas en caliente.

Una vez realizados los ensayos de caracterización de áridos, cemento asfáltico y desecho especial se procede al cálculo del porcentaje óptimo de asfalto, iniciando con la definición de porcentaje de materiales pétreos que intervendrá en la mezcla asfáltica tomada como referencia la banda de diseño determinada en la MOP Tabla 405-5.1 (Anexo D), con un material de tamaño máximo de partícula de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

El cálculo del porcentaje óptimo del asfalto con método Marshall se realiza con la mezcla original de los agregados sin presencia de desechos especiales escoria proveniente de baterías desechadas de vehículos.

3.1.1.1 *Mezcla del agregado.*

Para la determinación de porcentaje de agregado que se utilizara para la mezcla constan de tres materiales, agregado grueso, intermedio y fino. Con este porcentaje de mezcla se puede determinar un porcentaje teórico óptimo de asfalto.

A continuación, se muestra la faja de diseño basado en su granulometría y el porcentaje de intervención de cada material.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Especificaciones MOP - 001 - f Tabla 405.5.1 "3/4".

MEZCLAS DE AGREGADOS

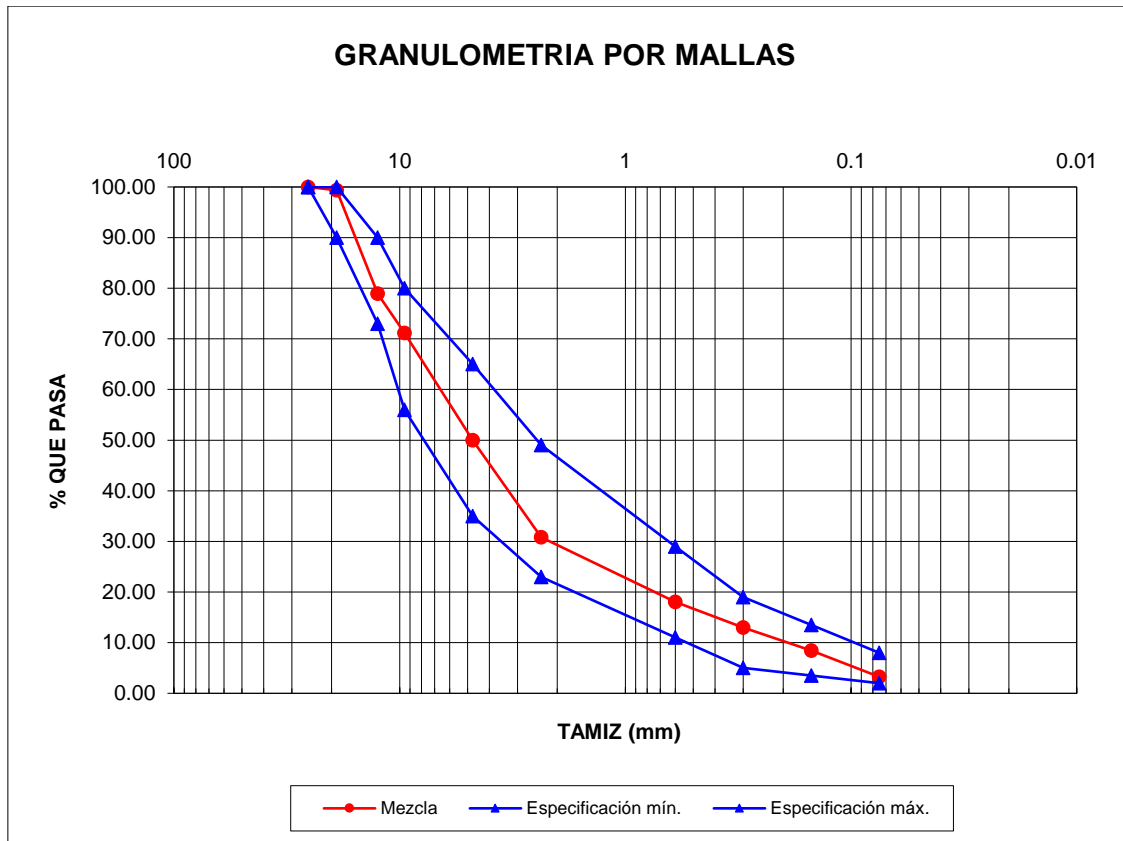
Tamiz #	1	3.4	1.2	3.8	4	8	30	50	100	200	p #200
Tz mm.	25.4	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	p 0,075
mat. A	100.00	97.49	16.22	6.06	5.02	4.49	3.94	3.25	2.32	1.51	
mat. B	100.00	100.00	99.37	78.60	14.24	8.37	6.92	6.08	4.68	2.87	
mat. C	100.00	100.00	100.00	100.00	90.30	55.21	30.65	21.26	13.42	4.33	
mat. D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
mezcla	100.00	99.37	78.90	71.17	49.97	30.82	18.04	12.96	8.46	3.26	
Ret.Ac.	0.00	0.63	21.10	28.84	50.04	69.18	81.96	87.04	91.54	96.74	3.26
Ret.Parc.	0.00	0.63	20.48	7.73	21.20	19.15	12.78	5.08	4.50	5.20	
peso	0.00	6.90	225.23	85.06	233.20	210.60	140.58	55.85	49.53	57.20	
p. acum.	0.00	6.90	232.13	317.19	550.39	760.98	901.56	957.41	1006.94	1064.14	1100.00
Espec mín	100	90	---	56	35	23	---	5	---	2	
Espec máx	100	100	---	80	65	49	---	19	---	8	

% DE MEZCLA		
A	0.25	25
B	0.25	25
C	0.50	50
D	0	0

Espec mín	100	90	73	56	35	23	11	5	3.5	2
Espec máx	100	100	90	80	65	49	29	19	13.5	8
Tz mm.	25.4	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075

Observación: Material A = Material Grueso
Material B = Material Intermedio
Material C = Material Fino

Especificaciones MOP - 001 - f Tabla 405.5.1 "3/4"



3.1.1.2 Cálculo del porcentaje teórico de asfalto.

El cálculo del porcentaje óptimo teórico define desde que punto partir para realizar las briquetas correspondientes a cada contenido de asfalto con incrementos de 0.5%, dos por encima y por debajo del valor óptimo teórico calculado

Se define como:

$$P = M * (S)^{(1/5)}$$

- P = % del asfalto en peso / al peso Total
- M= Coeficiente del tráfico (3.75 - 4.25)
- S= Superficie específica de los áridos.

$$S = 0.17G + 0.33g + 2.30A + 12a + 135f$$

- G = % material > al 3/8"
- g = % material: 3/8" - #4
- A = % material: #4 - #50
- a = % material: #50 - #200
- f = % material < #200

Cálculo del Porcentaje de AC-20

$$G = 28.84 \quad 0.28835 \quad M = 3,75 - 4,25$$

$$g = 21.20 \quad 0.21200$$

$$A = 37.00 \quad 0.37003$$

$$a = 9.70 \quad 0.09703$$

$$f = 3.26 \quad 0.03260$$

$$S = 6.53534 \quad \boxed{P (\%) = 5.82}$$

3.1.1.3 *Análisis de Vacíos.*

Normas: AASHTO T-166, ASTM D-1188.

La realización de este ensayo previa a la rotura de las briquetas compactadas tiene como objetivos calcular el porcentaje de huecos vacíos y rellenos de las briquetas, de la misma forma permite calcular el porcentaje óptimo de asfalto para la mezcla y por último permite llevar un control base de compactación en la construcción del pavimento asfáltico.

El cálculo del peso específico Bulk permite verificar la efectividad del proceso de compactación que se lleva a cabo para conformar la mezcla. El procedimiento consiste en pesar la muestra al aire y sumergida en agua con superficie seca, esta técnica es efectiva y con resultados confiables.

Las bolsas de aire formadas en una mezcla asfáltica compactada entre el agregado y el asfalto son los vacíos que definen la calidad de la mezcla y su utilización en la estructura del pavimento. Dentro de estos vacíos están un porcentaje de huecos formados por las partículas del agregado pétreo este se denomina como el VAM, el resto de los vacíos están llenos de asfalto al cual se lo define como VFA.



Imagen 3.1 Briquetas con Escoria.



Imagen 3.2 Análisis de vacíos.

3.1.1.3.1 Dimensiones de briquetas.

BRIQUETA	LECTURAS				PROMEDIO (mm)	AREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	
	E/D	1	2	3				4
1	ESPESOR	67.59	67.62	67.6	68.13	67.74	81.08	549.18
	DIAMETRO	101.74	101.79	101.7	101.17	101.60		
2	ESPESOR	67.45	67.02	66.95	67.56	67.25	81.31	546.79
	DIAMETRO	101.77	101.73	101.8	101.7	101.75		
3	ESPESOR	67.43	67.28	66.52	66.49	66.93	82.53	552.39
	DIAMETRO	102.27	102.49	102.7	102.61	102.51		
4	ESPESOR	67.89	67.03	67.27	67.32	67.38	81.03	545.96
	DIAMETRO	101.63	101.62	101.4	101.61	101.57		
5	ESPESOR	66.64	66.86	67.35	67.81	67.17	81.18	545.28
	DIAMETRO	101.72	101.65	101.6	101.73	101.67		
6	ESPESOR	67.5	67.83	66.66	66.34	67.08	80.91	542.74
	DIAMETRO	101.47	101.61	101.3	101.56	101.50		
7	ESPESOR	67.45	66.78	66.42	66.61	66.82	81.03	541.42
	DIAMETRO	101.6	101.74	101.4	101.54	101.58		
8	ESPESOR	65.8	66.43	66.8	66.57	66.40	81.03	538.06
	DIAMETRO	101.6	101.74	101.4	101.54	101.58		
9	ESPESOR	67.27	67.26	67.04	66.53	67.03	80.72	541.02
	DIAMETRO	101.83	101.64	100.8	101.2	101.38		
10	ESPESOR	65.26	65.85	65.08	65.58	65.44	80.99	530.04
	DIAMETRO	101.5	101.51	101.6	101.55	101.55		
11	ESPESOR	65.65	65.85	66.3	66.6	66.10	81.22	536.87
	DIAMETRO	101.8	101.45	101.8	101.69	101.69		
12	ESPESOR	66.35	65.11	64.95	65.62	65.51	82.15	538.12
	DIAMETRO	102.14	102.25	102.3	102.37	102.27		
13	ESPESOR	66.25	65.94	65.73	65.35	65.82	81.16	534.21
	DIAMETRO	101.65	101.66	101.7	101.62	101.66		
14	ESPESOR	64.85	65.65	65.2	64.59	65.07	80.98	526.97
	DIAMETRO	101.31	101.49	101.7	101.67	101.54		
15	ESPESOR	65.04	64.64	65.19	65.52	65.10	81.32	529.35
	DIAMETRO	101.7	101.93	101.7	101.65	101.75		

3.1.1.4 *Ensayo Rice.*

Normas: AASHTO T-209, ASTM D-2041.

Este ensayo tiene como finalidad determinar la densidad máxima teórica a una temperatura de 25°C, es importante definir que se realiza para mezclas asfálticas sueltas es decir que no sean compactadas.

Con el resultado se obtiene el peso específico de la mezcla sin vacíos con esto se puede determinar la cuantía de cemento asfáltico absorbido por el material pétreo de modo que define la cantidad de cemento asfáltico requerida para la mezcla.

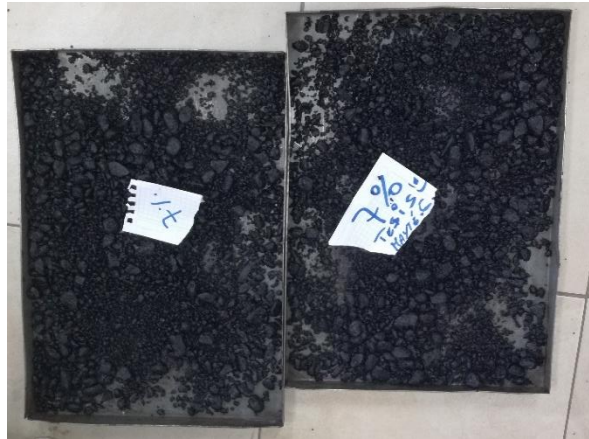


Imagen 3.3 Mezcla suelta.



Imagen 3 Equipo para el ensayo Rice.

3.1.1.4.1 Densidad Máxima Teórica.

MEZCLA	BITUMEN	PESO			Gmm
#	%	Masa de la muestra (A)	Masa del contenedor lleno de agua (D)	Masa del contenedor lleno con la muestra y agua. (E)	
1	5	2295.6	7413	8761	2.423
2		2300.3	7413	8770	2.439
PROMEDIO					2.431
3	5.5	2312.4	7413	8767.8	2.415
4		2298.4	7413	8757	2.408
PROMEDIO					2.412
5	6	2323.6	7413	8764.2	2.390
6		2320.3	7413	8759.9	2.384
PROMEDIO					2.387
7	6.5	2342.8	7413	8766.1	2.367
8		2302.4	7413	8749.3	2.383
PROMEDIO					2.375
9	7	2348.1	7413	8768.2	2.365
10		2339.3	7413	8756.5	2.349
PROMEDIO					2.357

3.1.1.5 Estabilidad y Fluencia.

Normas: AASHTO T-245, ASTM D-1559.

Determinar la estabilidad y fluencia de la mezcla asfáltica es uno de los objetivos del método de ensayo Marshall.

La estabilidad es la resistencia que puede tener la mezcla a la deformación frente a una carga externa, la estabilidad es expresada en PSI.

El flujo es la deformación que presenta la briqueta, esta media se presenta en centésimas de pulgada.

Durante varios ensayos de laboratorio y muestras ensayadas se puede definir que una mezcla con valores bajos de fluencia y altos de estabilidad son mezclas frágiles y rígidas, por otra parte, se considera mezclas plásticas y tienden a deformarse con facilidad bajo cargas externas a mezclas con altos valores de fluencia.

Para empezar el ensayo se colocan las briquetas compactadas en un baño a 60 °C y se inicia con el ensayo colocando las briquetas en unas mordazas, posteriormente se empieza con la aplicación de la carga de 5 cm/min, de esta manera se presenta el gráfico flujo y estabilidad.

En las especificaciones MOP-001-f tabla 405.5.4 (Anexo A) establece criterios mínimos de la estabilidad y flujo en base al tipo de tráfico al cual el pavimento estará expuesto.



Imagen 3.5 Ensayo de Estabilidad y flujo Marshall.



3.1.1.5.1 Ensayo Marshall.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

FECHA: febrero 2018

AASHTO: T-245

ENSAYADO: Mayté Constante V.

CALCULADO: Mayté Constante V.

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma ASTM: D-1559.

ENSAYO MARSHALL

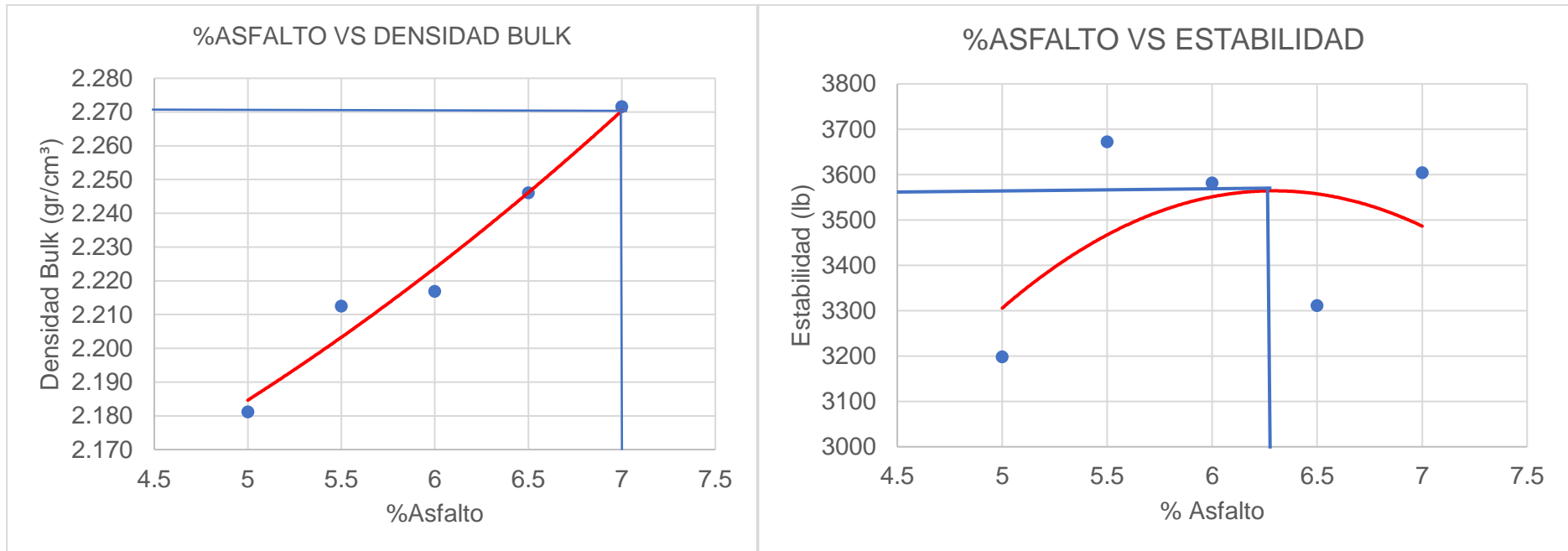
GSb (Peso específico de agregados) = 2.470 g/cm³

Gmm (Peso esp. Teórico máx medido) = 2.431 g/cm³

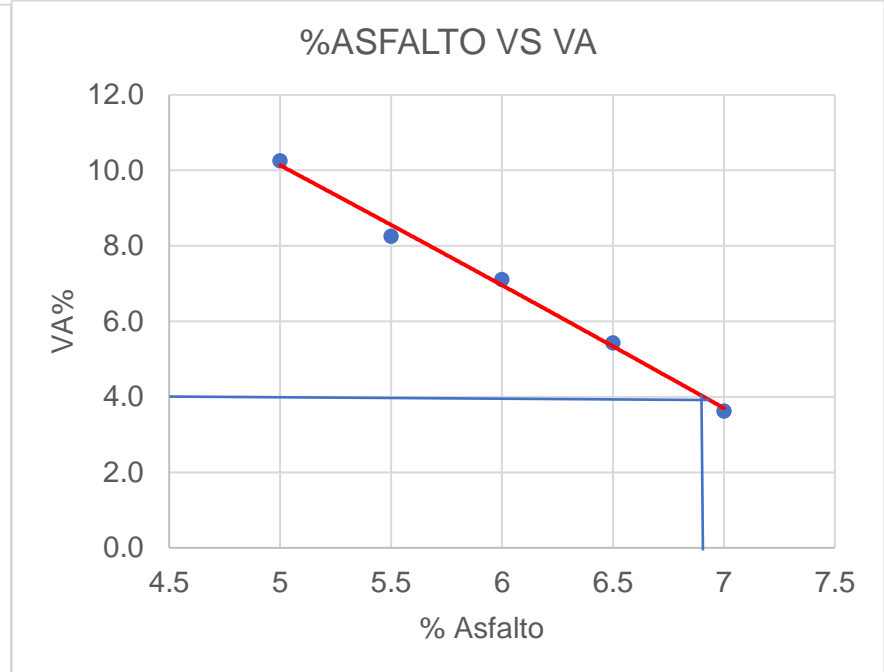
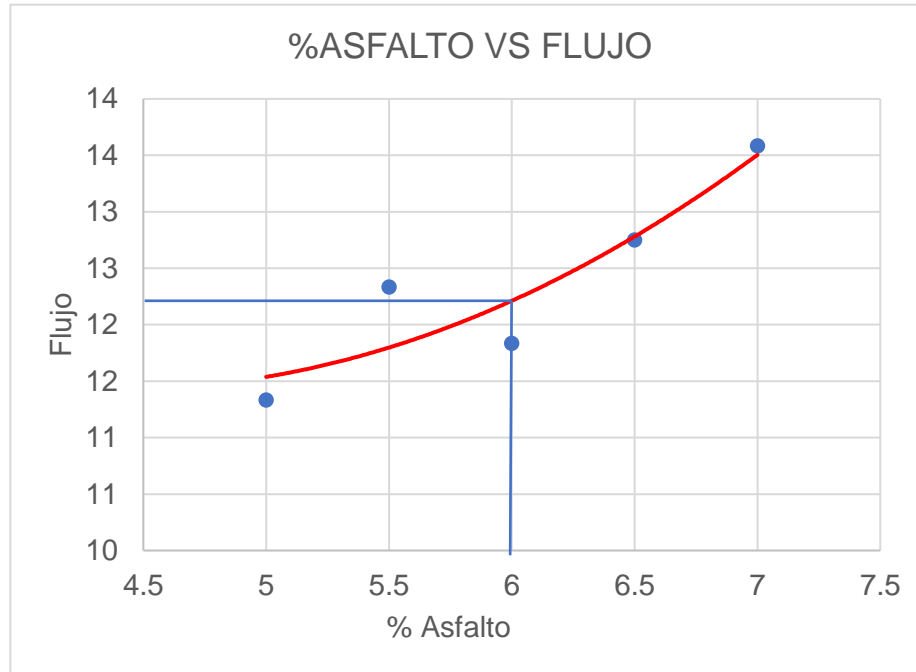
Briqueta	Porcentaje de Asfalto	Peso Aire	Peso Sat. Sup. Seca	Peso en agua	Volumen Briqueta (cm³)	D.Bulk g/cm³	Gmm g/cm³	V.a %	V.agr %	VAM %	VAF %	Estabilidad (lb)			Flujo 0.01"
												Medida	F.Correc.	Corregida	
1	5	1133.41	1143.66	622.92	549	2.177		10.5	83.7	16.28	35.80	3100	0.89	2770	11
2	5	1151.04	1159.7	632.29	547	2.182		10.2	83.9	16.05	36.41	3600	0.91	3261	12
3	5	1144.74	1154.52	630.5	552	2.185		10.1	84.0	15.97	36.63	3900	0.91	3564	11
					PROMEDIO	2.181	2.431	10.3	83.9	16.10	36.28			3198	11
4	5.5	1160.2	1166.59	645.08	546	2.225		7.7	85.1	14.88	47.93	3900	0.90	3519	12
5	5.5	1151.38	1159.17	638.44	545	2.211		8.3	84.6	15.40	46.03	4000	0.91	3631	11.5
6	5.5	1154.65	1162.6	638.17	543	2.202		8.7	84.2	15.76	44.79	4250	0.91	3867	13.5
					PROMEDIO	2.213	2.412	8.3	84.7	15.34	46.25			3672	12
7	6	1164.75	1169.57	643.04	541	2.212		7.3	84.2	15.81	53.74	3950	0.92	3621	12.5
8	6	1161.68	1165.52	642.72	538	2.222		6.9	84.6	15.43	55.30	3750	0.93	3479	11
9	6	1156.91	1161.6	639.64	541	2.216		7.1	84.4	15.64	54.42	4000	0.91	3645	12
					PROMEDIO	2.217	2.387	7.1	84.4	15.63	54.49			3582	12
10	6.5	1163.6	1164.01	649.16	530	2.260		4.8	85.6	14.44	66.44	-----	-----	-----	-----
11	6.5	1162.96	1165.26	644.21	537	2.232		6.0	84.5	15.50	61.10	3600	0.94	3368	12.5
12	6.5	1167.91	1169.05	648.66	538	2.244		5.5	85.0	15.04	63.35	3420	0.95	3255	13
					PROMEDIO	2.245	2.375	5.5	85.0	14.99	63.63			3312	13
13	7	1171.63	1172.37	652.2	534	2.252		4.4	84.8	15.19	70.77	3600	0.94	3396	12.5
14	7	1163.1	1163.78	653.63	527	2.280		3.3	85.9	14.15	76.88	3350	0.96	3229	13.5
15	7	1175.66	1175.9	660.79	529	2.282		3.2	85.9	14.06	77.46	4350	0.96	4189	14.75
					PROMEDIO	2.272	2.357	3.6	85.5	14.46	75.04			3604	14

3.1.1.6 Gráficos del diseño.

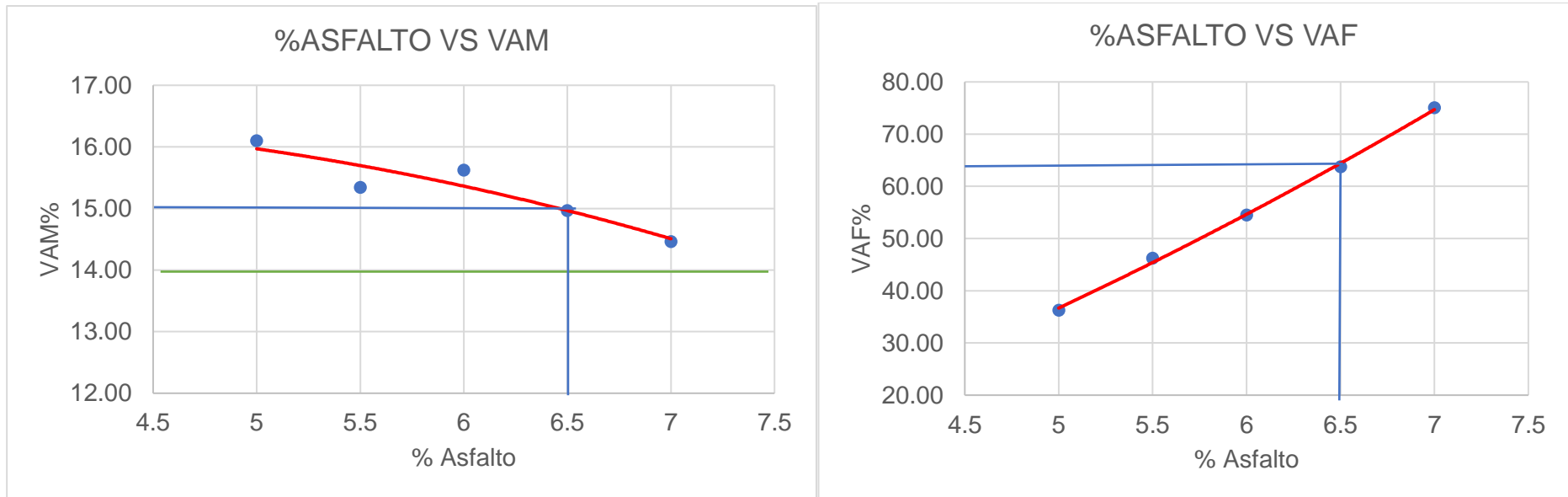
GRÁFICOS DEL DISEÑO



GRÁFICOS DEL DISEÑO



GRÁFICOS DEL DISEÑO



%ASFALTO	PARÁMETROS
7	D.Bulk
6.4	Estabilidad
6	Flujo
6.9	Va
6.5	VAM
6.5	VAF
6.5	DISEÑO FINAL

% de Asfalto a utilizarse en cada mezcla modificada 6.5%

3.1.2 Determinación del porcentaje óptimo de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco.

3.1.2.1 *Mezcla de agregado con escoria.*

3.1.2.1.1 Mezcla de agregado, 100% Agregado pétreo y 0% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yánez.

AASHTO: T-245

Norma ASTM: D-1559.

Tamiz #	1	3.4	1.2	3.8	4	8	30	50	100	200	p #200
Tz mm.	25.4	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	p 0,075
mat. A	100.00	97.49	16.22	6.06	5.02	4.49	3.94	3.25	2.32	1.51	
mat. B	100.00	100.00	99.37	78.60	14.24	8.37	6.92	6.08	4.68	2.87	
mat. C	100.00	100.00	100.00	100.00	90.30	55.21	30.65	21.26	13.42	4.33	
mat. D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mezcla	100.00	99.37	78.90	71.17	49.97	30.82	18.04	12.96	8.46	3.26	
Ret.Ac.	0.00	0.63	21.10	28.84	50.04	69.18	81.96	87.04	91.54	96.74	3.26
Ret.Parc.	0.00	0.63	20.48	7.73	21.20	19.15	12.78	5.08	4.50	5.20	
Peso	0.00	6.90	225.23	85.06	233.20	210.60	140.58	55.85	49.53	57.20	
p. acum.	0.00	6.90	232.13	317.19	550.39	760.98	901.56	957.41	1006.94	1064.14	1100.00
Espec mín	100	90	---	56	35	23	---	5	---	2	
Espec máx	100	100	---	80	65	49	---	19	---	8	

3.1.2.1.2 Mezcla de agregado, 95% Agregado pétreo y 5% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

FECHA: febrero 2018

ENSAYADO: Mayté Constante V.

CALCULADO: Mayté Constante V.

APROBADO: Ing. Gustavo Yánez.

Especificaciones MOP - 001 - f Tabla 405.5.1 "3/4".

Tamiz #	1	3.4	1.2	3.8	4	8	30	50	100	200	p #200
Tz mm.	25.4	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	p 0,075
mat. A	100.00	97.49	16.22	6.06	5.02	4.49	3.94	3.25	2.32	1.51	
mat. B	100.00	100.00	99.37	78.60	14.24	8.37	6.92	6.08	4.68	2.87	
mat. C	100.00	100.00	100.00	100.00	90.30	55.21	30.65	21.26	13.42	4.33	
mat. D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
mezcla	100.00	99.37	78.90	71.17	49.97	30.82	18.04	12.96	8.46	3.26	
Ret.Ac.	0.00	0.63	21.10	28.84	50.04	69.18	81.96	87.04	91.54	96.74	3.26
Ret.Parc.	0.00	0.63	20.48	7.73	21.20	19.15	12.78	5.08	4.50	5.20	
peso	0.00	6.19	201.88	76.24	209.03	188.77	126.01	50.06	44.39	51.27	
p. acum.	0.00	6.19	208.07	284.31	493.35	682.11	808.13	858.19	902.58	953.86	986.00
Espec mín	100	90	---	56	35	23	---	5	---	2	
Espec máx	100	100	---	80	65	49	---	19	---	8	

3.1.2.1.3 Mezcla de agregado, 85% Agregado pétreo y 15% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

FECHA: febrero 2018

ENSAYADO: Mayté Constante V.

CALCULADO: Mayté Constante V.

APROBADO: Ing. Gustavo Yánez.

Especificaciones MOP - 001 - f Tabla 405.5.1 "3/4".

Tamiz #	1	3.4	1.2	3.8	4	8	30	50	100	200	p #200
Tz mm.	25.4	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	p 0,075
mat. A	100.00	97.49	16.22	6.06	5.02	4.49	3.94	3.25	2.32	1.51	
mat. B	100.00	100.00	99.37	78.60	14.24	8.37	6.92	6.08	4.68	2.87	
mat. C	100.00	100.00	100.00	100.00	90.30	55.21	30.65	21.26	13.42	4.33	
mat. D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mezcla	100.00	99.37	78.90	71.17	49.97	30.82	18.04	12.96	8.46	3.26	
Ret.Ac.	0.00	0.63	21.10	28.84	50.04	69.18	81.96	87.04	91.54	96.74	3.26
Ret.Parc.	0.00	0.63	20.48	7.73	21.20	19.15	12.78	5.08	4.50	5.20	
Peso	0.00	6.19	201.88	76.24	209.03	188.77	126.01	50.06	44.39	51.27	
p. acum.	0.00	6.19	208.07	284.31	493.35	682.11	808.13	858.19	902.58	953.86	986.00
Espec mín	100	90	---	56	35	23	---	5	---	2	
Espec máx	100	100	---	80	65	49	---	19	---	8	

3.1.2.1.4 Mezcla de agregado, 75% Agregado pétreo y 25% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

FECHA: febrero 2018

ENSAYADO: Mayté Constante V.

CALCULADO: Mayté Constante V.

APROBADO: Ing. Gustavo Yánez.

Especificaciones MOP - 001 - f Tabla 405.5.1 "3/4".

Tamiz #	1	3.4	1.2	3.8	4	8	30	50	100	200	p #200
Tz mm.	25.4	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	p 0,075
mat. A	100.00	97.49	16.22	6.06	5.02	4.49	3.94	3.25	2.32	1.51	
mat. B	100.00	100.00	99.37	78.60	14.24	8.37	6.92	6.08	4.68	2.87	
mat. C	100.00	100.00	100.00	100.00	90.30	55.21	30.65	21.26	13.42	4.33	
mat. D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mezcla	100.00	99.37	78.90	71.17	49.97	30.82	18.04	12.96	8.46	3.26	
Ret.Ac.	0.00	0.63	21.10	28.84	50.04	69.18	81.96	87.04	91.54	96.74	3.26
Ret.Parc.	0.00	0.63	20.48	7.73	21.20	19.15	12.78	5.08	4.50	5.20	
Peso	0.00	5.71	186.32	70.37	192.92	174.22	116.30	46.21	40.97	47.32	
p. acum.	0.00	5.71	192.03	262.40	455.32	629.54	745.84	792.04	833.01	880.33	910.00
Espec mín	100	90	---	56	35	23	---	5	---	2	
Espec máx	100	100	---	80	65	49	---	19	---	8	

3.1.2.1.5 Mezcla de agregado, 65% Agregado pétreo y 35% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos mediante el proceso en seco.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

FECHA: febrero 2018

ENSAYADO: Mayté Constante V.

CALCULADO: Mayté Constante V.

APROBADO: Ing. Gustavo Yánez.

Especificaciones MOP - 001 - f Tabla 405.5.1 "3/4".

Tamiz #	1	3.4	1.2	3.8	4	8	30	50	100	200	p #200
Tz mm.	25.4	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	p 0,075
mat. A	100.00	97.49	16.22	6.06	5.02	4.49	3.94	3.25	2.32	1.51	
mat. B	100.00	100.00	99.37	78.60	14.24	8.37	6.92	6.08	4.68	2.87	
mat. C	100.00	100.00	100.00	100.00	90.30	55.21	30.65	21.26	13.42	4.33	
mat. D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mezcla	100.00	99.37	78.90	71.17	49.97	30.82	18.04	12.96	8.46	3.26	
Ret.Ac.	0.00	0.63	21.10	28.84	50.04	69.18	81.96	87.04	91.54	96.74	3.26
Ret.Parc.	0.00	0.63	20.48	7.73	21.20	19.15	12.78	5.08	4.50	5.20	
Peso	0.00	5.23	170.76	64.49	176.81	159.67	106.59	42.35	37.55	43.37	
p. acum.	0.00	5.23	175.99	240.48	417.29	576.96	683.55	725.89	763.44	806.81	834.00
Espec mín	100	90	---	56	35	23	---	5	---	2	
Espec máx	100	100	---	80	65	49	---	19	---	8	

3.1.2.2 Dimensiones de briquetas con 5%,15%,25%,35% de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.

% ESCORIA	#	LECTURAS				PROMEDIO	AREA (cm2)	VOLUMEN (cm3)	
		E/D	1	2	3				4
0%	16	ESPESOR	64.91	65.35	65.46	65.58	65.33	80.76	527.55
		DIAMETRO	101.01	101.49	101.57	101.54	101.40		
	17	ESPESOR	65.60	65.31	66.39	65.85	65.79	80.84	531.84
		DIAMETRO	101.56	101.46	101.27	101.53	101.46		
	18	ESPESOR	64.04	64.20	64.55	64.20	64.25	81.21	521.77
		DIAMETRO	101.68	101.75	101.61	101.71	101.69		
5%	19	ESPESOR	64.90	65.22	64.48	64.47	64.77	81.16	525.63
		DIAMETRO	101.65	101.70	101.62	101.64	101.65		
	20	ESPESOR	65.09	65.00	64.86	64.89	64.96	81.90	532.03
		DIAMETRO	102.06	102.13	102.11	102.17	102.12		
	21	ESPESOR	65.19	64.50	65.00	65.17	64.97	81.02	526.33
		DIAMETRO	101.55	101.54	101.56	101.61	101.57		
15%	22	ESPESOR	64.23	64.95	64.62	64.29	64.52	81.28	524.47
		DIAMETRO	101.76	101.75	101.65	101.77	101.73		
	23	ESPESOR	65.33	64.12	65.03	64.61	64.77	81.38	527.12
		DIAMETRO	101.84	101.76	101.79	101.78	101.79		
	24	ESPESOR	64.85	65.06	64.94	65.24	65.02	81.11	527.37
		DIAMETRO	101.68	101.70	101.59	101.51	101.62		
25%	25	ESPESOR	65.44	65.35	65.22	65.40	65.35	81.01	529.42
		DIAMETRO	101.57	101.55	101.61	101.51	101.56		
	26	ESPESOR	64.45	64.36	65.18	65.06	64.76	80.77	523.11
		DIAMETRO	101.51	101.48	101.34	101.32	101.41		
	27	ESPESOR	65.64	65.91	65.79	65.35	65.67	80.99	531.85
		DIAMETRO	101.57	101.50	101.54	101.57	101.55		
35%	28	ESPESOR	66.41	65.97	65.53	66.22	66.03	81.07	535.32
		DIAMETRO	101.66	101.60	101.59	101.54	101.60		
	29	ESPESOR	65.32	64.82	64.86	64.68	64.92	82.08	532.85
		DIAMETRO	102.09	102.43	102.26	102.13	102.23		
	30	ESPESOR	66.22	66.20	66.12	65.86	66.10	81.07	535.84
		DIAMETRO	101.58	101.61	101.64	101.55	101.60		

3.1.2.3 Densidad Máxima Teórica.

Identificación	ESCORIA	PESO			Gmm
#	%	A	D	E	
1	0	2336.3	7413	8766.5	2.377
2		2344.5	7413	8767.5	2.368
PROMEDIO					2.373
3	5	2338.8	7413	8770.4	2.383
4		2357.1	7413	8783.8	2.390
PROMEDIO					2.386
5	15	2348.5	7413	8800.8	2.445
6		2338.6	7413	8795.7	2.446
PROMEDIO					2.446
7	25	2352.5	7413	8829.9	2.514
8		2345.6	7413	8817.3	2.492
PROMEDIO					2.503
9	35	2350.8	7413	8840.6	2.546
10		2347.7	7413	8838.9	2.547
PROMEDIO					2.547

3.1.2.4 Ensayo Marshall.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

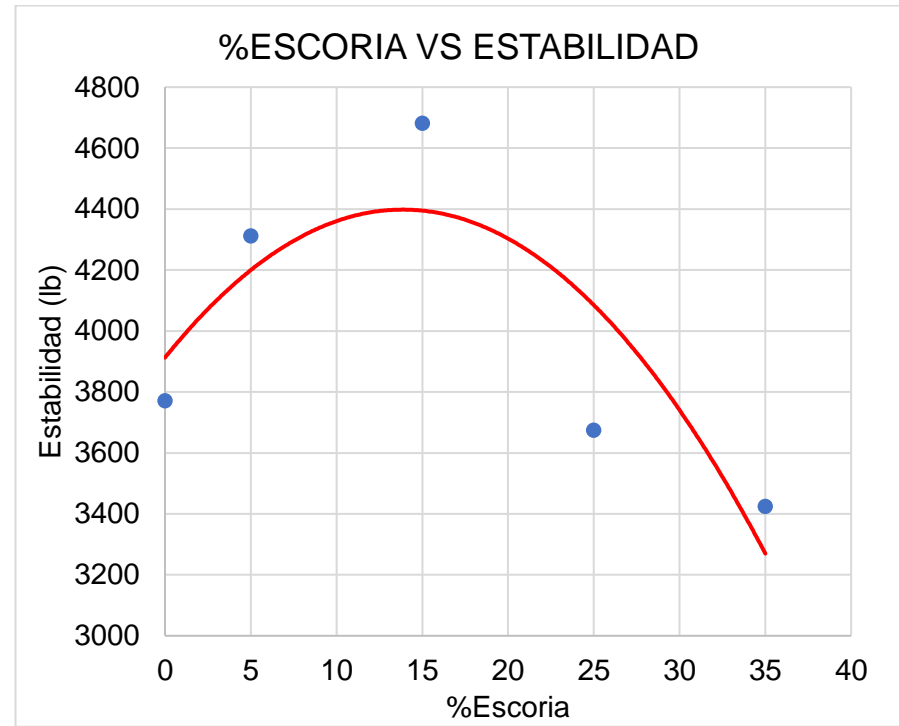
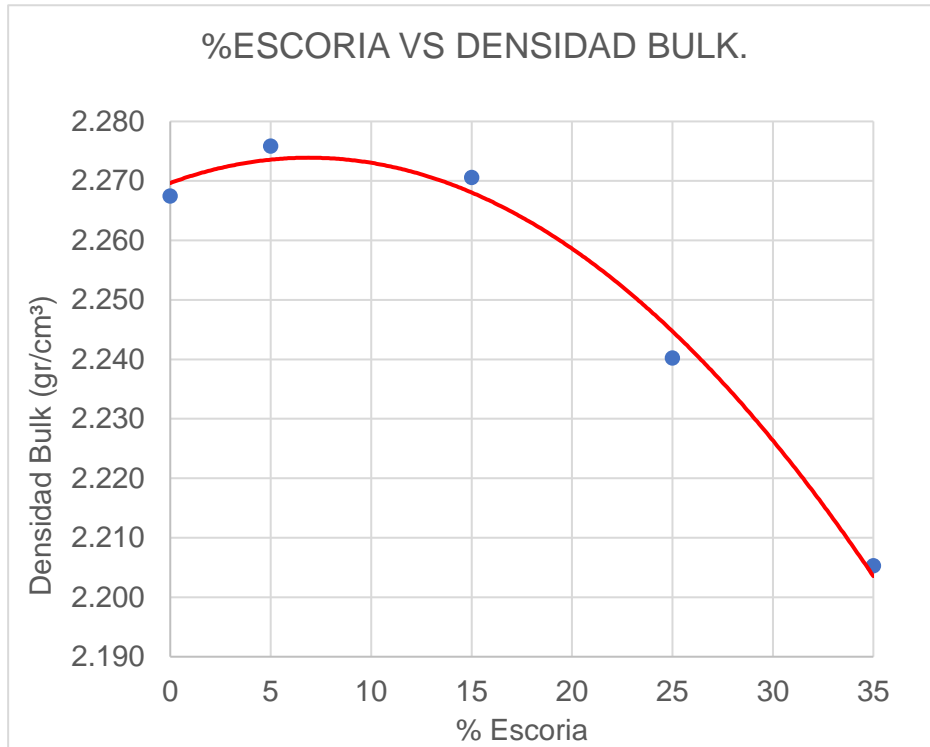
ENSAYO MARSHALL

Gsb (Peso específico de agregados) = 2.470 g/cm³
Gmm (Peso esp. Teórico máx medido) = 2.547 g/cm³
Porcentaje de asfalto óptimo 6.5 %

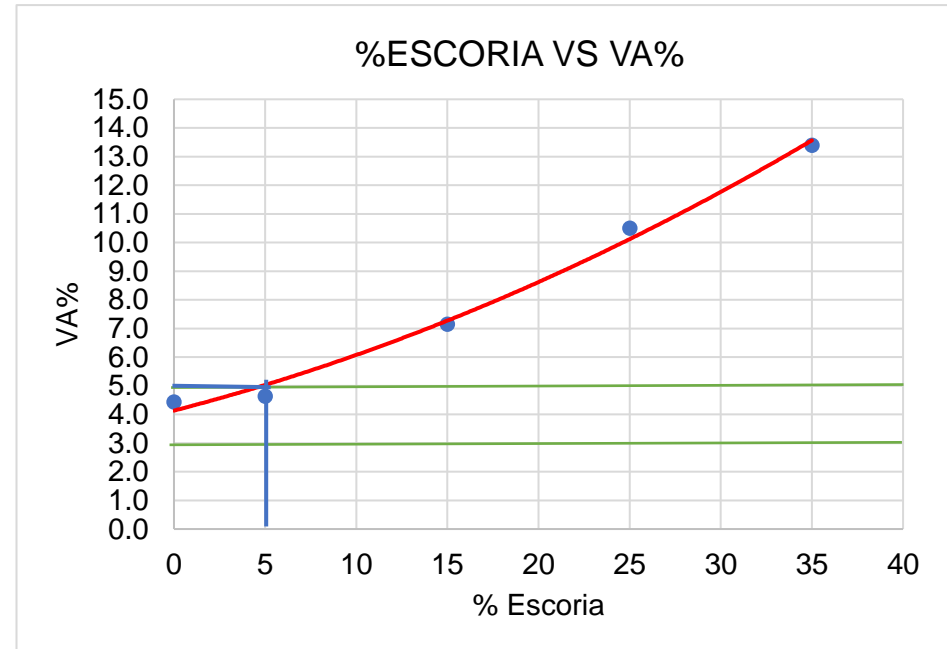
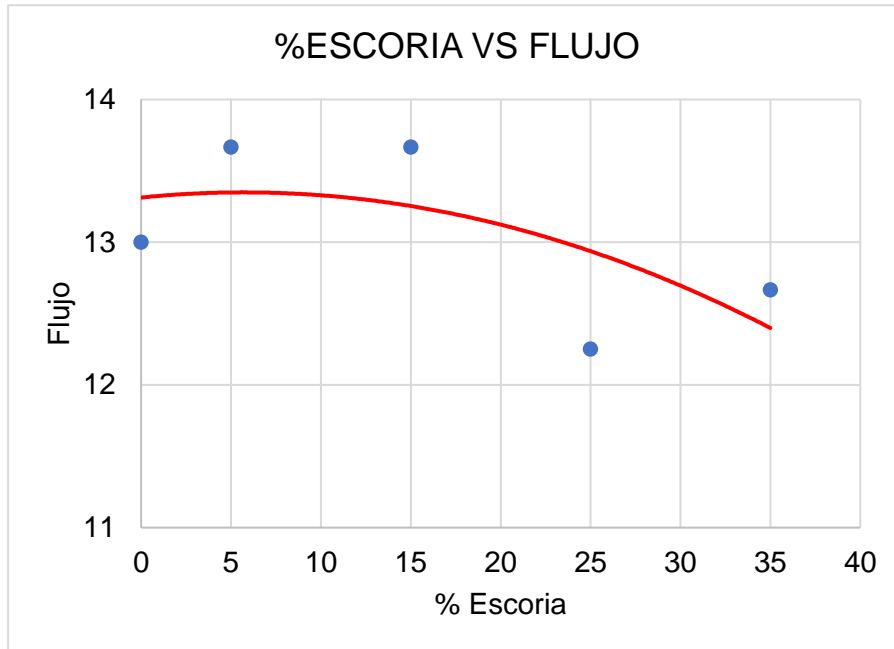
Briqueta	Porcentaje de Escoria	Peso Aire	Peso Sat. Sup. Seca	Peso en agua	Volumen Briqueta (cm³)	D.Bulk g/cm³	Gmm g/cm³	V.a %	V.agr %	VAM %	VAF %	Estabilidad (lb)			Flujo 0.01"
												Medida	F.Correc.	Corregida	
16	0	1164.27	1166.88	652.35	528	2.263		4.6	85.7	14.34	67.69	3890	0.96	3722	12
17	0	1170.84	1172.4	654.49	522	2.261		4.7	85.6	14.42	67.26	3700	0.94	3493	13.5
18	0	1163.83	1165.17	654.49	526	2.279		3.9	86.3	13.72	71.22	4150	0.99	4097	13.5
					PROMEDIO	2.267	2.373	4.4	85.8	14.16	68.72			3771	13
19	5	1171.12	1172.43	658.98	526	2.281		4.4	86.3	13.65	67.59	4700	0.97	4570	13
20	5	1171.26	1172.72	655.25	532	2.263		5.2	85.7	14.31	63.97	4350	0.97	4206	14
21	5	1168.87	1170.21	658.29	526	2.283		4.3	86.4	13.56	68.12	4300	0.97	4157	14
					PROMEDIO	2.276	2.386	4.6	86.2	13.84	66.56			4311	14
22	15	1166.09	1169.45	656.95	524	2.275		7.0	86.1	13.86	49.79	4600	0.98	4505	14
23	15	1168.62	1169.74	655.2	527	2.271		7.1	86.0	14.02	49.15	4700	0.97	4569	13.5
24	15	1165.33	1166.23	651.82	527	2.265		7.4	85.8	14.24	48.26	5150	0.97	4970	13.5
					PROMEDIO	2.271	2.446	7.2	86.0	14.04	49.06			4682	14
25	25	1168.7	1169.78	646.84	529	2.235		10.7	84.6	15.39	30.37	4200	0.96	4015	11.5
26	25	1165.2	1166.25	649.03	523	2.253		10.0	85.3	14.71	32.03	4050	0.97	3939	12
27	25	1167.45	1168.92	646.12	532	2.233		10.8	84.5	15.46	30.22	3600	0.95	3410	12.5
					PROMEDIO	2.240	2.503	10.5	84.8	15.19	30.87			3674	12
28	35	1165.12	1166.12	635.61	535	2.196		13.8	83.1	16.86	18.37	3650	0.94	3422	12.5
29	35	1162.04	1162.52	637.82	533	2.215		13.0	83.8	16.16	19.33	3550	0.97	3436	13
30	35	1163.94	1164.51	636.65	536	2.205		13.4	83.5	16.52	18.82	3650	0.94	3415	12.5
					PROMEDIO	2.205	2.547	13.4	83.5	16.51	18.84			3424	13

3.1.2.5 Gráficos del diseño.

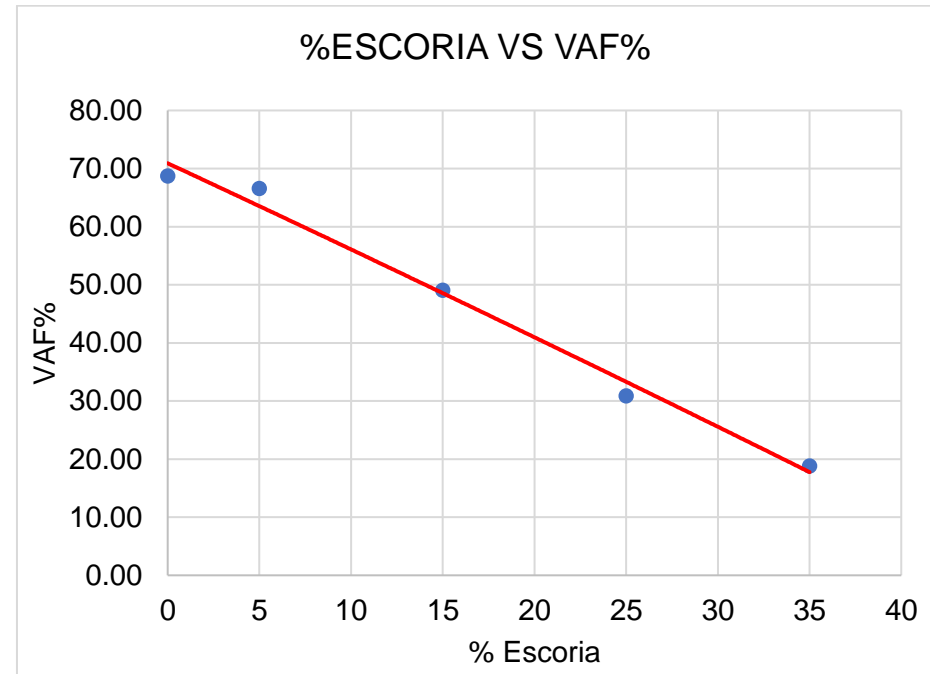
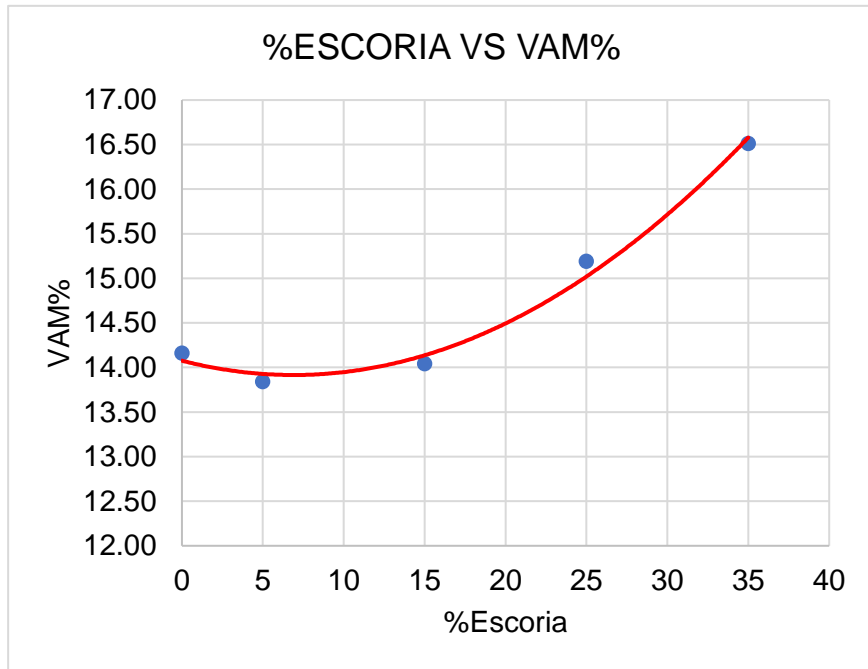
GRÁFICOS DEL DISEÑO



GRÁFICOS DEL DISEÑO



GRÁFICOS DEL DISEÑO



% Óptimo desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos: 5%

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1 Mezclas Asfálticas en caliente método Marshall.

La mezcla original con el 6.5% de asfalto óptimo fue analizada con especificaciones de la norma MOP 001 2002 tabla 405.5.4 correspondiente para tráfico muy pesado, la cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Mezcla Asfáltica original.

PARÁMETROS	MEZCLA CON 6.5% DE ASFALTO	NORMA	Tráfico muy pesado		VERIFICACIÓN
			Mínimo	Máximo	
Densidad Bulk g/cm ³	2.245	MOP 001-T 405.5.4	----	----	CUMPLE
Estabilidad (lb)	3312	MOP 001-T 405.5.4	2200	----	CUMPLE
Flujo 0.01"	13	MOP 001-T 405.5.4	8	14	CUMPLE
VA %	5	MOP 001-T 405.5.4	3	5	CUMPLE
VAM %	15	MOP 001-T 405.5.4	14	----	CUMPLE
VAF %	75	MOP 001-T 405.5.4	65	75	CUMPLE

4.2 Mezclas Asfálticas modificada con desechos especiales (escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos por vía seca.

La mezcla modificada con desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos por vía seca con el 6.5% de asfalto óptimo y 5% de escoria fue analizada con especificaciones de la norma MOP 001 2002 tabla 405.5.4 correspondiente para tráfico muy pesado, la cual se muestra en la siguiente tabla presentando resultados favorables en las características normadas.

Tabla 4.2 Mezcla Asfáltica modificada.

PARÁMETROS	MEZCLA CON 6.5% DE ASFALTO Y 5% ESCORIA	NORMA	Tráfico muy pesado		VERIFICACIÓN
			Mínimo	Máximo	
Densidad Bulk g/cm ³	2.276	MOP 001-T 405.5.4	----	----	CUMPLE
Estabilidad (lb)	4311	MOP 001-T 405.5.4	2200	----	CUMPLE
Flujo 0.01"	14	MOP 001-T 405.5.4	8	14	CUMPLE
VA %	4.6	MOP 001-T 405.5.4	3	5	CUMPLE
VAM %	14	MOP 001-T 405.5.4	14	----	CUMPLE
VAF %	67	MOP 001-T 405.5.4	65	75	CUMPLE

La comparación realizada con la mezcla óptima de asfalto correspondiente a un 6.5% de asfalto y con el resultado obtenido de ensayos de % óptimo de escoria de un 15%, en el siguiente cuadro comparativo se indica el cambio que tuvo la mezcla con la incorporación de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.

Tabla 4.3 Comparación de mezclas asfálticas.

PARÁMETROS	MEZCLA CON 6.5% DE ASFALTO	MEZCLA CON 6.5% DE ASFALTO Y 5% ESCORIA
Densidad Bulk g/cm ³	2.245	2.276
Estabilidad (PSI)	3312	4311
Flujo 0.01"	13	14
VA %	5.5	4.6
VAM %	15	14.
VAF %	75.04	67

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

- El ensayo realizado de granulometría a cada uno de los agregados pétreos que formaran parte de la mezcla asfáltica en su porcentaje respectivo determina que son áridos de granulometría uniformemente graduada desde su tamaño máximo hasta el filler, lo cual indica ser un material de granulometría cerrada de tal forma que ayudaría a reducir el porcentaje de vacíos de la mezcla compactada.
- El análisis de laboratorio con los ensayos respectivos para los agregados pétreos determina que son materiales que cumplen con todas las especificaciones que establece la normativa MOP-001-2002 para la construcción de caminos y puentes.
- Al ser el asfalto un material impermeable y duradero las características del cemento asfáltico influye en el comportamiento de la mezcla en su resistencia y deformación, con las pruebas realizadas al AC-20 proveniente de la planta Asfáltica Naranjo Ordoñez, se define ser un material que no cumple con las especificaciones MOP-001-2002, presentando un incumplimiento en la viscosidad de asfalto por viscosímetro capilar al vacío. En cuanto se refiere al asfalto envejecido no cumple con la ductilidad mínima la cual afectaría con el tiempo a la resistencia a deformarse del AC-20.
- Los desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos presentó un porcentaje de absorción de agua muy elevado de 13%, este resultado dificulta la caracterización de la escoria debido que tiene una reacción con el agua poco favorable formando grumos y pedazos grandes de material, de igual manera en la mezcla con los agregados y el ligante asfáltico mientras mayor porcentaje de escoria se añada se absorbe el asfalto y dificulta la mezcla homogénea para ser compactada.
- Por medio del diseño Marshall se determinó el porcentaje óptimo de asfalto de la mezcla original resultó un 6.5%, este porcentaje se utilizó para la mezcla modificada con variaciones de escoria.

- El análisis de la mezcla asfáltica modificada con desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos por medio del diseño Marshall se obtuvo un porcentaje óptimo de escoria de un 5%.
- La mezcla modificada presenta un aumento de un 30% en estabilidad y un 8% en flujo, mejora las propiedades mecánicas de la mezcla modificada asfáltica por vía seca aumentando su resistencia.
- Se concluye con el análisis de la granulometría realizada a los agregados pétreos y porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica modificada resulta una mezcla asfáltica modificada cerrada.
- Se presenta una disminución en el porcentaje de vacíos de la mezcla modificada con desechos especiales con respecto a la mezcla original debido a que se incrementa la cantidad de material fino dado a que la fracción de material utilizada de la escoria corresponde al material pasante el tamiz #8 definido como un elemento de partículas finas.
- La estabilidad con respecto al porcentaje de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos aumenta hasta llegar a una estabilidad máxima y disminuye.
- El flujo de la mezcla asfáltica modificada disminuye con el aumento de cantidad de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.
- El volumen de vacíos de la mezcla asfáltica modificada se incrementa con el aumento de cantidad de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.
- El análisis de mezcla asfáltica en caliente original método Marshall y mezcla asfáltica modificada con escoria por vía seca cumple con todas las especificaciones normadas en las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes reglamentado por el Ministerio de obras Públicas y comunicaciones MOP-001-F-2002.

5.2 Recomendaciones.

- Al obtener una mezcla asfáltica modificada cerrada, se recomienda ser usada como capa de rodadura en la estructura del pavimento flexible, la cual se diseña para resistir la abrasión y desintegración por efectos ambientales.
- Por los ensayos realizados a las briquetas se pudo observar la reacción que tenía la mezcla asfáltica modificada por vía seca con el agua, se sugiere que la capa de rodadura se diseñe para lugares que no tengan grandes intensidades de lluvia, conjuntamente un análisis químico del agua que está en contacto con la capa de rodadura.
- Se recomienda realizar la caracterización completa de los desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos, por ser un material modificante y que altera la mezcla asfáltica, principalmente la determinación de la gravedad específica para ser incluida en el cálculo del peso específico de los agregados el cual influye en el diseño final.
- Se recomienda antes de realizar los ensayos a la Escoria se solicite un análisis de desecho sólido actualizado de la muestra que se vaya a ensayar para tener seguridad que la muestra es catalogada como no peligrosa.
- Se sugiere a los futuros investigadores, para realizar la mezcla asfáltica la escoria no se mezcle con los agregados y no se meta al horno por que presenta un efecto de evaporación y se pierde la escoria, al momento de sacar del horno no se observa una cantidad de escoria apreciable, es recomendable añadir en el momento de la mezcla.
- Realizar ensayos con otra muestra de cemento asfáltico para cumplir con todas las especificaciones normadas.
- Para los ensayos de las briquetas de mezcla asfáltica modificada que están en contacto con el agua se recomienda que los aparatos utilizados sean inmediatamente lavados debido que la escoria tiene una reacción con el agua que mancha a los instrumentos.

Bibliografía.

- Almazón Cruzado, D. (2015). *Firmes y Pavimentos*. España: MADRID.
- Bustillo Revuelta, M., Durán López, A., & Fueyo Casado, L. (2014). *Manual de Áridos*. Madrid: Fueyo Editores.
- Cala, V., & Kunimine, Y. (2006). *Distribución de plomo en suelos contaminados en el entorno de una planta de reciclaje de baterías ácidas*. Obtenido de ProQuest EbookCentral:<http://ebookcentral.proquest.com/lib/pucesp/detail.action?docID=3169191>.
- Castro, D. J., & Díaz, A. M. L. (2009). *La contaminación por pilas y baterías en México*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>
- Crespo, E. S. (2013). *Materiales de construcción para edificación y obra civil*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>
- EPA 6020 A. (1998). *Inductively coupled plasma-Mass Spectrometry*. Recuperado el (01/06/2018) de <https://www.epa.gov/>.
- Esparza Villalva, C. A. (2009). *Diseño de mezclas método Marshall e interpretación de resultados*. Recuperado el (24 de abril 2018) <https://es.slideshare.net/UCGcertificacionvial/diseo-de-mezclas-mtodo-marshall>
- Lara Carrera, L. A. (1890). *Manual visualizado de ensayos para materiales de construcción*. Quito: PUCE.
- Logroño, R. (13 de febrero de 2018). Desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos. (S. M. Constante Veloz, Entrevistador).
- Martínez, et. Al., 2005. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fichas Temáticas. Pág.27-34. Septiembre, 2005.
- Materiales de construcción: *Problemas de Granulometría*. (2011). Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>
- MOP. (2002). Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.
- NOM-052-SEMARNAT. (2005). *Norma Oficial Mexicana, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*. Recuperado el (7 de junio 2018) de <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>
- Pérez F. y A. Bardesi. (2006). *Manual para la Caracterización de Ligantes y Másticos Bituminosos*, Ediciones Repsol YPF, España.

- Ramírez, N. (2006). *Estudio de la utilización de caucho de neumáticos en mezclas*. Santiago de Chile.
- Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2015). *Pavimentos Materiales, construcción y diseño*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Salvador M., P., & Salvador U., J. (2010). *Manual Visualizado de Ensayos para Pavimentos*. España .
- Storch de Graca, J. M. (1998). *Manual de seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras – Fundamentos, Evaluación de Riesgos y Diseño*. Ed. Mc Graw-Hill. Madrid, España. Consulta de Datos de Interés.
- Ternero, F. (2011). *Áridos definición, características, propiedades y obtención*. Recuperado el (22 de mayo 2018) de <https://franciscoternero.wordpress.com/2011/11/21/aridos-definicion-caracteristicas-propiedades-y-obtencion>
- The Asphalt Institute. (1982). *Manual del Asfalto*. Maryland: Colleague Park.
- Traxler, R. (1962). *El Asfalto su composición, propiedades y usos*. México,D.F: Continental, S. A.
- Vargas, X., & Reyes, F. (2010). *El fenómeno de envejecimiento de los asfaltos. ingeniería e investigación*. 30(3): 27-44, 2010. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>
- Vest, H., 2002. *Fundamentos del reciclaje de acumuladores de plomo-ácido*. Servicio de información Gate / GTZ. InfoGate. 2002.
- Yáñez, G. (2011). *Manual visualizado de ensayos para materiales bituminosos*. Quito: PUCE.

Anexos.

Anexo A MOP 001-T 405.5.4

TABLA 405.5.4

TIPO DE TRAFICO	Muy Pesado		Pesado		Medio		Liviano	
CRITERIOS MARSHALL	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
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	----				

Fuente: Especificaciones MOP - 001 – F,2002, p IV-105

Anexo B Reporte de Análisis anuales de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.

Reporte de análisis 2014 de desechos especiales (Escoria).



ENSAYOS
No. OAE LE 2C 05-008

REPORTE DE ANÁLISIS

Cliente: BATERIAS ECUADOR - FABRIBAT CIA. LTDA.
Calle Principal s/n y Perimetral Regional E35, sector Inga Ujae
Telf: 503- 5000-300 Ext. 103

Atn: Ing. Luis González

Proyecto: Análisis de Ceniza

Muestra Recibida: 12-May-14

Tipo de Muestra: 3 Muestras de Ceniza

Análisis Completado: 20-May-14

Número reporte Grüntec: 1405130-DS001-3

Rotulación Muestra:	Muestra No. 1 Identificación: MUÑÓN-PARTE INFERIOR Fecha de Toma de Muestra: 08/05/2014 Hora de Toma de Muestra: 10:45 Responsable: Luis González Lugar: Planta de Reciclaje	Método Adaptado de Referencia
Fecha de Muestreo:	08-May-14	
No. Reporte Grüntec:	1405130-DS001	

Metales en lixiviado (TCLP EPA 1311):		
Antimonio mg/L ^(1,2)	0,8	EPA 6020 A
Cobre mg/L ^(1,2)	0,033	EPA 6020 A
Estaño mg/L ^(1,2)	6,2	EPA 6020 A
Plomo mg/L ^(1,2)	3,4	EPA 6020 A
Selenio mg/L ^(1,2)	0,4	EPA 6020 A

Registros y Acreditaciones:

⁽¹⁾ Acreditación No. OAE LE 2C 05-008

⁽²⁾ Acreditación CALA No. A3154

⁽³⁾ Registro SA / MDMQ No. LEA-R-005

Los ensayos marcados con (*) no están dentro del alcance de acreditación del OAE

Ing. Isabel Estrella
Gerente de Operaciones

Nota 1: Estos análisis, opciones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.



INSAYOS
No. OAE LE 2C 05-008

REPORTE DE ANÁLISIS

Cliente: BATERIAS ECUADOR - FABRIBAT CIA. LTDA.
Calle Principal sin y Perimetral Regional E35, sector Inga Bajo
Telf: 593- 5000-300 Ext. 103

Atn: Ing. Luis González

Proyecto: Análisis de Ceniza

Muestra Recibida: 12-May-14

Tipo de Muestra: 3 Muestras de Ceniza

Análisis Completado: 20-May-14

Número reporte Grüntec: 1405130-DS001-3

Rotulación Muestra:	Muestra No. 2 Identificación: MUÑON-PARTE SUPERIOR Fecha de Toma de Muestra: 08/05/2014 Hora de Toma de Muestra: 11:15 Responsable: Luis González Lugar: Planta de Reciclaje	Método Adaptado de Referencia
Fecha de Muestreo:	08-May-14	
No. Reporte Grüntec:	1405130-DS002	

Metales en lixiviado (TCLP EPA 1311):		
Antimonio mg/L ^(1,2)	0.031	EPA 6020 A
Cobre mg/L ^(1,2)	<0.005	EPA 6020 A
Estaño mg/L ^(1,3)	0.016	EPA 6020 A
Plomo mg/L ^(1,2)	0.053	EPA 6020 A
Selenio mg/L ^(1,3)	0.031	EPA 6020 A

Registros y Acreditaciones:

⁽¹⁾ Acreditación No. OAE LE 2C 05-008

⁽²⁾ Acreditación CALA No. A3154

⁽³⁾ Registro SA / MDMQ No. LEA-R-005

Los ensayos marcados con (*) no están dentro del alcance de acreditación del OAE

Ing. Isabel Estrella

Gerente de Operaciones

Nota 1: Estos análisis, opciones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.



ENSAYOS
No. OAE LE 2C 05-008

REPORTE DE ANÁLISIS

Cliente: BATERIAS ECUADOR - FABRIBAT CIA. LTDA.
Calle Principal sin y Perimetral Regional E35, sector Inga Uaje
Telf: 503- 5000-300 Ext. 103

Atn: Ing. Luis González

Proyecto: Análisis de Ceniza

Muestra Recibida: 12-May-14

Tipo de Muestra: 3 Muestras de Ceniza

Análisis Completado: 20-May-14

Número reporte Grüntec: 1405130-DS001-3

Rotulación Muestra:	Muestra No. 3: Identificación: MUÑON-MEZCLA COMPLETA Fecha de Toma de Muestra: 08/05/2014 Hora de Toma de Muestra: 11:45 Responsable: Luis González Lugar: Planta de Reciclaje	Método Adaptado de Referencia
Fecha de Muestreo:	08-May-14	
No. Reporte Grüntec:	1405130-DS003	

Metales en lixiviado (TCLP EPA 1311):		
Antimonio mg/L ^(1,2)	1.2	EPA 6020 A
Cobre mg/L ^(1,2)	0.018	EPA 6020 A
Estaño mg/L ^(1,2)	0.39	EPA 6020 A
Plomo mg/L ^(1,2)	1.3	EPA 6020 A
Selenio mg/L ^(1,2)	0.028	EPA 6020 A

Registros y Acreditaciones:

⁽¹⁾ Acreditación No. OAE LE 2C 05-008

⁽²⁾ Acreditación CALA No. A3154

⁽³⁾ Registro SA / MDMQ No. LCA-R-005

Los ensayos marcados con (*) no están dentro del alcance de acreditación del OAE

Ing. Isabel Estrella
Gerente de Operaciones

Nota 1: Estos análisis, opciones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Reporte de análisis 2015 de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.



REPORTE DE ANÁLISIS

Cliente: BATERIAS ECUADOR - FABRIBAT CIA. LTDA.
Calle Principal s/n y Perimetral Regional E35, sector Inga Bajo
Tel:593- 5000-300 Ext. 183

Atn: Ing. Luis González Cruz

Proyecto: Análisis de Escoria

Muestra Recibida: 04-sep-15

Tipo de Muestra: 1 Muestra de Escoria

Análisis Completado: 16-sep-15

Número reporte Gruentec: 1509082-DS001

Rotulación Muestra:	Escoria Horno Planta Reciclaje	Límite Máximo Ordenanza 404 Tabla 1 ^{b)}	A.M. 026. Anexo Tabla 3. Límites Máximos Permisibles para los Constituyentes Tóxicos en el Extracto PECT ^{c)}	Método Adaptado de Referencia
Fecha de Muestreo:	04-sep-15			
No. Reporte Gruentec:	1509082-DS001			
Metales en lixiviado (TCLP EPA 1311):				
Arsénico mg/L ^(1,3)	0.018 ^{a)}	5	5	EPA 6020 A
Bario mg/L ^(1,3)	<0.002 ^{a)}	100	100	EPA 6020 A
Cadmio mg/L ^(1,3)	<0.001 ^{a)}	1	1	EPA 6020 A
Mercurio mg/L ^(1,3)	<0.001 ^{a)}	0.2	0.2	EPA 6020 A
Níquel mg/L ^(1,3)	<0.01 ^{a)}	N/A	5	EPA 6020 A
Plata mg/L ^(1,3)	<0.001 ^{a)}	5	5	EPA 6020 A
Plomo mg/L ^(1,3)	0.13 ^{a)}	5	5	EPA 6020 A
Selenio mg/L ^(1,3)	0.018 ^{a)}	1	1	EPA 6020 A
Cromo Hexavalente mg/L ^(1,3)	<0.02	N/A	5	EPA 3060 A/ 7196 A

Registros y Acreditaciones:

⁽¹⁾ Acreditación No. OAE LE 2C 05-008

⁽²⁾ Registro SA / MDMQ No. LEA-R-005

⁽³⁾ Acreditación CALA No. A3154

Los ensayos marcados con (*) no están dentro del alcance de acreditación del SAE

a) Debido a la naturaleza de la muestra se realizó una dilución 10X.

b) Límites máximos permisibles en el extracto PECT

c) La Normativa aplicada es referencial ya que, los límites para considerar un residuo como peligroso no fueron subidos a norma.

INCERTIDUMBRE (U):

Metales en lixiviado = 0.3; Cromo Hexavalente = 0.30

Cálculo: C +/- UxC en donde: C=valor medido; U= incertidumbre.

Ing. Isabel Estrella

Gerente de Operaciones

Nota 1: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Reporte de análisis 2017 de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.



REPORTE DE ANÁLISIS

Cliente: BATERIAS ECUADOR - FABRIBAT CIA. LTDA.
Calle Principal s/n Km 13 y Perimetral Regional E35, sector Inga Bajo
Telf: 5000-300 Ext. 183

Atn: Ing. Luis González

Proyecto: Análisis de Desecho Sólido

Muestra Recibida: 11-feb-17

Tipo de Muestra: 1 Muestra de Desecho Sólido

Análisis Completado: 22-feb-17

Número reporte Gruentec: 1702165-DS003

Rotulación Muestra:	Escoria Baterías del Ecuador	Método Adaptado de Referencia / Método Interno
Fecha de Muestreo:	10-feb-17	
No. Reporte Gruentec:	1702165-DS003	

Metales en lixiviado (TCLP EPA 1311):		
Aluminio mg/l *	0.36 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Antimonio mg/l *	0.37 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Arsénico mg/l *	0.32 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Bario mg/l *	0.61 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Boro mg/l *	2.2 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Cadmio mg/l *	0.0016 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Calcio mg/l *	20 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Cobalto mg/l *	<0.001 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Cobre mg/l *	<0.05 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Cromo mg/l *	<0.002 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Estaño mg/l *	0.25 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Fósforo mg/l *	1.3 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Hierro mg/l *	28 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Magnesio mg/l *	0.78 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Manganeso mg/l *	0.15 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Mercurio mg/l *	<0.001 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Níquel mg/l *	<0.01 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Plata mg/l *	<0.001 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Plomo mg/l *	3.9 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Potasio mg/l *	31 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Selenio mg/l *	0.12 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Silicio mg/l *	24 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39
Zinc mg/l *	0.21 ^{a)}	EPA 6020 B / MM-AG/S-39

Los ensayos marcados con (*) no están dentro del alcance de acreditación del SAE

a) Debido a la naturaleza de la muestra se realizó una dilución 10x

INCERTIDUMBRE (U):

Metales en lixiviado = 30%

Cálculo: C +/- (Lix/100) en donde: C=valor medido; U= incertidumbre %.

Isabel Estrella
Ing. Isabel Estrella

Gerente de Operaciones

Nota 1: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada por el personal técnico de Gruentec Cía. Ltda.

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

REGISTRO DE MUESTREO - SUELOS/SEDIMENTOS

PROYECTO:	Análisis de Desechos Sólidos según EPA CFR 40		
EMPRESA:	BATERIAS ECUADOR - FABRIBAT CIA. LTDA.		
TÉCNICO:	Francisco Kattán		
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
ID muestra:	Escoria Baterías del Ecuador	ID Lab:	BAT-1702165-DS003
Sitio:	Calle Principal s/n y Perimetral Regional E35. Km 13, Sector Inga Bajo	Coordenadas:	17 M 793917 ± 3 m
			9966811
Fecha y hora:	10/02/2017	9:40:00	Datum: WGS 84
METODOLOGÍA			
Se siguió el método de toma de suelos y sedimentos determinado por Gruentec según procedimiento MP-DC-06 basado en Capítulo 1 (sección 3, 4 y 5) y capítulo 2 (sección 1) del Manual para Muestreo de Aguas y Sedimentos de la Dirección de Medio Ambiente. Del método ASTM D6044 - 96 "Standard Guide for Representative Sampling for Management of Waste and Contaminated Media" y del método ASTM D6907 - 05 "Standard Practice for Sampling Soils and Contaminated Media with Hand-Operated Bucket Augers".			
TIPO DE MUESTRA			
Tipo de Muestreo:		Muestra compuesta	
Simple:	Compuesto: X	Número de alícuotas: 4	Peso aprox: 0.8 kg
SITIO DE MUESTREO			
Descripción física del lugar		Condiciones meteorológicas (Alto-Medio-Bajo- No)	
Punto de muestreo localizado en el galpón de almacenamiento de escorias de la planta		Lluvia	Nulo
		Humedad	Bajo
		Viento	Medio
		Otras	N/A
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA (Ausencia o Presencia)			
Olor	Ausencia	Raíces	Ausencia
Color	Marrón	Piedras/Rocas	Presencia
Profundidad	0.3 m	Textura	Limoso
Humedad	Ausencia	Compacto o Disgregado	Disgregado
OBSERVACIONES		FOTOGRAFÍAS	
Muestra de escoria de color marrón y sin humedad perceptible. La muestra presenta pequeñas piedras, producto de la vitrificación de la misma.			
Equipos utilizados:	Equipo	N/A	
	Sonda	N/A	
<small>Nomenclatura: N/A: No Aplica; ID Lab: Identificación interna Gruentec</small>			

Anexo C Ministerio del Ambiente Oficio Nro. MAE-SCA-2017-1491.
Pronunciamento sobre la caracterización de escorias de la empresa Fabribat cía. LTDA.



Oficio Nro. MAE-SCA-2017-1491-O

Quito, D.M., 24 de julio de 2017

Asunto: GENERADORES-CONSULTAS: PRONUNCIAMIENTO SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE ESCORIAS DE LA EMPRESA FABRIBAT CÍA. LTDA.

Señor
Galo Andrés Rubio
En su Despacho

Como antecedentes me permito indicar que la empresa Fabribat Cia. Ltda., informa que cuenta una Planta Industrial ubicada en la Calle Principal S/N y Perimetral Regional km.13, Sector Inga Bajo, Cantón Quito, Provincia de Pichincha y su actividad consiste en la fabricación de baterías automotrices, y como parte de este proceso se generan escorias provenientes del proceso de fundición del plomo obtenido de las baterías usadas (Scrap) en mezcla con aditivos como carbón, viruta de hierro y sosa caústica; adicionalmente a esta la mencionada empresa solicitó al Ministerio del Ambiente considerar a los desechos antes señalados, como desechos no peligrosos, para lo cual remitió la información pertinente mediante los siguientes documentos:

- Oficio No. BE-DC-MA-2015-015 del 22 de septiembre de 2015, ingreso de análisis de caracterización química de la escoria, proveniente de la fundición de celdas de batería plomo ácidas usadas, para el análisis y pronunciamento respectivo.
- Oficio No. BE-DC-MA-2015-018 del 12 de noviembre de 2015, ingreso de las respuestas a las observaciones emitidas mediante oficio No. MAE-DNCA-2015-2282 del 26 de octubre de 2015.
- Oficio No. BE-SSA-2017-014 del 11 de abril, con el cual se remite documentación incluyendo los resultados de los análisis de la escoria generada.
- Oficio No. BE-SSA-2017-014 del 12 de junio, ingreso de documentación complementaria.

En atención a los requerimientos realizados; una vez analizados los resultados de laboratorio obtenidos y con base en el informe técnico No. 1688-2017 DNCA/SCA/MAE, del 15 de junio de 2017, remitido mediante memorando No. MAE-DNCA-2017-2867-M del 17 de julio de 2017, se concluye que las "escorias generadas en el proceso de fundición del plomo obtenido de las baterías usadas (Scrap) en mezcla con aditivos como carbón, viruta de hierro y sosa caústica" se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles para considerarlo como desecho peligroso, conforme los parámetros establecidos en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-2005, QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS, EL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LOS LISTADOS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS, del 23 de junio de 2006 tomada como referencia. Por lo tanto, conforme a lo establecido en el Acuerdo Ministerial No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, publicado en Registro Oficial No. 316 de 04 de mayo de 2015, Artículo 80, literal a): "Aquellos desechos que sin ser peligrosos, por su naturaleza pueden impactar al ambiente o a la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación y, para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reuso y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de desechos generados, evitar su inadecuado manejo y disposición, así como la sobresaturación de los rellenos sanitarios municipales;" se determina que los desechos "Escorias generadas en el proceso de fundición del plomo obtenido de las baterías usadas (Scrap) en mezcla con aditivos como carbón, viruta de hierro y sosa caústica", generados por la empresa Fabribat Cía. Ltda., son considerados como desechos especiales.

Sin perjuicio a lo antes mencionado, se dispone a su representada en un plazo de 30 días a partir de la recepción de esta notificación, presentar a la Autoridad Ambiental Nacional, lo siguiente:



Oficio Nro. MAE-SCA-2017-1491-O

Quito, D.M., 24 de julio de 2017

- Alternativas técnicas para la minimización de la generación o aprovechamiento del residuo: escoria del proceso de fundición del plomo obtenido de las baterías usadas (Scrap),
- Resultados de monitoreos periódicos (anuales), que demuestre que las escorias continúan con las características de no peligrosos.
- Tendencia gráfica anual (año calendario) en función de los datos obtenidos, que demuestren que la concentración de los diferentes contaminantes o características en el desecho es aproximadamente constante, bajo las condiciones operativas que también deben permanecer constantes.

Particular que pongo su conocimiento.

Atentamente,

Ing. Jorge Enrique Jurado Mosquera
SUBSECRETARIO DE CALIDAD AMBIENTAL

Referencias:
- MAE-SG-2017-6485-E

Anexos:
- -otglqki001f.pdf

Copia:
Señorita Magister
Janeth Iraida Mina Arroyo
Directora Provincial del Ambiente de Pichincha

bq/ev/jl/aq

Tabla 405-5.1.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
½" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80		90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Fuente: Especificaciones MOP - 001 – F,2002, p IV-94.

TABLA 810.2.1.

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

TFOT (Thin Film Oven Test)- Ensayo en horno sobre película delgada.

Fuente: Especificaciones MOP - 001 – F,2002, p VIII-9.

Anexo F INEN 2515 Enmienda 1 T-8.

TABLA 7 Requisitos para Asfalto Cemento gradual Viscosidad a 60 °C [140 °F] a base de asfalto original

Ensayo	Unidad	Grado de Viscosidad										Norma de ensayo
		AC-6		AC-10		AC-20		AC-30		AC-42		
		Min.	Max	Min.	Max	Min.	Max	Min.	Max	Min.	Max	
Viscosidad absoluta, 60 °C	Pa s	60 ± 20		100 ± 20		200 ± 40		300 ± 60		420 ± 60		ASTMD 2171
Viscosidad cinemática, 135 °C	mm ² s ⁻¹	175	--	250	--	300	--	350	--	400	--	ASTMD 2170
Punto de Inflamación	°C	177	--	219	--	232	--	232	--	232	--	NTE INEN 808
w, Solubilidad en tricloroetileno, ^c	%	99,0	--	99,0	--	99,0	--	99,0	--	99,0	--	NTE INEN 915
Gravedad específica 25 °C/25 °C		Informe		Informe		Informe		Informe		Informe		ASTMD70
Índice de Penetración ^a		-1,5 a +1		-1,5 a +1		-1,5 a +1		-1,5 a +1		-1,5 a +1		ASTM D5/D5M
Residuo de ensayos de película fina en horno rotatorio:												
Viscosidad, 60 °C	Pa s	--	300	--	500	--	800	--	1 200	--	2 000	ASTMD 2171
Cambio de masa,	% w/w	--	1,5	--	1,0	--	1,0	--	1,0	--	1,0	ASTMD 2872
Ductilidad ^A , 25 °C [77 °F], 5 cm/min	cm	100	--	75	--	50	--	40	--	25	--	NTE INEN 916
^A Si la ductilidad es menor a 100, el material debe ser aceptado, solo si la ductilidad a 15,5 °C es mínimo 100 a una velocidad de tiro de 5 cm/min.												
^B Índice de penetración = $\frac{1952-500 \log pen-20 SP}{50 \log pen-SP-120}$												
donde: pen = penetración a 25 °C, 100 g, 5 s SP = punto de ablandamiento (°C) ASTM D36												
^C Solubilidad en bromuro de propilo N puede ser un método alternativo a la solubilidad en TCE.												

Fuente: NTE 2515 Enmienda 1, p:2.

Anexo G Caracterización de los agregados de la Planta Asfáltica Naranjo-Ordoñez.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing.Gustavo Yánez.

Norma INEN: 696

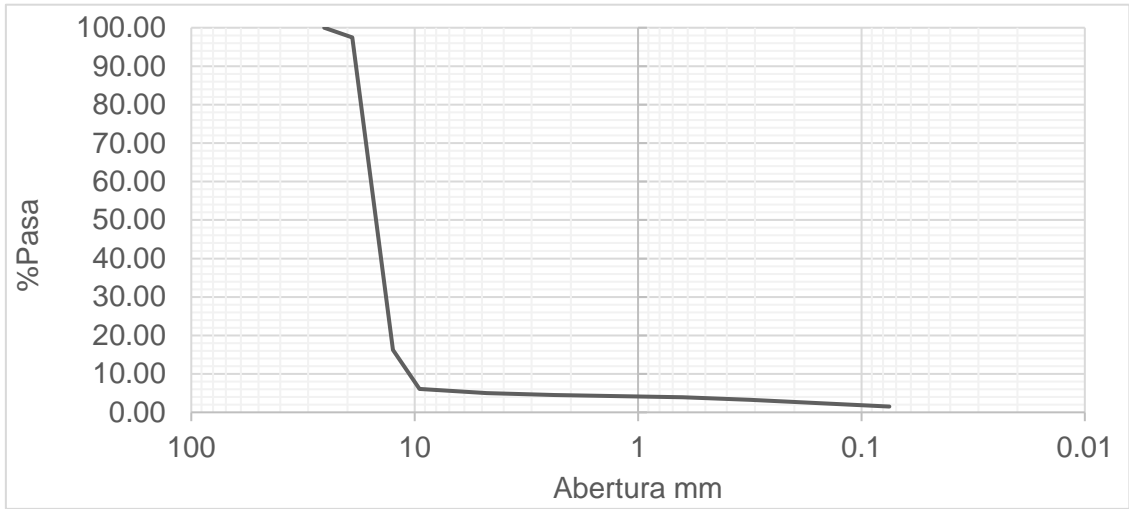
Norma ASTM: C-136

Norma AASHTO: T-27

GRANULOMETRÍA POR MALLAS

GRANULOMETRÍA AGREGADO GRUESO					
MASA INICIAL 12550 GRAMOS					
TAMIZ #	TAMAÑO DE TAMIZ mm	PESO RETENIDO gr	% RETENIDO	%RETEIDO ACUMULADO	% PASA
1	25.4	0	0.00	0	100.00 %
3/4	19	315	2.51	2.51	97.49 %
1/2	12.5	10200	81.27	83.78	16.22 %
3/8	9.5	1275	10.16	93.94	6.06 %
#4	4.75	130	1.04	94.98	5.02 %
#8	2.36	66	0.53	95.51	4.49 %
#30	0.630	70	0.56	96.06	3.94 %
#50	0.315	86	0.69	96.75	3.25 %
#100	0.149	117	0.93	97.68	2.32 %
#200	0.075	102	0.81	98.49	1.51 %
	Fondo	189	1.51	100.00	0.00 %
	Σ	12550	100.00		

GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO POR MALLAS





OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 696

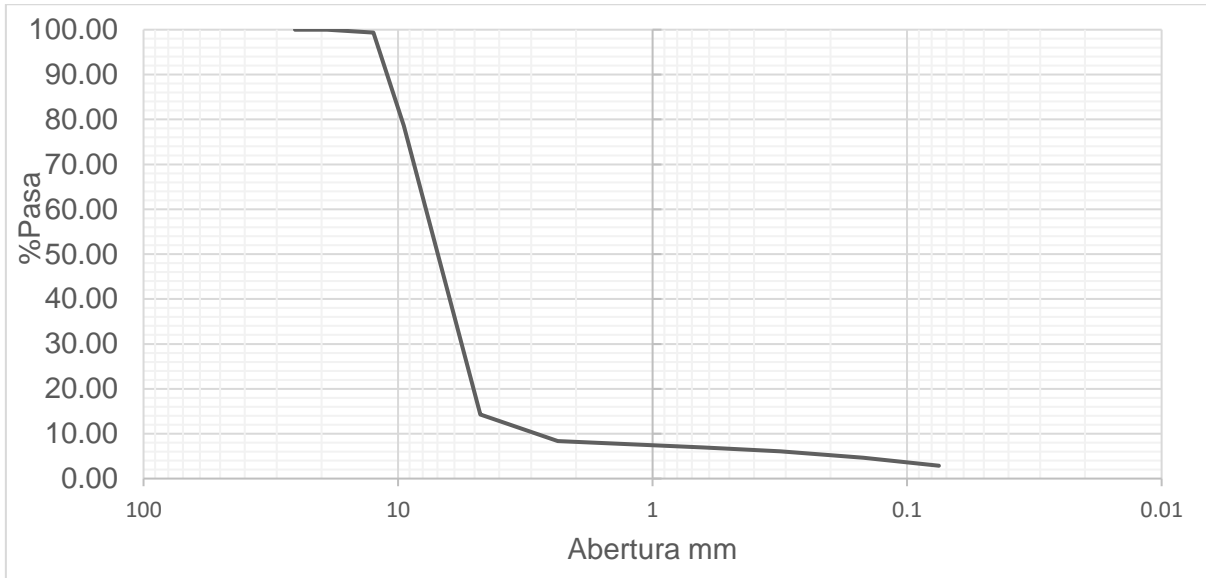
Norma ASTM: C-136

Norma AASHTO: T-27

GRANULOMETRÍA POR MALLAS

GRANULOMETRÍA AGREGADO INTERMEDIO						
MASA INICIAL 11470 GRAMOS						
TAMIZ #	TAMAÑO DE TAMIZ mm	PESO RETENIDO gr	% RETENIDO	%RETEIDO ACUMULADO	% PASA	
1	25.4	0	0.00	0	100.00	%
3/4	19	0	0.00	0.00	100.00	%
1/2	12.50	72	0.63	0.63	99.37	%
3/8	9.50	2382	20.77	21.40	78.60	%
#4	4.75	7381	64.35	85.76	14.24	%
#8	2.36	674	5.88	91.63	8.37	%
#30	0.630	165	1.44	93.08	6.92	%
#50	0.315	96	0.84	93.92	6.08	%
#100	0.149	161	1.41	95.32	4.68	%
#200	0.075	207	1.81	97.13	2.87	%
	Fondo	329	2.87	100.00	0.00	%
	Σ	11470	100.00			

GRANULOMETRÍA AGREGADO INTERMEDIO POR MALLAS





OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 696

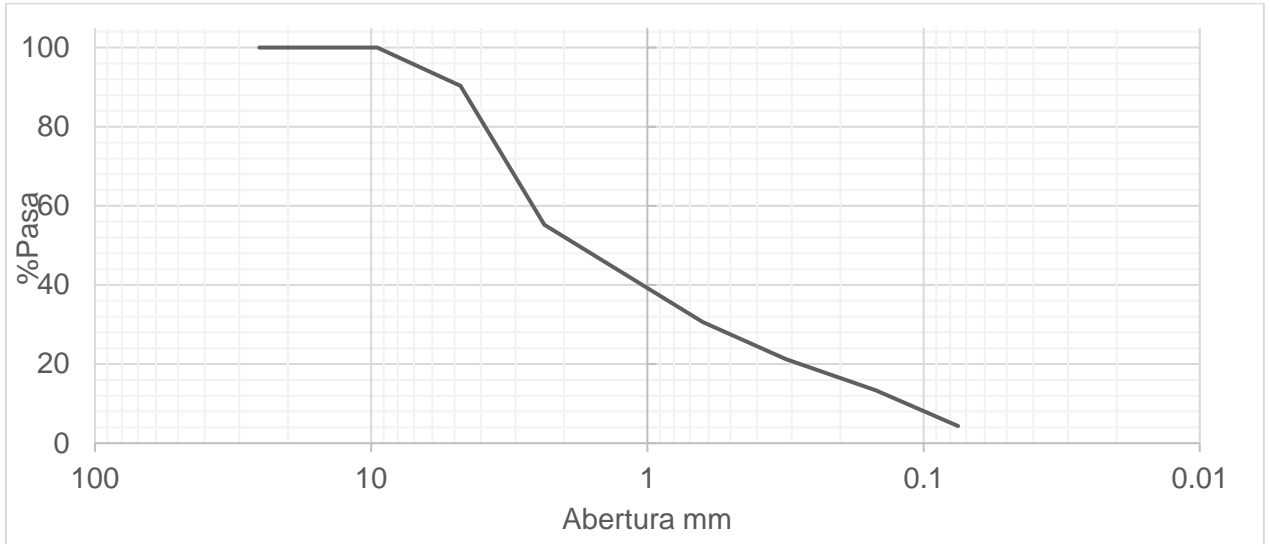
Norma ASTM: C-136

Norma AASHTO: T-27

GRANULOMETRÍA POR MALLAS

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO						
MASA INICIAL 1615 GRAMOS						
TAMIZ #	TAMAÑO DE TAMIZ mm	PESO RETENIDO gr	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	% PASA	
#4	4.75	156.67	9.70	9.70	90.30	%
#8	2.36	566.67	35.09	44.79	55.21	%
#30	0.60	396.67	24.56	69.35	30.65	%
#50	0.30	151.67	9.39	78.74	21.26	%
#100	0.150	126.67	7.84	86.58	13.42	%
#200	0.075	146.67	9.08	95.67	4.33	%
	FONDO	70	4.33	100.00	0.00	%
	Σ	1615	100.00			

GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO POR MALLAS





OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: -----

Norma ASTM: D 2419-09

Norma AASHTO: T-176

EQUIVALENTE DE ARENA

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{Lectura de arena}}{\text{Lectura de arcilla}} * 100$$

Número de Cilindro	1	2
Lectura de Arena (mm)	3.9	4
Lectura de Arcilla (mm)	3	3.1
EA:	76.92	77.5
Promedio:	78.00	%



OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing.Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 860;861.

Norma ASTM: C-131

Norma AASHTO: T-96

DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

$$C = A - B$$

$$\% \text{ de desgaste} = \frac{C * 100}{A}$$

Material que pasa el tamiz
No. 12:

C

1.445 Kg

Masa inicial de la muestra:

A

5.1 Kg

Masa sostenida en el
tamiz No.12:

B

3.655 Kg

% DE DESGASTE

28.33 %



OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 863.

Norma ASTM: C-88

Norma AASHTO: T-104

DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO 3/4 A LA ACCION DE LOS SULFATOS

$$\% \text{Retenido Parcial} = \frac{\text{MASA RETENIDA PARCIAL}}{\text{MASA TOTAL}} * 100$$

$$\% \text{Que Pasa} = \frac{\text{MASA INICIAL} - \text{MASA RETENIDA DESPUES DEL ENSAYO}}{\text{MASA INICIAL}} * 100$$

$$\% \text{Desgaste Parcial} = \frac{\% \text{RETENIDO PARCIAL} + \% \text{QUE PASA}}{100}$$

NÚMERO DEL TAMIZ		%RETENIDO PARCIAL DEL AGREGADO	MASA DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	MASA SE LAS FRACCIONES DESPUES DEL ENSAYO	% QUE PASA (EL TAMIZ + FINO DESPUES DEL ENSAYO)	% DE DESGASTE PARCIAL
PASA	RETIENE					
3/4	5/8	2.51	505	493	2.38	0.06
1/2	5/16	81.27	671	654.1	2.52	2.05
3/8	5/16	10.16	331	295.4	10.76	1.09
No. 4	No.5	1.04	300	274.9	8.37	0.09
					TOTAL	3.29%



OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 863.

Norma ASTM: C-88

Norma AASHTO: T-104

DURABILIDAD DEL AGREGADO INTERMEDIO 3/8 A LA ACCION DE LOS SULFATOS

$$\% \text{Retenido Parcial} = \frac{\text{MASA RETENIDA PARCIAL}}{\text{MASA TOTAL}} * 100$$

$$\% \text{Que Pasa} = \frac{\text{MASA INICIAL} - \text{MASA RETENIDA DESPUES DEL ENSAYO}}{\text{MASA INICIAL}} * 100$$

$$\% \text{Desgaste Parcial} = \frac{\% \text{RETENIDO PARCIAL} * \% \text{QUE PASA}}{100}$$

NÚMERO DEL TAMIZ		%RETENIDO PARCIAL DEL AGREGADO	MASA DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	MASA SE LAS FRACCIONES DESPUES DEL ENSAYO	% QUE PASA (EL TAMIZ + FINO DESPUES DEL ENSAYO)	% DE DESGASTE PARCIAL
PASA	RETIENE					
3/8	5/16	20.77	331.7	315.21	4.97	1.03
No. 4	No.5	64.35	319.6	282.56	11.59	7.46
					TOTAL	8.49%



OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranja Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 863.

Norma ASTM: C-88.

Norma AASHTO: T-104.

DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO A LA ACCIÓN DE LOS SULFATOS

$$\% \text{Retenido Parcial} = \frac{\text{MASA RETENIDA PARCIAL}}{\text{MASA TOTAL}} * 100$$

$$\% \text{Que Pasa} = \frac{\text{MASA INICIAL} - \text{MASA RETENIDA DESPUES DEL ENSAYO}}{\text{MASA INICIAL}} * 100$$

$$\% \text{Desgaste Parcial} = \frac{\% \text{RETENIDO PARCIAL} * \% \text{QUE PASA}}{100}$$

NUMERO DEL TAMIZ		%RETENIDO PARCIAL DEL AGREGADO	MASA DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	MASA SE LAS FRACCIONES DESPUES DEL ENSAYO	% QUE PASA (EL TAMIZ + FINO DESPUES DEL ENSAYO)	% DE DESGASTE PARCIAL
PASA	RETIENE					
#4	#4	9.70	99.9	94.88	5.03	0.49
#8	#8	35.09	99.94	93.5	6.44	2.26
#30	#30	24.56	99.37	93.44	5.97	1.47
#50	#50	9.39	97.2	88.77	8.67	0.81
TOTAL					5.03%	



OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 856.

Norma ASTM: C-127.

Norma AASHTO: T-84.

GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO GRUESO

$$Ge = \frac{A}{B-C}$$

$$Ges = \frac{B}{B-C}$$

$$Gea = \frac{A}{A-C}$$

Masa de la muestra saturada con superficie seca:	B	6.47	Kg
Masa de la muestra seca:	A	6.33	Kg
Masa de la muestra sumergida en agua:	C	3.947	kg
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK:	Ge	2.51	
GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA CON SUPERFICIE SECA:	Ges	2.56	
GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE:	Gea	2.66	



OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 856.

Norma ASTM: C-127.

Norma AASHTO: T-84.

GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO INTERMEDIO

$$Ge = \frac{A}{B-C}$$

$$Ges = \frac{B}{B-C}$$

$$Gea = \frac{A}{A-C}$$

Masa de la muestra saturada con superficie seca:	B	5.41 Kg
Masa de la muestra seca:	A	5.23 Kg
Masa de la muestra sumergida en agua:	C	3.271 kg
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK:	Ge	2.45
GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA CON SUPERFICIE SECA:	Ges	2.53
GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE:	Gea	2.67



OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 856.

Norma ASTM: C-127.

Norma AASHTO: T-84.

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

$$Ma = Mmw - (Mm + B)$$

$$Ge = \frac{A}{500 - Ma}$$

$$Ges = \frac{B}{500 - Ma}$$

$$Gea = \frac{A}{500 + A + Mm - Mmw}$$

$$Ab = \frac{B - A * Ge}{A} * 100$$

Masa del matraz:	Mm	150.9	gr
Masa del conjunto matraz, agua y muestra:	Mmw	955	gr
Masa de la muestra saturada con superficie seca:	B	500.05	gr
Masa de la muestra seca	A	481.60	gr
Masa de agua añadida al matraz:	Ma	304.05	gr
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK:	Ge	2.46	
GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA CON SUPERFICIE SECA:	Ges	2.55	
GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE:	Gea	2.71	
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN:	Ab	3.83	%

Anexo H Caracterización del Cemento Asfáltico AC-20 planta asfáltica Naranjo-Ordoñez.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yánez.

Norma INEN: 923.

Norma ASTM: D-70.

Norma AASHTO: T-43.

DENSIDAD DE MATERIALES BITUMINOSOS SEMISÓLIDOS (MÉTODO DEL PICNÓMETRO)

Información general del ensayo:

Identificación de la muestra	AC 20
Temperatura de ensayo (°C)	25

Registro para densidad:

Serie del picnómetro:	46
(A) Masa del picnómetro + tapones secos (g)	37.133
(B) Masa del picnómetro + tapón agua destilada	62.382
(C) Masa del picnómetro + tapón + asfalto(g)	54.724
(D) Masa del picnómetro + tapón agua destilada+ asfalto@ T ±0.1 °c	62.614
Densidad relativa de la muestra	1.013
Densidad del agua a la temperatura de ensayo (kg/m³)	997
Densidad de la muestra (kg/m³)	1010.325



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: ----

Norma ASTM: D-5.

Norma AASHTO: T-49.

PENETRACIÓN DE MATERIALES BITUMNOSOS

Información general del ensayo:

Identificación de la muestra	AC 20
Temperatura de ensayo (°C)	25.1
Carga (g)	100.01
Tiempo de caga (s)	5

Valores de penetración en la muestra:

Punto	1	2	3	Promedio
Penetración (0.1 mm)	71	70	68	70



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 920

Norma ASTM: D-36.

Norma AASHTO: T-53.

**PUNTO DE ABLANDAMIENTO DE BITUMEN
(APARATO DE ANILLO Y BOLA)**

Información general del ensayo:

Identificación de la muestra	AC 20
Líquido usado en el baño	agua

Registro de la muestra:

	Anillo 1	Anillo 2	Promedio
Punto de ablandamiento, °C	49.3	49.5	49.4



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: ----

Norma ASTM: D-92.

Norma AASHTO: T-48.

**DETERMINACIÓN DE PUNTO DE INFLAMACIÓN Y COMBUSTIÓN DE
MATERIALES BITUMINOSOS CON EL EQUIPO DE COPA ABIERTA
CLEVELAND**

Información general del ensayo:

Identificación de la muestra:	AC 20
Punto de Inflamación (°C):	304
Punto de Combustión (°C):	316
Punto de Barométrica (mm Hg):	548.8
Punto de Inflamación corregido (°C):	311
Punto de Llama corregido (°C):	323



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: ----

Norma ASTM: D-113.

Norma AASHTO: T-51.

DUCTILIDAD DE MATERIALES BITUMNOSOS

Información general del ensayo:

Identificación de la muestra	AC 20
Temperatura de ensayo (°C)	25
Número de réplicas.	3

Valores de ductilidad en la muestra:

Molde	1	2	3	Promedio
Ductilidad (cm)	100	100	100	100



OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

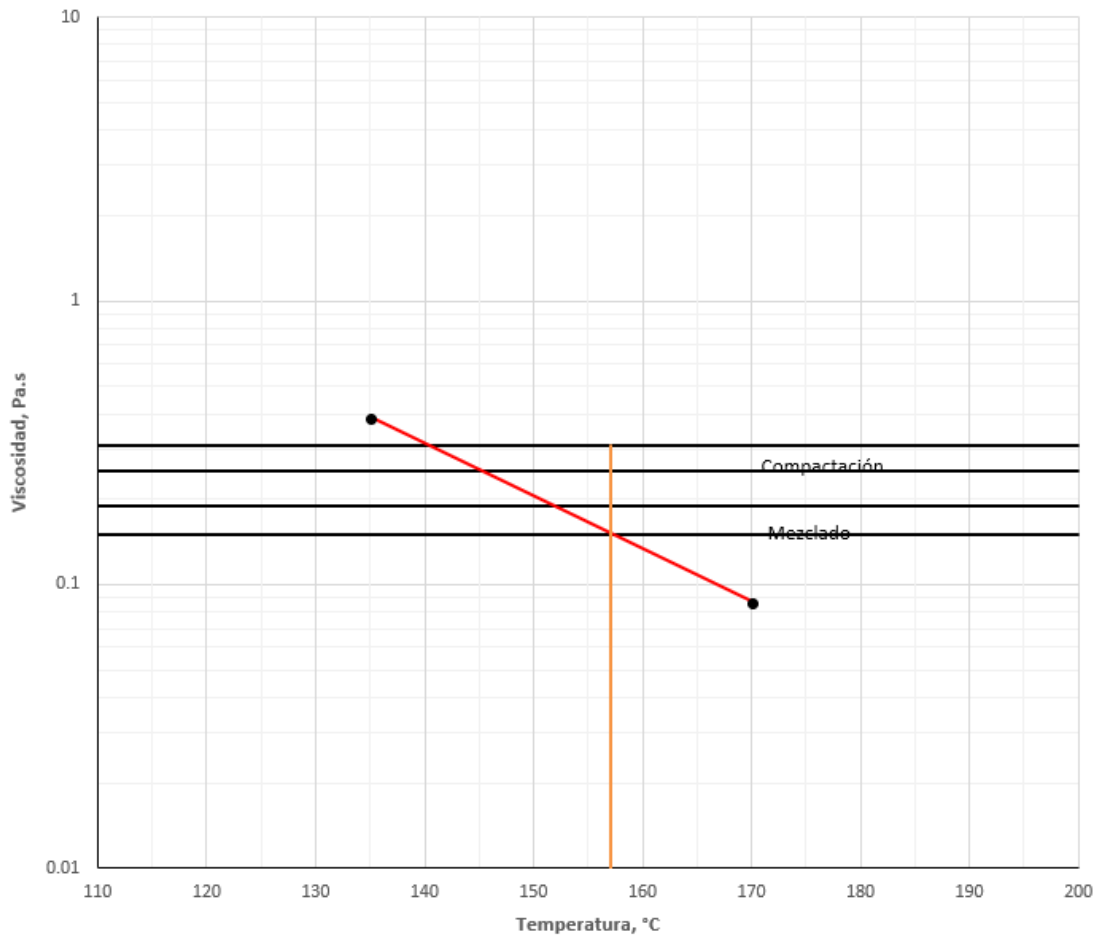
LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.
Norma ASTM: D-2493.

CARTA NORMALIZADA DE VISCOSIDAD - TEMPERATURA PARA ASFALTOS



Rangos normados de viscosidad (ASTM D6926 - 10):

Mezclado: 0.17 ± 0.02 Pa.s
Compactación: 0.28 ± 0.03 Pa.s

Rangos de temperatura de trabajo para la muestra:	Mezclado:	151.5 - 157.0 °C
	Compactación:	140.0 - 145.0 °C



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.
Norma ASTM: D-2171.

**DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD DE ASFALTO POR VISCOSÍMETRO
CAPILAR AL VACÍO**

Información general del ensayo:

Identificación de la muestra	3740-1
Temperatura de ensayo (°C)	60
Número del viscosímetro	100
Serie del viscosímetro	L807

	Bulbo B	Bulbo C	Bulbo D
Constante del viscosímetro (Pa.s/s):	3.18	1.601	1.066
Tiempo de flujo (s):	78.7	235.8	477.7
Viscosidad (Pa.s):	250.171	377.468	509.25

Resultado del ensayo:

Viscosidad (Pa.s) : **250.71**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.
Norma ASTM: D-2872.

HORNO DE PELÍCULA DELGADA RODANTE

Información general del ensayo:

Identificación de la muestra	AC-20
------------------------------	-------

Determinación del cambio de masa:

Botella	1	2
Masa de botella + asfalto antes (g)	204.729	204.133
Masa de botella + asfalto después (g)	204.701	204.1
Cambio de masa (%)	-0.014	-0.016
Cambio de masa promedio (%)	-0.015	



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: ----

Norma ASTM: D-113.

Norma AASHTO: T-51.

DUCTILIDAD DE MATERIALES BITUMNOSOS

Información general del ensayo:

Identificación de la muestra	AC 20
Temperatura de ensayo (°C)	25
Número de réplicas.	3

Valores de ductilidad en la muestra:

Molde	1	2	3	Promedio
Ductilidad (cm)	37	43	49	43

Observaciones: RESIDUO DEL RTFO.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Planta Asfáltica Naranjo Ordoñez.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.
Norma ASTM: D-2171.

**DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD DE ASFALTO POR VISCOSÍMETRO
CAPILAR AL VACÍO**

Información general del ensayo:

Identificación de la muestra	AC-20
Temperatura de ensayo (°C)	60.02
Número del viscosímetro	200
Serie del viscosímetro	K628

	Bulbo B	Bulbo C	Bulbo D
Constante del viscosímetro (Pa.s/s):	10.82	5.792	3.993
Tiempo de flujo (s):	81.4	240.6	485.7
Viscosidad (Pa.s):	881.235	1393.758	1939.44

Resultado del ensayo:

Viscosidad (Pa.s) : **881.235**

Observaciones: RESIDUO DEL RTFO.

Anexo I Caracterización de desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Baterías Ecuador L.A.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing. Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 696

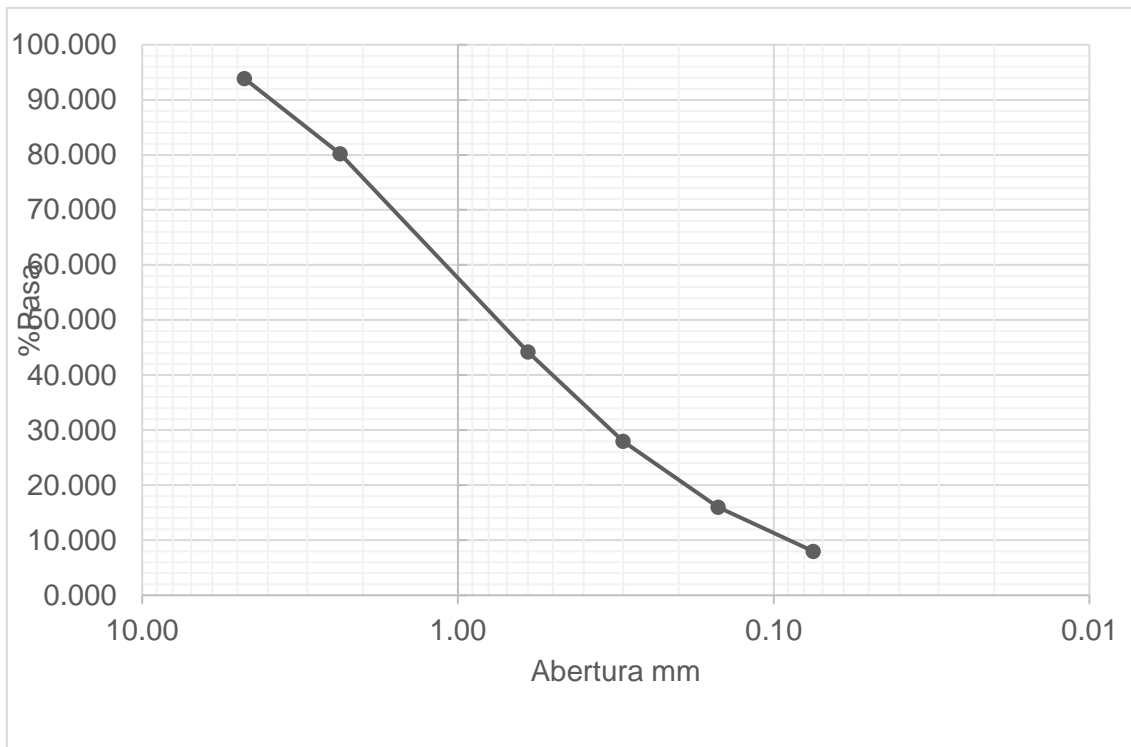
Norma ASTM: C-136

Norma AASHTO: T-27

GRANULOMETRÍA POR MALLAS

GRANULOMETRIA ESCORIA						
TAMIZ #	TAMAÑO DE TAMIZ mm	PESO RETENIDO gr	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	% PASA	
#4	4.75	145	6.11	6.11	93.89	%
#8	2.36	325	13.68	19.79	80.21	%
#30	0.60	855	36.00	55.79	44.21	%
#50	0.30	385	16.21	72.00	28.00	%
#100	0.150	285	12.00	84.00	16.00	%
#200	0.075	190	8.00	92.00	8.00	%
	FONDO	190	8.00	100.00	0.00	%
	Σ	2375	100.00			

GRANULOMETRÍA ESCORIA POR MALLAS





OBRA: Tesis.

ENSAYADO: Mayté Constante V.

LOCALIZACION: Baterías Ecuador L.A.

CALCULADO: Mayté Constante V.

FECHA: febrero 2018

APROBADO: Ing.Gustavo Yáñez.

Norma INEN: 856

Norma ASTM: C-127

Norma AASHTO: T-84

ABSORCIÓN DE ESCORIA

$$Ab = \frac{B-A}{A} * 100$$

Masa de la muestra saturada con
superficie seca:

B 500.1 gr

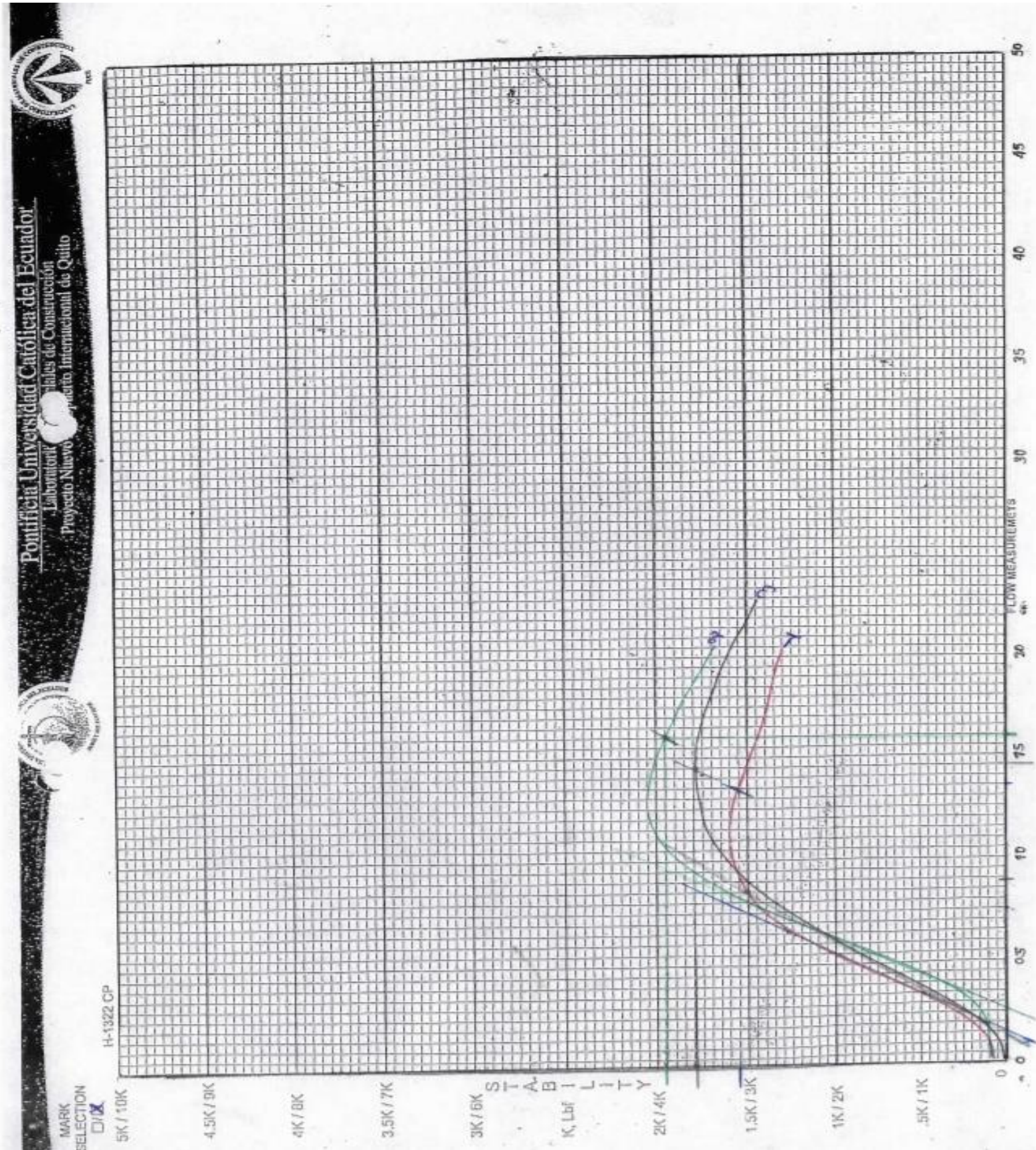
Masa de la muestra seca

A 441.50 gr

**PORCENTAJE DE
ABSORCIÓN:**

Ab 13.27 %

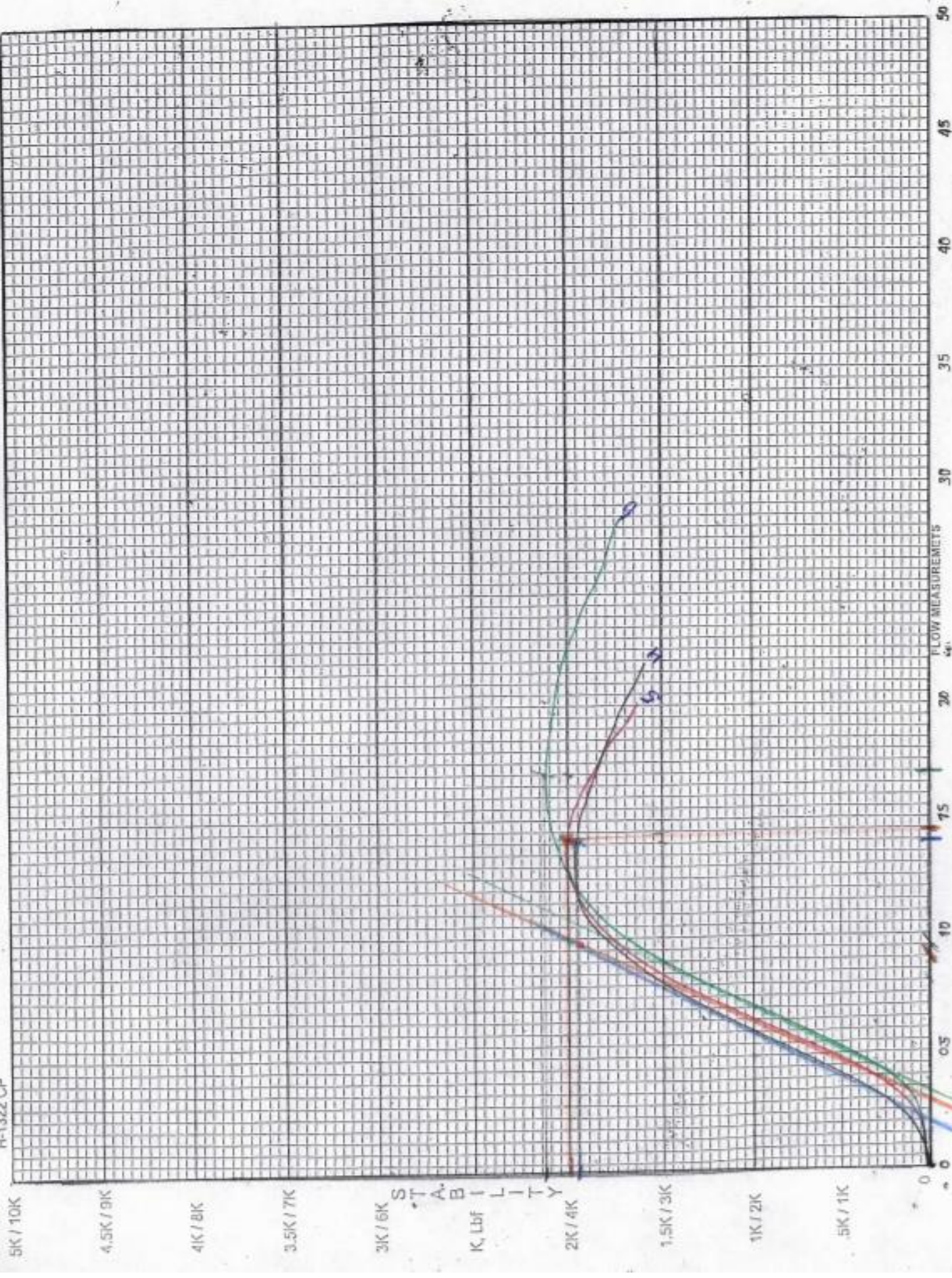
Anexo J Gráficos de Flujo-Estabilidad Mezcla Asfáltica Original
Método Marshall.





MARK SELECTION

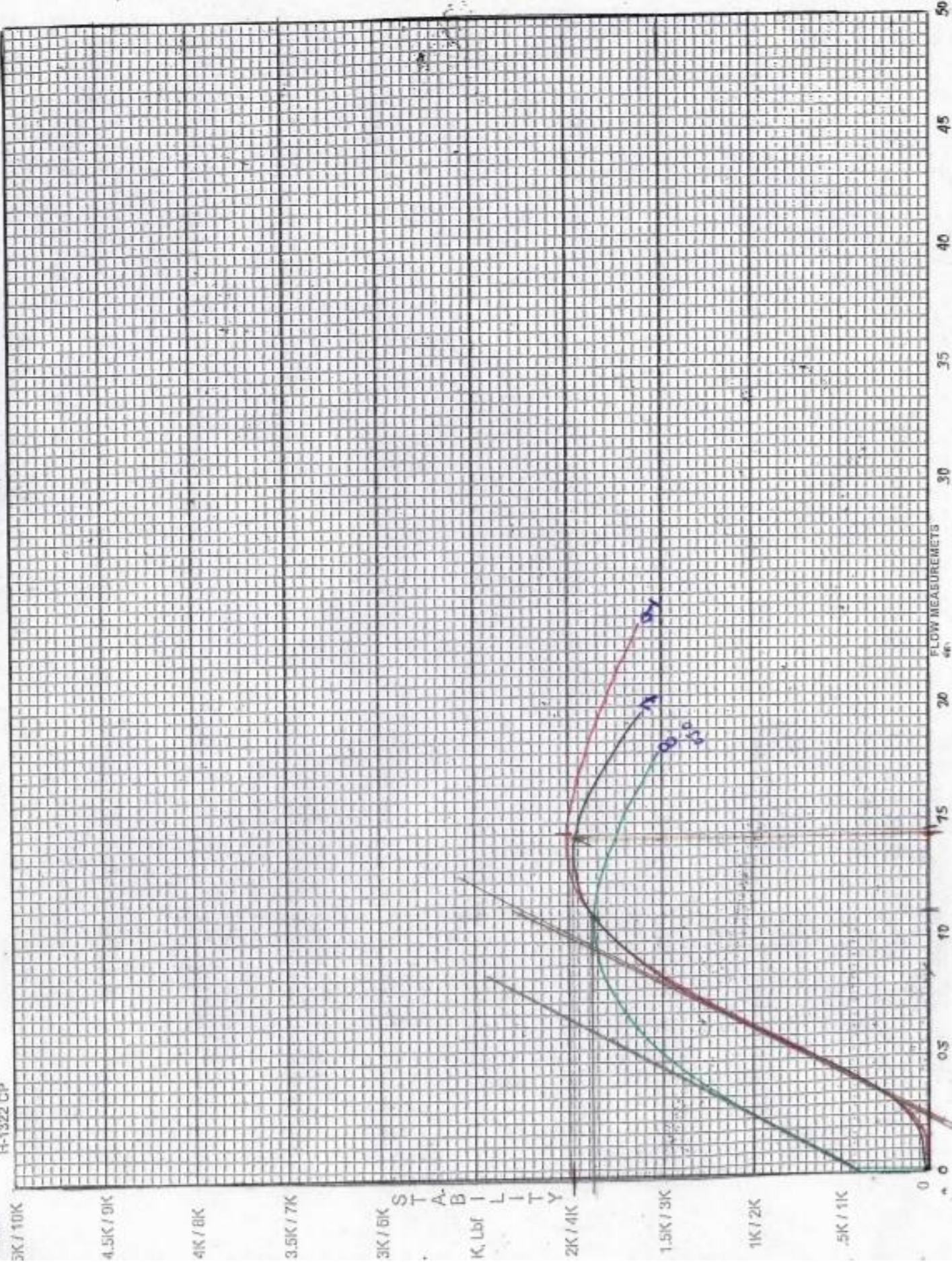
H-1322 CP





MARK
 ELECTION

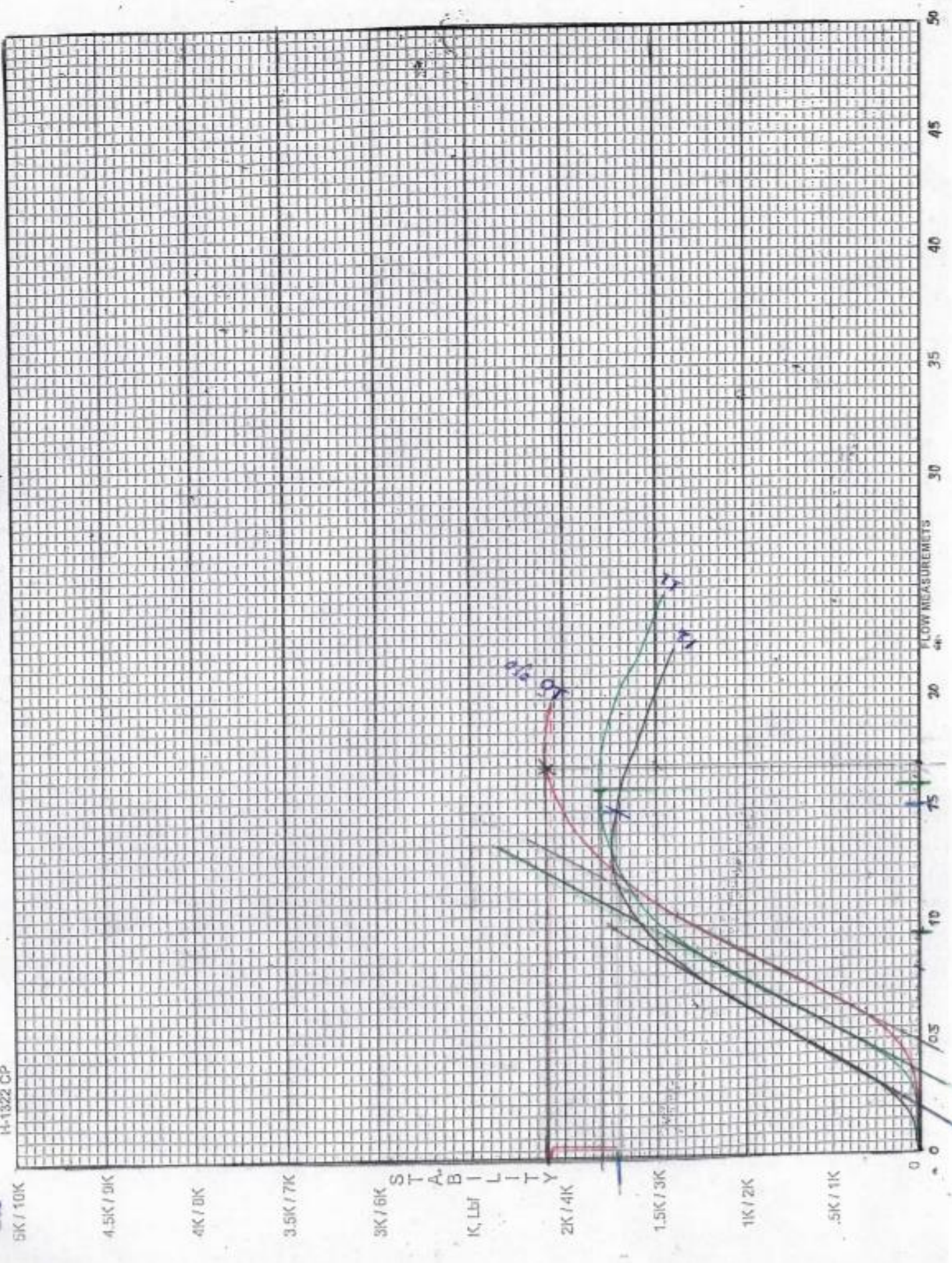
H-1322 CP





MARK SELECTION
 D

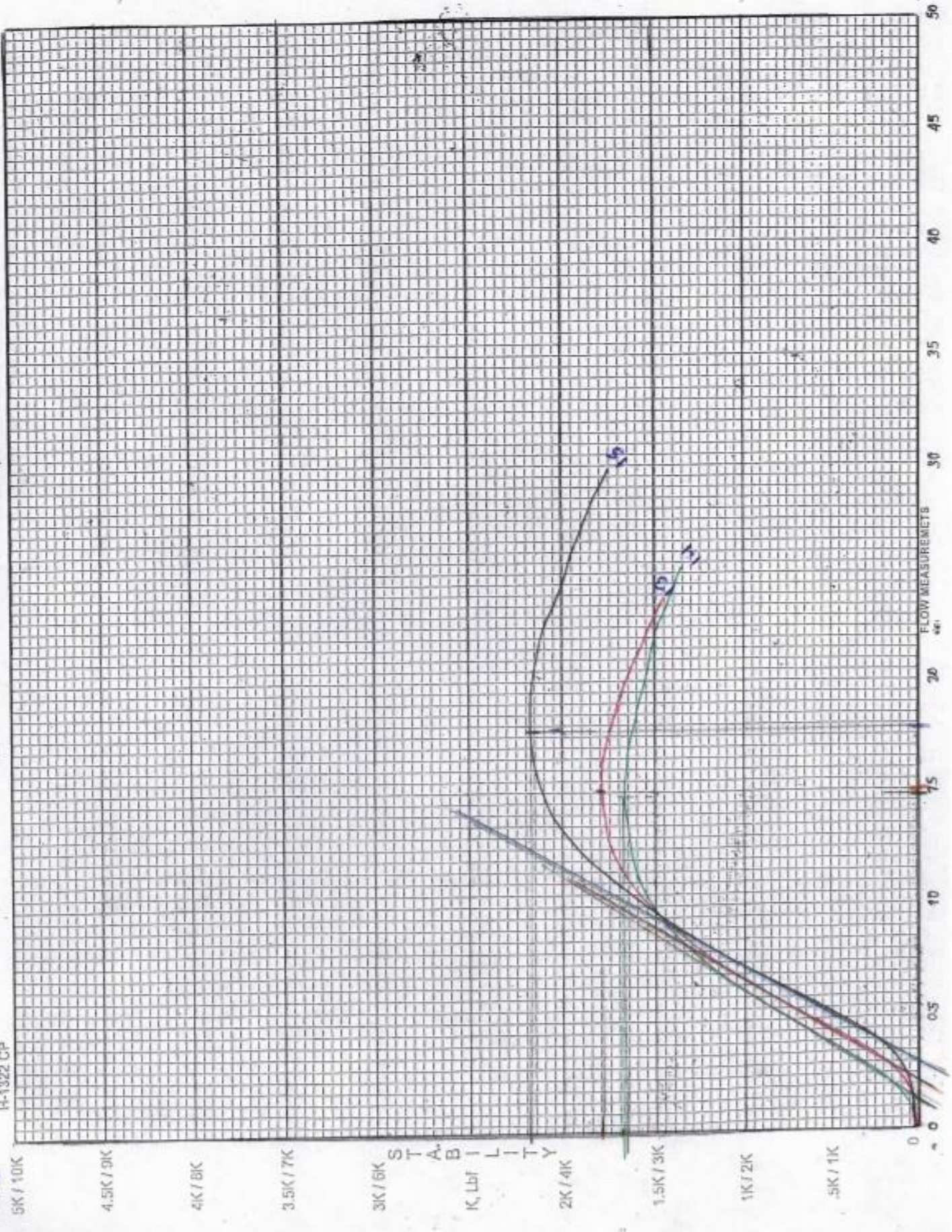
H-1322 CP





MARK SELECTION
 A
 B

H-1322 GP



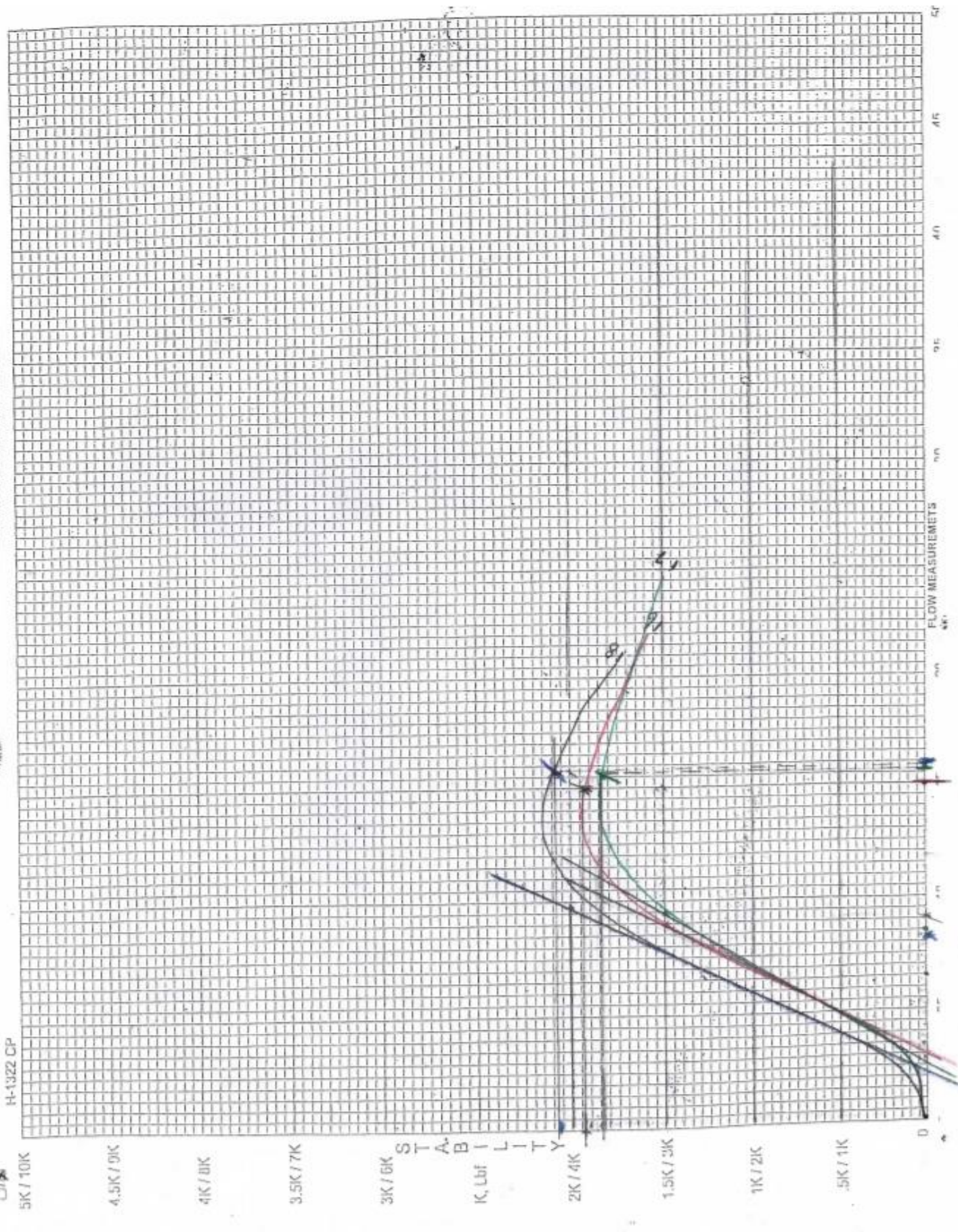
Anexo K Gráficos de Flujo-Estabilidad Mezcla Modificada.



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

 Laboratorio de Materiales de Construcción

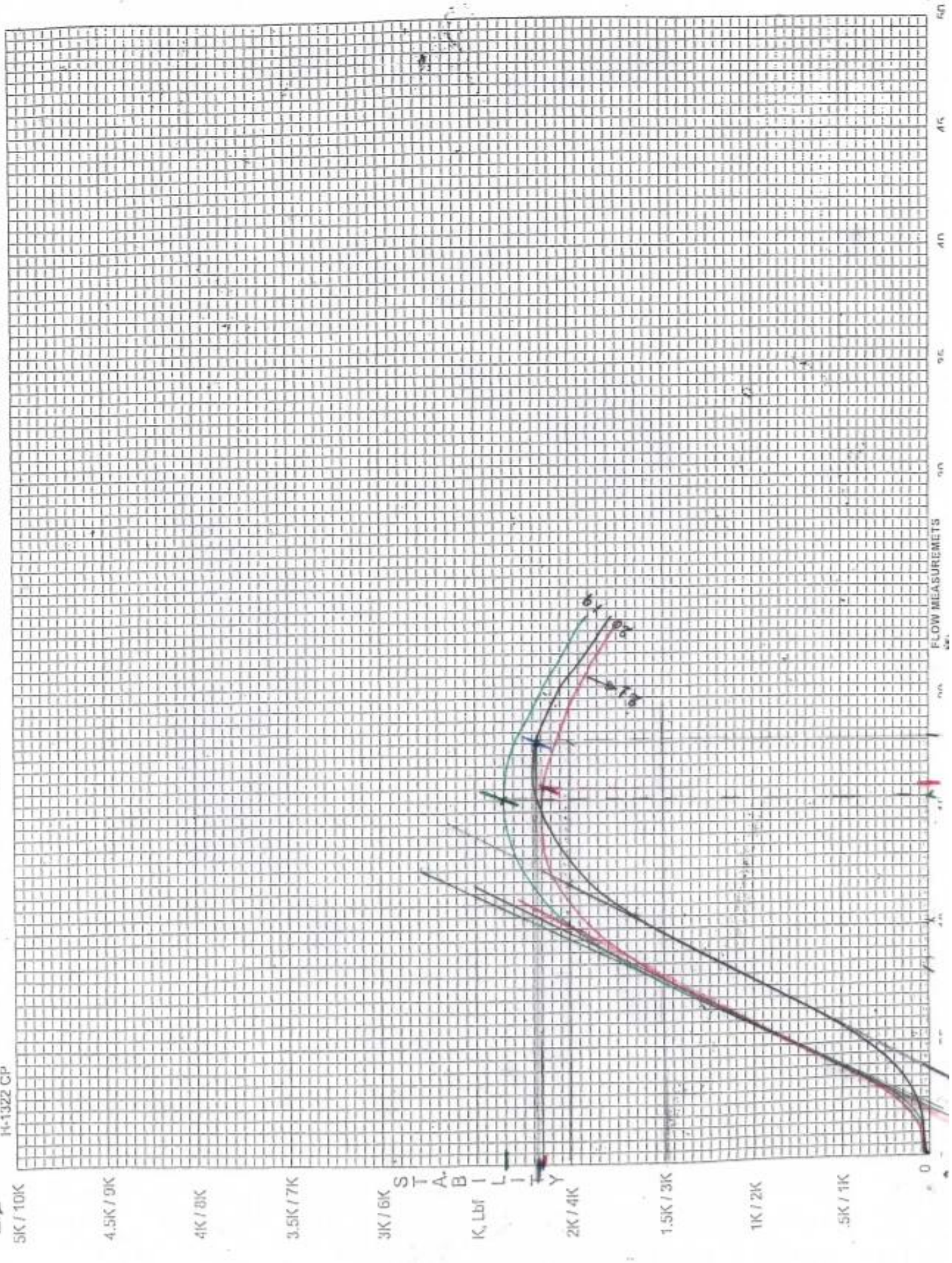
 Proyecto Nuevo Contrato Internacional de Quito





MARK SELECTION
 /

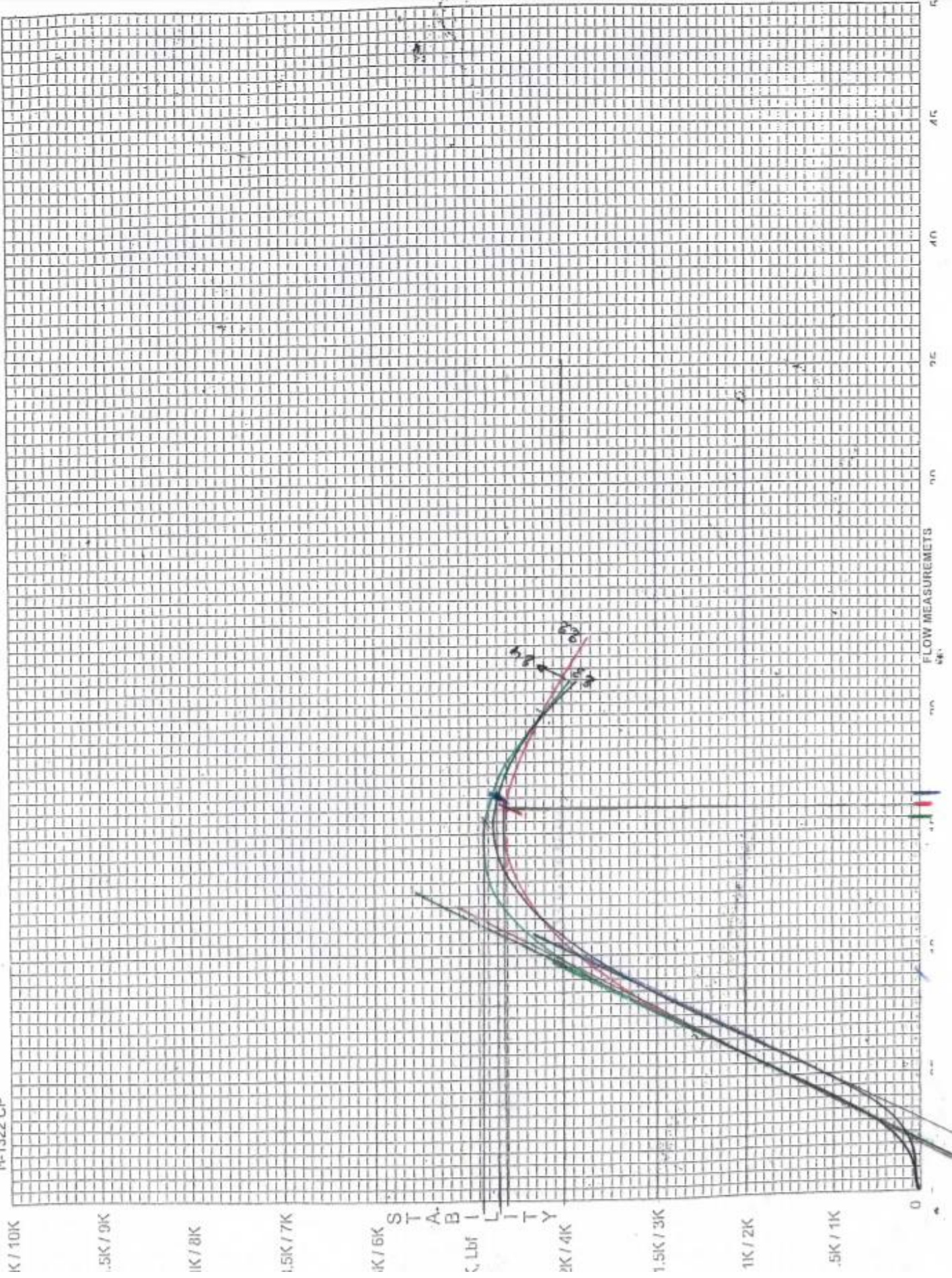
H-1322 CP





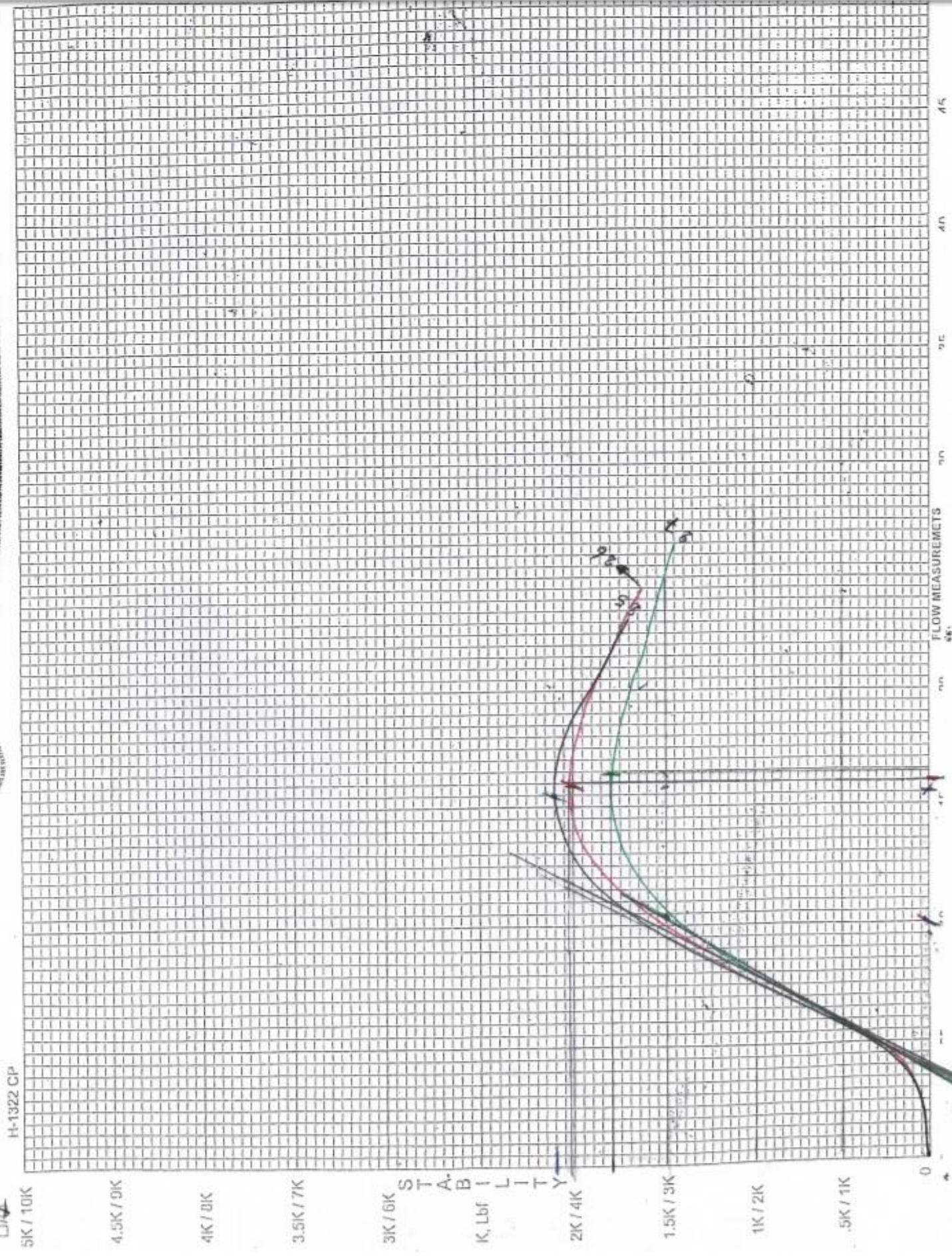
MARK SECTION
□/■

H-1322 CP





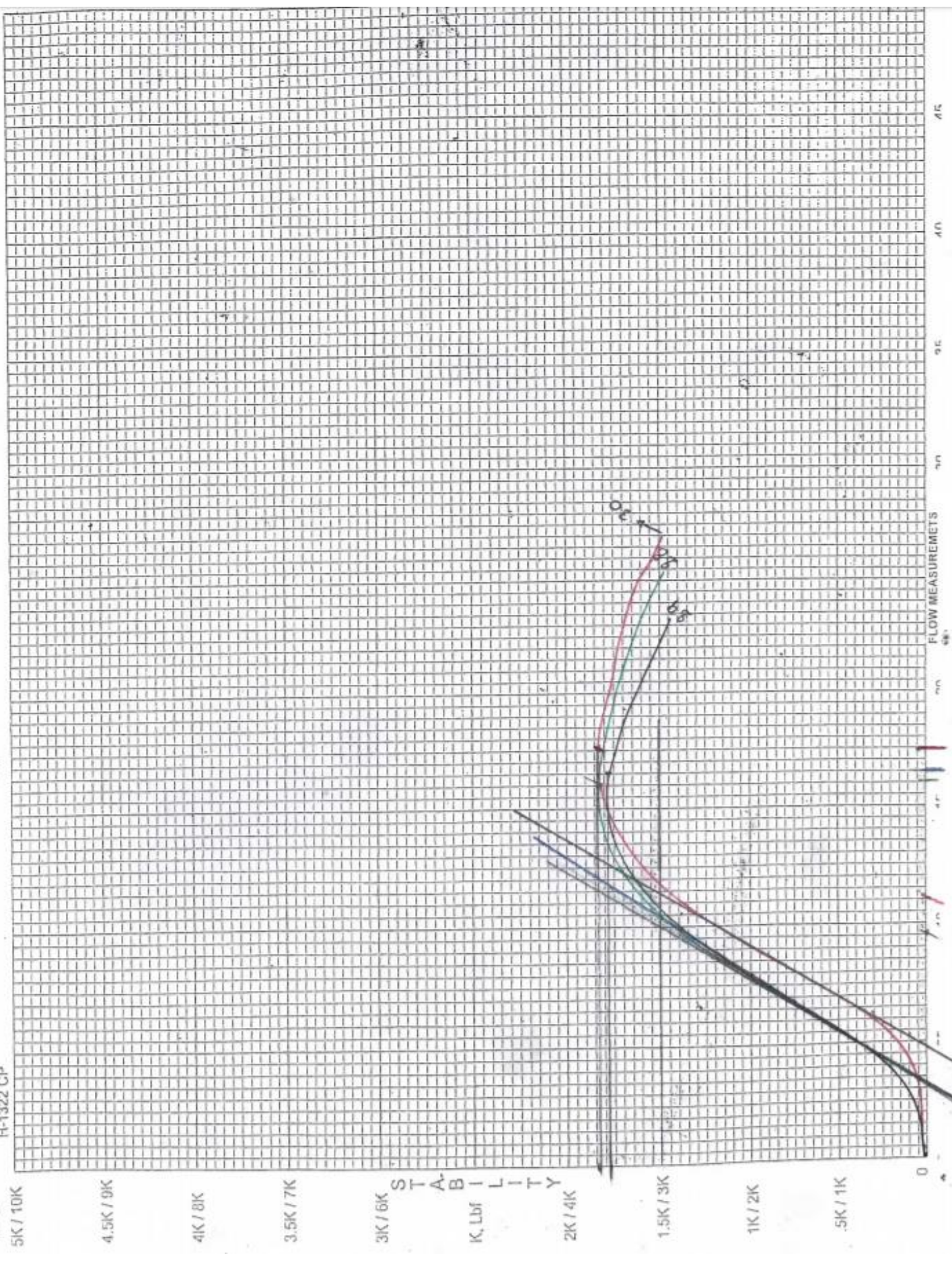
MARK
 SELECTION
 /





MARK SELECTION /

H-1322 CP



Anexo L Ubicación del proyecto.

Fábrica Baterías Ecuador.



Coordenadas: 0°18'00.5"S 78°21'35.8"W

Planta Asfáltica Naranjo-Ordoñez.



Coordenadas: 0°17'33.0"S 78°21'53.9"W