

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades  
mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas  
para diferenciación de flujo en vías**

Cristian Janz Molina Pacheco

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2019

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**ASESOR**

Ing. Augusto García Corso

## **AGRADECIMIENTO**

A los ingenieros Augusto García, Andrés Sotil, Richard Raymundo, José Yupanqui, Natividad Sánchez, Víctor Ciro, Jorge Ticlla, Manuel García, Omar Hidalgo, Jaime Rupay y Manuel Herquinio, por sus enseñanzas académicas y por inculcarme la perseverancia en mi formación universitaria, lo cual nunca olvidaré.

A todos mis familiares, por los consejos, que me ayudaron en los momentos difíciles.

A ustedes, Giancarlos, Judith, Janeth, Ninfa, Ever, Liz, Inés, Hugo, Raúl, José, Pedro, Gisela y Juan.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme todo lo que tengo,  
por lo que soy y por lo que hago.

A mis padres Edgar y Haydee, por el  
apoyo constante en toda mi  
formación académica y por los  
grandes consejos que me ayudaron  
a alcanzar mis sueños y mis metas.

A mis abuelos Juan y Georgina,  
Eleuterio y Antonia.

## ÍNDICE

ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE .....	v
LISTA DE TABLAS .....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xxvii
ABSTRACT .....	xxviii
INTRODUCCIÓN.....	xxix
1    CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1    PROBLEMA GENERAL.....	3
1.2.2    PROBLEMA ESPECÍFICO .....	3
1.3    OBJETIVOS .....	3
1.3.1    OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2    OBJETIVO ESPECÍFICO .....	3
1.4    JUSTIFICACIÓN .....	3
1.5    HIPÓTESIS .....	4
1.5.1    HIPÓTESIS GENERAL .....	4
1.5.2    HIPÓTESIS ESPECÍFICA .....	4
1.6    DESCRIPCIÓN DE VARIABLES .....	5
1.6.1    VARIABLE INDEPENDIENTE .....	5
1.6.2    VARIABLE DEPENDIENTE.....	5

2	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	7
2.1.1	ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	7
2.2	BASES TEÓRICAS .....	9
2.2.1	MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES DEL MTC DE MEZCLAS BITUMINOSAS .....	9
2.2.2	Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall mediante la normativa del MTC E504.....	9
2.2.3	MANUAL DE ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, CAMINOS Y PUENTES CR-2010 .....	12
2.2.4	MANUAL DE CARRETERAS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN; SECCIÓN 423, PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE.....	12
2.2.5	MÉTODO MARSHALL PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS ASTM D.1559...	15
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	21
2.3.1	Comportamiento de Materiales del MAC .....	21
2.3.2	Factores influyentes en el Comportamiento de Mezclas Asfálticas .....	24
2.3.3	Parámetros volumétricos .....	29
2.3.4	Parámetros mecánicos – físicos .....	30
2.3.5	Proporción de polvo y tipo de filler .....	30
3	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	34
3.1	MÉTODOS Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN .....	34
3.1.1	MÉTODO CIENTÍFICO.....	34
3.1.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	34
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	35
3.3	POBLACIÓN.....	35
3.4	MUESTRA.....	35

3.4.1	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA .....	36
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	37
3.5.1	TÉCNICAS .....	37
3.5.2	INSTRUMENTOS.....	37
3.6	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO .....	38
4	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1	RESULTADOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
4.2	RESULTADO DEL EFECTO DE LOS ÓXIDOS EN LA ESTABILIDAD.....	63
4.2.1	RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS CON PIGMENTO CHROMAFER Y OCRE DE ÓXIDO FÉRRICO PARA FLUJO VEHICULAR PESADO 83	
4.2.2	RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS CON PIGMENTO CHROMAFER Y ÓXIDO FÉRRICO (OCRE) PARA FLUJO VEHICULAR MEDIO .	106
4.2.3	RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS CON PIGMENTO CHROMAFER Y ÓXIDO FÉRRICO (OCRE) PARA FLUJO VEHICULAR LIGERO	128
4.2.4	RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS CON PIGMENTO CHROMAFER Y OCRE DE ÓXIDO DE CROMO PARA FLUJO VEHICULAR PESADO 149	
4.2.5	RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS CON PIGMENTO CHROMAFER Y OCRE PARA FLUJO VEHICULAR LIGERO .....	170
4.2.6	RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS CON PIGMENTO CHROMAFER Y OCRE PARA FLUJO VEHICULAR LIGERO .....	191
4.3	RESULTADO DE TIPO DE PIGMENTO (CHROMAFER U OCRE) Y EL PORCENTAJE ÓPTIMO.....	192
4.3.1	PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO PESADO (ÓXIDO FÉRRICO).....	193
4.3.2	PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO MEDIO (ÓXIDO FÉRRICO).....	194



4.3.3	PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO LIGERO (ÓXIDO FÉRRICO).....	195
4.3.4	PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO PESADO (ÓXIDO DE CROMO) .....	196
4.3.5	PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO MEDIO (ÓXIDO DE CROMO) .....	197
4.3.6	PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO LIGERO (ÓXIDO DE CROMO) .....	198
4.4	PRUEBA DE HIPÓTESIS CON LOS DATOS DE LOS ESPECÍMENES ELABORADOS Y ENSAYADOS.....	199
4.4.1	RESULTADO DE PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LA ESTABILIDAD	200
4.4.2	CONCLUSIÓN DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS ESPECÍMENES ENSAYADOS EN LABORATORIO.....	222
4.4.3	PRUEBA DE HIPÓTESIS N°1 PARA LAS VARIABLES ÓXIDO FÉRRICO Y ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PIGMENTADA.....	223
4.4.4	PRUEBA DE HIPÓTESIS N°2 PARA LAS VARIABLES ÓXIDO DE CROMO Y ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PIGMENTADA.....	224
4.4.5	PRUEBA DE HIPÓTESIS N°3 PARA EL DISEÑO ÓPTIMO.....	225
4.5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	226
4.5.1	DISCUSIÓN 1.....	226
4.5.2	DISCUSIÓN 2.....	227
5	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	229
5.1.1	CONCLUSIONES.....	229
5.1.2	RECOMENDACIONES.....	231
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	232
7	ANEXOS.....	234
7.1	CERTIFICADOS DE LABORATORIO.....	235
7.2	PANEL FOTOGRÁFICO.....	284



## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1 Resultados de propiedades mecánicas y volumétricas .....	8
Tabla N° 2 Separación por tamizado para combinación en el MAC .....	10
Tabla N° 3 Separación por tamizado considerado en la combinación en el MAC .....	10
Tabla N° 4 Factor de corrección de la estabilidad .....	11
Tabla N° 5 Parámetros de ensayos de propiedades volumétricas y mecánicas de MAC .	12
Tabla N° 6 Requerimiento de los agregados gruesos .....	13
Tabla N° 7 Requerimiento del agregado fino .....	13
Tabla N° 8 Límites Granulométricos para MAC.....	14
Tabla N° 9 Parámetro de diseño del MTC.....	14
Tabla N° 10 Parámetro del VMA.....	15
Tabla N° 11 Clasificación del cemento asfáltico.....	21
Tabla N° 12 Clasificación del cemento asfáltico por penetración .....	22
Tabla N° 13 Clasificación del cemento asfáltico por viscosidad .....	22
Tabla N° 14 Dosificación habitual de pigmento.....	29
Tabla N° 15 Efectos de baja estabilidad .....	30
Tabla N° 16 Población de especímenes dosificados con óxido férrico (OCRE) .....	35
Tabla n° 17 Población de especímenes dosificados con óxido de cromo (OCRE) .....	35
Tabla N° 18 Población de especímenes dosificados con óxido férrico (CHROMAFER)...	36
Tabla N° 19 Población de especímenes dosificados con óxido de cromo (CHROMAFER) .....	36
Tabla N° 20 Población de especímenes (PATRÓN) .....	36
Tabla N° 21 Selección del cemento asfáltico por penetración y condición climática .....	38
Tabla N° 22 Selección del huso granulométrico para combinación de agregados .....	39
Tabla N° 23 Resumen de peso específico del agregado grueso de ½" .....	43
Tabla N° 24 Resumen de peso específico del agregado grueso de ¾" .....	44

Tabla N° 25 Arena chancada .....	44
Tabla N° 26 Arena zarandeada.....	45
Tabla N° 27 Resumen de la granulometría del AG – Tmax ¾” .....	45
Tabla N° 28 Resumen de la granulometría AG-Tmax 1” .....	46
Tabla N° 29 Curva granulométrica AG-Tmax 1” .....	47
Tabla N° 30 Resumen de la granulometría de la arena natural o zarandeada .....	48
Tabla N° 31 Resumen de la granulometría de la arena chancada .....	49
Tabla N° 32 Combinación de agregados Patrón .....	50
Tabla N° 33 Combinación de agregados con 4% de óxido férrico y óxido de cromo.....	52
Tabla N° 34 Combinación de agregados con 8% de óxido férrico y óxido de cromo.....	53
Tabla N° 35 Combinación de agregados con 12% de óxido férrico y óxido de cromo.....	55
Tabla N° 36 Combinación de agregados con 15% de óxido férrico y óxido de cromo.....	56
Tabla N° 37 Resumen de los pesos de la muestra patrón .....	58
Tabla N° 38 Resumen de los pesos de la muestra dosificada con 4% de óxido férrico y óxido de cromo.....	59
Tabla N° 39 Resumen de los pesos de la muestra dosificada con 8% de óxido férrico y óxido de cromo.....	60
Tabla N° 40 Resumen de los pesos de la muestra dosificada con 12% de óxido férrico y óxido de cromo .....	61
Tabla N° 41 Resumen de los pesos de la muestra dosificada con 15% de óxido férrico y óxido de cromo .....	62
Tabla N° 43 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	63
Tabla N° 44 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	66
Tabla N° 45 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	68

Tabla N° 46 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% de óxido metálico férrico con pigmento chromafer .....	71
Tabla N° 47 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% de óxido metálico férrico - OCRE .....	73
Tabla N° 48 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% de óxido metálico férrico - OCRE .....	76
Tabla N° 49 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% de óxido metálico férrico - OCRE .....	78
Tabla N° 50 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% de óxido metálico férrico - OCRE .....	81
Tabla N° 51 Estabilidad de MAC elaborados con Chomafer y Ocre.....	84
Tabla N° 52 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	85
Tabla N° 53 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	88
Tabla N° 54 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	90
Tabla N° 55 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	93
Tabla N° 56 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% de óxido metálico férrico - OCRE .....	96
Tabla N° 57 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% de óxido metálico férrico - OCRE .....	98
Tabla N° 58 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% de óxido metálico férrico - OCRE .....	101
Tabla N° 59 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% de óxido metálico férrico - OCRE .....	103
Tabla N° 60 Estabilidad de MAC elaborados con Chomafer y Ocre.....	106

Tabla N° 61 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	107
Tabla N° 62 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	110
Tabla N° 63 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	112
Tabla N° 64 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	115
Tabla N° 65 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% de óxido metálico férrico - OCRE .....	117
Tabla N° 66 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% de óxido metálico férrico - OCRE .....	120
Tabla N° 67 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% de óxido metálico férrico - OCRE .....	122
Tabla N° 68 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% de óxido metálico férrico - OCRE .....	125
Tabla N° 69 Estabilidad de MAC elaborados con Chomafer y Ocre.....	128
Tabla N° 70 Resultados de especímenes con 4% de pigmento de óxido de cromo (Chromafer) .....	129
Tabla N° 72 Resultado de propiedades mecánicas con 8% de óxido de cromo (Chromafer) .....	131
Tabla N° 74 Resultados de propiedades mecánicas con 12% de óxido de cromo (Chromafer) .....	134
Tabla N° 76 Resultado de propiedades mecánicas con 15% de óxido de cromo (Chromafer) .....	136
Tabla N° 78 Resultado óptimo contenido asfalto con 4% de óxido de cromo Ocre .....	139
Tabla N° 79 Resultado óptimo contenido asfalto con 8% de óxido de cromo Ocre .....	141
Tabla N° 80 Resultado óptimo contenido asfalto con 12% de óxido de cromo Ocre .....	144
Tabla N° 81 Resultado óptimo contenido asfalto con 15% de óxido de cromo Ocre .....	146

Tabla N° 82 Resultado comparativo en estabilidad entre OCRE Y CHROMAFER.....	149
Tabla N° 83 Resultado de propiedades mecánicas con 4% de óxido de cromo Chromafer .....	150
Tabla N° 85 Resultado de propiedades mecánicas con 8% de óxido de cromo Chromafer .....	152
Tabla N° 87 Resultado de las propiedades mecánicas con 12% de óxido de cromo Chromafer.....	155
Tabla N° 89 Resultado de propiedades mecánicas con 15% de óxido de cromo Chromafer .....	157
Tabla N° 91 Resultado de óptimo contenido Asfalto con 4% de óxido de cromo Ocre...	160
Tabla N° 92 Resultados de óptimo contenido Asfalto con 8% de óxido de cromo Ocre .	162
Tabla N° 93 Resultado de óptimo contenido de asfalto con 12% de óxido de cromo Ocre .....	165
Tabla N° 94 Resultado del porcentaje de asfalto óptimo con 15% de óxido de cromo Ocre .....	167
Tabla N° 95 Resultado comparativo en estabilidad entre OCRE Y CHROMAFER.....	170
Tabla N° 96 Resultado de propiedades mecánicas con 4% de óxido de cromo Chromafer .....	171
Tabla N° 98 Resultado de propiedades mecánicas con 8% de óxido de cromo Chromafer .....	173
Tabla N° 100 Resultado de propiedades mecánicas con 12% de óxido de cromo Chromafer .....	176
Tabla N° 102 Resultado de las propiedades mecánicas con 15% de óxido de cromo Chromafer.....	178
Tabla N° 104 Resultado del óptimo contenido asfalto con 4% óxido de cromo Ocre .....	181
Tabla N° 105 Resultado del óptimo contenido asfalto con 8% de óxido de cromo Ocre.	183
Tabla N° 106 Resultado del óptimo contenido asfalto con 12% de óxido de cromo Ocre	186
Tabla N° 107 Resultado del óptimo contenido asfalto con 15% de óxido de cromo Ocre	188

Tabla N° 108 <b>Resultado comparativo de la estabilidad entre el OCRE Y CHROMAFER</b> .....	191
Tabla N° 109 Análisis descriptivo de los casos .....	200
Tabla N° 110 Análisis descriptivo de los resultados de la investigación (Estabilidad Óxido Férrico) .....	201
Tabla N° 111 Prueba Normalidad (Óxido Férrico).....	210
Tabla N° 112 Análisis estadístico descriptivo de los resultados de investigación (Estabilidad Óxido de Cromo) .....	211
Tabla N° 113 Análisis descriptivo de resultado de experimento (Estabilidad – Óxido de Cromo) .....	212
Tabla N° 114 Prueba de Normalidad para resultados de Óxido de Cromo .....	221
Tabla N° 115 Prueba de hipótesis para Chomafer Óxido Férrico.....	223
Tabla N° 116 Prueba de hipótesis para Ocre Óxido Férrico.....	223
Tabla N° 117 Prueba de Hipótesis para Chromafer Óxido de Cromo.....	224
Tabla N° 118 Prueba de hipótesis Ocre Óxido de Cromo .....	225



## LISTA FIGURAS

Figura N° 1 Variación de la temperatura de mezcla asfáltica pigmentados de colores.....	2
Figura N° 2 Comportamiento de la relación agregado - asfalto .....	16
Figura N° 3 Esquema de componentes del MAC .....	20
Figura N° 4 Comportamiento del MAC sometido a carga corte .....	23
Figura N° 5 Comportamiento del MAC en el tiempo.....	24
Figura N° 6 Curva y límites granulométricos .....	25
Figura N° 7 Propiedades y características de las mezclas asfálticas en caliente .....	26
Figura N° 8 Comportamiento de los porcentajes de vacíos en la capa de rodadura .....	27
Figura N° 9 Comparativo de pigmentación con cemento asfáltico PEN 85-100 y ligante sintético claro.....	28
Figura N° 10 Pigmento colorante para mezclas asfálticas .....	29
Figura N° 11 Peso específico seco .....	40
Figura N° 12 Peso específico saturado superficialmente seco.....	41
Figura N° 13 Ensayo de estabilidad y flujo.....	42
Figura N° 14 Curva granulométrica AG – T <sub>max</sub> ¾".....	46
Figura N° 15 Curva granulométrica de la arena natural o zarandeada.....	48
Figura N° 16 Resumen de la curva granulométrica de la arena chancada.....	49
Figura N° 17 Curva granulométrica de la combinación de agregados patrón.....	51
Figura N° 18 Curva granulométrica de combinación de agregados con 4% de óxido férrico y óxido de cromo .....	52
Figura N° 19 Curva granulométrica de combinación de agregados con 8% de óxido férrico y óxido de cromo .....	54
Figura N° 20 Curva granulométrica de combinación de agregados con 12% de óxido férrico y óxido de cromo .....	55
Figura N° 21 Curva granulométrica de combinación de agregados con 15% de óxido férrico y óxido de cromo .....	57

Figura N° 23 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	64
Figura N° 24 Curva de vacíos de especímenes con 4% de pigmento Chromafer (Óxido Férrico) .....	64
Figura N° 25 Curva de flujo de especímenes con 4% de pigmento Chromafer (Óxido Férrico) .....	65
Figura N° 26 Curva de vacíos lleno con cemento asfáltico de especímenes con 4% de pigmento Chromafer (Oxido Férrico).....	65
Figura N° 27 Curva de estabilidad de espécimen con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	66
Figura N° 28 Curva de vacíos de espécimen con 8% de óxido férrico con pigmento Chromafer.....	67
Figura N° 29 Curva de flujo de espécimen con 8% de óxido férrico con pigmento Chromafer .....	67
Figura N° 30 Curva de vacíos llenos con cemento asfaltico de espécimen con 8% de óxido férrico con pigmento Chromafer.....	68
Figura N° 31 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	69
Figura N° 32 Curva de vacíos de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer.....	69
Figura N° 33 Curva de flujo de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer.....	70
Figura N° 34 Curva de vacíos llenos con cemento asfaltico de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer.....	70
Figura N° 35 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	71
Figura N° 36 Curva de vacíos de especímenes con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	72
Figura N° 37 Curva de flujo de especímenes con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	72

Figura N° 38 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	73
Figura N° 39 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre .....	74
Figura N° 40 Curva de vacíos de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre .....	74
Figura N° 41 Curva de flujo de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre.....	75
Figura N° 42 Curva de VFA de espécimen con 4% de óxido metálico férrico – ocre.....	75
Figura N° 43 Curva de estabilidad de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre .....	76
Figura N° 44 Curva de vacíos de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre ....	77
Figura N° 45 Curva de flujo de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre .....	77
Figura N° 46 Curva VFA de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre.....	78
Figura N° 47 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre .....	79
Figura N° 48 Curva de vacíos de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre ..	79
Figura N° 49 Curva de flujo de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre .....	80
Figura N° 50 Curva de VFA de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre.....	80
Figura N° 51 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico - ocre .....	81
Figura N° 52 Curva de vacíos de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre ..	82
Figura N° 53 Curva de flujo de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre .....	82
Figura N° 54 Curva de flujo de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre .....	83
Figura N° 55 Estabilidad de MAC elaborados con Chromafer y Ocre .....	84
Figura N° 56 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	86
Figura N° 57 Curva de vacíos con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	86

Figura N° 58 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	87
Figura N° 59 Curva de flujo con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer ..	87
Figura N° 60 Curva de estabilidad de espécimen con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	88
Figura N° 61 Curva de vacíos lleno con cemento asfáltico con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	89
Figura N° 62 Curva de vacíos con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	89
Figura N° 63 Curva de flujo con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer ..	90
Figura N° 64 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	91
Figura N° 65 Curva de vacíos con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	91
Figura N° 66 Curva de flujo con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer	92
Figura N° 67 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer.....	92
Figura N° 68 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	93
Figura N° 69 Curva de vacíos con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	94
Figura N° 70 Curva de flujo con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer	94
Figura N° 71 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer.....	95
Figura N° 72 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre .....	96
Figura N° 73 Curva de vacíos de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre .....	97
Figura N° 74 Curva de flujo de espécimen con 4% de óxido metálico férrico – ocre .....	97
Figura N° 75 Curva de VFA de espécimen con 4% de óxido metálico férrico – ocre.....	98

Figura N° 76 Curva de estabilidad de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre .....	99
Figura N° 77 Curva de vacíos de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre .....	99
Figura N° 78 Curva de flujo de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre.....	100
Figura N° 79 Curva de VFA de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre.....	100
Figura N° 80 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre .....	101
Figura N° 81 Curva de vacíos de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre .	102
Figura N° 82 Curva de flujo de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre ....	102
Figura N° 83 Curva de VFA de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre....	103
Figura N° 84 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico - ocre .....	104
Figura N° 85 Curva de vacíos de espécimen con 15% de óxido metálico férrico - ocre .	104
Figura N° 86 Curva de flujo de espécimen con 15% de óxido metálico férrico - ocre.....	105
Figura N° 87 Curva de VFA de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre....	105
Figura N° 88 Estabilidad de MAC elaborados con Chromafer y Ocre .....	106
Figura N° 89 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	108
Figura N° 90 Curva de flujo con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer	108
Figura N° 91 Curva de vacíos con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	109
Figura N° 92 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	109
Figura N° 93 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	110
Figura N° 94 Curva de vacíos con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	111
Figura N° 95 Curva de flujo con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer	111

Figura N° 96 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	112
Figura N° 97 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	113
Figura N° 98 Curva de flujo con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	113
Figura N° 99 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer.....	114
Figura N° 100 Curva de vacíos con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	114
Figura N° 101 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	115
Figura N° 102 Curva de flujo con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	116
Figura N° 103 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer.....	116
Figura N° 104 Curva de vacíos con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer .....	117
Figura N° 105 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre .....	118
Figura N° 106 Curva de vacíos de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre .	118
Figura N° 107 Curva de flujo de espécimen con 4% de óxido metálico férrico – ocre....	119
Figura N° 108 Curva de VFA de espécimen con 4% de óxido metálico férrico – ocre....	119
Figura N° 109 Curva de estabilidad de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre .....	120
Figura N° 110 Curva de vacíos de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre .	121
Figura N° 111 Curva de flujo de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre....	121
Figura N° 112 Curva de VFA de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre....	122

Figura N° 113 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre .....	123
Figura N° 114 Curva de vacíos de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre	123
Figura N° 115 Curva de flujo de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre...	124
Figura N° 116 Curva de VFA de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre..	124
Figura N° 117 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico - ocre .....	125
Figura N° 118 Curva de vacíos de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre .....	126
Figura N° 119 Curva de flujo de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre..	126
Figura N° 120 Curva de VFA de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre..	127
Figura N° 121 Estabilidad de MAC elaborados con Chromafer y Ocre .....	128
Figura N° 122 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo con pigmento Chromafer .....	129
Figura N° 123 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo con pigmento Chromafer .....	130
Figura N° 124 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo con pigmento Chromafer ...	130
Figura N° 125 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 4% de óxido de cromo (Chromafer) .....	131
Figura N° 126 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Chromafer .....	132
Figura N° 127 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Chromafer .....	132
Figura N° 128 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Chromafer.....	133
Figura N° 129 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 8% de óxido de cromo Chromafer.....	133
Figura N° 130 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Chromafer .....	134
Figura N° 131 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Chromafer .....	135
Figura N° 132 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Chromafer.....	135
Figura N° 133 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 12% de óxido de cromo Chromafer.....	136

Figura N° 134 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Chromafer .....	137
Figura N° 135 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Chromafer .....	137
Figura N° 136 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Chromafer.....	138
Figura N° 137 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 15% de óxido de cromo Chromafer.....	138
Figura N° 138 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo Ocre .....	139
Figura N° 139 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo Ocre.....	140
Figura N° 140 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo Ocre .....	140
Figura N° 141 Curva de VFA con 4% de óxido de cromo Ocre .....	141
Figura N° 142 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Ocre .....	142
Figura N° 143 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Ocre.....	142
Figura N° 144 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Ocre .....	143
Figura N° 145 Curva de VFA con 8% de óxido de cromo Ocre .....	143
Figura N° 146 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Ocre .....	144
Figura N° 147 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Ocre.....	145
Figura N° 148 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Ocre .....	145
Figura N° 149 Curva de VFA con 12% de óxido de cromo Ocre .....	146
Figura N° 150 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Ocre .....	147
Figura N° 151 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Ocre.....	147
Figura N° 152 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Ocre .....	148
Figura N° 153 Curva de VFA con 15% de óxido de cromo Ocre .....	148
Figura N° 154 Curvas de Estabilidad del OCRE Y CHROMAFER .....	149
Figura N° 155 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo Chromafer .....	150
Figura N° 156 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo Chromafer .....	151
Figura N° 157 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo Chromafer.....	151
Figura N° 158 Curva de VFA con 4% de óxido de cromo Chromafer.....	152



Figura N° 159 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Chromafer .....	153
Figura N° 160 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Chromafer .....	153
Figura N° 161 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Chromafer.....	154
Figura N° 162 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 8% de óxido de cromo Chromafer.....	154
Figura N° 163 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Chromafer .....	155
Figura N° 164 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Chromafer .....	156
Figura N° 165 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Chromafer.....	156
Figura N° 166 Curva de VFA con 12% de óxido de cromo Chromafer .....	157
Figura N° 167 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Chromafer .....	158
Figura N° 168 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Chromafer .....	158
Figura N° 169 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Chromafer.....	159
Figura N° 170 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 15% de óxido de cromo Chromafer.....	159
Figura N° 171 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo Ocre .....	160
Figura N° 172 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo Ocre.....	161
Figura N° 173 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo Ocre .....	161
Figura N° 174 Curva de VFA con 4% de óxido de cromo Ocre .....	162
Figura N° 175 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Ocre .....	163
Figura N° 176 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Ocre.....	163
Figura N° 177 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Ocre .....	164
Figura N° 178 Curva de VFA con 8% de óxido de cromo Ocre .....	164
Figura N° 179 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Ocre .....	165
Figura N° 180 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Ocre.....	166
Figura N° 181 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Ocre .....	166
Figura N° 182 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Ocre .....	167
Figura N° 183 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Ocre.....	168

Figura N° 184 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Ocre .....	168
Figura N° 185 Curva de VFA con 15% de óxido de cromo Ocre .....	169
Figura N° 186 Curva de estabilidad entre el Ocre y Chromafer.....	170
Figura N° 187 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo Chromafer .....	171
Figura N° 188 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo Chromafer .....	172
Figura N° 189 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo Chromafer.....	172
Figura N° 190 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 4% de óxido de cromo Chromafer.....	173
Figura N° 191 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Chromafer .....	174
Figura N° 192 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Chromafer .....	174
Figura N° 193 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Chromafer.....	175
Figura N° 194 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 8% de óxido de cromo Chromafer.....	175
Figura N° 195 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Chromafer .....	176
Figura N° 196 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Chromafer .....	177
Figura N° 197 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Chromafer.....	177
Figura N° 198 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 12% de óxido de cromo Chromafer.....	178
Figura N° 199 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Chromafer .....	179
Figura N° 200 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Chromafer .....	179
Figura N° 201 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Chromafer.....	180
Figura N° 202 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 15% de óxido de cromo Chromafer.....	180
Figura N° 203 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo Ocre .....	181
Figura N° 204 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo Ocre.....	182
Figura N° 205 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo Ocre .....	182
Figura N° 206 Curva de VFA con 4% de óxido de cromo Ocre .....	183

Figura N° 207 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Ocre .....	184
Figura N° 208 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Ocre.....	184
Figura N° 209 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Ocre .....	185
Figura N° 210 Curva de VFA con 8% de óxido de cromo Ocre.....	185
Figura N° 211 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Ocre .....	186
Figura N° 212 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Ocre.....	187
Figura N° 213 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Ocre .....	187
Figura N° 214 Curva de VFA con 12% de óxido de cromo Ocre .....	188
Figura N° 215 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Ocre .....	189
Figura N° 216 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Ocre.....	189
Figura N° 217 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Ocre .....	190
Figura N° 218 Curva de VFA con 15% de óxido de cromo Ocre .....	190
Figura N° 219 Curva de estabilidad entre el Ocre y Chromafer.....	191
Figura N° 220 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico férrico para tráfico Pesado .....	193
Figura N° 221 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico férrico para tráfico Medio.....	194
Figura N° 222 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico férrico para tráfico Ligero .....	195
Figura N° 223 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico cromo para tráfico Pesado .....	196
Figura N° 224 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico cromo para tráfico Medio.....	197
Figura N° 225 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico cromo para tráfico Ligero .....	198

## RESUMEN

El objetivo de la investigación es la determinación del efecto que produce la utilización de dos tipos de materiales para la pigmentación de mezclas asfálticas en caliente en las propiedades mecánicas; para ello, las características compartidas de los materiales se dieron en su composición química como el óxido férrico rojo, para las cuales los materiales empleados con esa composición fueron el ocre y un pigmento industrializado, Chromafer 1330, ambos con características colorantes. La adición de estos componentes en la mezcla se dio a través del reemplazo de los agregados finos como material filler; es decir, pasante la malla N° 200 un polvo mineral.

Para determinar los objetivos planteados, se procedió de manera metodológica de acuerdo al proceso de diseño de mezclas asfálticas Marshall, la elaboración de espécimen o briquetas de dimensiones normativas de altura 64 mm y diámetro 102 mm; una vez determinada la mezcla de combinación de agregados y material fino filler, la determinación de las propiedades mecánicas, en ellas incluidas las propiedades volumétricas, se realizaron en base a la elaboración de briquetas, en promedio 3, para determinar el óptimo contenido de asfalto y el óptimo contenido de adición de polvo mineral de pigmentación que no supere los parámetros establecidos en la normativa peruana; se dio una secuencia de adición de 4%, 8%, 12% y 15% de polvo mineral de pigmentación.

La determinación de las propiedades de las mezclas asfálticas en caliente pigmentadas, que ayudaron a concluir con la investigación, se basó en el diseño de la mezcla, evaluación de la estabilidad a través de la aplicación de una carga de esfuerzo de compresión, medición de la deformación de la briqueta o denominado flujo y la determinación de los pesos específicos bulk de los materiales y las briquetas diseñadas con el cual se obtuvo los porcentajes de vacíos agente afectados por la inclusión de polvo mineral pigmentable junto con la estabilidad, para el cual se especifica la relación polvo mineral/asfalto efectivo óptimo, de acuerdo al control del color y propiedades mecánicas de las briquetas.

## **ABSTRACT**

The objective of the investigation is the determination of the effect produced by the use of two types of materials for the pigmentation of hot asphalt mixtures in the mechanical properties, for this the shared characteristics of the materials was given in its chemical composition red ferric oxide, which materials used with this composition were used ochre and an industrialized pigment Chromafer 1330, both with coloring characteristics. The addition of these components in the mixture occurred through the replacement of the fine aggregates as filler material that is through the mesh No. 200 a mineral powder.

In order to determine the proposed objectives, methodological procedures according to the design process Marshall asphalt mixes, the preparation of specimens or briquettes of standard dimensions of 64 mm height and 102 mm diameter, once the mixture of aggregate and fine filler material mixture was determined , the determination of the mechanical properties in them including the volumetric properties were made based on the preparation of briquettes on average 3 to determine the optimum content of asphalt and the optimum content of addition of pigment mineral powder that does not exceed the parameters established in Peruvian regulations, there was a sequence of addition of 4%, 8%, 12% and 15% pigment mineral powder.

The determination of the properties of the pigmented hot asphalt mixtures that helped to conclude the investigation was based on the design of the mixture, evaluation of the stability through the application of a load of effort of understanding, measurement of the deformation of the briquette or denominated flow and the determination of the specific bulk weights of the materials and the designed briquettes with which the percentages of voids agent affected by the inclusion of mineral pigment pigment together with the stability was obtained, for which the relationship is specified optimum mineral / asphalt powder according to the color control and mechanical properties of the briquettes.

## INTRODUCCION

La innovación tecnológica de países europeos en producir productos que puedan satisfacer necesidades a través de soluciones viables y sostenibles lleva a producir materiales que se identifiquen con la sociedad; la producción de mezclas asfálticas pigmentadas ha sido una innovación decorativa de ambientes a través de una solución de la ingeniería; el empleo se ha desarrollado en países europeos en la pavimentación de parques, centros deportivos, ambientes de un tipo de flujo liviano.

Una mezcla asfáltica en caliente pigmentada por el empleo de un agente colorante industrializado, especialmente con el fin de la pigmentación de pavimentos, sin dejar de considerar que una mezcla asfáltica se diseña en base a las proporciones de pesos de materiales pétreos, gruesos con características de ser piedras chancadas con texturas óptimas para su compactación y material fino de origen natural y chancada, además de la adición de filler, material muy fino pasante la malla N°200 de la distribución granulométrica clasificada de esa forma y denominada filler, el óptimo contenido de asfalto, ligante que permite la adherencia de las partículas la cual no produzca el exceso que genere un espécimen demasiado plástico y demasiado rígido que sean viables a una temprana deterioración en su ciclo de vida por las cargas de tráfico.

El desempeño de la carpeta asfáltica, determinada a través de un diseño de mezcla adecuado que sea durable en su tiempo de vida, es a causa de que los componentes de la mezcla cumplan con su función definida mediante el comportamiento físico mecánico de los materiales. La durabilidad de una mezcla asfáltica está basada en los porcentajes de vacíos que se generen y que pueden ser afectados por el exceso de material fino en la mezcla.

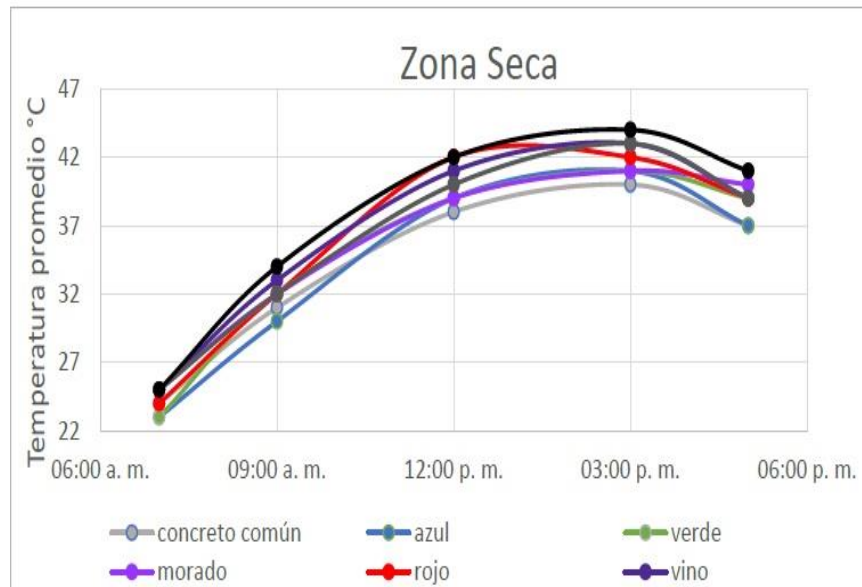
En la investigación, se requiere aportar el uso del ocre, un material con las mismas componentes de un pigmento industrializado para pavimentos, a través de la evaluación de su efecto en la coloración y las propiedades mecánicas.

## **1 CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El desarrollo de mezclas bituminosas en los últimos años a nivel internacional marca una referencia en que el empleo del producto se da por el crecimiento económico de un país. España ha desarrollado en los últimos 8 años una producción de mezclas bituminosas superior al 50% de producción normal de otros países europeos y esta se encuentra relacionada a la pavimentación de 26 242 km; en estos últimos años se ha considerado la relación del impacto ambiental y el desarrollo de la infraestructura vial mediante la conservación vial, asignación que se da mediante la investigación de los pavimentos pigmentados de múltiples colores; esto se da con el propósito de obtener la mitigación del efecto del calor en el pavimento.

Figura N° 1 Variación de la temperatura de mezcla asfáltica pigmentados de colores



Fuente: Gestión, calidad y desarrollo en las facultades de ingeniería – Colombia

Las mejoras tecnológicas en la construcción de vías por pigmentación de la carpeta asfáltica, de acuerdo al funcionamiento y a la necesidad requerida, implican innovar en propuestas que mejoren el rendimiento en la aplicación de la mezcla asfáltica pigmentada en tipos de flujo vehicular, las cuales implican niveles de coloración; se da la problemática de variación de la temperatura de mezcla asfáltica por la incidencia de calor relacionada al tipo de color del pigmento. Esta propuesta metodológica se da en base a evitar las problemáticas ambientales, pero la consideración de agentes minerales como óxidos metálicos considerados como finos o polvo proporcionados a partir de adiciones en porcentajes por sustitución del material fino se da la problemática de la durabilidad de la mezcla asfáltica en funcionamiento, debido a que el aumento de material fino pasante de la malla N° 200 implica la disminución de vacíos; en consecuencia, el esparcimiento del ligante en el tiempo por la incidencia de calor es deficiente, afectando la durabilidad de carpeta asfáltica.

El exceso de finos en una mezcla asfáltica se da la problemática a partir de las evaluaciones de granulometría, la relación inversamente proporcional que a mayor fino mayor es el área superficial, por consecuencia mayor es el contenido de asfalto óptimo a definir.



## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es el efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas usadas para la diferenciación de flujos en vías?

### **1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿Cuál es el efecto del óxido férrico en la estabilidad de las mezclas asfálticas pigmentadas usadas para la diferenciación de flujos en vías?

¿Cuál es el efecto del óxido de cromo en la estabilidad de las mezclas asfálticas pigmentadas usadas para la diferenciación de flujos en vías?

¿Cuál es el porcentaje óptimo y tipo de pigmento (Ocre o Chromafer) que se adicionará a las mezclas asfálticas en caliente para cumplir con los requisitos de las propiedades mecánicas normadas en el MTC EG-2013?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas usadas para la diferenciación de flujos en vías.

### **1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Evaluar el efecto del óxido férrico en la estabilidad de las mezclas asfálticas pigmentadas usadas para diferenciación de flujos en vías.

Evaluar el efecto del óxido de cromo en la estabilidad de las mezclas asfálticas pigmentadas usadas para la diferenciación de flujos en vías.

Determinar el porcentaje óptimo y tipo de pigmento (Ocre o Chromafer) que se adicionará a las mezclas asfálticas en caliente para cumplir con los requisitos de las propiedades mecánicas normadas en el MTC EG-2013.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

En los últimos años, el Perú ha tenido un déficit en la producción de minerales. La disminución se dio hasta en -1.6 %, esto debido al poco aprovechamiento de materiales derivados de un proceso mineralógico, la incorporación de nuevos usos de los materiales mineralógicos implicaría un aumento en la producción y, por consecuencia, el incremento de la sostenibilidad del sector minero. Para ello, la investigación se da con el propósito de

obtener la dosificación óptima mediante la relación del óxido metálico como material muy fino pasante la malla N° 200 y asfalto efectivo para obtener una mezcla asfáltica que cumpla con los parámetros de las propiedades mecánicas y físicas establecidas en el Manual de carreteras de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción – EG 2013 para los tipos de tráfico ligero, medio y pesado.

En la normativa peruana referente al Manual de carretera en las especificaciones de pavimento de concreto asfáltico en caliente no se menciona la relación que se debe cumplir entre el polvo mineral como óxido de hierro sintético rojo como material pasante la malla N° 200 y el asfalto efectivo como material no absorbido por los agregados, que se dé como diseño óptimo que cumpla con los parámetros de la normativa peruana sobre las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas pigmentadas en caliente.

## **1.5 HIPÓTESIS**

### **1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL**

El empleo de los óxidos metálicos afectará las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas usadas para la diferenciación de flujos en vías.

### **1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

El uso del óxido férrico reducirá significativamente la estabilidad de las mezclas asfálticas pigmentadas usadas para la diferenciación de flujos en vías.

El uso del óxido de cromo reducirá significativamente la estabilidad de las mezclas asfálticas pigmentadas usadas para la diferenciación de flujos en vías.

Existirá un porcentaje óptimo y tipo de pigmento (Ocre o Chromafer) que se adicionará a las mezclas asfálticas en caliente para cumplir con los requisitos de las propiedades mecánicas normadas en el MTC EG-2013.

## 1.6 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

### 1.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

#### Óxidos Metálicos

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR
Óxidos metálico	Son compuestos binarios; es decir, en su composición mantienen una combinación entre el oxígeno y un metal, que puede presentarse en un estado sólido como polvo mineral con propiedades pigmentables.	Óxido Férrico	<p>Porcentaje de dosificación óxido férrico de tipo ocre</p> <p>Porcentaje de dosificación óxido férrico tipo Chromafer</p>
		Óxido de Cromo	<p>Porcentaje de dosificación de óxido de cromo tipo ocre</p> <p>Porcentaje de dosificación de óxido de cromo tipo Chromafer</p>

### 1.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

#### Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas pigmentadas

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR
Propiedades mecánicas de mezcla asfáltica pigmentada	Son a consecuencia de la cohesión del ligante y fricción de los materiales pétreos.	Estabilidad	<p>-Peso específico Bulk</p> <p>-Vacíos en el agregado mineral (VMA).</p> <p>-Vacíos llenos de asfalto (VFA)</p> <p>-Óptimo contenido de asfalto.</p> <p>-Porcentaje de asfalto absorbido</p> <p>-Fluencia</p>

## **2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

#### **2.1.1 ANTECEDENES INTERNACIONALES**

**EFFECTO DE LA VARIACIÓN DE LA RELACIÓN POLVO / ASFALTO SOBRE LA DURABILIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS**, María Alejandra Benavides Solera, el desarrollo de la investigación se enfocó en la prioridad de encontrar la relación polvo mineral denominado así al material pasante la malla N° 200 y el asfalto efectivo; es decir, al asfalto no absorbido mediante la elaboración de mezclas asfálticas por el método Marshall con las relaciones 1,0-1,3 y 1,7 como planteamiento del problema si influye en las propiedades mecánicas y físicas para de esa manera interpretar al parámetro polvo mineral/asfalto efectivo como agente primordial de medición del desempeño de la mezcla asfáltica. El objetivo planteado da referencia a determinar si la relación polvo mineral/asfalto efectivo es un parámetro de medición del desempeño de MAC, para ello se evaluó 4 especímenes por relación con un asfalto efectivo de 6.2%.



Tabla N° 1 Resultados de propiedades mecánicas y volumétricas

Propiedades	Relacion polvo mineral/asfalto efectivo		
	1	1.3	1.7
Porcentaje de vacios %	6.3	11,47	4,69
estabilidad KN	11,71	11,93	9,07
flujo mm	3	3,55	3,31
%VMA	23,47	23,47	17,90
%VFA	65,88	51,13	73,82

Fuente: Benavides M. Efecto de la variación de la relación polvo/asfalto sobre la durabilidad de mezclas asfálticas.

**INFLUENCIA DEL COLOR DE LOS PAVIMENTOS EN EL CALENTAMIENTO POR RADIACIÓN TÉRMICA,** Liliana Carolina Hernández García, Daniel Esther

Torres Convera, Johan Harvey Soto Barra, la investigación se desarrolló en el enfoque de la medición de la influencia de la temperatura ambiente en los pavimentos de colores, se planteó la hipótesis de que la utilización de colores en un rango de claridad a oscuridad tienen la tendencia en el aumento de la temperatura del pavimento por la radiación solar, para ello se preparó especímenes de colores variables: azul, verde, rojo, negro, morado y vino, en condiciones húmedas y secas; el objetivo fue determinar las temperaturas de los especímenes y comparar cuál de ellos genera mayor índice de temperatura al pavimento. En los resultados se obtuvo que la pigmentación de los especímenes influye en su temperatura, obteniendo para colores oscuros hasta una temperatura de 40°C y las de color claro una temperatura de 35°C; se concluyó que el efecto de pigmentación de los especímenes para pavimento con cemento asfáltico tiene influencia en sus propiedades tanto en zonas húmedas como secas.

**CARRETERAS, MEZCLAS BITUMINOSAS,** Juan José Potti, la investigación se encuentra enfocada en la funcionalidad de los pavimentos flexibles como reducir costos en túneles al colocar pavimentos con carpeta asfáltica de color claro, reduciendo costo en la iluminación, aumentar el atractivo de plazas deportivas, es por ello que el tipo de la aplicación de pigmentos se da al betún; para ello, se necesita grandes gamas de pigmento y no se consigue toda la gama de color, la otra aplicación es a los agregados utilizando minerales coloreados. La aplicación de

pigmento a mezcla asfáltica puede dar como resultado hasta una estabilidad de 12 kN.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES DEL MTC DE MEZCLAS BITUMINOSAS**

El desarrollo del manual se da en base a propuestas técnicas y metodológicas basadas en normativas internacionales en las que se estableció procesos para la obtención de mezclas bituminosas de la calidad requerida.

### **2.2.2 Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall mediante la normativa del MTC E504**

Para ello, las briquetas se elaboraron con las dimensiones de altura nominal de 64 mm y 102 mm de diámetro con la finalidad de ser empleadas para ensayos físicos como se dio al evaluar la estabilidad y flujo, propiedades mecánicas que definen el comportamiento de la mezcla asfáltica en su condición de servicio como la estabilidad reflejada en la condición de capacidad de resistir desplazamiento y deformaciones por cargas de tránsito sin llegar a su condición rígida por la causa de generar pavimentos menos durables; estas condiciones son debidas a la cohesión que aporta el ligante asfáltico y la fricción interna de los agregados.

La evaluación en laboratorio por la normativa tiene el alcance de obtener los valores de estabilidad de Marshall, flujo, vacíos de aire, vacío en el agregado mineral o simplemente vacíos llenos de asfalto, evaluando la condición del flujo que a mayor sea la mezcla asfáltica en una condición demasiado plástica e inestable y si es baja a una condición rígida.

El procedimiento de ensayo basado en la normativa contempla lo siguiente:

- Espécimen de ensayo promedio de 3 con las dimensiones de 64 mm x 102 mm o sea el caso variable el volumen de los especímenes uso del factor de corrección.
- Secar los agregados a 105 °C a 110 °C
- Separación de los agregados por tamizado para su posterior combinación para las mezclas asfálticas

Tabla N° 2 Separación por tamizado para combinación en el MAC

Separacion de las particulas de agregados por tamizado
25 a 19 mm (1 a 3/4 pulg)
19 a 12,5 mm (3/4 a 1/2 pulg)
12,5 a 9,5 mm (1/2 a 3/8 pulg)
9,5 a 4,75 mm (3/8 a N° 4 )
4,75 a 2,36 mm (N° 4 a N° 8)
2,36 mm (pasante la N° 8)

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

Tabla N° 3 Separación por tamizado considerado en la combinación en el MAC

Separacion de las particulas de agregados por tamizado
1/2 pulg
3/8 " pulg
N° 4
N° 10
pasante N° 10

Fuente: Elaboración propia

- La mezcla de compactación se da a las temperaturas de 120 °C a 135 °C, la cual se mantiene la consideración de mezcla suelta.
- Se da la determinación de la cantidad de agregado combinado para producir mezclas asfálticas del peso de 1250 gr.
- Mezclar a temperatura de 120°C a 135°C por un tiempo de 60 s para mezclas simples.
- Para el proceso de compactación preparar los moldes y colocar un papel filtro antes de colocar la mezcla, posterior compactar con una espátula 15 veces alrededor del perímetro y 10 veces en el centro.
- Aplicar el número de golpes de compactación de acuerdo al tipo de flujo vehicular por ambas caras.
- Los ensayos a ser evaluados es de un mínimo de tres muestras deberán ser enfriados a temperatura ambiente dentro las 24 horas, posteriormente la determinación del peso específico bulk mediante la evaluación del peso específico seco, sumergido y superficialmente seco.



- Se da la realización de inmersión en agua (baño maría) por un tiempo de 30 a 40 min.
- El ensayo de estabilidad de Marshall se da en un tiempo no mayor de 30 s, se da la aplicación de la carga hasta que esta decrezca y anotar el valor del flujo metro en el instante que la carga decrece.

Tabla N° 4 Factor de corrección de la estabilidad

Volumen de especimen	Espesor del especimen mm	Razon de la correlacion
200-213	25.4	5.56
214-225	26.4	5
226-237	27.4	4.55
238-250	28.4	4.17
251-264	29.4	3.85
265-276	30.4	3.57
277-289	31.4	3.33
290-301	32.4	3.03
302-316	33.4	2.78
317-328	34.4	2.5
329-340	35.4	2.27
341-353	36.4	2.08
354-367	37.4	1.92
368-379	38.4	1.79
380-392	39.4	1.67
393-405	40.4	1.56
406-420	41.4	1.47
421-431	42.4	1.39
432-443	43.4	1.32
444-456	44.4	1.25
457-470	45.4	1.19
471-482	46.4	1.14
483-495	47.4	1.09
496-508	48.4	1.04
509-522	49.4	1
523-535	50.4	0.96
536-546	51.4	0.93
547-559	52.4	0.89
560-573	53.4	0.86
574-585	54.4	0.83
586-598	55.4	0.81
599-610	56.4	0.78
611-626	57.4	0.76

Fuente: Fuente: Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

### 2.2.3 MANUAL DE ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS, CAMINOS Y PUENTES CR-2010

Si bien las normativas peruanas no evalúan un proceso experimental para definir las propiedades de las mezclas asfálticas para la investigación que implica un aumento de material pigmentable para el caso óxido férrico, el material tiene la característica granulométrica de ser pasante en su totalidad la malla N° 200, por lo cual la investigación tiene como parámetros material muy finos o polvo mineral, para lo cual la normativa de Costa Rica se enfoca en la relación polvo mineral/asfalto efectivo como control de la cantidad de material fino pueda ser empleado y su comportamiento en las propiedades mecánicas y volumétricas de las mezclas *asfálticas*.

Tabla N° 5 Parámetros de ensayos de propiedades volumétricas y mecánicas de MAC

Parámetros de las propiedades mecánicas y volumétricas	
Porcentaje de vacíos	4% +/- 1%
Tensión Diametral Retenida	>=75%
Estabilidad KN	8 min.
Flujo mm	2.75 +/- 0.75
Relación polvo mineral/Asfalto efectivo	0.8 a 1.3
Módulo resiliente retenido a los 25 °C	5 000 Mpa
VMA	11% - 15%

Fuente: Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2010

### 2.2.4 MANUAL DE CARRETERAS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN; SECCIÓN 423, PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE

La normativa manifiesta las especificaciones de los materiales a usar en las mezclas asfálticas en caliente, para ellos los materiales de agregados minerales gruesos y finos cumplen con lo especificado.

Tabla N° 6 Requerimiento de los agregados grueso

Ensayos	Requerimiento		
	Norma	Altitud (msnm)	
		<= 3000	> 3000
Durabilidad (al sulfato magnesio)	MTC E209	18% max.	15% max.
Abrasion los angeles	MTC E207	40% max.	35% max.
Adherencia	MTC E517	95	95
Indice de durabilidad	MTC E214	35% min.	35% min.
Particulas chtas y alargadas	ASTM 4791	10% max	10% max
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales solubles totales	MTC E219	0.5% max.	0.5% max.
Absorcion	MTC E206	1% max.	1% max.

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

Tabla N° 7 Requerimiento del agregado fino

Ensayos	Requerimiento		
	Norma	Altitud (msnm)	
		<= 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 max.	8 max.
Indice de plasticidad (malla N°40)	MTC E111	Np	Np
Durabilidad (sulfato magnesio)	MTC E209		18% max.
Indice de durabilidad	MTC E214	35 min.	35min.
Indice de plasticidad (malla N°200)	MTC E111	4 max.	Np
Sales solubles totales	MTC E219	0.5% max.	0.5% max
Absorcion	MTC E205	0.5% max.	0.5% max

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

La gradación de los agregados de acuerdo a la normativa se da para la producción de mezclas asfálticas cumpliendo con las consideraciones de los ajustes de la gradación por medio de los husos granulométricos establecidos para los distintos tipos de MAC, que de acuerdo a los huso se definen las proporciones de agregado fino y grueso que se dosifican en la mezcla asfáltica.

Tabla N° 8 Limites Granulométricos para MAC

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

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

Las consideraciones se dan en la normativa que la curva granulométrica se encuentre dentro de las restricciones del huso.

La evaluación por medio normativo del control de los parámetros referidos a las propiedades mecánicas y volumétricas representan una condición de identificación, análisis y evaluación de la condición de servicio a la cual las mezclas de concreto bituminoso se encontraran en su tiempo de vida mediante sus características de estabilidad, durabilidad, trabajabilidad, flexibilidad, resistencia a la fatiga y resistencia al deslizamiento.

Tabla N° 9 Parámetro de diseño del MTC

Parametro diseño	Clase de Mezcla por tipo grafico		
	Pesado	Medio	Ligero
	A	B	C
Compactacion, numero de golpes por cara	75	50	35
Estabilidad	8,15 KN	5,44 KN	4,53 KN
Flujo 0,01" (0,25)	8-14	8-16	8-20
Porcentaje de vacios	3-5	3-5	3-5
Vacios en el agregado mineral	VER TABLA SIGUIENTES		
Inmersion-compresion			
1.- resistencia a la compresion Mpa min.	2,1	2,1	1,4
2.- resistencia retenida %(min)	75	75	75
Relacion polvo - asfalto	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3
Relacion estabilidad/flujo (Kg/cm)	1.7 - 4		
resistencia conservada en la prueba de traccion indirecta	80 min.		

Fuente: Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales Para La Construcción EG-2013)

Tabla N° 10 Parámetro del VMA

Tamiz	Vacios minimos en agregado mineral (%)
N°8	21
N°4	18
3/8"	16
1/2"	15
3/4"	14
1"	13
1 1/2"	12
2"	11,5

Fuente: Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales Para La Construcción EG-2013)

### 2.2.5 METODO MARSHALL PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS ASTM D.1559

Parte de la evaluación se da en definir el origen de la metodología por la cual se encuentra basada la investigación, el desarrollo de la tesis se engloba en la metodología Marshall desarrollada en el año 1939, la cual fue normalizado por la ATM D-1559, en la denominación Resistencia al Flujo Plástico de Mezcla Bituminosa usando el equipo de Marshall, con modificación con el empleo del martillo manual compactador. (SILENE MINAYA GONZALES, 2001 pág. 102)

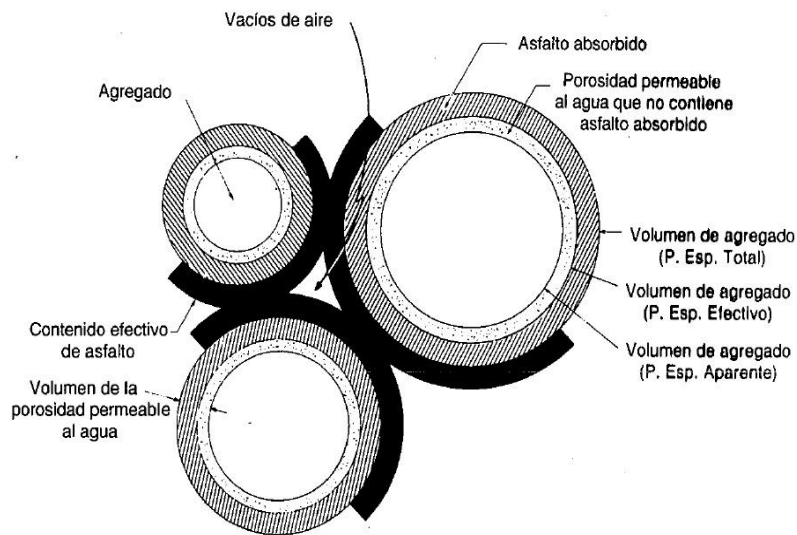
El proceso de diseño de la mezcla asfáltica se da en el marco de desarrollar las características de resistencia a la deformación permanente es decir definida como la estabilidad en las cuales las propiedades mecánicas – físicas de los materiales empleados en el diseño de mezclas asfálticas en caliente se encuentran involucradas para definir la estabilidad mediante la fricción y cohesión interna, fricción dada entre partículas internamente que es a causa de la cohesión proporcionada por el ligante asfáltico que mantiene la prevención de que las partículas se desplacen de un lado a otro ejercidas por fuerzas por el tráfico. (AUTOPISTAS, 1982 pág. 61).

El comportamiento de la mezcla asfáltica referida a la durabilidad se encuentra dada por el porcentaje de vacíos que contenga las mezclas asfálticas en caliente graduadas densamente por el cual la consideración optima de porcentaje de vacíos va relacionada a la cantidad de material fino o polvo pasante la malla N° 200, la durabilidad se encuentra reflejada en proporcionar espacios a donde pueda fluir el asfalto efectivo, para permitir una adición de compactación por carga de tráfico mediante una obtención optima de la relación polvo mineral/asfalto efectivo (AUTOPISTAS, 1982 pág. 62).

La evaluación de diseño de mezclas asfálticas por metodología Marshall es basada en un proceso de obtención de valores que representen la condición de la mezcla definidas de la siguiente manera:

- El contenido óptimo de asfalto se da por obtener la mayor estabilidad o resistencia a la deformación de especímenes dosificadas por porcentajes de asfalto en forma de adición ascendente de un 0,5%, representando una película de asfalto idónea que rodea a las partículas evitando que las mezclas se oxiden con rapidez por intemperismo.

Figura N° 2 Comportamiento de la relación agregado - asfalto



Fuente: Principio de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente

- Las propiedades volumétricas de las mezclas asfálticas en caliente se dan en base a evaluar las propiedades de los agregados a través de obtener los pesos específicos de los materiales, parámetro fundamental en la determinación de la relación peso – volumen del agregado compactado con el objetivo de obtención del contenido de vacíos de las mezclas asfálticas en caliente compactado.

$$G. e = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen x peso específico del agua}}$$

Para el ensayo de peso específico y porcentaje de absorción se realizó de acuerdo a la Normativa Técnica Peruana (NTP 400.022), en las cuales el empleo de materiales y equipos normativos son necesarios en el proceso de ensayo.

- Estufa eléctrica termostáticamente controlada ( $110^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ )
- Balanza; sensible a 0.1% del peso medio y con capacidad de 1000g
- Probeta con capacidad de 500 cm<sup>3</sup> como mínimo
- Agregado fino cantera Sicaya
- Agua potable
- Molde cónico de 40mm +/- 3mm de diámetro en la parte superior 90 mm +/- de diámetro en la parte inferior y 75 mm +/- 3 mm de altura
- Guantes
- Taras

El proceso de ensayo lo realizamos de la siguiente manera para el peso específico del agregado fino.

- Debemos sumergir el agregado en agua durante un lapso de 24 horas antes de realizar el ensayo aproximadamente una cantidad de 2000 gr.
- Se coloca en el molde cónico, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levanta el molde verticalmente. Si existe humedad libre el cono de agregado fino mantendrá su forma. Se sigue con el secado, revolviendo constantemente y se prueba a intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, esto significa que el agregado fino ha alcanzado una condición de superficie seca.
- Llenar en la probeta una cantidad de agua de 500 ml y posteriormente introducir el agregado fino en condición superficialmente seca, dejar reposar. Tomar como dato el volumen desplazado en la probeta.

- Posteriormente separar el agregado en un recipiente y llevar al horno un tiempo de 24 horas a una temperatura de 110 C0 +/- 5C0 y tomar como dato el peso seco del agregado.

$$P.e = \frac{(Pmsh - \text{peso tara})}{\text{volumen desplazado}}$$

$$\%abs = \frac{((Ptara + Psss) - Ptara) - Pmsh}{Pmsh}$$

Donde;

P.e = peso específico

% abs = porcentaje de absorción

Pmsh = peso muestra secada al horno

Psss = peso muestra superficialmente seca

El proceso de ensayo lo realizamos de la siguiente manera para el peso específico del agregado grueso.

- Lavar la muestra hasta eliminar completamente el polvo, luego se seca en el horno.
- Esperar que enfría hasta una temperatura cómoda al tacto y que la muestra tenga un peso constante.
- Se deja la muestra en agua por un por 24 horas, luego de ello se seca partículas sobre un tela (pifio), hasta eliminar el agua superficial.
- Colocar la muestra en el interior de la canastilla metálica y determinar su peso sumergida en agua
- Después de ello se coloca la muestra en el horno y se deja reposar por 24 horas se retira y se deja enfriar.

$$P.e = \frac{Pmsh}{Psss \text{ sumergido}}$$



$$\%abs = \frac{((Ptara+Psss)-Ptara)-Pmsh}{Pmsh}$$

Donde;

P.e = peso específico

% abs = porcentaje de absorción

Pmsh = peso muestra secada al horno

Psss = peso muestra superficialmente seca

- La evaluación de las propiedades volumétricas mecánicas de las mezclas asfálticas se da en determinar la gravedad específica bulk de los especímenes.

$$Gmb = \frac{WD}{WD - WSUB}$$

Donde:

Gmb = Gravedad Especifica Bulk de la muestra compactada

WD = Peso del espécimen al aire

WSUB = Peso del espécimen sumergido

- La determinación de los porcentajes de vacíos total como parámetro relacionado a la durabilidad y la cantidad de material fino fue aportado para el diseño de mezcla asfáltica en caliente mediante la relación polvo mineral/asfalto efectivo.

$$VTM = (P. e \text{ max teorico} - P. e \text{ bulk}) * \frac{100}{P. e \text{ max teorico}}$$

Donde:

VTM = Vacíos en total de la mezcla

- La determinación del porcentaje de vacíos en el agregado mineral VMA se da en base a la determinación de la gravedad específica Bulk del espécimen Gmb y gravedad específica del agregado total Gsb.

$$VMA = 1 - \left(1 - \frac{Gmb(1 - Pb)}{Gsb}\right) * 100$$

- La determinación del porcentaje de vacíos llenos de asfalto VFA se da en determinar el VTM Y VMA, parámetros relacionados al contenido de polvo mineral que se encuentre en la mezcla asfáltica en caliente.

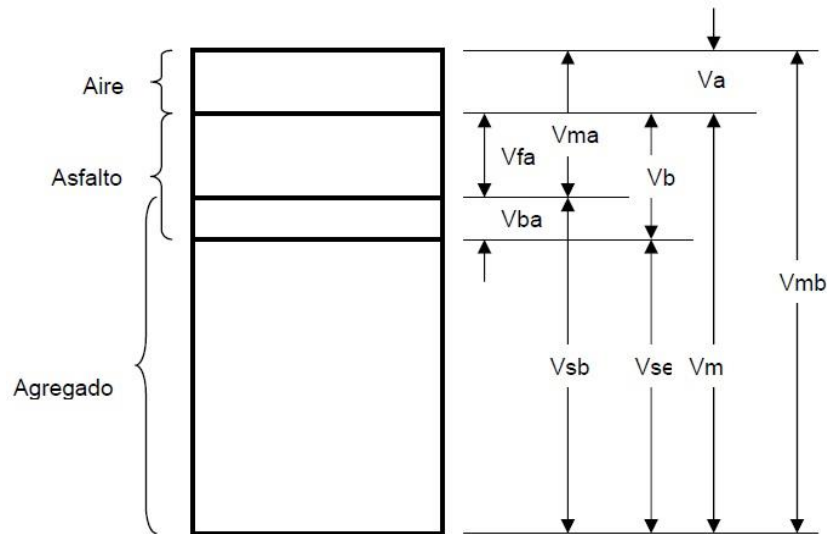
$$VFA = \left( \frac{VMA - VTM}{VMA} \right) \times 100$$

Donde:

VTM = Porcentaje de vacíos total

VMA = Vacíos en el agregado mineral

Figura N° 3 Esquema de componentes del MAC



Fuente: Manual de Ensayos de Pavimentos – Universidad Nacional de Ingeniería- Perú

La metodología de la normativa ASTM D. 1559 establece el proceso de toma de valores de la estabilidad y flujo determinados por el aparato de Marshall. La estabilidad se da en medir la carga máxima aplica hasta el momento que ocurra la falla es decir cuando la carga aplicada llega a un punto máximo y esta misma comienza a decrecer.

La medición del flujo se da en base a la observación de la disminución de diámetro que sufre el espécimen entre la carga cero y el instante de falla es decir la penetración de 0.01” o 0.25 mm.

## 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

### 2.3.1 Comportamiento de Materiales del MAC

#### 2.3.1.1 Cemento Asfáltico

La evaluación de la investigación se enfoca a través de la metodología Marshall como base fundamental para el diseño de mezclas asfálticas en caliente, pigmentadas con óxido férrico como principal agente de pigmentación.

El contenido asfáltico en base a su proceso de obtención se da en una secuencia de determinación de la estabilidad máxima al punto de falla de los especímenes diseñadas con porcentajes de asfalto de forma ascendente con variación de 0.5% a partir de un punto de inicio de 4% (SILENE MINAYA GONZALES, 2001 pág. 158).

El cemento asfáltico definido por las especificaciones normativas para construcción de carreteras peruanas tiene la característica de ser un material bituminoso aglomerante; es decir, sometido a temperatura y compactación para lo cual la selección y clasificación se da en un marco de penetración y viscosidad de acuerdo a la condición climática de la zona (MTC, 2013 pág. 659)

Tabla N° 11 Clasificación del cemento asfaltico

Temperatura media Anual			
24 °C o mas	24 °C - 15 °C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40 - 50	60-70		Asfalto modificado
60 - 70		85-100	
modificado		120-150	

Fuente: Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción) – EG 2013

Tabla N° 12 Clasificación del cemento asfáltico por penetración

Tipo		Grado Penetración									
Grado	Ensayo	PEN 40 - 50		PEN 60 - 70		PEN 85 - 100		PEN 120 - 150		PEN 200 - 300	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
<b>Pruebas sobre el material bituminoso</b>											
Penetración a 25°C, 100g, 5s, 0,1mm	MTC E304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de inflamación, °C	MTC E312	232		232		232		218		177	
Ductilidad, 25 °C, 5 cm/min, cm	MTC E306	100		100		100		100		100	
Solubilidad en tricloro-etileno,%	MTC E302	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Índice de penetración (susceptibilidad térmica)	MTC E304	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
<b>Ensayo de la mancha (Oliensies)</b>											
Solvente Nafta - Estandar	AASHTO M 20	Megativo		Megativo		Megativo		Megativo		Megativo	
Solvente Nafta - Xileno, %xileno		Megativo		Megativo		Megativo		Megativo		Megativo	
Solvente Heptano - Xileno, %xileno		Megativo		Megativo		Megativo		Megativo		Megativo	
<b>Pruebas sobre la película delgada a 163 °C, 3,2mm, 5h</b>											
Perdida de masa, %	ASTM D1754		0,8		0,8		1		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306			50		75		100		100	

Fuente: Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción) – EG 2013

Tabla N° 13 Clasificación del cemento asfáltico por viscosidad

Características	Grado de Viscosidad				
	AC-2,5	AC - 5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad absoluta a 60°C, Poises	250 +/- 50	500 +/- 100	1.000 +/- 200	2.000 +/- 400	4.000 +/- 800
Viscosidad Cinemática, 135°C st mínimo	80	110	150	210	300
Penetración 25°C, 100 gr, 5 s mínimo	200	120	70	40	20
Punto inflamación COC, °C mínimo	163	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno, %masa, mínimo	99	99	99	99	99
<b>Pruebas sobre el residuo del ensayo de película fina</b>					
Viscosidad absoluta, 60 °C, Poises máximo	1.250	2.500	5.000	10.000	20.000
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm, mínimo	100	100	50	20	10
<b>Ensayo de la mancha (Oliensies)</b>					
Solvente Nafta - Estandar	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Nafta - Xileno, % xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Heptano - Xileno, %xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

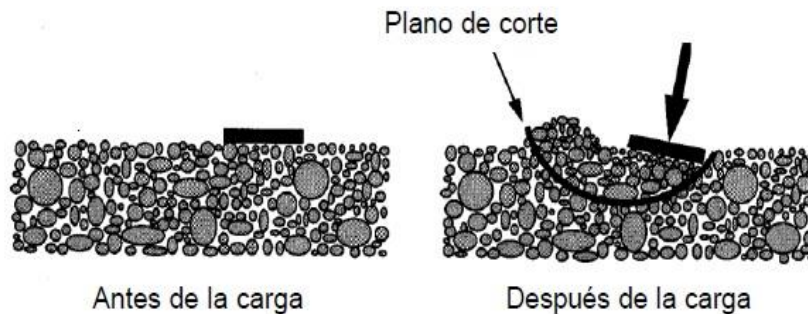
Fuente: Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción) – EG 2013

### 2.3.1.2 Agregado Mineral

Parte del comportamiento de los agregados se enfoca en base a determinar sus pesos específicos bulk como parámetro influyente en la determinación del porcentaje de vacíos de las mezclas compactadas mediante una diferenciación que se da entre los pesos específicos de la mezcla compactada y los pesos específicos de los agregados y asfalto en la obtención de los vacíos de aire (AUTOPISTAS, 1982 pág. 51)

Las características de textura y rugosidad son parámetros fundamentales respecto a la estabilidad de las mezclas asfálticas estas se dan en la interacción interna de las partículas por agentes destructores o fuerzas en la carpeta asfáltica deteriorándose de forma significativa si la cohesión del cemento asfáltico no fue el óptimo. (Paul Garnica Anguas, 2005 pág. 11)

Figura N° 4 Comportamiento del MAC sometido a carga corte

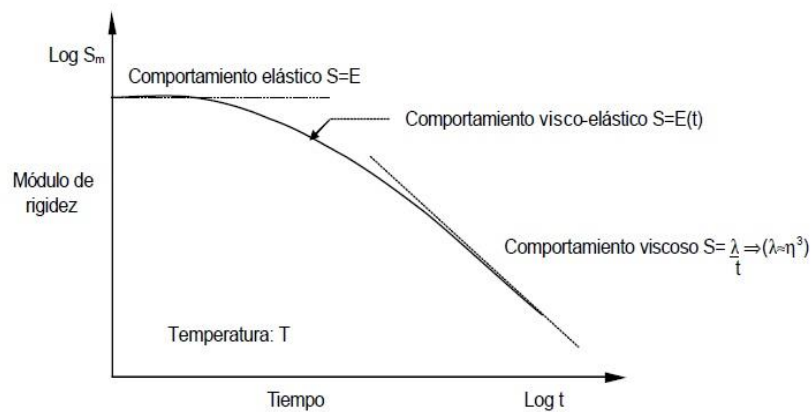


Fuente: Caracterización Geo mecánica de Mezclas Asfálticas-Instituto Mexicano del Transporte

### 2.3.1.3 Mezcla Asfáltica

El comportamiento de la mezcla asfáltica terminada, dada en base a las composiciones de sus elementos, está referida a que el material pétreo tiene un comportamiento elastoplástico y por parte del asfalto más polvo mantiene su comportamiento visco – elástico; en consecuencia, se definió que las mezclas asfálticas compactadas se encuentran en un comportamiento visco-elástico. (Zuñiga, 3° Edición pág. 65).

Figura N° 5 Comportamiento del MAC en el tiempo



Fuente: Fuente: Caracterización geomecánica de Mezclas Asfálticas-Instituto Mexicano del Transporte

El comportamiento de las mezclas asfálticas se encuentra relacionadas a obtener propiedades características de las mezclas asfálticas como vacíos de aire, vacíos en el agregado mineral y contenido de asfalto.

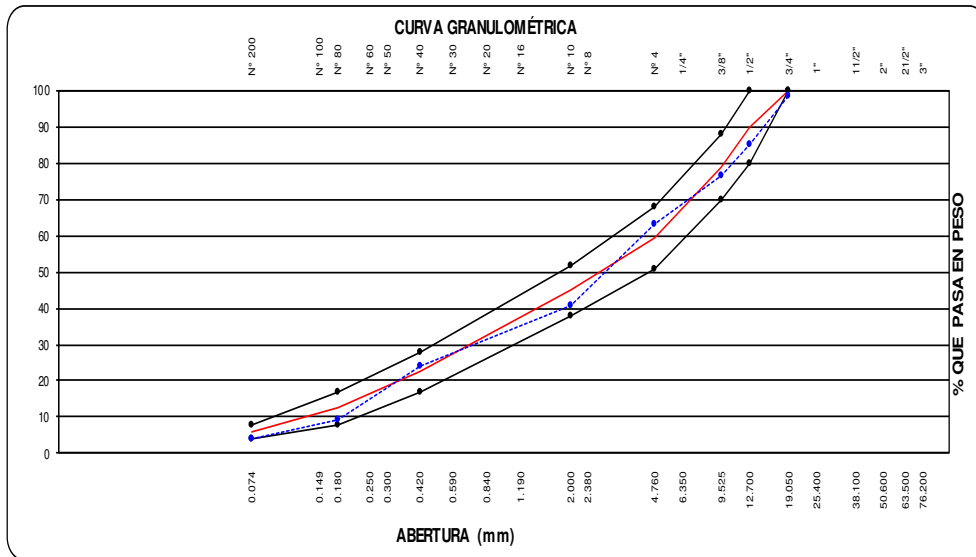
## 2.3.2 Factores influyentes en el Comportamiento de Mezcla Asfálticas

### 2.3.2.1 Granulometría del Agregado

Parte de la investigación es la determinación de control que garanticen la calidad de la mezcla asfáltica para ello obtener distribución adecuada de partículas que se encuentren dentro de los límites especificados caracterizando a la granulometría densa sin llegar al exceso que pueda producir la reducción excesiva de asfalto deteriorando su durabilidad. Se da en el desarrollo de la investigación la granulometría densa debido a mitigar la deformación permanente por el aumento de material muy fino o polvo mineral que ocasionen variaciones en sus porcentajes de vacíos mediante la disminución por ocupar el polvo mineral una mayor superficie. (Horacio Delgado Alamilla, 2006 pág. 23)

El comportamiento granulométrico de los agregados en la mezcla total se da con la finalidad de asemejarse a la curva ideal para mezclas asfálticas en caliente.

Figura N° 6 Curva y límites granulométrico

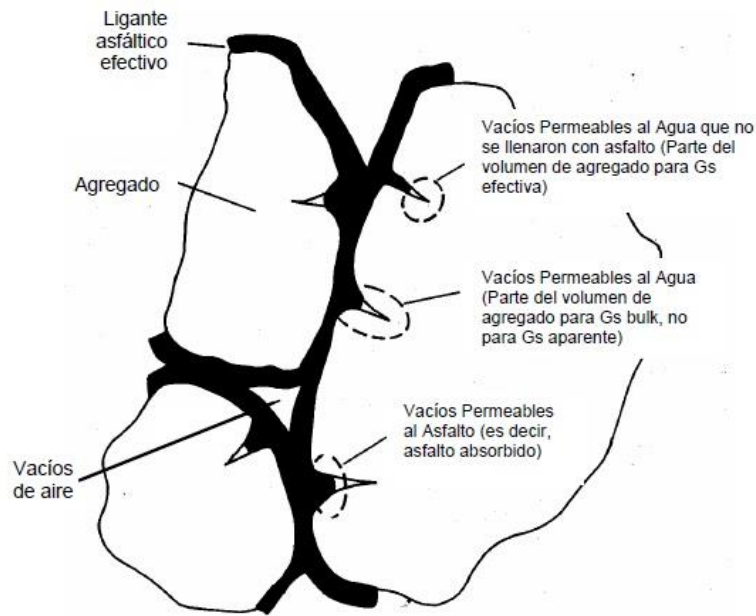


Fuente: Elaboración propia

### 2.3.2.2 Contenido de Asfalto

El uso del cemento asfáltico material obtenido de la derivación del crudo de petróleo que es empujado en la presente investigación tiene el comportamiento de encontrarse el óptimo. El contenido óptimo de asfalto que se tenga que determinar es efectuado por encontrar el porcentaje de asfalto que cubra o forme una membrana alrededor de las partículas que mantenga una película de grosor óptimo para evitar la desintegración de partículas de agregado por interacción y la deformación o flujo excesivo plástico que cause pérdidas de estabilidad por cargas de los vehículos (UMSS, 2012 pág. 263).

Figura N° 7 Propiedades y características de las mezclas asfálticas en caliente



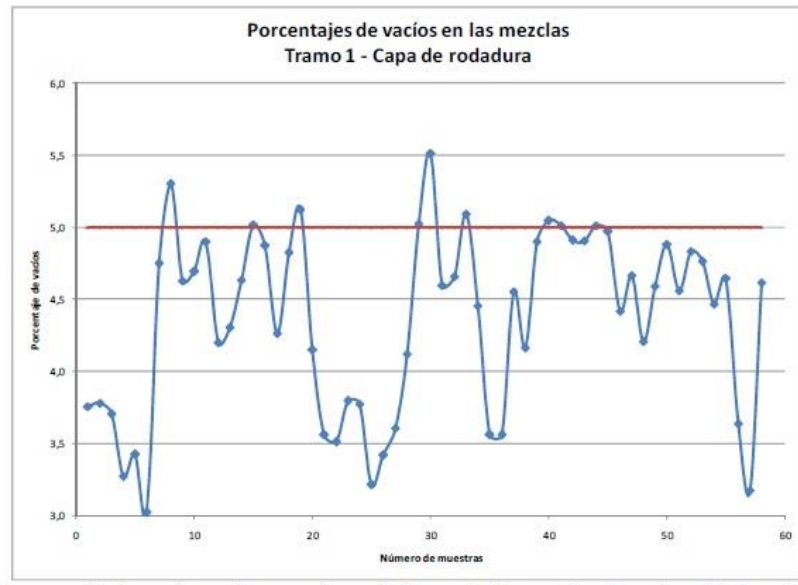
Fuente: Manual de Ensayos para Pavimentos – Universidad Nacional de Ingeniería

### 2.3.2.3 Porcentaje Vacíos

La asociación del desempeño de una mezcla asfáltica en caliente en su condición de servicio en su tiempo de vida en la carpeta asfáltica es derivada de la cantidad de vacíos que se encuentre. El empleo de mayor cantidad de material muy fino o polvo mineral como óxidos metálicos en forma pulverizada como empleo en la mezcla asfáltica influye a disminuir los vacíos y esta pueda ocasionar exudación del asfalto además de aumentar el porcentaje de asfalto óptimo y esta se da por la mayor absorción de los materiales finos (LanammeUCR, 2009 pág. 13)



Figura N° 8 Comportamiento de los porcentajes de vacíos en la capa de rodadura



Fuente: Análisis de los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica - LanameUCR

#### 2.3.2.4 Contenido de finos

El desarrollo de la investigación se encuentra asociada a la incorporación de material fino es decir pasante la malla N°200 de la serie de tamices para mezclas asfálticas en caliente en las curvas granulométricas lo cual tiende a la reducción de vacíos. (Jorge, 2002 pág. 57)

El empleo en la investigación de la tesis se desarrolla en base a la utilización de óxidos metálicos de elevada fuerza colorante esta manufacturada como ocre compuesta químicamente con óxido de hierro rojo en el Perú de igual forma a pigmentos comercializados para pavimentos. (COLORS, 2015 pág. 3)

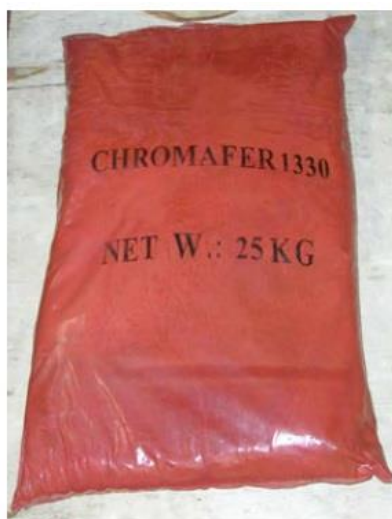
La saturación del color de mezclas asfálticas en caliente llega a superar el 5% de dosificación. (COLORS, 2015).

Figura N° 9 Comparativo de pigmentación con cemento asfáltico PEN 85-100 y ligante sintético claro



Fuente: G&C COLORS SA-España

Figura N° 10 Pigmento colorante para mezclas asfálticas



Fuente: G&C COLORS SA-España

Tabla N° 14 Dosificación habitual de pigmento

Dosis de Pigmento	Aglomerado con betun negro
Por tonelada de aglomerado	30 a 50 Kg
% respecto total de aglomerado	3 a 5%
% respecto al ligante	60 a 100%

Fuente: G&C COLORS SA-España

### 2.3.3 Parámetros volumétricos

El comportamiento de mezcla asfáltica compactada adecuada se da mediante el control de los parámetros volumétricos y las cuales forman parte del diseño de mezclas, como el vacío en el agregado mineral (VMA), vacíos llenos con asfalto (VFA) y los vacíos de aire ( $V_a$ ) (LanammeUCR, 2015).

La investigación se encuentra enfocada en considerar la variación de los porcentajes de vacíos también definidos como espacios entre las partículas de agregado cubiertas por la película de asfalto por el incremento de polvo mineral o pigmento para la coloración de mezclas asfálticas en caliente, de igual forma a la evaluación de los espacios vacíos intergranular entre las partículas de agregado y los espacios de vacíos intergranular ocupados por asfalto efectivo (Institute, 1996 pág. 35)

### 2.3.4 Parámetros mecánicos – físicos

La estabilidad es un parámetro determinado a los especímenes de mezclas asfálticas pigmentadas en caliente, está dada por la capacidad de resistir deformación bajo cargas de tráfico. Para ello un exceso de estabilidad produce carpetas asfálticas muy rígidas pocas durables en su condición de servicio, estas se encuentran relacionadas a la fricción y cohesión ambas aportadas por la condiciones mecánicas de los agregados y el cemento asfáltico.

Tabla N° 15 Efectos de baja estabilidad

Causas	Efectos
Exceso de asfalto en la mezcla	Ondulaciones, ahuellamiento y afloramiento o exudación
Exceso de arena de tamaño medio en la mezcla	Baja resistencia durante la compactación y posteriormente durante un cierto tiempo; dificultad para la compactación
Agregado redondeado sin, o con pocas superficiales trituradas	Ahuellamiento y canalización

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente – Serie de Manuales N° 22.

### 2.3.5 Proporción de polvo y tipo de filler

De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos el porcentaje de material pétreo que pasa la malla N° 200 es considerado como polvo mineral o por emplearse en mezcla asfáltica denominado filler, que mantiene como características de llenar vacíos, un filler adecuado es el empleo es aquel que se encuentre en un rango de relación de 0.6 a 1.2 (Ruben Serratos Ochoa, 2011)

### 3 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

#### 3.1 MÉTODOS Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1 MÉTODO CIENTÍFICO

La definición del **método científico** se da mediante un proceso o etapas, las cuales terminan siendo resultantes de la experiencia, en la cual se ha dotado de pautas lógicas; procedimiento que se da para la búsqueda de la solución adecuada a los problemas planteados, de esa manera el desarrollo de la investigación se ha planteado en la elaboraciones de briquetas de mezcla asfáltica pigmentadas, para posteriormente realizar un proceso de ensayos que definan sus propiedades mecánicas – volumétricas para tipos de flujos de vías y con ella se dé la posibilidad de resolver los problemas y justificar la hipótesis planteadas (Gonzales Castro, 2011 pág. 45)

##### 3.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación al cual se ha establecido el desarrollo de la investigación es del **tipo aplicado**, debido a que se da una comprobación de la teoría con la realidad mediante la realización de ensayos para evaluar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para tipos de flujo de vías, con el objetivo de probar las hipótesis (Hernandez, 2014)

### 3.2 DISEÑO DE INVESTIGACION

El proceso de desarrollo de la investigación se da en el marco **experimental** y **pre experimental**, debido a que la alteración de la variable independiente, la dosificación de óxidos metálicos (causa), para evaluar las consecuencias que se generan en la variable dependiente, propiedades mecánicas de la mezcla asfálticas (efecto) (Hernandez, 2014 pág. 45).

G-----X-----O

G: Grupo de sujetos (mezclas asfálticas en caliente MAC)

X: Estímulo o variable independiente (Óxidos metálicos)

O: Medición o Variable Dependiente (propiedades mecánicas MAC)

### 3.3 POBLACIÓN

La población conceptualizada en el marco de la investigación se define como el universo de un conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica en común, que se encuentren determinada por el problema y objetivo de estudio, definiendo que la población es todas las mezclas asfálticas pigmentadas con óxidos metálicos (Fidias, 2006)

### 3.4 MUESTRA

La población o el universo de estudio se encuentran constituida por los diseños de mezcla asfáltica pigmentada que puedan emplearse en los tipos de flujos de vías dosificados con óxidos metálicos (óxido férrico y óxido de cromo), estas en tipos manufacturado (OCRE) e industrializado (CHROMAFER) en porcentajes de 4%, 8%, 12% y 15% por sustitución del agregado fino.

Tabla N° 16 Población de especímenes dosificado con oxido férrico (OCRE)

		PORCENTAJE DE OXIDO METALICO			
		4%	8%	12%	15%
TIPO DE TRAFICO	Ligero	10	10	10	10
	Mediano	10	10	10	10
	Pesado	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 17 Población de especímenes dosificados con óxido cromo (OCRE)

		PORCENTAJE DE OXIDO METALICO			
		4%	8%	12%	15%
TIPO DE TRAFICO	Ligero	10	10	10	10
	Mediano	10	10	10	10
	Pesado	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 18 Población de especímenes dosificados con óxido férrico (CHROMAFER)

		PORCENTAJE DE OXIDO METALICO			
		4%	8%	12%	15%
TIPO DE TRAFICO	Ligero	10	10	10	10
	Mediano	10	10	10	10
	Pesado	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19 Población de especímenes dosificados con óxido de cromo (CHROMAFER)

		PORCENTAJE DE OXIDO METALICO			
		4%	8%	12%	15%
TIPO DE TRAFICO	Ligero	10	10	10	10
	Mediano	10	10	10	10
	Pesado	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20 Población de especímenes (PATRON)

		PATRON
TIPO DE TRAFICO	Ligero	10
	Mediano	10
	Pesado	10

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Mediante la evaluación, la muestra es no probabilística, debido a la elección de los especímenes que dependen de la característica de la investigación y no de una probabilidad; para la evaluación de las propiedades mecánicas, dentro de ellas

evaluadas las propiedades volumétricas, se considera como muestra patrón sin polvo de pigmentación y muestra dosificada con polvo mineral óxidos metálicos de pigmentación (OCRE Y CHROMAFER) con dosificación de 4%, 8%, 12% y 15% a especímenes elaborados con cemento asfáltico de característica de penetración 85-100 debido a la condición climática a la ciudad de Huancayo, los especímenes de dimensiones normativas de 64 mm de espesor y 102 mm de diámetro ensayadas 24 horas después de ser elaboradas.

### **3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**

El desarrollo de la tesis que se enfoca a obtener resultados con la veracidad posible que mantengan las condiciones de la investigación las que fundamenten a las conclusiones y recomendaciones, mediante un proceso detallado que tenga como misión y visión reunir la mayor cantidad de datos que puedan satisfacer a tal punto el grado de validez de la hipótesis.

#### **3.5.1 TÉCNICAS**

La técnica utilizada se refiere al empleo de un análisis o una metodología de observación de campo y se da un contacto directo con el objeto de estudio, que permita confrontar la teoría con la práctica (Fidias, 2006 pág. 67).

El procedimiento en obtener datos se da en la elaboración de especímenes mediante la metodología Marshall la cual se enfocó a determinar como primer paso las propiedades mecánicas y volumétricas de los materiales finos y gruesos, la evaluación de las mezclas asfálticas implica adicionar oxido metálico como pigmento y estas implicar evaluar la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos como parámetros primordiales de análisis del desempeño de las mezclas asfálticas pigmentadas.

#### **3.5.2 INSTRUMENTOS**

Como recurso en el registro de datos el instrumento se encuentra en relación a un diseño de campo, mediante una técnica documental, en la cual el empleo de fichas de gabinete registra los datos observados (Fidias, 2006 pág. 56)

##### **3.5.2.1 FICHA DE LABORATORIO**

El empleo de la ficha de gabinete se considera de manera metodológica en la cual se registre datos observados de la medición de los indicadores, la cual es necesaria para determinar las



características necesarias de las variables dependientes e independientes con las respectivas dimensiones, analizadas en laboratorio.

### 3.6 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

a. **Caracterización de los materiales:** Determinar las características de los materiales que influyen en las propiedades volumétricas de las mezclas asfálticas pigmentadas en caliente, se da en determinar los pesos o gravedades específicas bulk de los agregados finos y grueso para ello de acuerdo a la normativa del MTC E205.

Parte de la caracterización de los agregados es la determinación de la granulometría de los agregados finos y gruesos y en ellas identificar el tamaño máximo y nominal mediante la normativa del MTC E204.

La caracterización del cemento asfáltico se da en definir de acuerdo a la capacidad de penetración y condiciones climáticas de la ciudad de Huancayo, esta en base a la normativa del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013.

Tabla N° 21 Selección del cemento asfáltico por penetración y condición climática

Temperatura media Anual			
24 °C o mas	24 °C - 15 °C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40 - 50	60-70		Asfalto modificado
60 - 70		85-100	
modificado		120-150	

Fuente: Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2013

b. **Diseño de mezcla:** En el desarrollo de la tesis se da el enfoque a realizar el diseño de mezcla en base a los procedimientos del método Marshall del ASTM D-1559, diseñadas en base a producir especímenes de espesor de 64 mm y de diámetro 102 mm las cuales la producción de mezclas de 1250 Kg son las adecuadas para cumplir con las dimensiones requeridas.

- Determinar la combinación de agregados finos y gruesos mediante la granulometría de los materiales pétreos por mallas de 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30,

N°50, N°100 y N°200 de acuerdo a límites o husos granulométricos en base a los tamaños máximo y nominal. Para la combinación de agregados se fundamenta mediante la siguiente ecuación.

$$P = Aa + Bb + Cc$$

Donde:

P = Porcentaje promedio de las especificaciones en un tamiz

A, B, C = Porcentaje de material que pasa un tamiz para la granulometría A, B, C

a, b, c = Proporción de agregados A, B, C usados en la condición y donde el total es 1

Tabla N° 22 Selección del huso granulométrico para combinación de agregados

Porcentaje que pasa			
TAMIZ	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25 mm (1")	100		
19 mm (3/4")	80-100	100	
12.5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9.5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4.75 mm (N°4)	43-54	51-68	65-87
2 mm (N° 10)	29-45	38-52	43-61
425 um (N° 40)	14-25	17-28	16-29
180 um (N° 80)	8-17	8-17	9-19
75 um (N° 200)	4-8	4-8	5-10

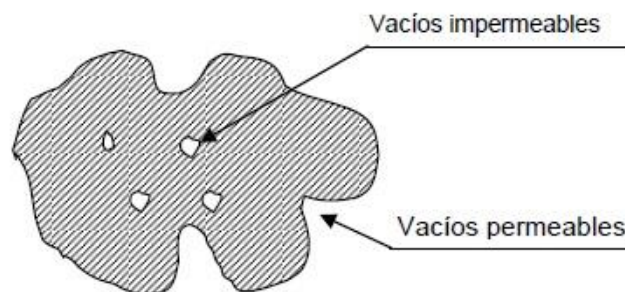
Fuente: Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2013

- Preparación de especímenes de Marshall se da con las proporciones establecidas de los agregados y el % de cemento asfáltico que serán diseñadas en la progresión de 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0 % para el cual la ecuación empleada se definieron de la siguiente manera.

$$\% \text{cemento asfáltico} = \frac{\text{peso cemento asfáltico}}{\text{peso arido} + \text{peso cemento asfáltico}}$$

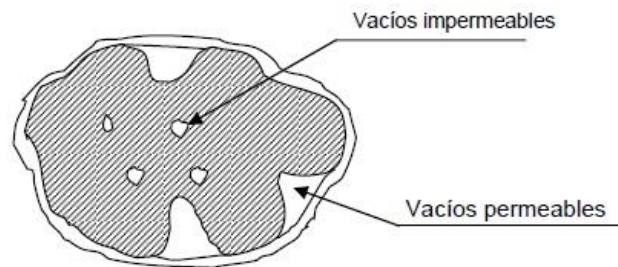
- Determinado los pesos de los agregados y cemento asfáltico son calentados a temperaturas de 170°C son. Para la compactación del espécimen se da para tipos de flujos de tráfico, en la presente investigación se desarrolla para flujos de tráfico de tipo ligero, mediano y pesado
- La preparación del molde de compactación está basado en la preparación de un papel filtrante de 10 cm de diámetro, la mezcla a una temperatura de 150°C indica el punto de mezcla en la cual la pre compactación homogénea 15 veces alrededor del perímetro y 10 veces internamente. La compactación de simulación a un tipo de tráfico se da con el martillo compactador de acuerdo al número de golpes de 75, 50 y 35 golpes/cara a una altura de caída de 18", posterior a la compactación reposar el espécimen a temperatura ambiente 24 horas.
- Determinar el peso específico Bulk del espécimen se da en obtener los pesos específicos seco al aire, sumergido y superficialmente seco.

Figura N° 11 Peso específico seco



Fuente: Manual de ensayo para pavimentos – Universidad Nacional de Ingeniería

Figura N° 12 Peso específico saturado superficialmente seco



Fuente: Manual de ensayo para pavimentos – Universidad Nacional de Ingeniería

- Parte fundamental para determinar los parámetros volumétricos de los especímenes es determinar el peso específico teórico máximo la cual se encuentran definidas normativamente.
- Determinar los parámetros volumétricos permite evaluar los porcentajes de vacíos total del espécimen, vacíos en el agregado mineral y vacíos llenos con asfalto
- Los especímenes son evaluados en sus dimensiones con el fin de definir su volumen, de sea el caso la variación de volumen implica tomar en cuenta un factor de corrección en la estabilidad.
- Las propiedades mecánicas de los especímenes se da en la evaluación de su estabilidad y flujo para ello se realiza el baño de María a temperatura de 60°C en un intervalo de 30 minutos de forma escalonada, la preparación del molde de ensayo es el engrasado y la colocación del medidor de flujo. Se da la aplicación de la carga a velocidad de 2pulg/min hasta que ocurra la falla, cuando se alcanzó la máxima carga y se produjo el punto de falla o ruptura al mismo instante se toma dato de la deformación del espécimen que expresa la disminución de diámetro desde el punto de carga cero hasta el punto de falla o ruptura.

Figura N° 13 Ensayo de estabilidad y flujo



Fuente: Elaboración propia – laboratorio de pavimentos ICCSAH

## 4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

#### PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS

El peso específico seco bulk que de acuerdo al diseño considera el volumen total de partículas de agregado más el volumen de poros llenos de agua. En promedio el peso específico del agregado grueso de  $\frac{3}{4}$ " es de 2.66 gr/cm<sup>3</sup>, el peso específico del agregado grueso de  $\frac{1}{2}$ " es de 2.71 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabla N° 23 Resumen de peso específico del agregado grueso de  $\frac{1}{2}$ "

DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	Promedio
Toma Muestra	gr	3000	3000	3000	
Pmsh+ TARA	gr	4052	4266	4231	4183
Tara	gr	377	377	327	360
Pmsh	gr	3675	3889	3904	3823
Psss	gr	3711	3930	3941	3861
Psss sumergido + canastilla	gr	3240	3390	3390	3340
peso canastilla	gr	890	890	890	890
Psss sumergido	gr	2350	2500	2500	2450
peso agregado	gr	1361	1430	1441	1411
Gsa	gr/cm <sup>3</sup>	2.77	2.80	2.78	2.78
Gsb	gr/cm <sup>4</sup>	2.70	2.72	2.71	2.71
Gsss	gr/cm <sup>5</sup>	2.73	2.75	2.74	2.74

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Tabla N° 24 Resumen de peso específico del agregado grueso de ¾"

DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	Promedio
Toma Muestra	gr	3000	3000	3000	
Pmsh+ TARA	gr	4013	4337	4231	4194
Tara	gr	377	377	327	360
Pmsh	gr	3799	3774	3904	3826
Psss	gr	3823	3856	3934	3871
Psss sumergido + canastilla	gr	3243	3337	3385	3322
peso canastilla	gr	890	890	890	890
Psss sumergido	gr	2353	2447	2495	2432
peso agregado	gr	1470	1409	1439	1439
Gsa	gr/cm3	2.63	2.84	2.77	2.75
Gsb	gr/cm4	2.58	2.68	2.71	2.66
Gsss	gr/cm5	2.60	2.74	2.73	2.69

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Los resultados del peso específico para el agregado fino, que para el diseño de mezclas asfálticas pigmentadas se consideró dos tipos zarandeada y chancada, se obtuvo que para la arena zarandeada el peso específico seco bulk fue de 2.65 gr/cm<sup>3</sup> y para la arena chancada fue de 2.72 gr/cm<sup>3</sup>

Tabla N° 25 Arena chancada

DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	Promedio
Psss + tara	gr	562	575	563	567
Pmsh + tara	gr	543	535	550	543
peso tara	gr	62	75	63	67
Psss	gr	500	500	500	500
Pmsh	gr	481	460	487	476
Volumen desplazado	cm3	175	175	175	175
peso picnometro +agua	gr	582	579	584	582
peso pic+agua+agregado	gr	895	893	887	892
Peso sumergido en agua	gr	313	314	303	310
Gsb	gr/cm3	2.75	2.63	2.78	2.72
Gsss	gr/cm3	2.86	2.86	2.86	2.86
Gsa	gr/cm3	2.86	3.15	2.65	2.89

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Tabla N° 26 Arena zarandeada

DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	Promedio
Psss + tara	gr	562	575	563	567
Pmsh + tara	gr	545	539	547	544
peso tara	gr	62	75	63	67
Psss	gr	500	500	500	500
Pmsh	gr	483	464	484	477
Volumen desplazado	cm3	180	180	180	180
peso picnometro +agua	gr	582	579	584	582
peso pic+agua+agregado	gr	894	889	893	892
Peso sumergido en agua	gr	312	310	309	310
Gsb	gr/cm3	2.68	2.58	2.69	2.65
Gsss	gr/cm3	2.78	2.78	2.78	2.78
Gsa	gr/cm3	2.82	3.01	2.77	2.87

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

### GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

La granulometría del agregado grueso se ha evaluado con el objetivo de determinar los tamaños máximos y nominal máximo por el cual las partículas han sido graduadas con el fin de determinar qué tipo de MAC se empleará para el diseño de mezcla.

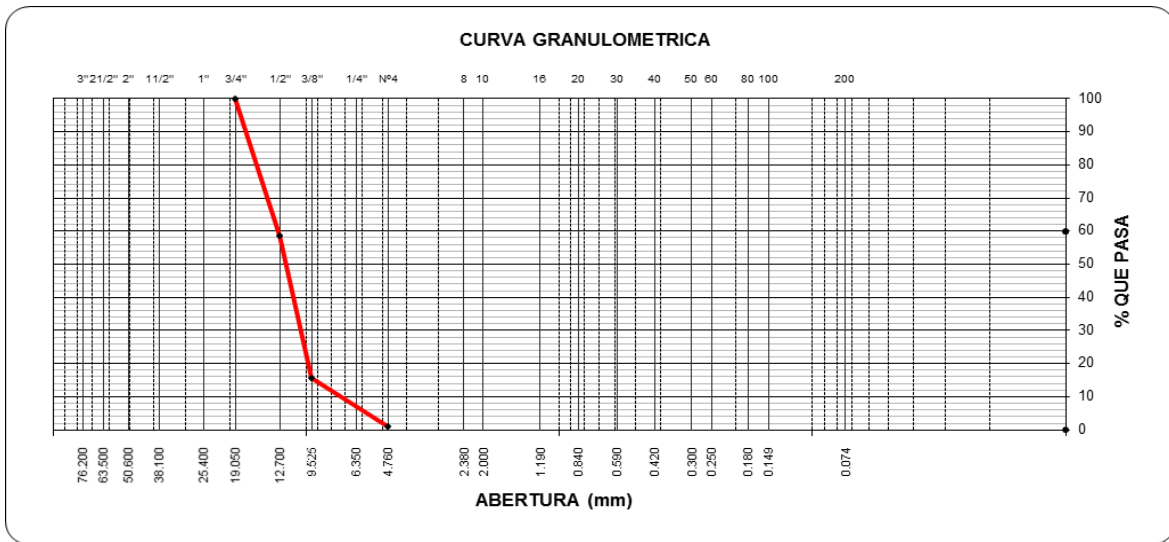
Tabla N° 27 Resumen de la granulometría del AG – Tmax ¾"

Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.700	824.6	41.2	41.2	58.8
3/8"	9.525	859.8	43.0	84.2	15.8
No4	4.760	295.0	14.8	99.0	1.0
8	2.360	13	0.7	99.6	0.4
10	2.000	3.4	0.2	99.8	0.2
16	1.190	2.0	0.1	99.9	0.1
30	0.600	2.2	0.1	100.0	
40	0.420				
50	0.300				
80	0.180				
100	0.149				
200	0.074				
< 200					

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018



Figura N° 14 Curva granulométrica AG – Tmax ¾"



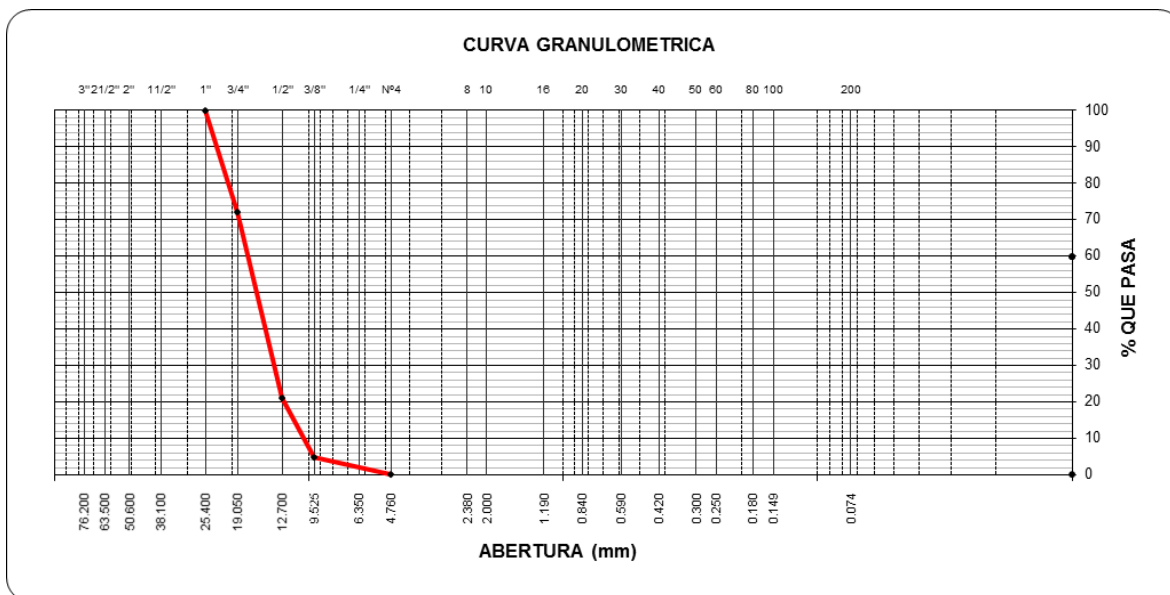
Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Tabla N° 28 Resumen de la granulometría AG-Tmax 1"

Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.050	556.6	27.8	27.8	72.2
1/2"	12.700	1024.2	51.2	79.0	21.0
3/8"	9.525	325	16.3	95.3	4.7
No4	4.760	94.0	4.7	100.0	0.0
8	2.360				
10	2.000				
16	1.190				
30	0.600				
40	0.420				
50	0.300				
80	0.180				
100	0.149				
200	0.074				
< 200					

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Tabla N° 29 Curva granulométrica AG-Tmax 1”



Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

### GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

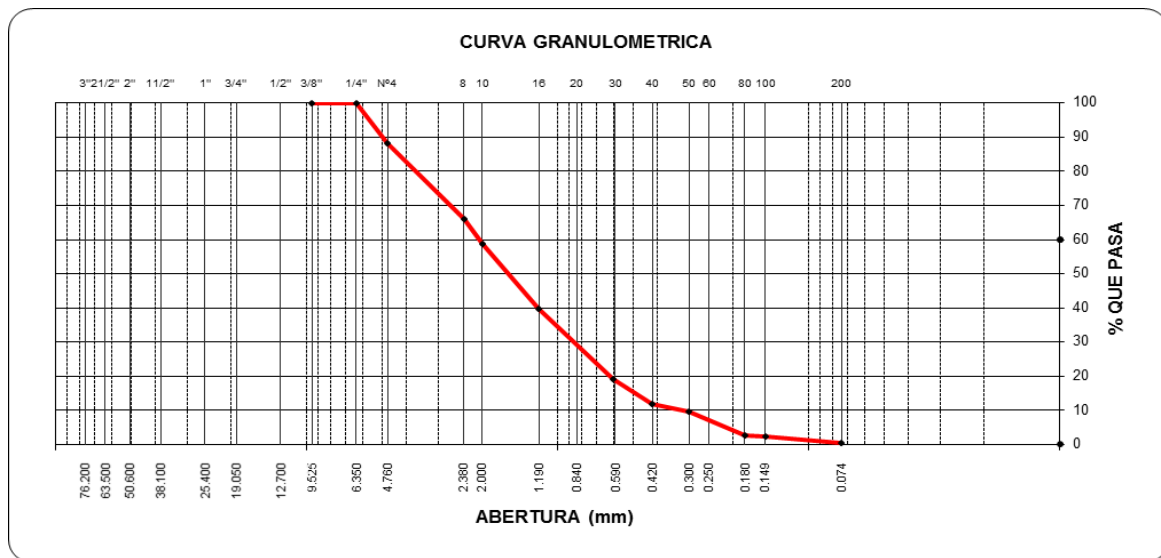
La granulometría del agregado fino la cual es más amplia en el análisis debido a la adición de polvo mineral oxido metálico para la pigmentación de las mezclas asfálticas en caliente. Para ello la evaluación granulométrica de los materiales finos utilizados se realizó a Arena natural o zarandeada y Arena chancada en la diferencia de encontrar astillas en la arena chancada.

Tabla N° 30 Resumen de la granulometría arena natural o zarandeada

Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0
No4	4.760	175.0	11.7	11.7	88.3
8	2.360	335.0	22.3	34.0	66.0
10	2.000	111.0	7.4	41.4	58.6
16	1.190	282.0	18.8	60.2	39.8
30	0.600	307.4	20.5	80.7	19.3
40	0.420	112.4	7.5	88.2	11.8
50	0.300	30.8	2.1	90.2	9.8
80	0.180	108.0	7.2	97.4	2.6
100	0.149	5.0	0.3	97.8	2.2
200	0.074	26.6	1.8	99.5	0.5
< 200		6.8	0.5	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Figura N° 15 Curva granulométrica de la arena natural o zarandeada



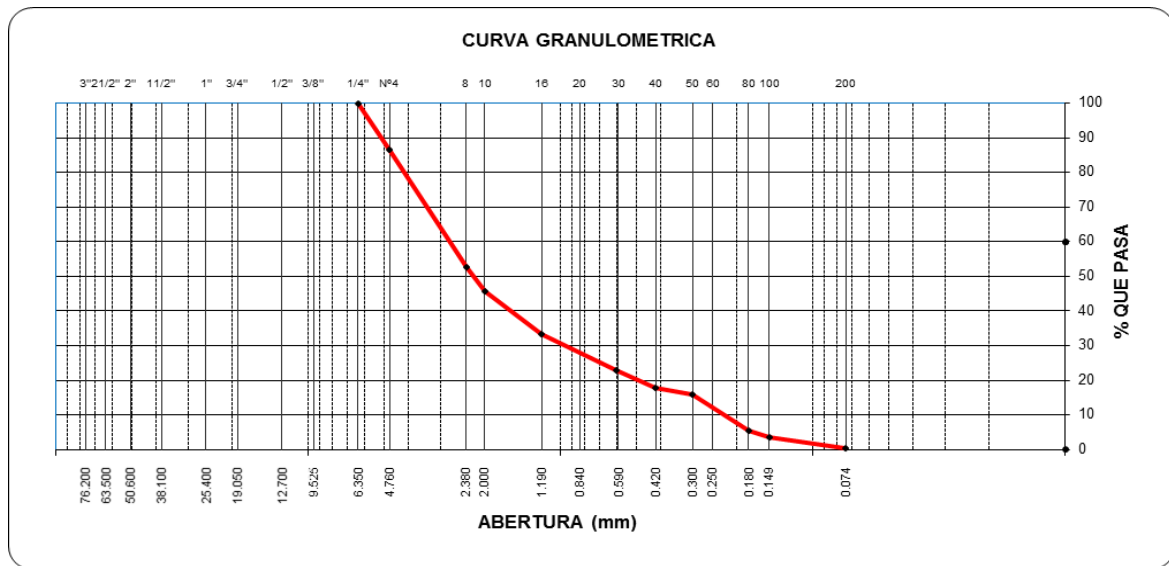
Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Tabla N° 31 Resumen de la granulometría de la arena chancada

Tamiz	Malla mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.0
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.0
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.0
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.0
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.0
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.0
No4	4.760	200.4	13.4	13.4	86.6
8	2.360	508.4	33.9	47.3	52.7
10	2.000	106.6	7.1	54.4	45.6
16	1.190	185.0	12.3	66.7	33.3
30	0.600	158.6	10.6	77.3	22.7
40	0.420	74.8	5.0	82.3	17.7
50	0.300	28.4	1.9	84.1	15.9
80	0.180	156.2	10.4	94.6	5.4
100	0.149	30.0	2.0	96.6	3.4
200	0.074	44.8	3.0	99.5	0.5
< 200		6.8	0.5	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Figura N° 16 Resumen de la curva granulométrica de la arena chancada



Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

## COMBINACIÓN DE AGREGADOS PATRÓN

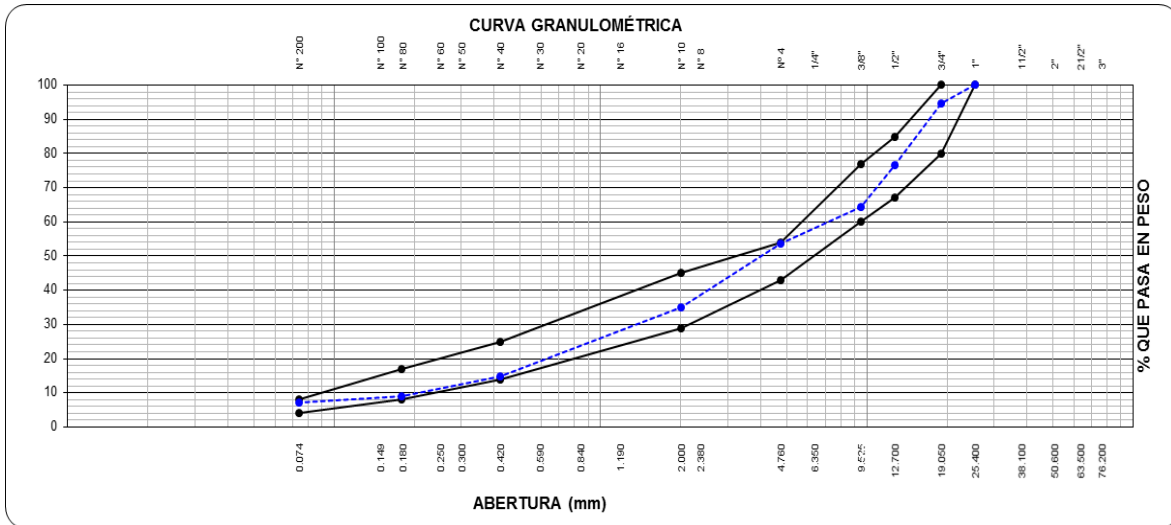
La combinación de los agregados para las muestras patrón se realizaron en base a los límites granulométricos del MAC-1 para lo cual las granulometrías realizadas a los materiales pétreos fueron realizadas con la técnica y calidad requerida por las normativas.

Tabla N° 32 Combinación de agregados Patrón

Malla		Especificaciones								
Tami z	mm.	<i>piedr a 3/4"</i>	<i>piedr a 1/2"</i>	Arena Sarandead a	Arena Chancad a	filler (materia l propio)	MTC			
Proporciones		18.9%	20.9%	27.6%	25.6%	7.0%	100 %	EG - 2013		
<b>1"</b>	25.40 0	100.000	100.00	100.0	100.0	100.0	<b>100.0</b>	<b>10</b>	-	<b>10</b>
<b>3/4"</b>	19.05 0	72.170	100.00	100.0	100.0	100.0	<b>94.7</b>	<b>80</b>	-	<b>10</b>
<b>1/2"</b>	12.70 0	20.960	58.77	100.0	100.0	100.0	<b>76.4</b>	<b>67</b>	-	<b>85</b>
<b>3/8"</b>	9.525	4.700	15.78	100.0	100.0	100.0	<b>64.4</b>	<b>60</b>	-	<b>77</b>
<b>N° 4</b>	4.760	0.000	1.03	88.3	86.6	100.0	<b>53.8</b>	<b>43</b>	-	<b>54</b>
<b>N° 8</b>	2.360	0.000	0.38	66.0	52.7	100.0	38.8			
<b>N° 10</b>	2.000	0.000	0.21	58.6	45.6	100.0	<b>34.9</b>	<b>29</b>	-	<b>45</b>
<b>N° 16</b>	1.180	0.000	0.11	39.8	33.3	100.0	26.5			
<b>N° 30</b>	0.600	0.000	0.00	19.3	22.7	100.0	18.1			
<b>N° 40</b>	0.420	0.000	0.00	11.8	17.7	100.0	<b>15</b>	<b>14</b>	-	<b>25</b>
<b>N° 50</b>	0.300	0.000	0.00	9.8	15.9	100.0	13.8			
<b>N° 80</b>	0.180	0.000	0.00	2.6	5.4	100.0	<b>9.1</b>	<b>8</b>	-	<b>17</b>
<b>N° 100</b>	0.150	0.000	0.00	2.2	3.4	100.0	8.5			
<b>N° 200</b>	0.074	0.0	0.00	0.5	0.5	100.0	<b>7.2</b>	<b>4</b>	-	<b>8</b>
<b>pasa</b>				0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>			

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Figura N° 17 Curva granulométrica de la combinación de agregados patrón



Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

### COMBINACIÓN DE AGREGADOS CON ÓXIDO FÉRRICO Y ÓXIDO DE CROMO CON 4% DE PIGMENTO

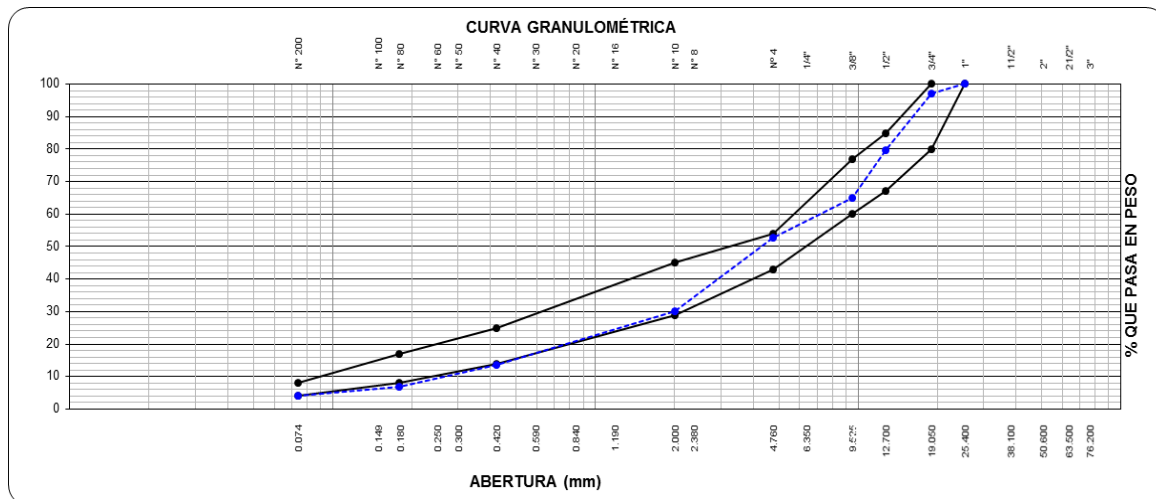
La combinación de los agregados se encuentra enfocados en determinar los porcentajes óptimos de combinación mediante los límites granulométricos de combinación del MAC-2, además de la adición de óxido férrico rojo de 4% tiende a aumentar los porcentajes de finos de la malla N° 200 por el cual exceden al límite granulométrico.

Tabla N° 33 Combinación de agregados con 4% de óxido férrico y óxido de cromo

Malla		Porcentajes pasantes (%)					
Tamiz	mm.	<i>pedra 3/4"</i> <i>CRUSHING</i>	<i>pedra 1/2"</i> <i>CRUSHING</i>	Arena Sarandeada	Arena Chancada	filler (O. FERRICO - CROMO)	<i>MTC</i>
Proporciones		3/4"	1/2"	SARANDEADA	CHANCADA	OCRE- CHROMAFER	100.0%
		10.2%	30.1%	5.2%	50.5%	4.0%	
<b>1"</b>	25.400	100.000	100.00	100.0	100.0	100.0	<b>100.0</b>
<b>3/4"</b>	19.050	72.170	100.00	100.0	100.0	100.0	<b>97.2</b>
<b>1/2"</b>	12.700	20.960	58.77	100.0	100.0	100.0	<b>79.5</b>
<b>3/8"</b>	9.525	4.700	15.78	100.0	100.0	100.0	<b>64.9</b>
<b>N° 4</b>	4.760	0.000	1.03	88.3	86.6	100.0	<b>52.7</b>
<b>N° 8</b>	2.360	0.000	0.38	66.0	52.7	100.0	34.2
<b>N° 10</b>	2.000	0.000	0.21	58.6	45.6	100.0	<b>30.2</b>
<b>N° 16</b>	1.180	0.000	0.11	39.8	33.3	100.0	22.9
<b>N° 30</b>	0.600	0.000	0.00	19.3	22.7	100.0	16.5
<b>N° 40</b>	0.420	0.000	0.00	11.8	17.7	100.0	<b>14</b>
<b>N° 50</b>	0.300	0.000	0.00	9.8	15.9	100.0	12.5
<b>N° 80</b>	0.180	0.000	0.00	2.6	5.4	100.0	<b>6.9</b>
<b>N° 100</b>	0.150	0.000	0.00	2.2	3.4	100.0	5.9
<b>N° 200</b>	0.074	0.0	0.00	0.5	0.5	100.0	<b>4.3</b>
<b>pasa</b>				0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Figura N° 18 Curva granulométrica de combinación de agregados con 4% de óxido férrico y óxido de cromo



Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

## COMBINACIÓN DE AGREGADOS CON ÓXIDO FÉRRICO Y ÓXIDO DE CROMO CON 8% DE PIGMENTO

La combinación de los agregados se encuentra enfocados en determinar los porcentajes óptimos de combinación mediante los límites granulométricos de combinación del MAC-2, además de la adición de óxido férrico rojo de 8% tiende a aumentar los porcentajes de finos de la malla N° 200 por el cual exceden al límite granulométrico.

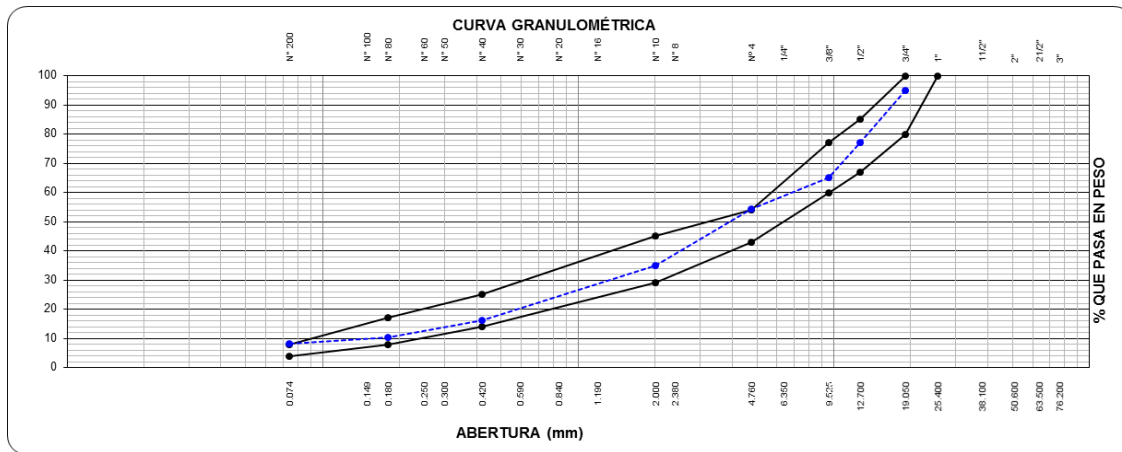
Tabla N° 34 Combinación de agregados con 8% de óxido férrico y óxido de cromo

Malla		Porcentajes pasantes (%)					
Tamiz	mm.	<i>pedra 3/4"</i> <i>CRUSHING</i>	<i>pedra 1/2"</i> <i>CRUSHING</i>	Arena Sarandeada	Arena Chancada	filler (O. FERRICO CROMO)	MTC
Proporciones		3/4"	1/2"	SARANDEADA	CHANCADA	OCRE - CHROMAFER	100.0%
		18.1%	20.9%	22.2%	30.8%	8.0%	
1"	25.400	100.000	100.00	100.0	100.0	100.0	
3/4"	19.050	72.170	100.00	100.0	100.0	100.0	<b>95.0</b>
1/2"	12.700	20.960	58.77	100.0	100.0	100.0	<b>77.1</b>
3/8"	9.525	4.700	15.78	100.0	100.0	100.0	<b>65.1</b>
N° 4	4.760	0.000	1.03	88.3	86.6	100.0	<b>54.5</b>
N° 8	2.360	0.000	0.38	66.0	52.7	100.0	39.0
N° 10	2.000	0.000	0.21	58.6	45.6	100.0	<b>35.1</b>
N° 16	1.180	0.000	0.11	39.8	33.3	100.0	27.1
N° 30	0.600	0.000	0.00	19.3	22.7	100.0	19.3
N° 40	0.420	0.000	0.00	11.8	17.7	100.0	<b>16.1</b>
N° 50	0.300	0.000	0.00	9.8	15.9	100.0	15.0
N° 80	0.180	0.000	0.00	2.6	5.4	100.0	<b>10.2</b>
N° 100	0.150	0.000	0.00	2.2	3.4	100.0	9.6
N° 200	0.074	0.0	0.00	0.5	0.5	100.0	<b>8</b>
pasa				0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018



Figura N° 19 Curva granulométrica de combinación de agregados con 8% de óxido férrico y óxido de cromo



Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

### COMBINACIÓN DE AGREGADOS CON ÓXIDO FÉRRICO Y ÓXIDO DE CROMO CON 12% DE PIGMENTO

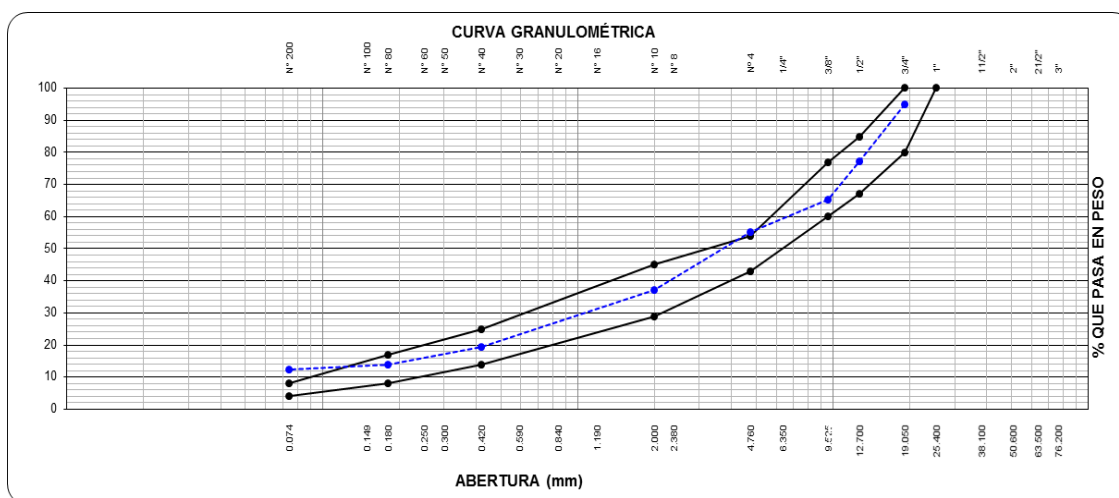
La combinación de los agregados se encuentra enfocados en determinar los porcentajes óptimos de combinación mediante los límites granulométricos de combinación del MAC-2, además de la adición de óxido férrico rojo de 12% tiende a aumentar los porcentajes de finos de la malla N° 200 por el cual exceden al límite granulométrico.

Tabla N° 35 Combinación de agregados con 12% de óxido férrico y óxido de cromo

Malla		Porcentajes pasantes (%)					
Tamiz	mm.	<i>pedra 3/4"</i> <i>CRUSHING</i>	<i>pedra 1/2"</i> <i>CRUSHING</i>	Arena Sarandeada	Arena Chancada	filler(0. FERRICO - CROMO)	<i>MTC</i>
Proporciones		<i>3/4"</i>	<i>1/2"</i>	<i>SARANDEADA</i>	<i>CHANCADA</i>	<i>OCRE - CHROMAFER</i>	<b>100.0%</b>
		<b>18.1%</b>	<b>20.9%</b>	<b>22.2%</b>	<b>26.8%</b>	<b>12.0%</b>	
<b>1"</b>	25.400	100.000	100.00	100.0	100.0	100.0	
<b>3/4"</b>	19.050	72.170	100.00	100.0	100.0	100.0	<b>95.0</b>
<b>1/2"</b>	12.700	20.960	58.77	100.0	100.0	100.0	<b>77.1</b>
<b>3/8"</b>	9.525	4.700	15.78	100.0	100.0	100.0	<b>65.1</b>
<b>N° 4</b>	4.760	0.000	1.03	88.3	86.6	100.0	<b>55.0</b>
<b>N° 8</b>	2.360	0.000	0.38	66.0	52.7	100.0	40.9
<b>N° 10</b>	2.000	0.000	0.21	58.6	45.6	100.0	<b>37.3</b>
<b>N° 16</b>	1.180	0.000	0.11	39.8	33.3	100.0	29.8
<b>N° 30</b>	0.600	0.000	0.00	19.3	22.7	100.0	22.4
<b>N° 40</b>	0.420	0.000	0.00	11.8	17.7	100.0	<b>19.4</b>
<b>N° 50</b>	0.300	0.000	0.00	9.8	15.9	100.0	18.4
<b>N° 80</b>	0.180	0.000	0.00	2.6	5.4	100.0	<b>14.0</b>
<b>N° 100</b>	0.150	0.000	0.00	2.2	3.4	100.0	13.4
<b>N° 200</b>	0.074	0.0	0.00	0.5	0.5	100.0	<b>12.2</b>
<b>pasa</b>				0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Figura N° 20 Curva granulométrica de combinación de agregados con 12% de óxido férrico y óxido de cromo



Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

## COMBINACIÓN DE AGREGADOS CON ÓXIDO FÉRRICO Y ÓXIDO DE CROMO CON 15% DE PIGMENTO

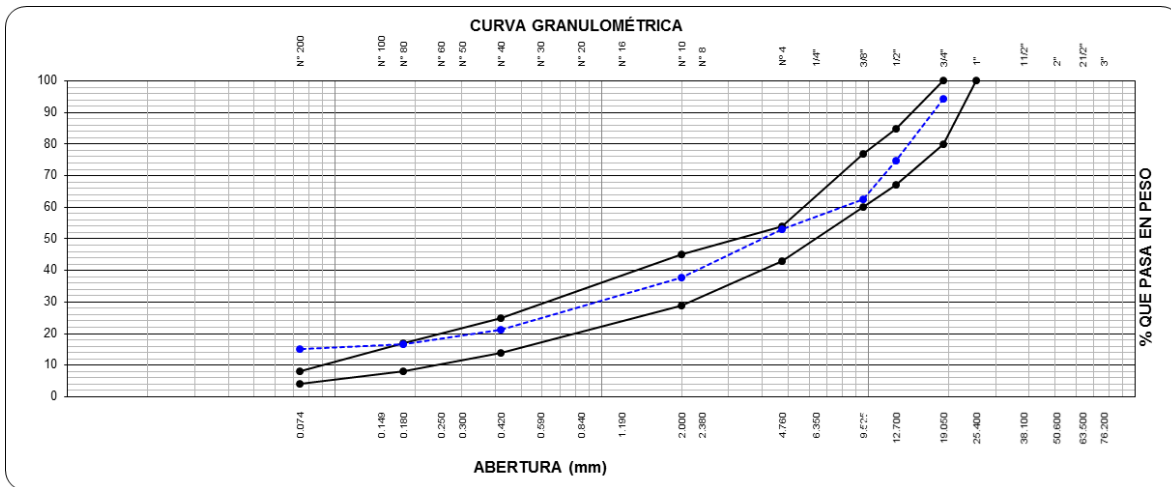
La combinación de los agregados se encuentra enfocados en determinar los porcentajes óptimos de combinación mediante los límites granulométricos de combinación del MAC-2, además de la adición de óxido férrico rojo de 15% tiende a aumentar los porcentajes de finos de la malla N° 200 por el cual exceden al límite granulométrico.

Tabla N° 36 Combinación de agregados con 15% de óxido férrico y óxido cromo

<b>Malla</b>		<b>Porcentajes pasantes (%)</b>					
<b>Tamiz</b>	<b>mm.</b>	<i>pedra 3/4"</i> <i>CRUSHING</i>	<i>pedra 1/2"</i> <i>CRUSHING</i>	Arena Sarandeada	Arena Chancada	filler (O. FERRICO- CROMO)	<i>MTC</i>
<b>Proporciones</b>		<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>SARANDEADA</b>	<b>CHANCADA</b>	<b>OCRE - CHROMAFER</b>	<b>100.0%</b>
		<b>20.9%</b>	<b>20.9%</b>	<b>22.2%</b>	<b>21.0%</b>	<b>15.0%</b>	
<b>1"</b>	25.400	100.000	100.00	100.0	100.0	100.0	
<b>3/4"</b>	19.050	72.170	100.00	100.0	100.0	100.0	<b>94.2</b>
<b>1/2"</b>	12.700	20.960	58.77	100.0	100.0	100.0	<b>74.9</b>
<b>3/8"</b>	9.525	4.700	15.78	100.0	100.0	100.0	<b>62.5</b>
<b>N° 4</b>	4.760	0.000	1.03	88.3	86.6	100.0	<b>53.0</b>
<b>N° 8</b>	2.360	0.000	0.38	66.0	52.7	100.0	40.8
<b>N° 10</b>	2.000	0.000	0.21	58.6	45.6	100.0	<b>37.6</b>
<b>N° 16</b>	1.180	0.000	0.11	39.8	33.3	100.0	30.9
<b>N° 30</b>	0.600	0.000	0.00	19.3	22.7	100.0	24.1
<b>N° 40</b>	0.420	0.000	0.00	11.8	17.7	100.0	<b>21.3</b>
<b>N° 50</b>	0.300	0.000	0.00	9.8	15.9	100.0	20.5
<b>N° 80</b>	0.180	0.000	0.00	2.6	5.4	100.0	<b>16.7</b>
<b>N° 100</b>	0.150	0.000	0.00	2.2	3.4	100.0	16.2
<b>N° 200</b>	0.074	0.0	0.00	0.5	0.5	100.0	<b>15.2</b>
<b>pasa</b>				0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>

Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

Figura N° 21 Curva granulométrica de combinación de agregados con 15% de óxido férrico y óxido de cromo



Fuente: Elaboración propia – Excel 2018

## RESUMEN DE PESOS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PATRÓN

Tabla N° 37 Resumen de los pesos de la muestra patrón

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
OCRE - CHROMAFER	Malla						
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	84.0	83.6	83.1	82.7	82.3	81.8
	SUB TOTAL	<b>84.0</b>	<b>83.6</b>	<b>83.1</b>	<b>82.7</b>	<b>82.3</b>	<b>81.8</b>
Arena Chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	41.0	40.8	40.6	40.4	40.2	40.0
	# 10	126.0	125.3	124.6	124.0	123.3	122.7
	< #10	140.2	139.5	138.7	138.0	137.3	136.6
	SUB TOTAL	<b>307.2</b>	<b>305.6</b>	<b>304.0</b>	<b>302.4</b>	<b>300.8</b>	<b>299.2</b>
Arena Sarandeada	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	38.6	38.4	38.2	38.0	37.8	37.6
	# 10	98.5	98.0	97.5	96.9	96.4	95.9
	< #10	194.1	193.1	192.1	191.1	190.0	189.0
	SUB TOTAL	<b>331.2</b>	<b>329.5</b>	<b>327.8</b>	<b>326.0</b>	<b>324.3</b>	<b>322.6</b>
piedra 1/2" CRUSHING	3/4"	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
	1/2"	<b>103.4</b>	<b>102.9</b>	<b>102.3</b>	<b>101.8</b>	<b>101.3</b>	<b>100.7</b>
	3/8"	<b>107.8</b>	<b>107.3</b>	<b>106.7</b>	<b>106.1</b>	<b>105.6</b>	<b>105.0</b>
	# 4	<b>37.0</b>	<b>36.8</b>	<b>36.6</b>	<b>36.4</b>	<b>36.2</b>	<b>36.0</b>
	# 10	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>
	< #10	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>
	SUB TOTAL	<b>250.3</b>	<b>249.0</b>	<b>247.7</b>	<b>246.4</b>	<b>245.1</b>	<b>243.8</b>
piedra 3/4" CRUSHING	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	179.3	178.3	177.4	176.5	175.5	174.6
	3/8"	36.9	36.7	36.5	36.3	36.1	35.9
	# 4	10.7	10.6	10.5	10.5	10.4	10.4
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SUB TOTAL	<b>226.8</b>	<b>225.6</b>	<b>224.4</b>	<b>223.3</b>	<b>222.1</b>	<b>220.9</b>
		1199.5	1193.2	1187.0	1180.7	1174.5	1168.2
PEN 85-100		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>

## RESUMEN DE PESOS DE MEZCLA CON ADICIÓN DE 4% DE ÓXIDO FÉRRICO Y DE CROMO COMO FILLER PARA LA PIGMENTACIÓN DE MAC

Tabla N° 38 Resumen de los pesos de la muestra dosificada con 4% de óxido férrico y óxido de cromo

Material	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
<b>OCRE- CHROMAFER</b>	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	48.0	47.8	47.5	47.3	47.0	46.8
	SUB TOTAL	<b>48.0</b>	<b>47.8</b>	<b>47.5</b>	<b>47.3</b>	<b>47.0</b>	<b>46.8</b>
<b>Arena Chancada</b>	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	81.0	80.5	80.1	79.7	79.3	78.9
	# 10	248.5	247.2	245.9	244.6	243.3	242.0
	< #10	276.6	275.1	273.7	272.3	270.8	269.4
	SUB TOTAL	<b>606.0</b>	<b>602.8</b>	<b>599.7</b>	<b>596.5</b>	<b>593.4</b>	<b>590.2</b>
<b>Arena Sarandeada</b>	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	7.3	7.2	7.2	7.2	7.1	7.1
	# 10	18.6	18.5	18.4	18.3	18.2	18.1
	< #10	36.6	36.4	36.2	36.0	35.8	35.6
SUB TOTAL	<b>62.4</b>	<b>62.1</b>	<b>61.8</b>	<b>61.4</b>	<b>61.1</b>	<b>60.8</b>	
<b>pedra 1/2" CRUSHING</b>	3/4"	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
	1/2"	<b>148.9</b>	<b>148.1</b>	<b>147.4</b>	<b>146.6</b>	<b>145.8</b>	<b>145.0</b>
	3/8"	<b>155.3</b>	<b>154.5</b>	<b>153.7</b>	<b>152.9</b>	<b>152.0</b>	<b>151.2</b>
	# 4	<b>53.3</b>	<b>53.0</b>	<b>52.7</b>	<b>52.4</b>	<b>52.2</b>	<b>51.9</b>
	# 10	<b>2.3</b>	<b>2.3</b>	<b>2.3</b>	<b>2.3</b>	<b>2.3</b>	<b>2.3</b>
	< #10	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>
SUB TOTAL	<b>360.4</b>	<b>358.6</b>	<b>356.7</b>	<b>354.8</b>	<b>352.9</b>	<b>351.1</b>	
<b>pedra 3/4" CRUSHING</b>	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	96.7	96.2	95.7	95.2	94.7	94.2
	3/8"	19.9	19.8	19.7	19.6	19.5	19.4
	# 4	5.8	5.7	5.7	5.7	5.6	5.6
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUB TOTAL	<b>122.4</b>	<b>121.8</b>	<b>121.1</b>	<b>120.5</b>	<b>119.9</b>	<b>119.2</b>	
		1199.2	1193.0	1186.7	1180.5	1174.3	1168.0
<b>PEN 85-100</b>		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>1250.0</b>	<b>1250.0</b>	<b>1250.0</b>	<b>1250.0</b>	<b>1250.0</b>	<b>1250.0</b>

## RESUMEN DE PESOS DE MEZCLA CON ADICIÓN DE 8% DE ÓXIDO FÉRRICO Y DE CROMO COMO FILLER PARA LA PIGMENTACIÓN DE MAC

Tabla N° 39 Resumen de los pesos de la muestra dosificada con 8% de óxido férrico y óxido de cromo

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
<b>OCRE - CHROMAFER</b>	Malla						
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	96.0	95.5	95.0	94.5	94.0	93.5
	SUB TOTAL	<b>96.0</b>	<b>95.5</b>	<b>95.0</b>	<b>94.5</b>	<b>94.0</b>	<b>93.5</b>
<b>Arena Chancada</b>	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	49.4	49.1	48.9	48.6	48.3	48.1
	# 10	151.5	150.7	150.0	149.2	148.4	147.6
	< #10	168.7	167.8	166.9	166.0	165.2	164.3
	SUB TOTAL	<b>369.6</b>	<b>367.7</b>	<b>365.8</b>	<b>363.8</b>	<b>361.9</b>	<b>360.0</b>
<b>Arena Sarandeada</b>	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	31.1	30.9	30.8	30.6	30.4	30.3
	# 10	79.2	78.8	78.4	78.0	77.6	77.1
	< #10	156.1	155.3	154.5	153.7	152.9	152.0
	SUB TOTAL	<b>266.4</b>	<b>265.0</b>	<b>263.6</b>	<b>262.2</b>	<b>260.9</b>	<b>259.5</b>
<b>piedra 1/2" CRUSHING</b>	3/4"	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
	1/2"	<b>103.4</b>	<b>102.9</b>	<b>102.3</b>	<b>101.8</b>	<b>101.3</b>	<b>100.7</b>
	3/8"	<b>107.8</b>	<b>107.3</b>	<b>106.7</b>	<b>106.1</b>	<b>105.6</b>	<b>105.0</b>
	# 4	<b>37.0</b>	<b>36.8</b>	<b>36.6</b>	<b>36.4</b>	<b>36.2</b>	<b>36.0</b>
	# 10	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>
	< #10	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>
	SUB TOTAL	<b>250.3</b>	<b>249.0</b>	<b>247.7</b>	<b>246.4</b>	<b>245.1</b>	<b>243.8</b>
<b>piedra 3/4" CRUSHING</b>	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	171.7	170.8	169.9	169.0	168.1	167.2
	3/8"	35.3	35.1	34.9	34.8	34.6	34.4
	# 4	10.2	10.2	10.1	10.0	10.0	9.9
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SUB TOTAL	<b>217.2</b>	<b>216.1</b>	<b>214.9</b>	<b>213.8</b>	<b>212.7</b>	<b>211.5</b>
		1199.5	1193.2	1187.0	1180.7	1174.5	1168.2
<b>PEN 85-100</b>		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>

## RESUMEN DE PESOS DE MEZCLA CON ADICIÓN DE 12% DE ÓXIDO FÉRRICO Y DE CROMO COMO FILLER PARA LA PIGMENTACIÓN DE MAC

Tabla N° 40 Resumen de los pesos de la muestra dosificada con 12% de óxido férrico y de cromo

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
OCRE - CHROMAFER	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	144.0	143.3	142.5	141.8	141.0	140.3
	SUB TOTAL	<b>144.0</b>	<b>143.3</b>	<b>142.5</b>	<b>141.8</b>	<b>141.0</b>	<b>140.3</b>
Arena Chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	43.0	42.7	42.5	42.3	42.1	41.8
	# 10	131.9	131.2	130.5	129.8	129.1	128.4
	< #10	146.8	146.0	145.2	144.5	143.7	143.0
	SUB TOTAL	<b>321.6</b>	<b>319.9</b>	<b>318.3</b>	<b>316.6</b>	<b>314.9</b>	<b>313.2</b>
Arena Sarandeada	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	31.1	30.9	30.8	30.6	30.4	30.3
	# 10	79.2	78.8	78.4	78.0	77.6	77.1
	< #10	156.1	155.3	154.5	153.7	152.9	152.0
SUB TOTAL	<b>266.4</b>	<b>265.0</b>	<b>263.6</b>	<b>262.2</b>	<b>260.9</b>	<b>259.5</b>	
piedra 1/2" CRUSHING	3/4"	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
	1/2"	<b>103.4</b>	<b>102.9</b>	<b>102.3</b>	<b>101.8</b>	<b>101.3</b>	<b>100.7</b>
	3/8"	<b>107.8</b>	<b>107.3</b>	<b>106.7</b>	<b>106.1</b>	<b>105.6</b>	<b>105.0</b>
	# 4	<b>37.0</b>	<b>36.8</b>	<b>36.6</b>	<b>36.4</b>	<b>36.2</b>	<b>36.0</b>
	# 10	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>
	< #10	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>
SUB TOTAL	<b>250.3</b>	<b>249.0</b>	<b>247.7</b>	<b>246.4</b>	<b>245.1</b>	<b>243.8</b>	
piedra 3/4" CRUSHING	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	171.7	170.8	169.9	169.0	168.1	167.2
	3/8"	35.3	35.1	34.9	34.8	34.6	34.4
	# 4	10.2	10.2	10.1	10.0	10.0	9.9
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUB TOTAL	<b>217.2</b>	<b>216.1</b>	<b>214.9</b>	<b>213.8</b>	<b>212.7</b>	<b>211.5</b>	
		1199.5	1193.2	1187.0	1180.7	1174.5	1168.2
PEN 85-100		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>



## RESUMEN DE PESOS DE MEZCLA CON ADICIÓN DE 15% DE ÓXIDO FÉRRICO Y DE CROMO COMO FILLER PARA LA PIGMENTACIÓN DE MAC

Tabla N° 41 Resumen de los pesos de la muestra dosificada con 15% de óxido férrico y óxido de cromo

	Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
<b>OCRE - CHROMAFER</b>	Malla							
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	180.0	179.1	178.1	177.2	176.3	175.3	
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>180.0</b>	<b>179.1</b>	<b>178.1</b>	<b>177.2</b>	<b>176.3</b>	<b>175.3</b>	
<b>Arena Chancada</b>	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	33.7	33.5	33.3	33.1	33.0	32.8	
	# 10	103.3	102.8	102.2	101.7	101.2	100.6	
	< #10	115.0	114.4	113.8	113.2	112.6	112.0	
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>252.0</b>	<b>250.7</b>	<b>249.4</b>	<b>248.1</b>	<b>246.8</b>	<b>245.4</b>	
<b>Arena Sarandeada</b>	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	31.1	30.9	30.8	30.6	30.4	30.3	
	# 10	79.2	78.8	78.4	78.0	77.6	77.1	
	< #10	156.1	155.3	154.5	153.7	152.9	152.0	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>266.4</b>	<b>265.0</b>	<b>263.6</b>	<b>262.2</b>	<b>260.9</b>	<b>259.5</b>		
<b>pedra 1/2" CRUSHING</b>	3/4"	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
	1/2"	<b>103.4</b>	<b>102.9</b>	<b>102.3</b>	<b>101.8</b>	<b>101.3</b>	<b>100.7</b>	
	3/8"	<b>107.8</b>	<b>107.3</b>	<b>106.7</b>	<b>106.1</b>	<b>105.6</b>	<b>105.0</b>	
	# 4	<b>37.0</b>	<b>36.8</b>	<b>36.6</b>	<b>36.4</b>	<b>36.2</b>	<b>36.0</b>	
	# 10	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	
	< #10	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>250.3</b>	<b>249.0</b>	<b>247.7</b>	<b>246.4</b>	<b>245.1</b>	<b>243.8</b>		
<b>pedra 3/4" CRUSHING</b>	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	198.2	197.2	196.2	195.1	194.1	193.1	
	3/8"	40.8	40.6	40.4	40.1	39.9	39.7	
	# 4	11.8	11.7	11.7	11.6	11.5	11.5	
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>250.8</b>	<b>249.5</b>	<b>248.2</b>	<b>246.9</b>	<b>245.6</b>	<b>244.3</b>		
		1199.5	1193.2	1187.0	1180.7	1174.5	1168.2	
<b>PEN 85-100</b>		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3	
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	<b>1250</b>	

## 4.2 RESULTADO DE EFECTO DE LOS ÓXIDOS EN LA ESTABILIDAD

### RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR PESADO 75 GOLPES CON PIGMENTO CHROMAFER

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 4% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER

Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 4% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 1687 Kg.

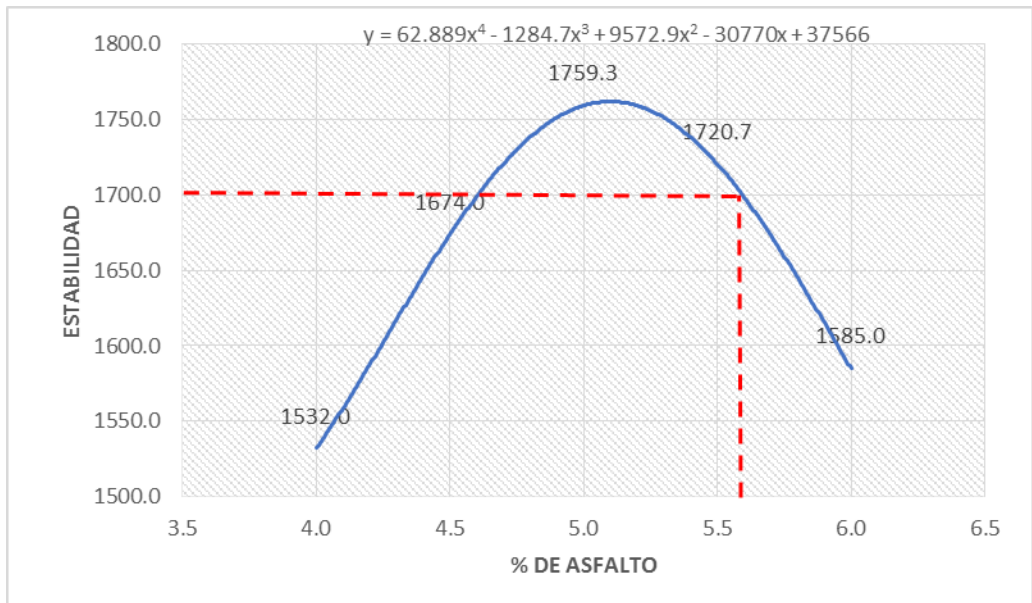
Tabla N° 42 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% óxido metálico férrico con pigmento chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1756.14
5.3	1747.93
5.4	1734.63
5.5	1716.63
5.63	1687
5.7	1668.71
5.8	1640.28
5.9	1610.12
6	1579.34

Se consideró para determinar el óptimo contenido de asfalto, el método NAPA, que considera cumplir con los parámetros de estabilidad, fluencia, VFA (vacíos lleno con cemento asfáltico) relacionados a que se debe cumplir que el óptimo porcentaje de Vacíos se encuentre en 4%.

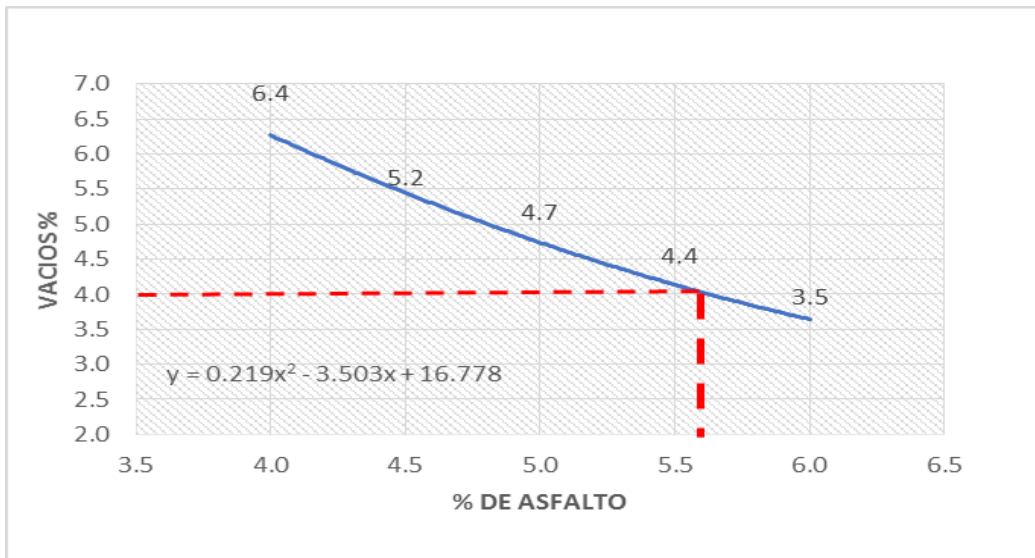
Según la observación de las gráficas se encontró que el límite del porcentaje de pigmento de óxido metálico se encuentra en los rangos de 4% - 8%.

Figura N° 22 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



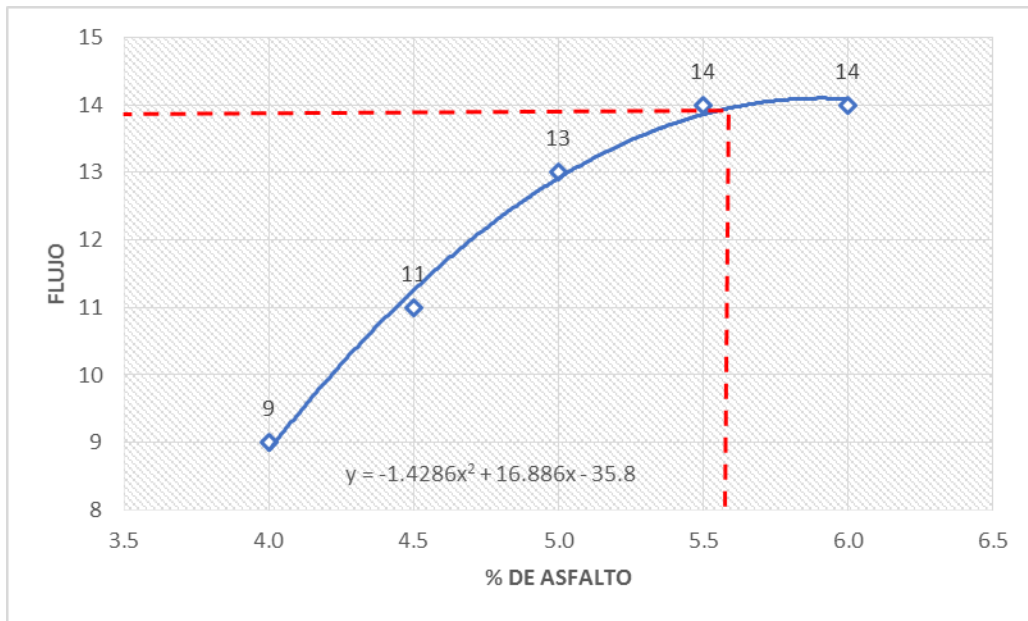
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 23 Curva de vacíos de especímenes con 4% de pigmento Chromafer (Óxido Férrico)



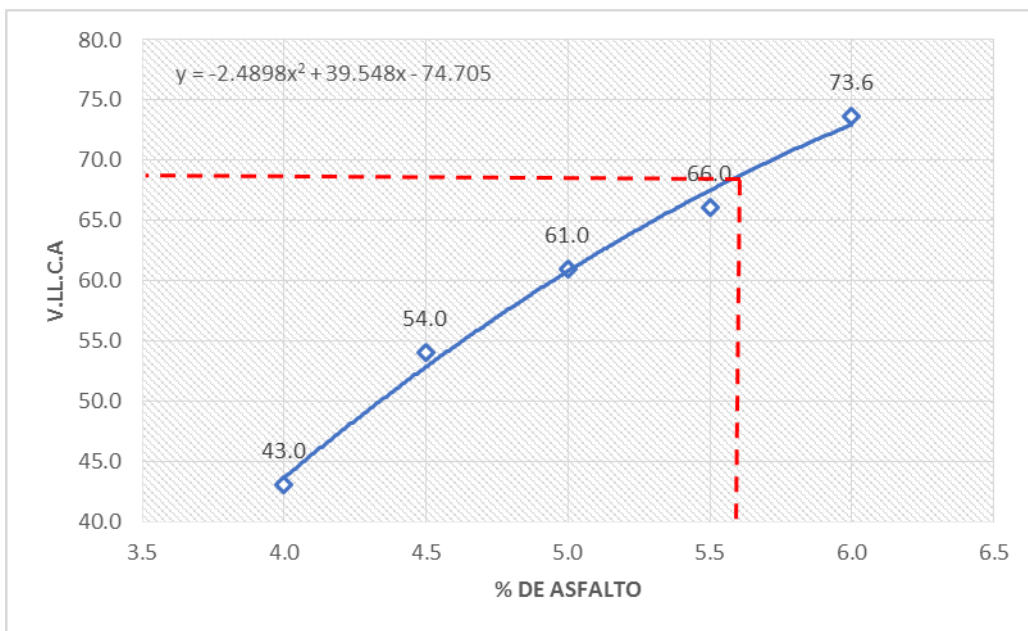
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 24 Curva de flujo de especímenes con 4% de pigmento Chromafer (Óxido Férrico)



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 25 Curva de vacíos lleno con cemento asfáltico de especímenes con 4% de pigmento Chromafer (Óxido Férrico)



Fuente: Elaboración Propia

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 8% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER

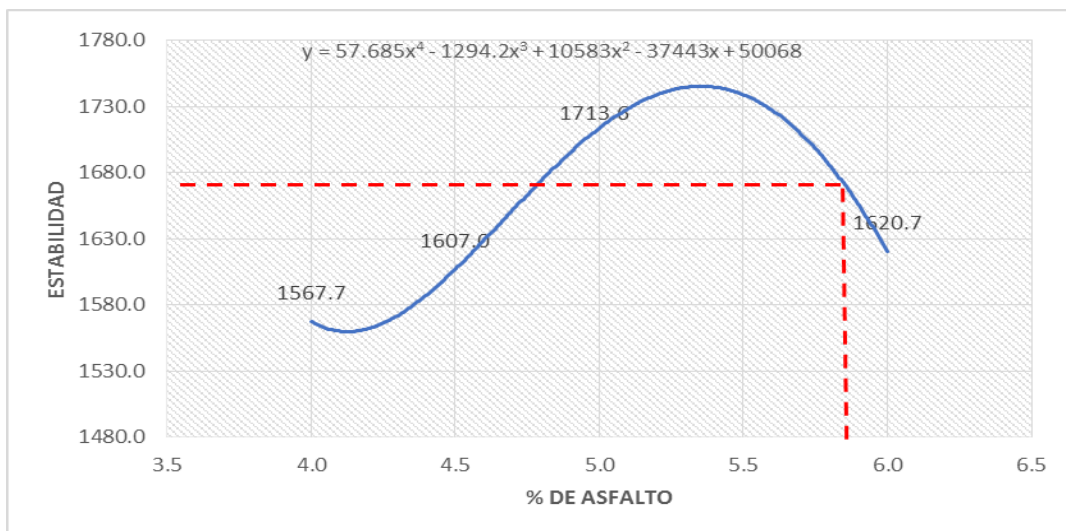
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 8% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad 1676 Kg.

Tabla N° 43 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% oxido metálico férrico con pigmento Chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1730.90
5.3	1736.20
5.8	1676
5.9	1646.03
5.92	1639.36
5.93	1635.95
5.94	1632.48
5.95	1628.96
6	1610.56

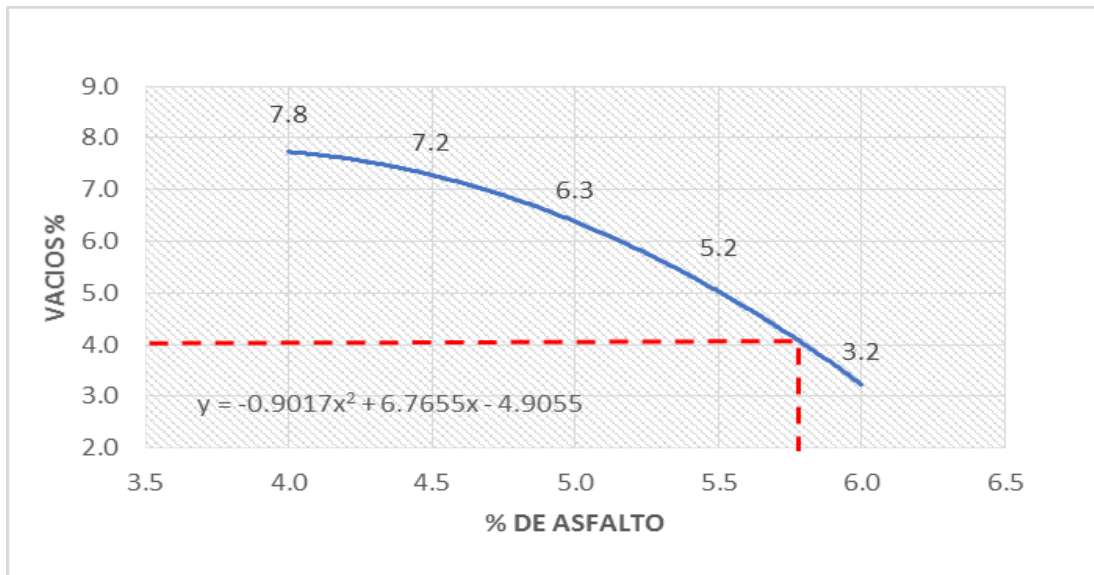
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 26 Curva de estabilidad de espécimen con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



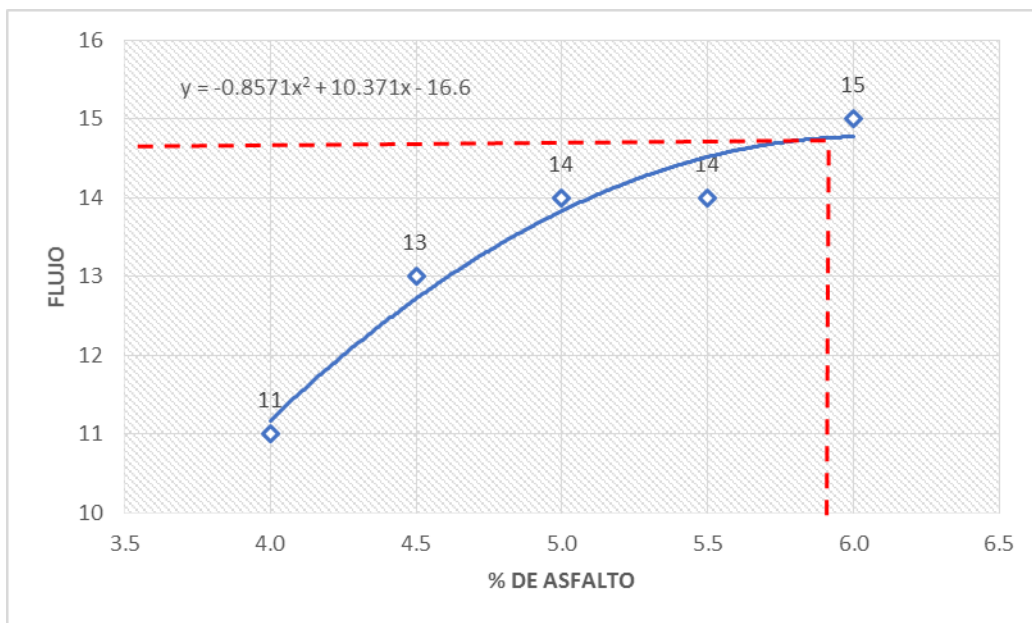
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 27 Curva de vacíos de espécimen con 8% de óxido férrico con pigmento Chromafer



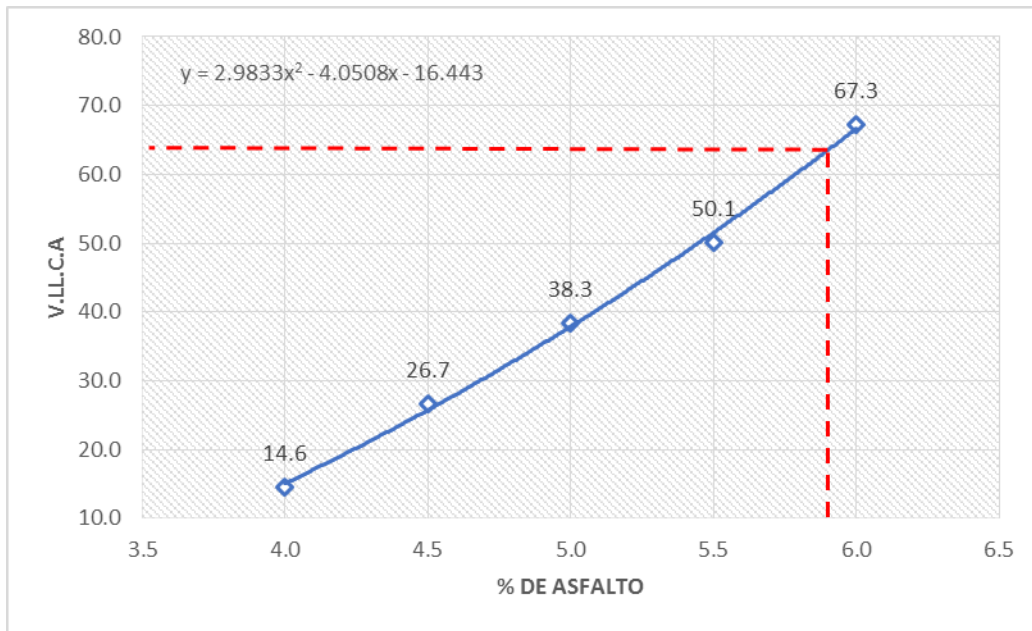
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 28 Curva de flujo de espécimen con 8% de óxido férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 29 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico de espécimen con 8% de óxido férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 12% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER**

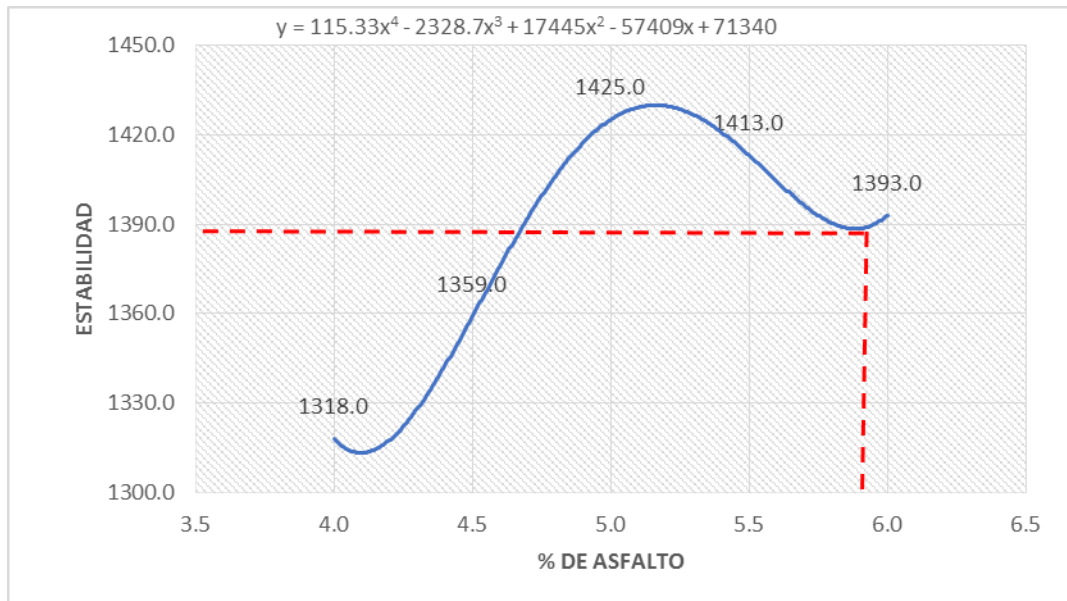
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 12% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen se obtuvo una estabilidad de 1370.8 Kg.

Tabla N° 44 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% óxido metálico férrico con pigmento Chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.5	1398.4
5.3	1413.4
5.4	1406.9
5.91	1370.8
5.6	1389.1
6	1374.5

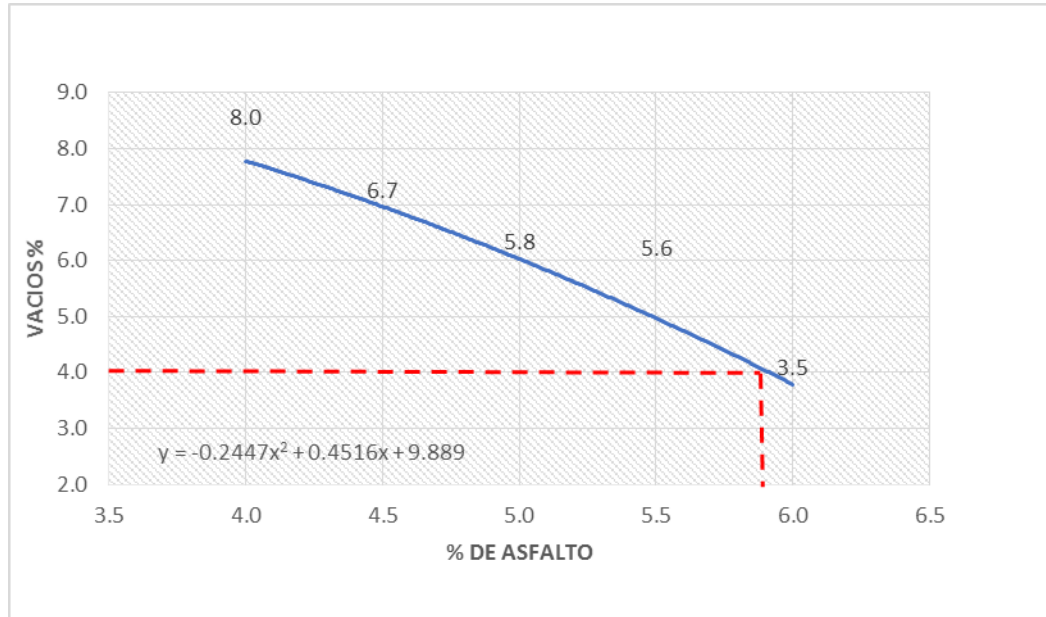
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 30 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

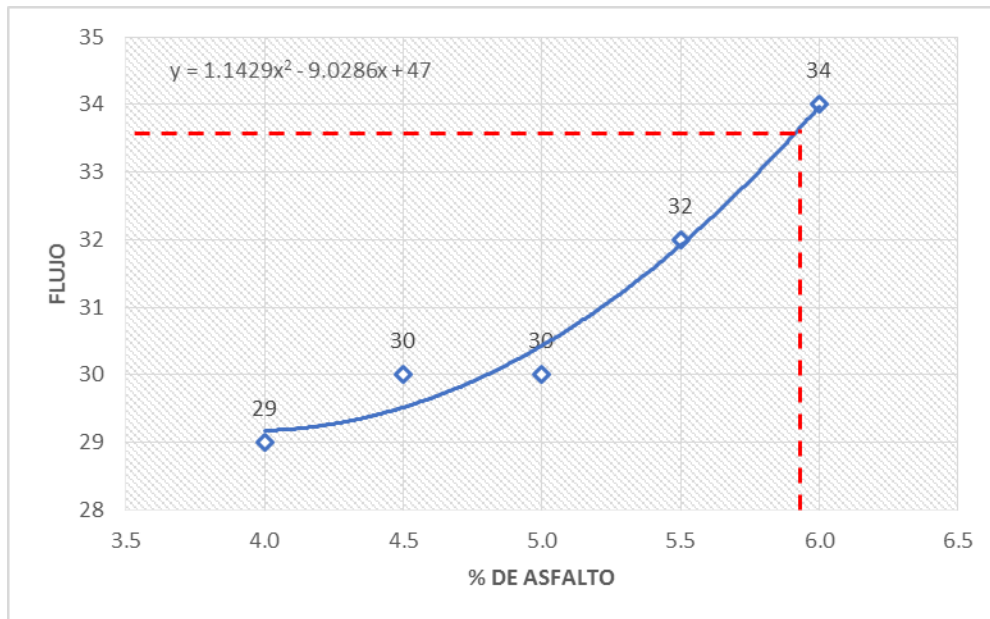
Figura N° 31 Curva de vacíos de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

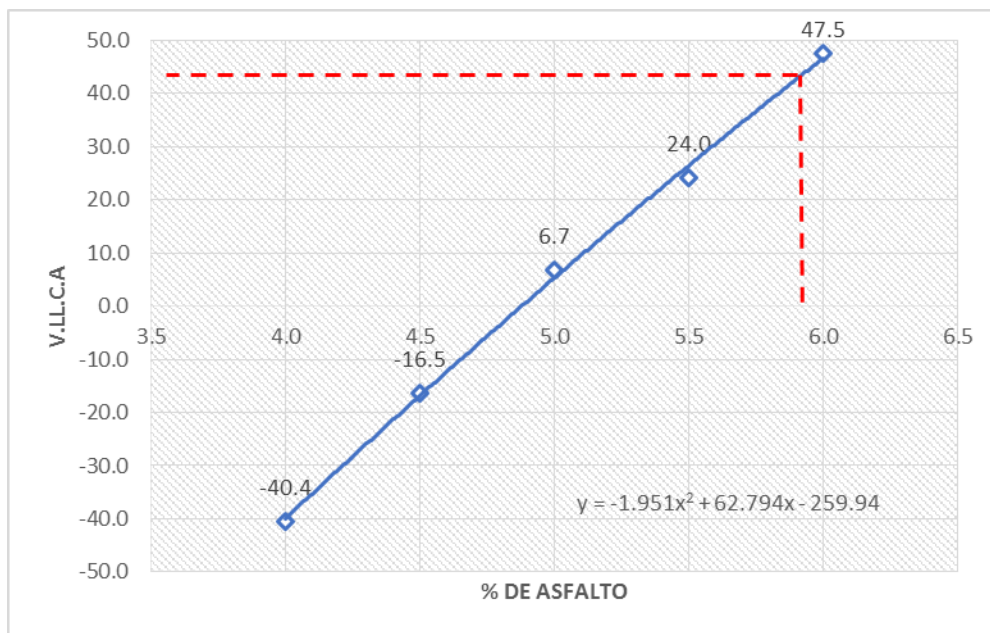


Figura N° 32 Curva de flujo de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 33 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 15% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER**

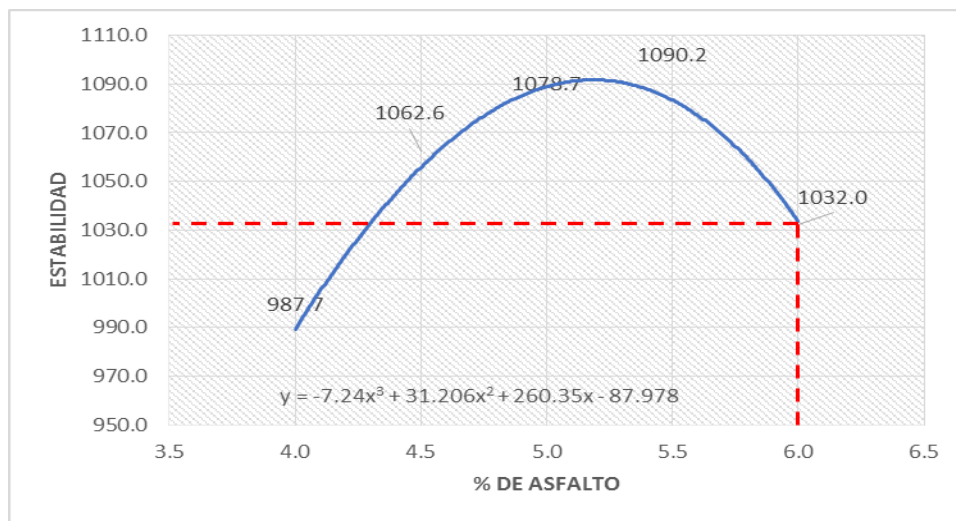
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 15% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una carga máxima de 1033.7 Kg.

Tabla N° 45 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% óxido metálico férrico con pigmento Chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
4	989.4
5.4	1087.8
5.5	1083.4
6	1033.7
6.1	1018.0
6.2	1000.3
6.3	980.5
6.5	934.5

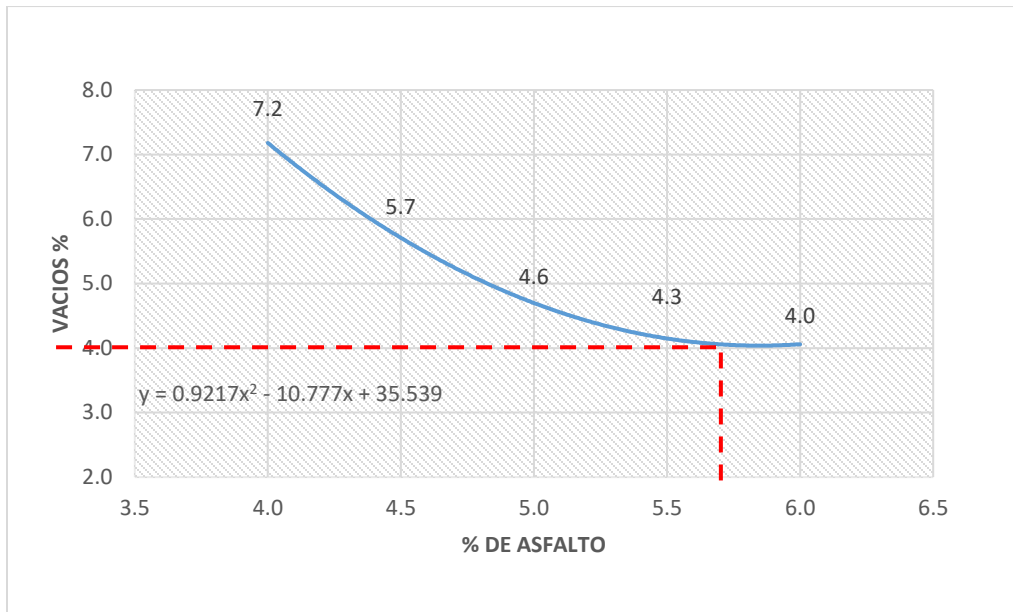
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 34 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



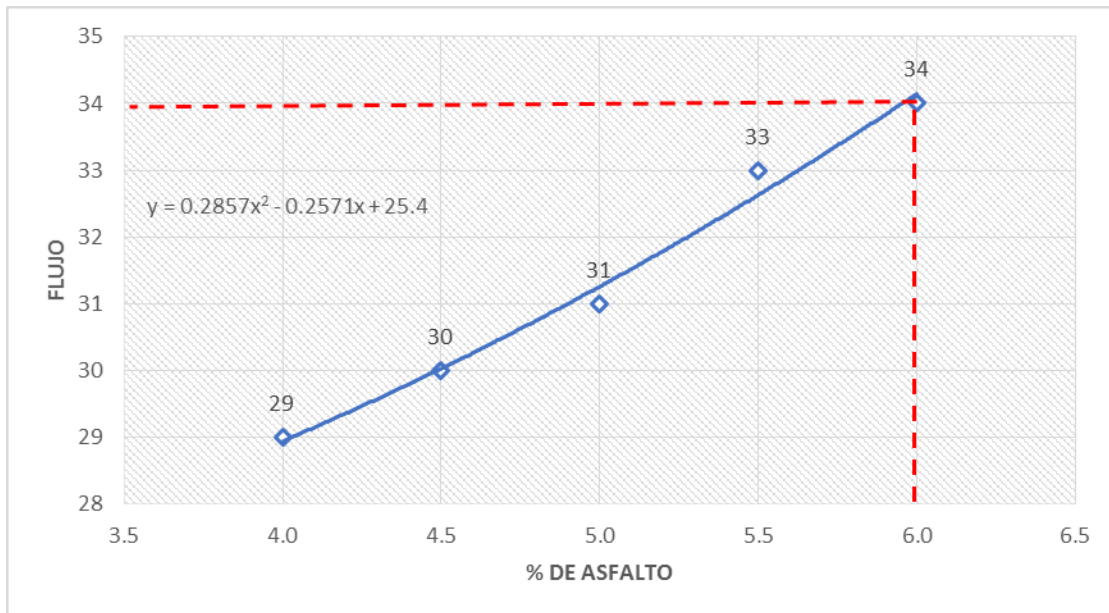
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 35 Curva de vacíos de especímenes con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



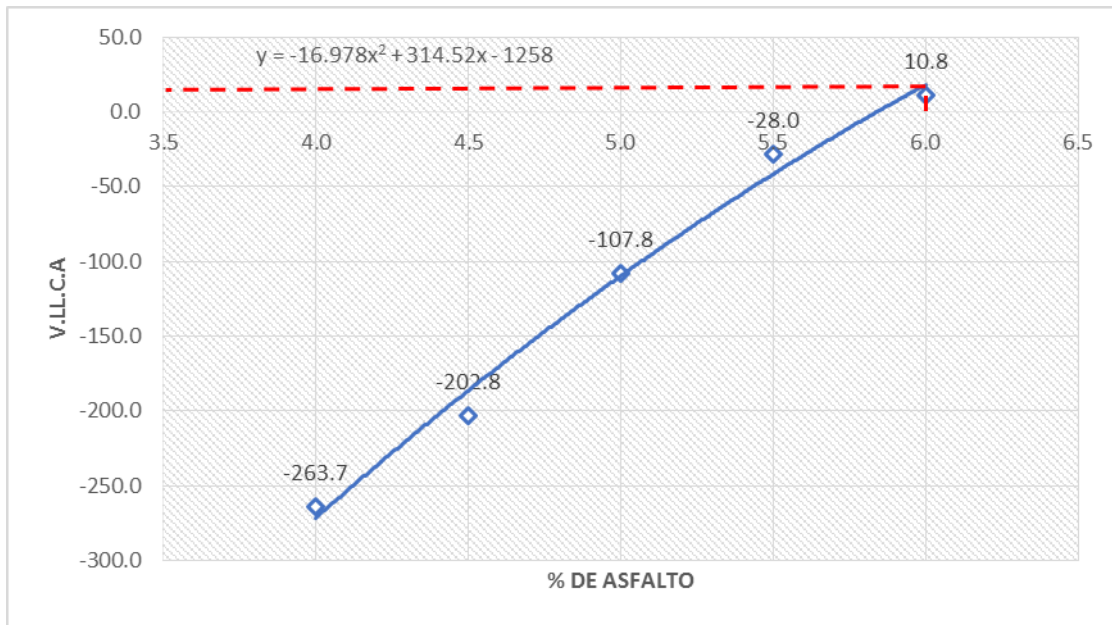
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 36 Curva de flujo de especímenes con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 37 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR PESADO 75 GOLPES CON ÓXIDO METÁLICO FÉRRICO-OCRE

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 4% DE ÓXIDO FÉRRICO - OCRE

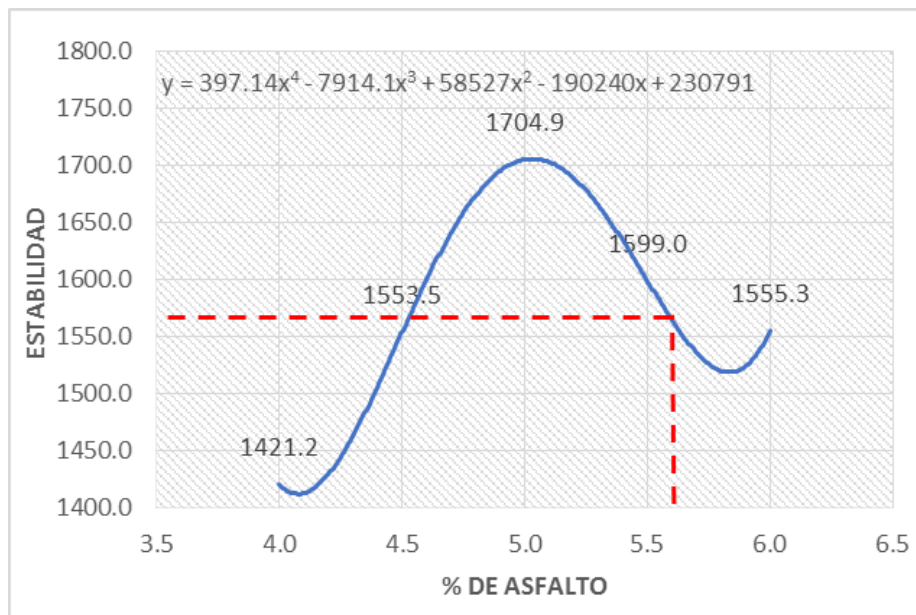
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 4% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen se obtuvo una estabilidad de 1560.4 Kg

Tabla N° 46 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% óxido metálico férrico - OCRE

% ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1700.8
5.3	1677.5
5.4	1646.8
5.5	1612.3
5.66	1560.4
5.7	1550.3
5.8	1534.7
5.9	1538.8
6	1570.8

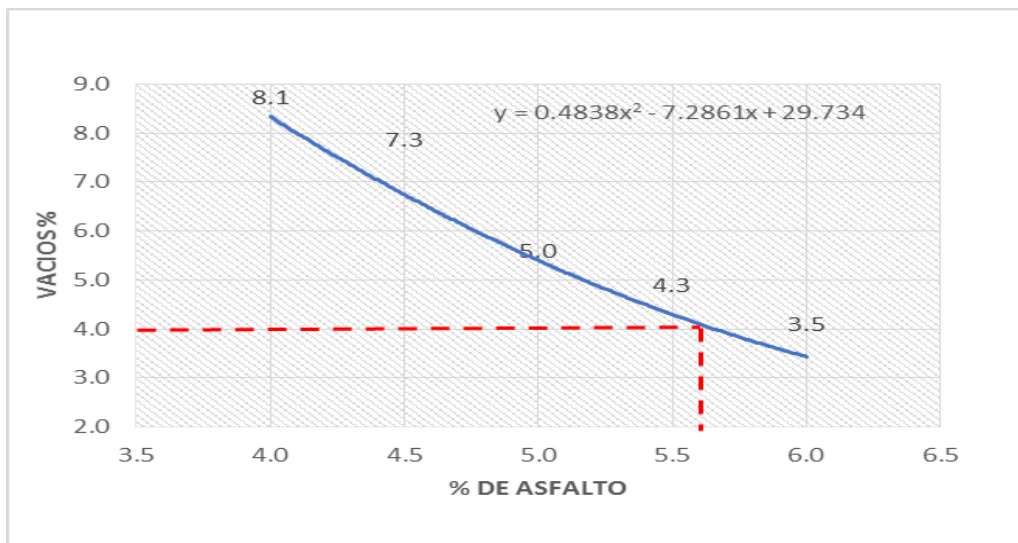
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 38 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre



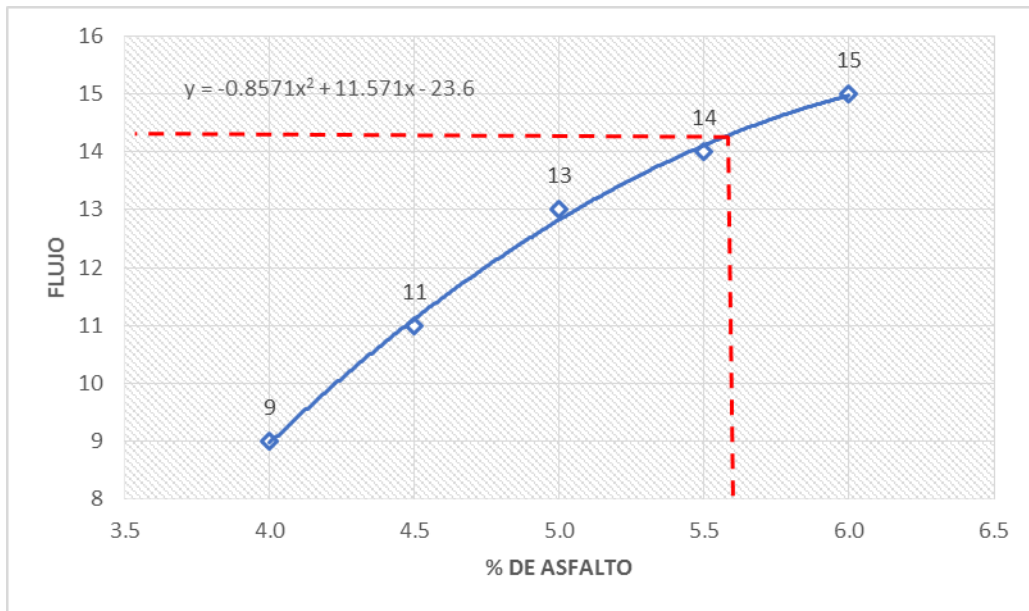
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 39 Curva de vacíos de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre



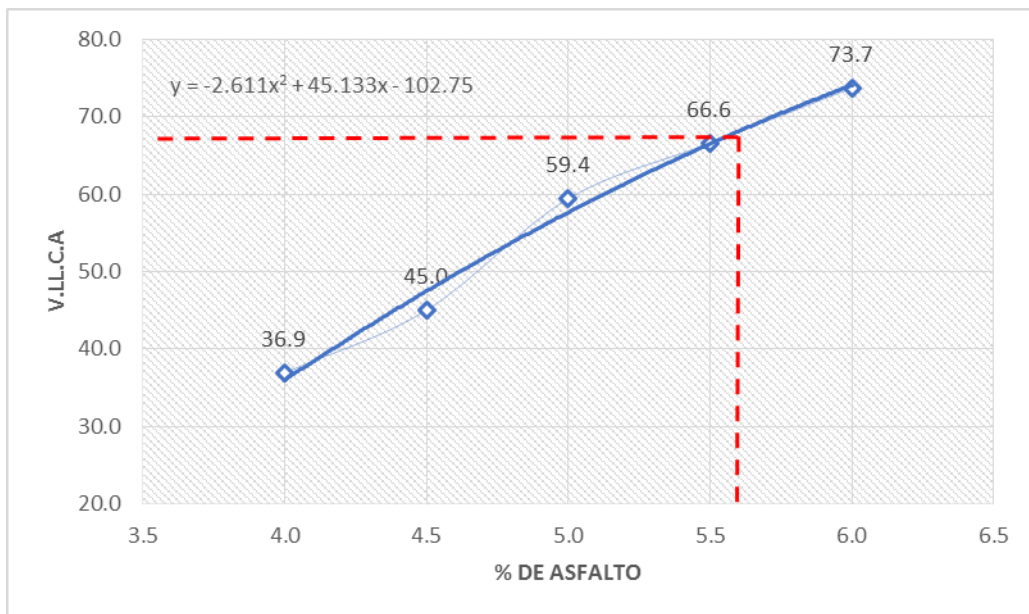
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 40 Curva de flujo de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 41 Curva de VFA de espécimen con 4% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 8% DE ÓXIDO FÉRRICO - OCRE

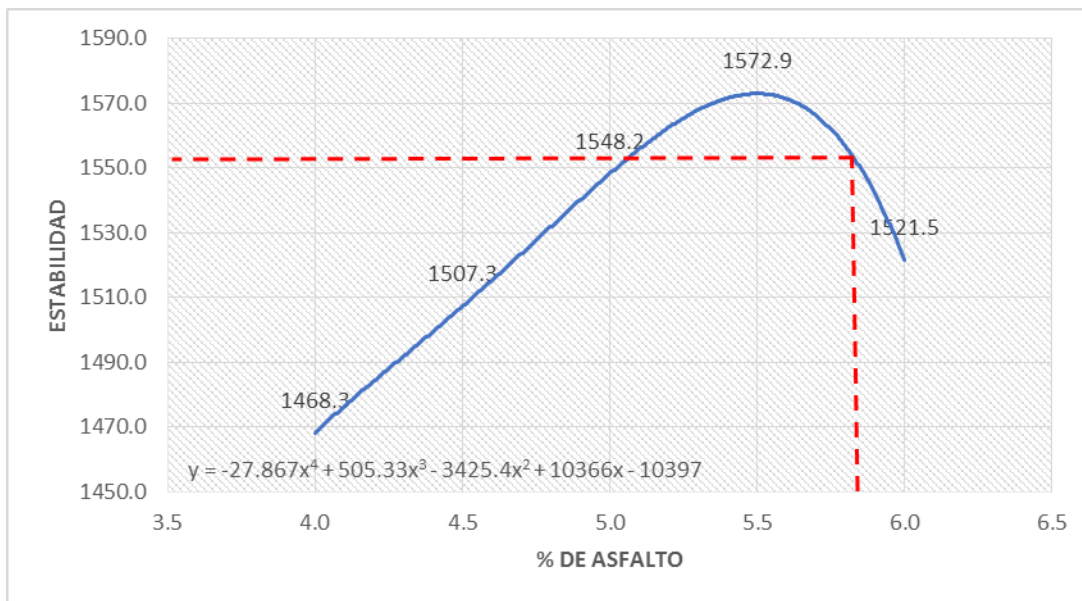
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 8% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen se obtuvo la estabilidad 1547.5 Kg.

Tabla N° 47 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% óxido metálico férrico - OCRE

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1561.5
5.3	1566.9
5.86	1547.5
5.5	1571.9
5.6	1570.3

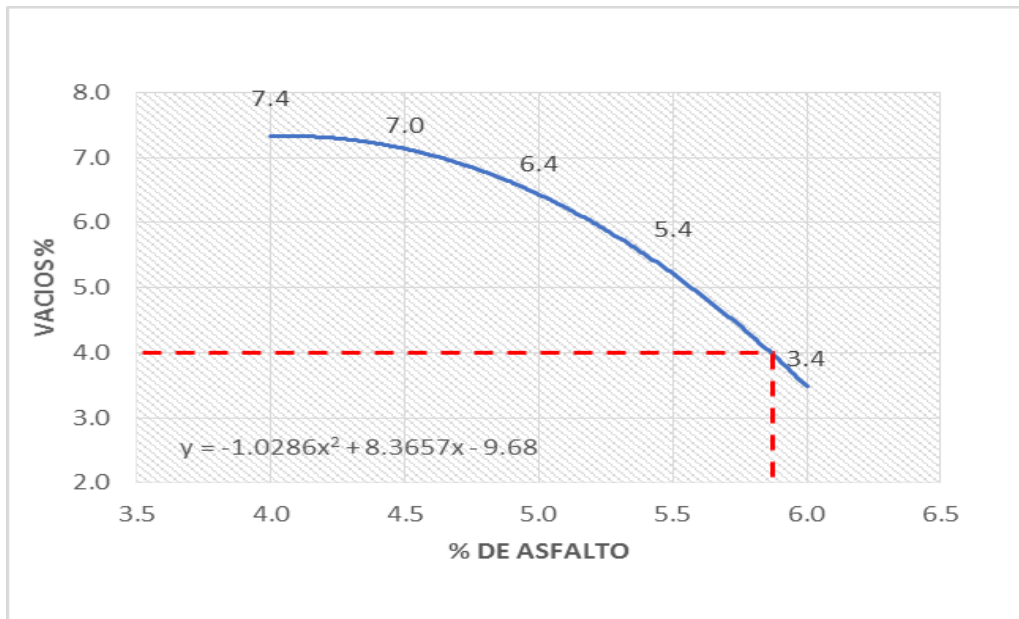
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 42 Curva de estabilidad de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre



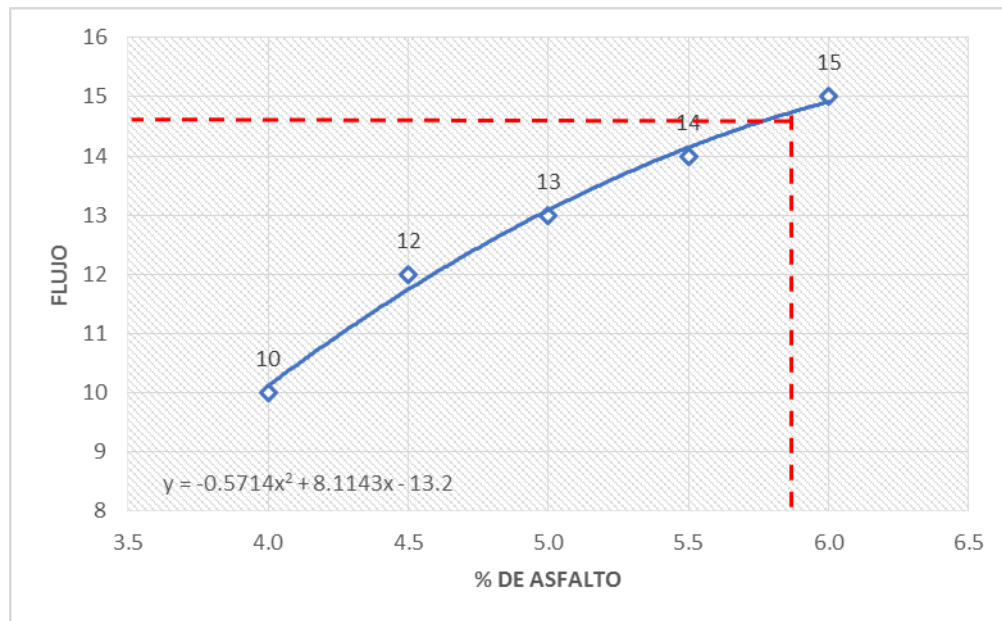
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 43 Curva de vacíos de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

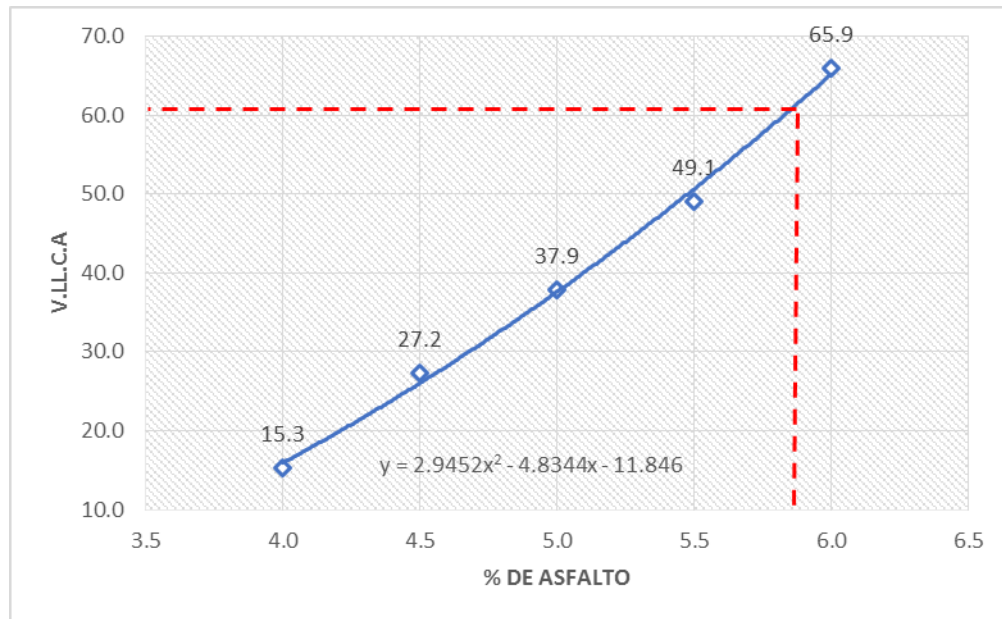
Figura N° 44 Curva de flujo de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018



Figura N° 45 Curva VFA de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 12% DE ÓXIDO FÉRRICO – OCRE

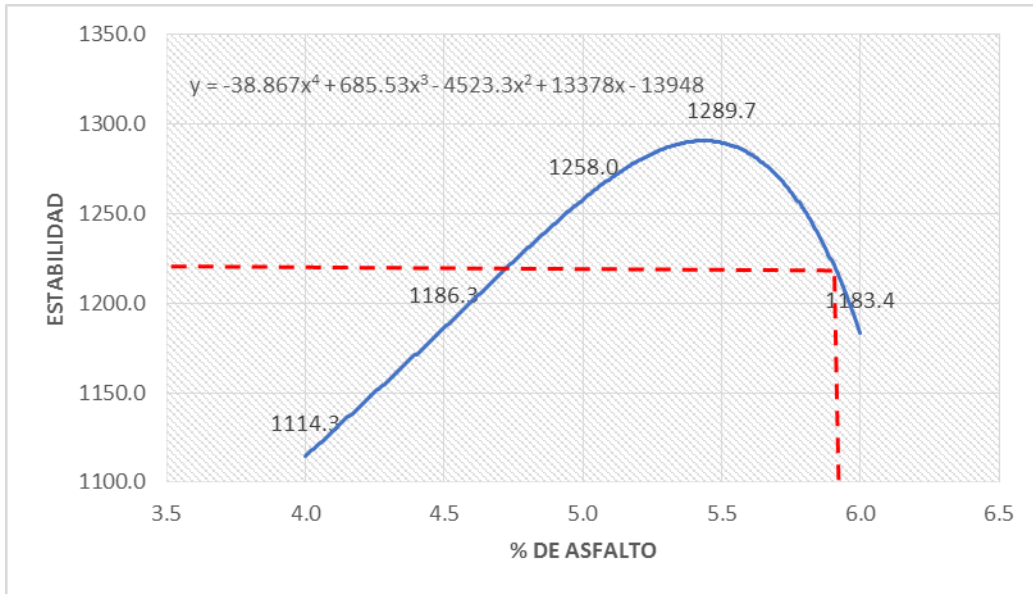
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 12% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen la estabilidad se obtuvo 1204.9 Kg.

Tabla N° 48 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% óxido metálico férrico - OCRE

% ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1280.5
5.3	1287.6
5.95	1204.9
5.97	1196.9
5.99	1188.4
6	1184.0

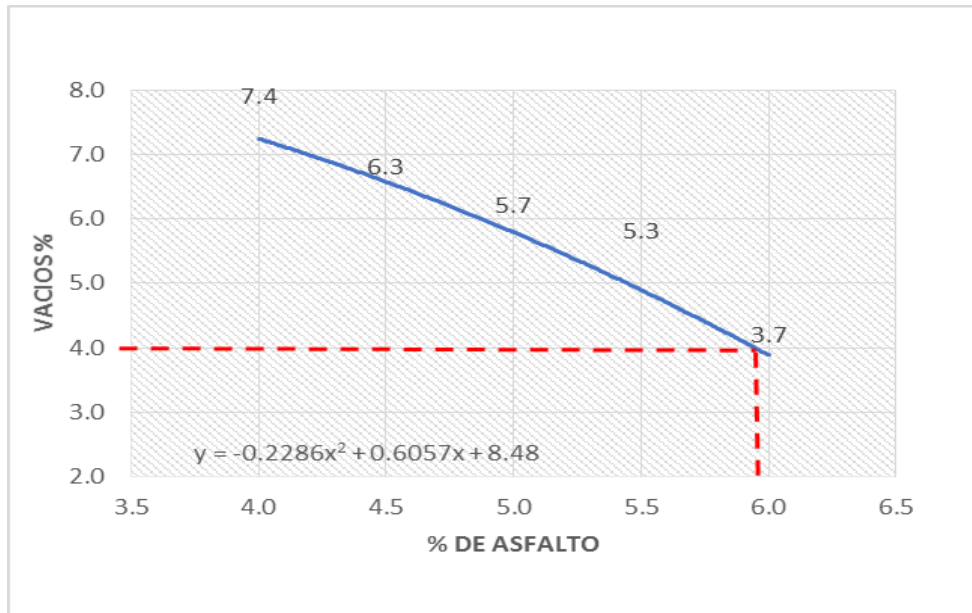
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 46 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre



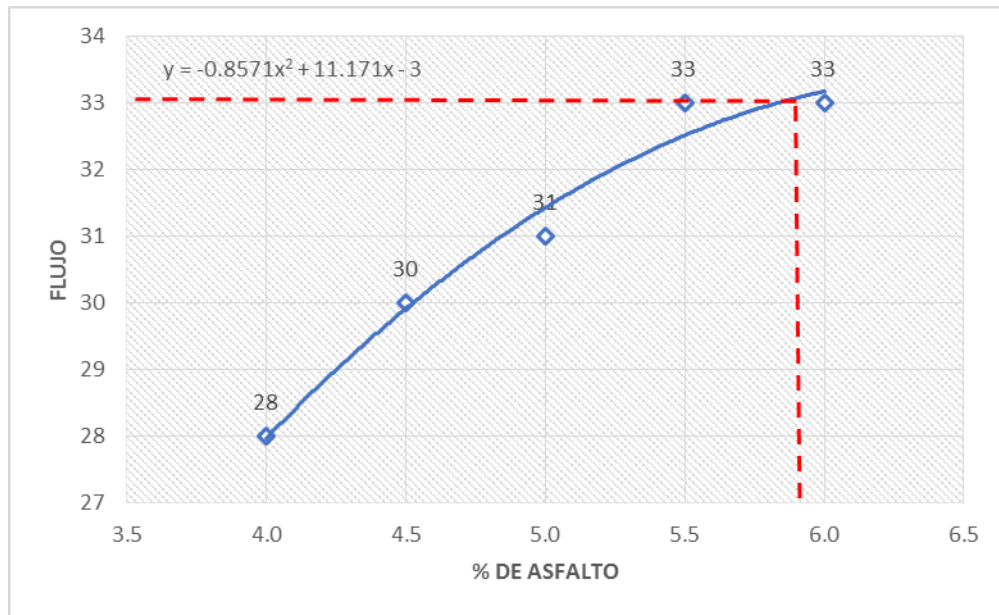
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 47 Curva de vacíos de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre



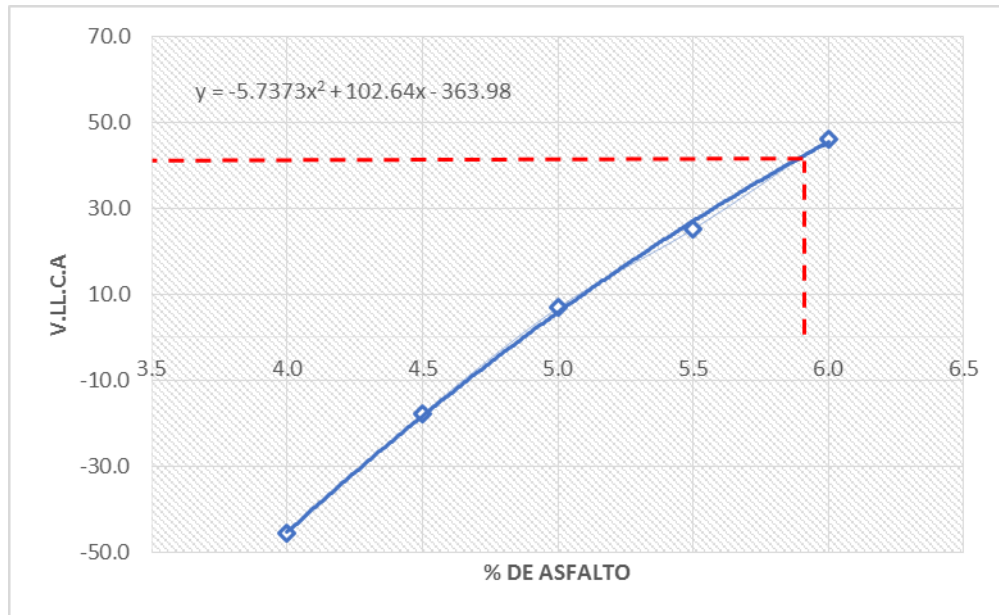
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 48 Curva de flujo de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 49 Curva de VFA de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 15% DE ÓXIDO FÉRRICO – OCRE

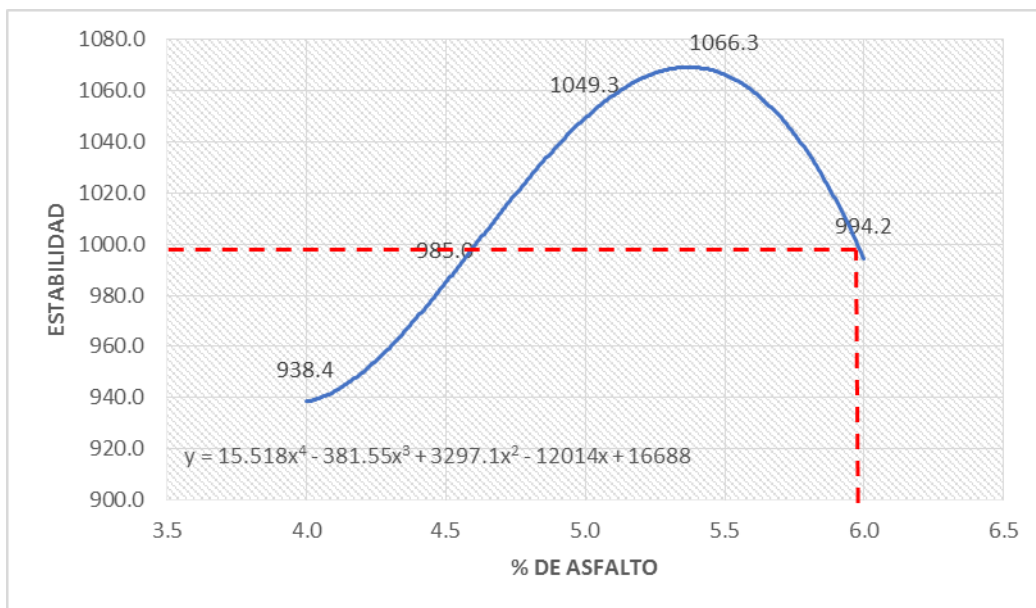
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 15% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen se obtuvo la estabilidad 998.6 Kg.

Tabla N° 49 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% óxido metálico férrico - OCRE

% ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1066.0
5.3	1069.8
5.4	1070.5
5.99	998.6
5.991	998.3
5.992	998.1
6	996.1

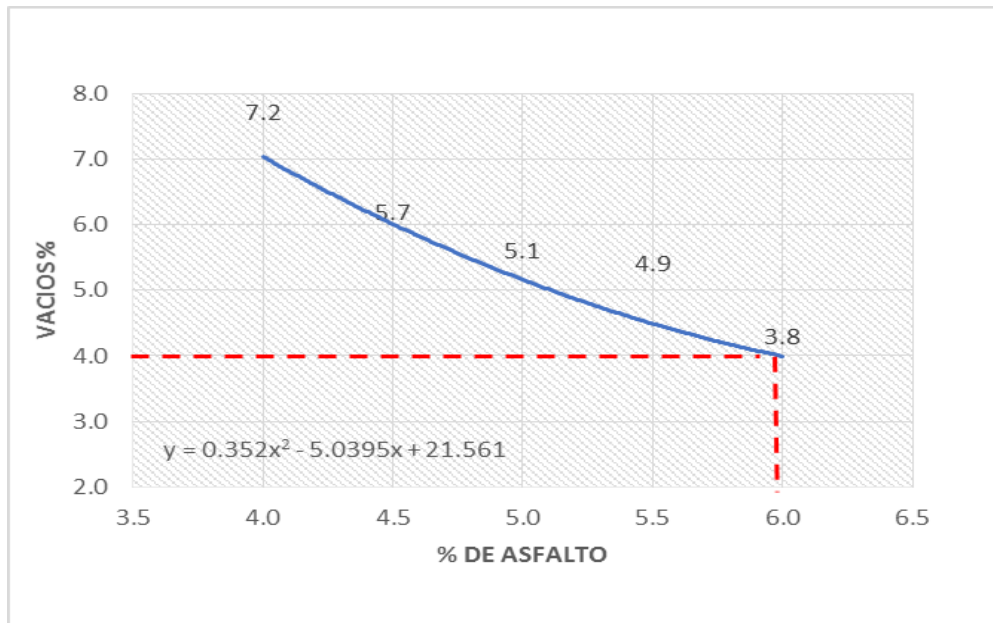
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 50 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico - ocre



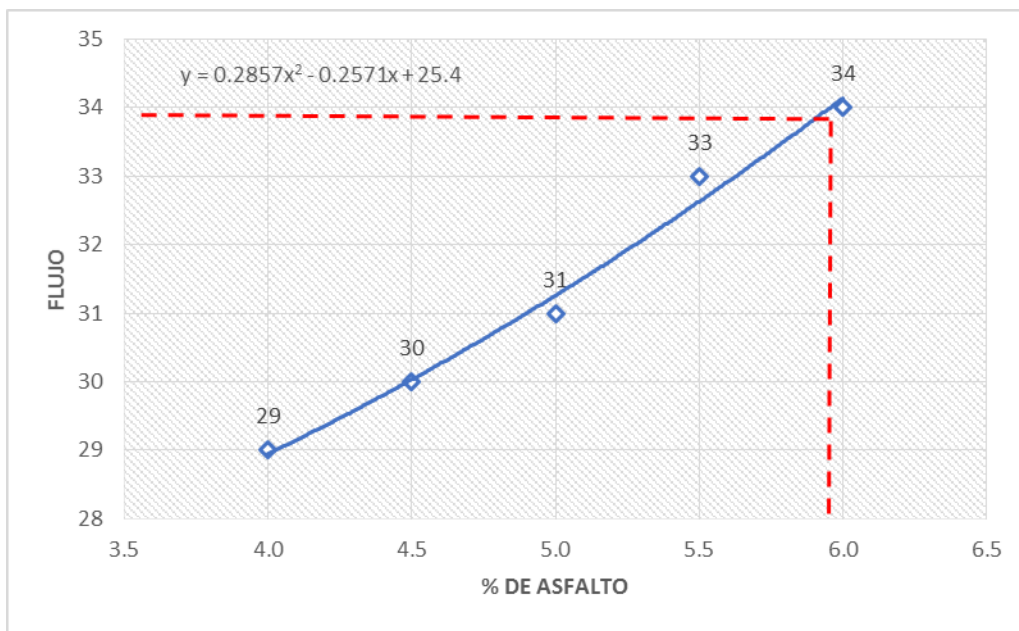
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 51 Curva de vacíos de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre



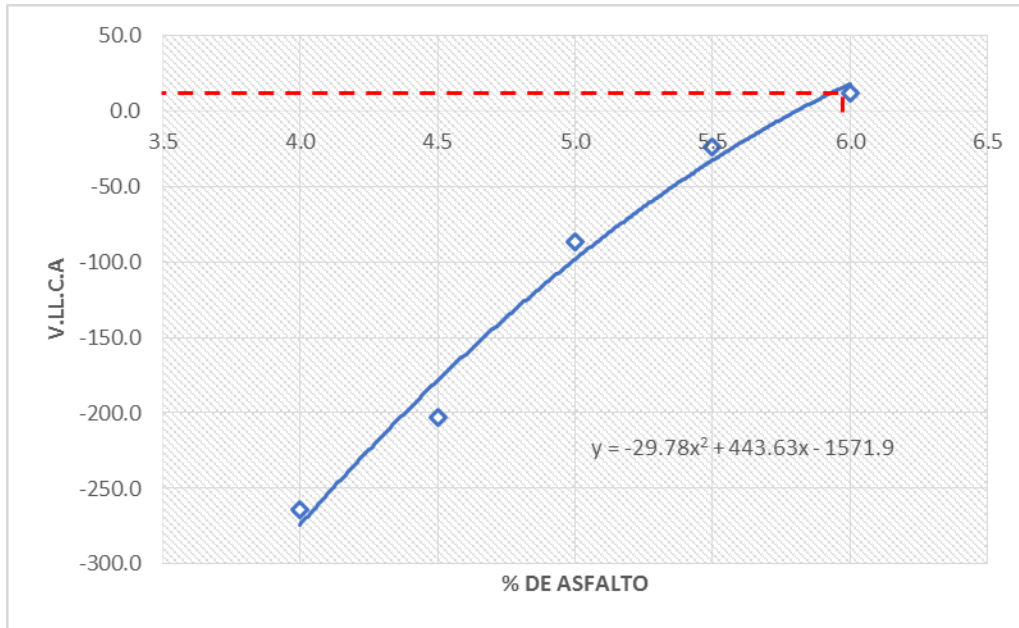
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 52 Curva de flujo de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 53 Curva de flujo de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

#### 4.2.1 RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS CON PIGMENTO CHROMAFER Y OCRE DE ÓXIDO FÉRRICO PARA FLUJO VEHICULAR PESADO

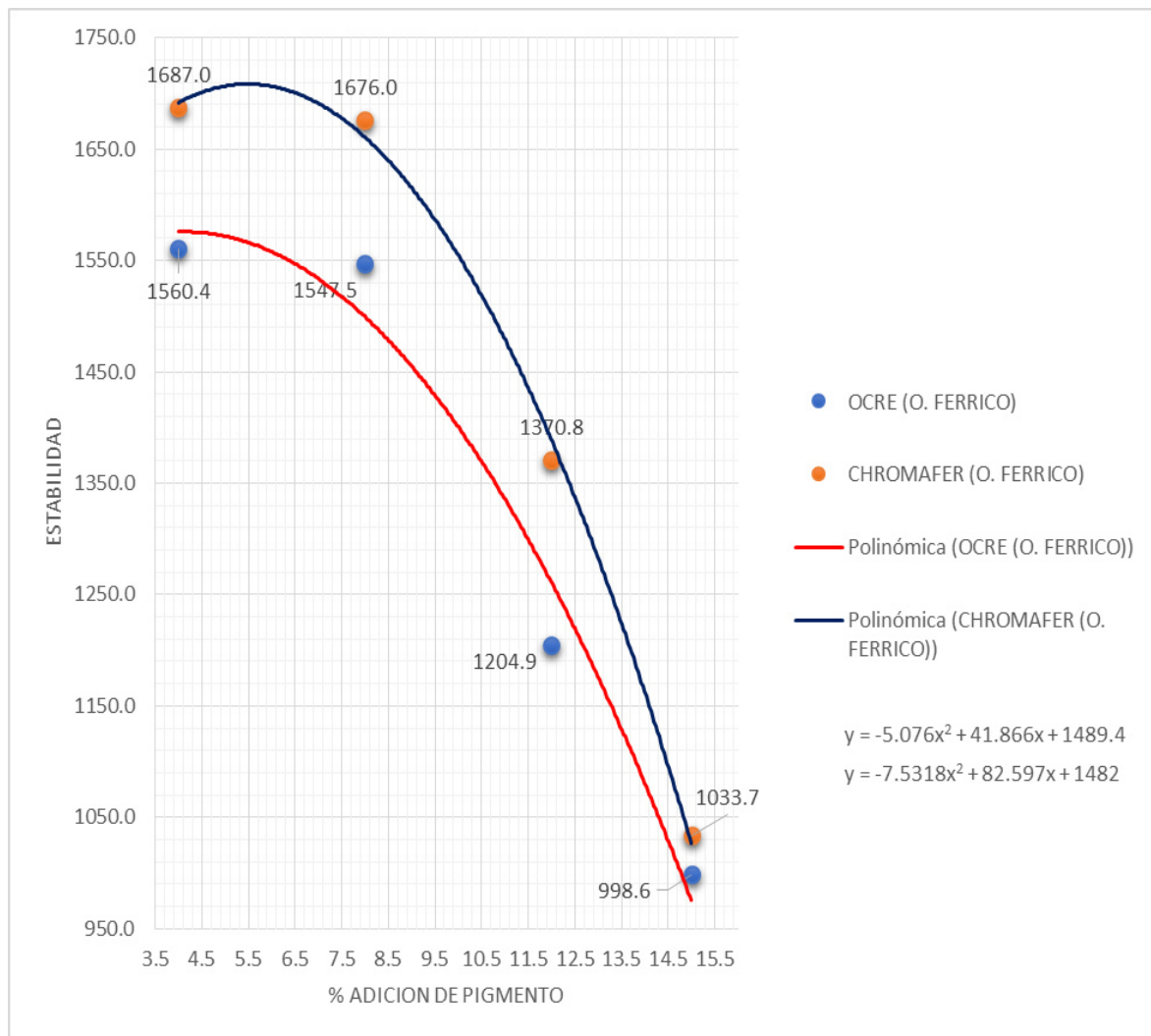
Se elaboró especímenes dosificados con porcentajes de adición de polvo mineral como filler en las mezclas en las dosis de 4%, 8%, 12% y 15%, el polvo mineral empleado basado en la composición de óxido férrico rojo industrializado como pigmento para mezcla asfáltica en caliente distribuidas como Chromafer y el empleo del ocre por tener cualidades colorantes por su composición química. En resumen la medición de la estabilidad máxima en sus óptimos contenido de asfalto se obtienen para la utilización de Chromafer y la utilización del ocre ambos por la características colorantes y composición de óxido férrico, ambas compactadas para un flujo pesado con una simulación de 75 golpes por cada lado del espécimen.

Tabla N° 50 Estabilidad de MAC elaborados con Chromafer y Ocre

% DE PIGMENTO	ESTABILIDAD (O. FERRICO)	
	OCRE	CHROMAFER
4.0	1560.4	1687.0
8.0	1547.5	1676.0
12.0	1204.9	1370.8
15.0	998.6	1033.7

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 54 Estabilidad de MAC elaborados con Chromafer y Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADOS DE LA ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR MEDIO 50 GOLPES CON PIGMENTO CHROMAFER

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 4% DE OXIDO FERRICO CON PIGMENTO CHROMAFER

Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 4% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 1414.6 Kg.

Tabla N° 51 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% óxido metálico férrico con pigmento Chromafer

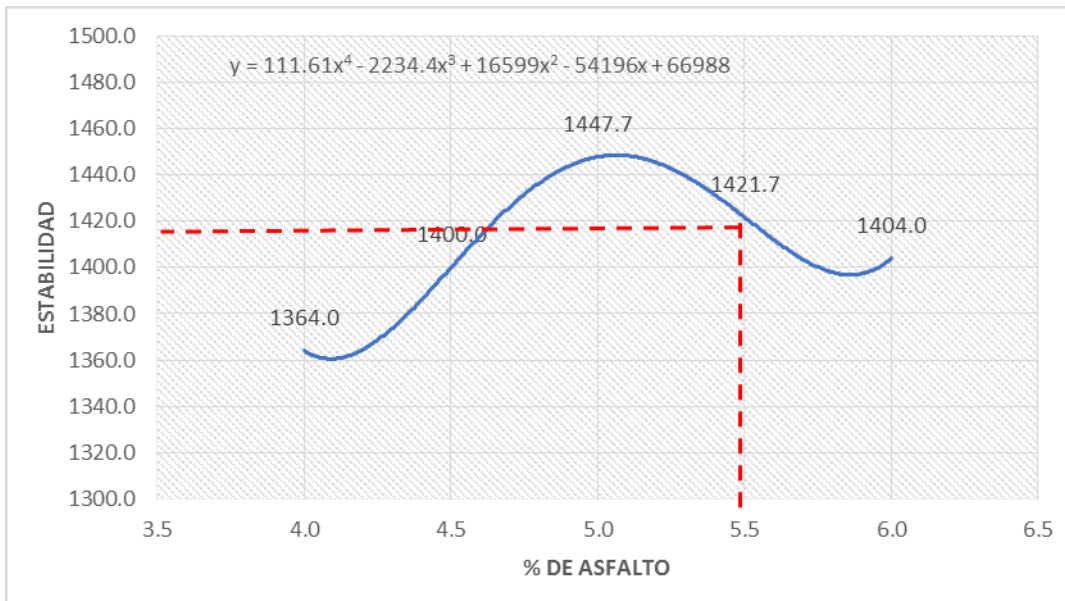
% ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1436.2
5.3	1430.0
5.4	1421.5
5.45	1416.6
5.47	1414.6
5.7	1392.6
5.8	1386.7
5.9	1385.8
6	1392.2

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

De acuerdo a la observación de los resultados de las gráficas de estabilidad, fluencia, VFA y Vacios, se puede expresar que el límite de porcentaje para pigmentar se encuentra en el rango de 4% - 8% para tráfico medio.

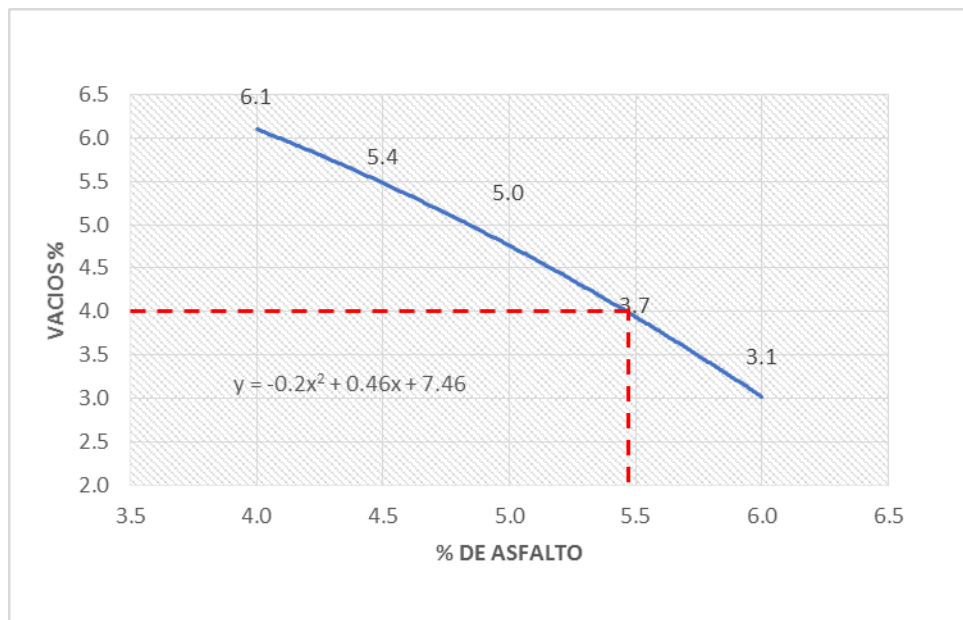


Figura N° 55 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



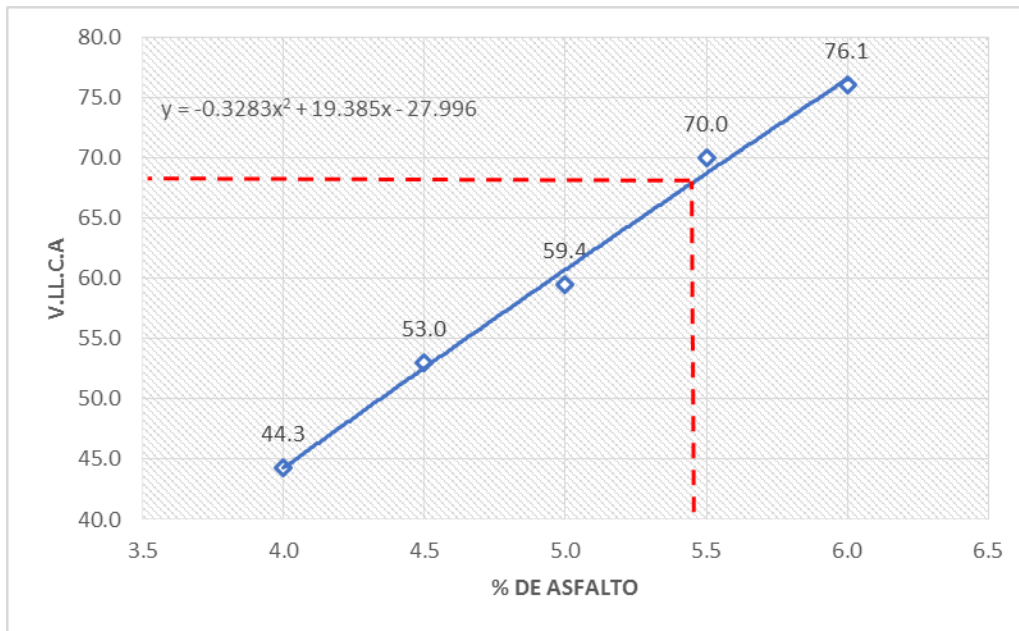
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 56 Curva de vacíos con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



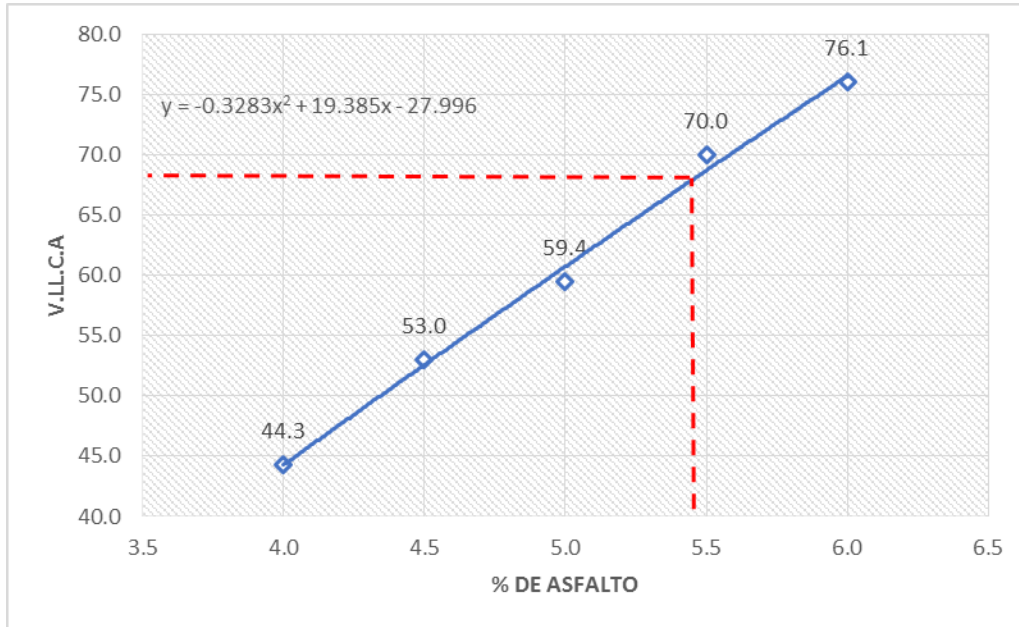
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 57 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 58 Curva de flujo con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 8% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER

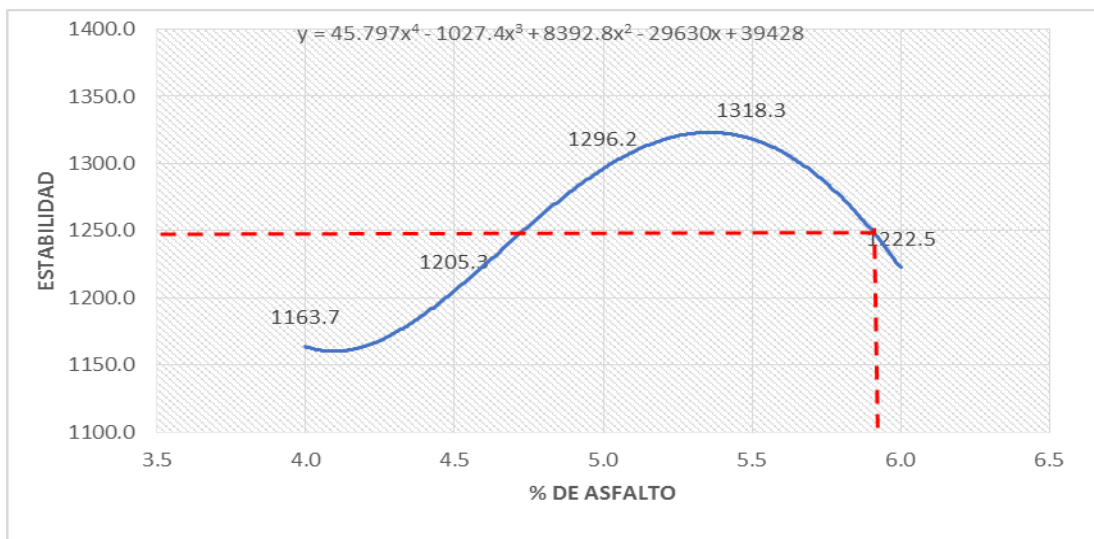
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 8% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 1275.9 Kg.

Tabla N° 52 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% óxido metálico férrico con pigmento Chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1317.7
5.3	1322.6
5.8	1275.9
5.9	1251.9
6.0	1223.3
6.1	1190.6
6.2	1154.2
6.4	1073.0
6.5	1029.6

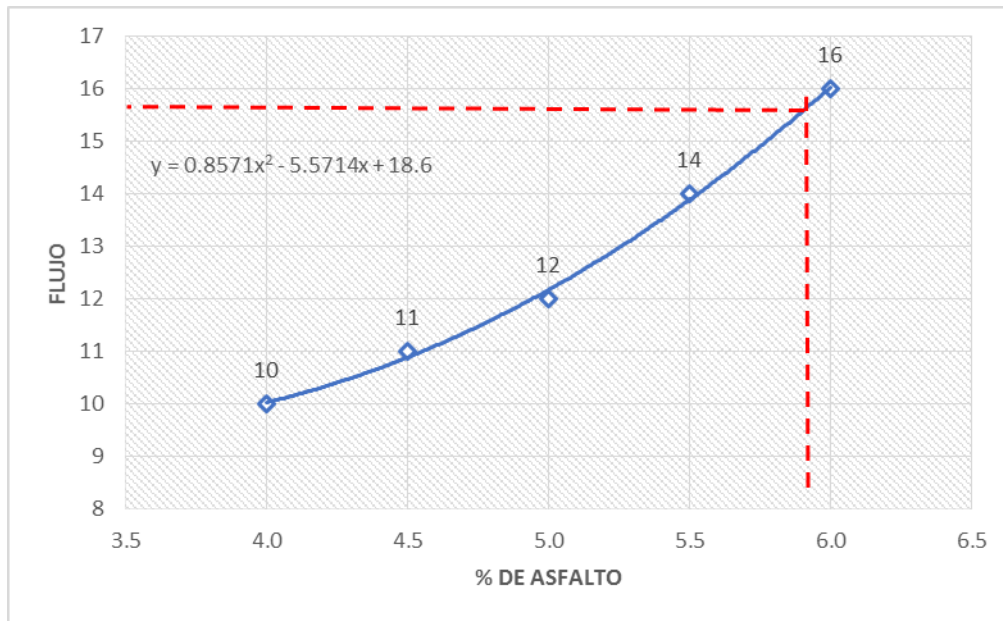
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 59 Curva de estabilidad de espécimen con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



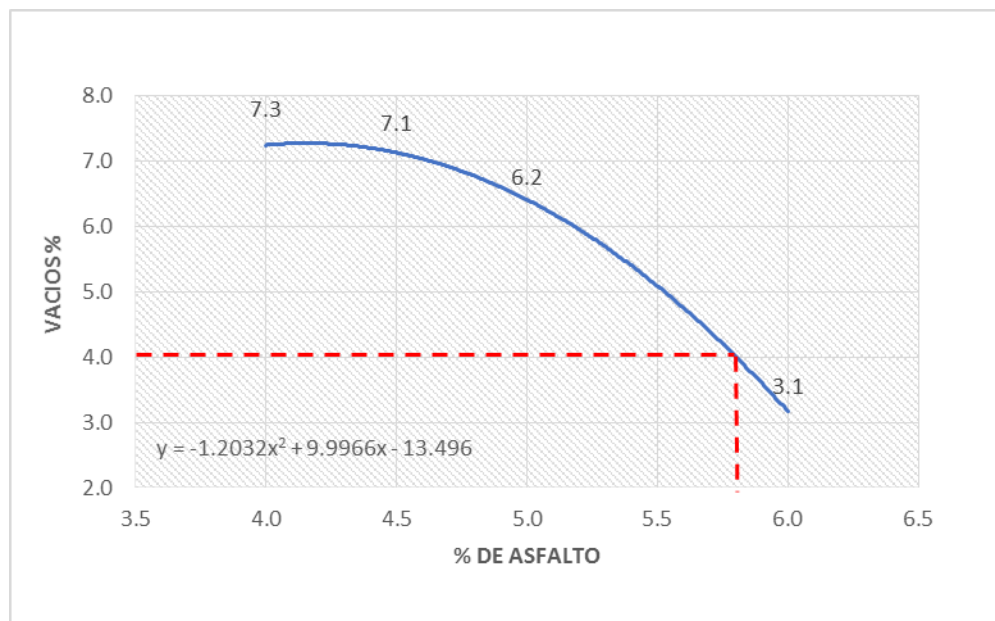
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 60 Curva de vacíos lleno con cemento asfáltico con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



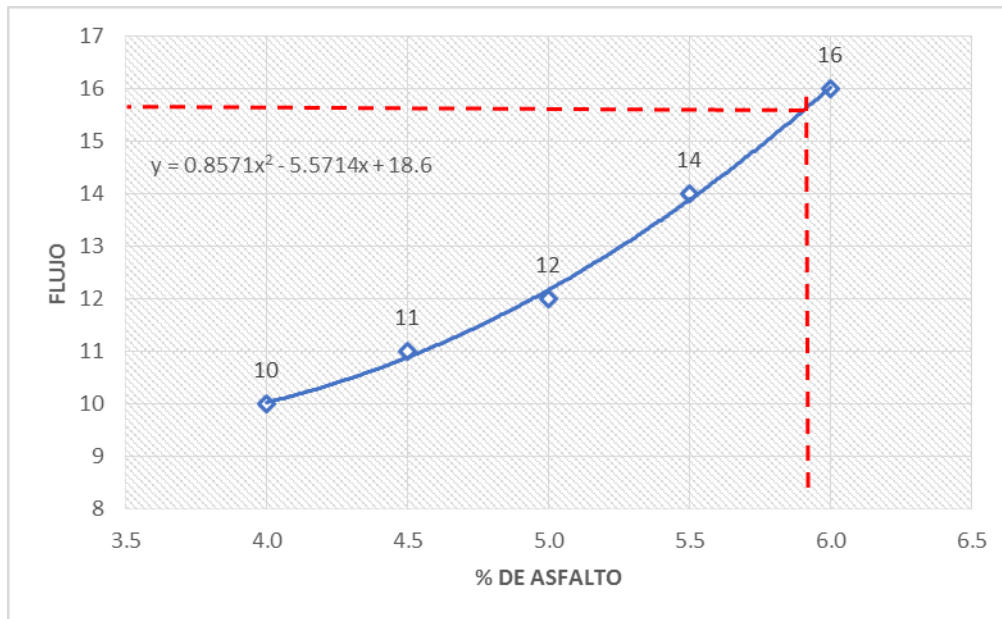
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 61 Curva de vacíos con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 62 Curva de flujo con 8% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 12% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER

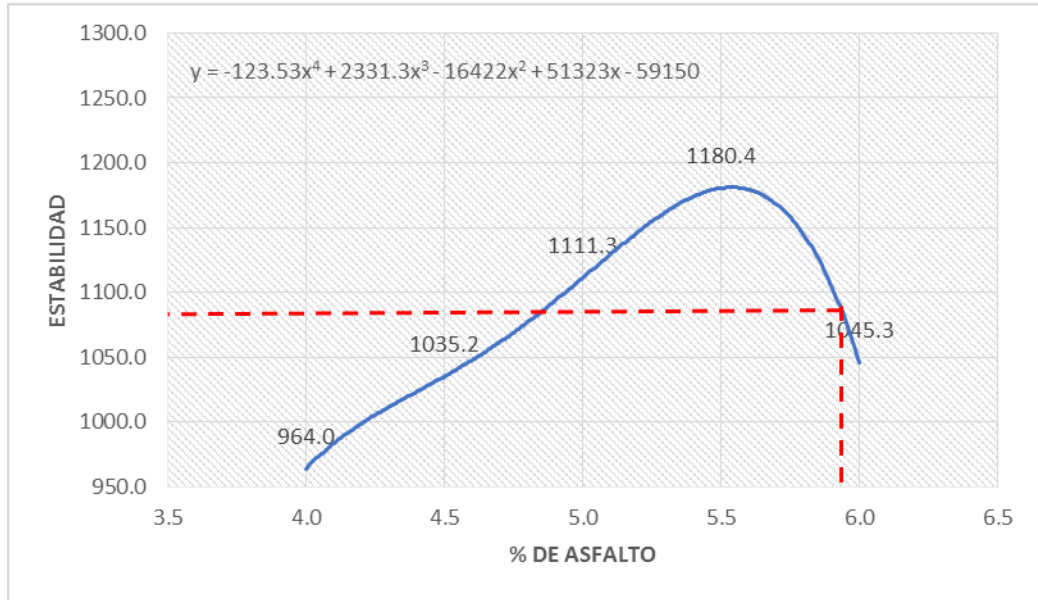
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 12% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 1075.3 Kg.

Tabla N° 53 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% óxido metálico férrico con pigmento Chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1157.8
5.3	1173.8
5.4	1186.3
5.98	1075.3
5.6	1192.9

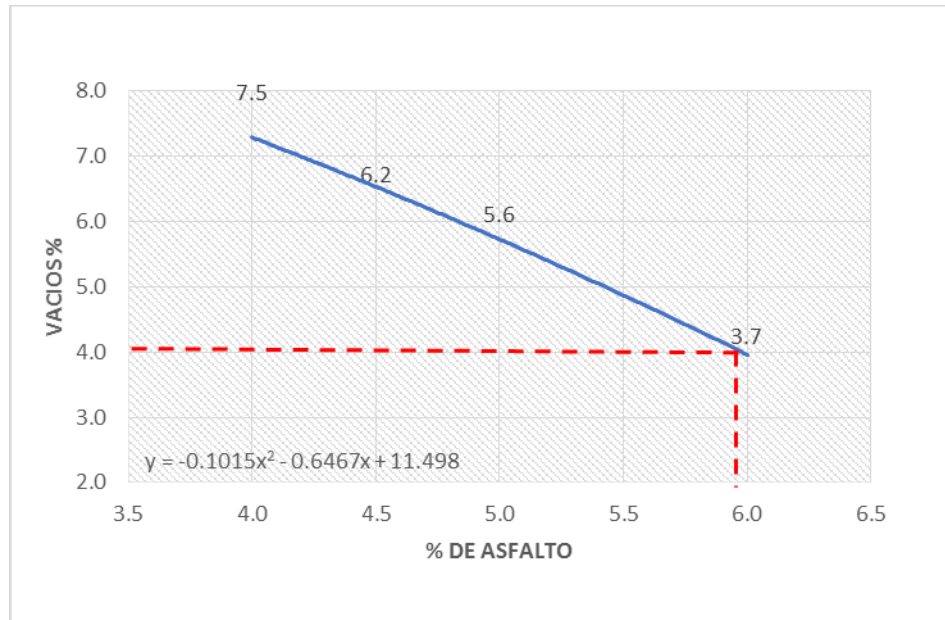
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 63 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



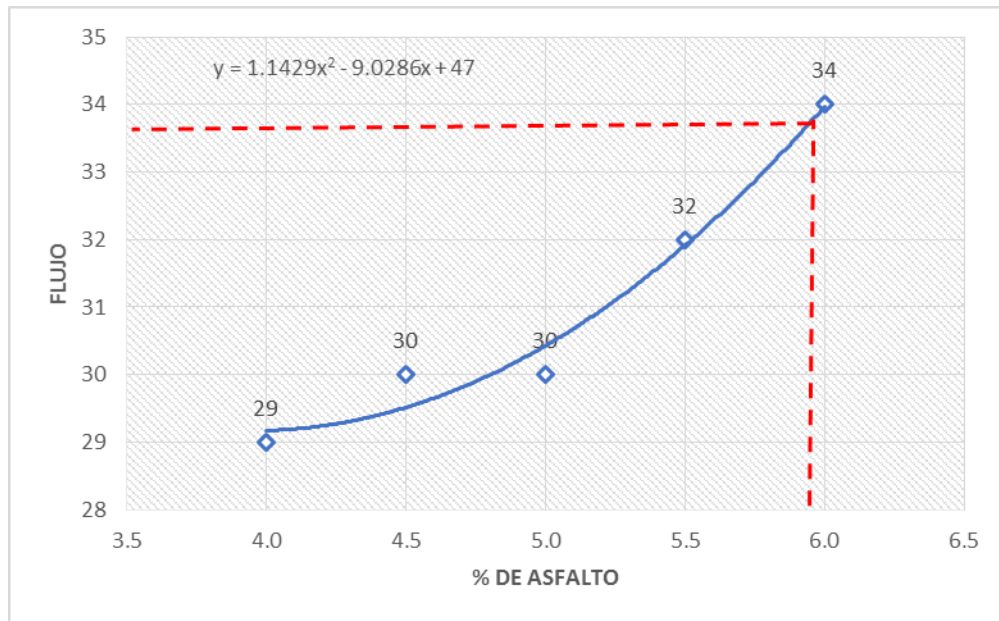
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 64 Curva de vacíos con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



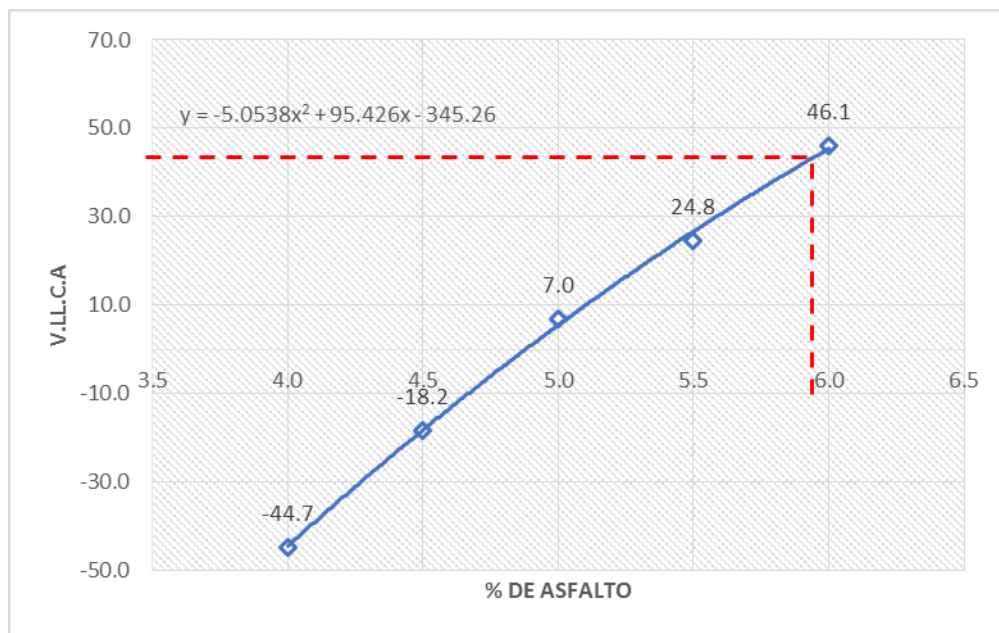
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 65 Curva de flujo con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 66 Curva de vacíos lleno con cemento asfáltico con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 15% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER

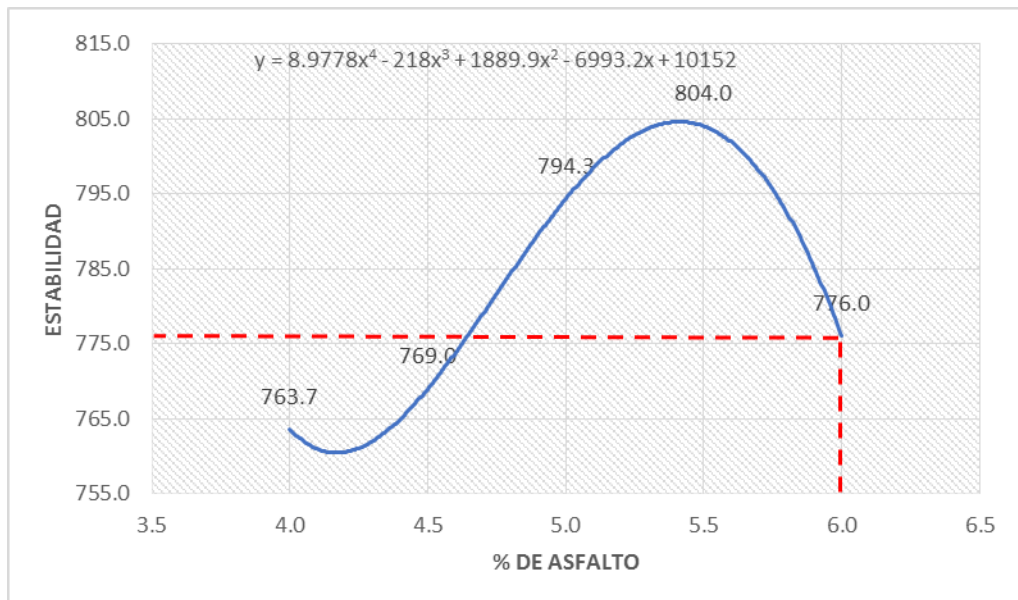
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 15% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 776.4 Kg.

Tabla N° 54 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% óxido metálico férrico con pigmento Chromafer

% ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	801.9
5.3	804.1
5.4	804.9
5.5	804.4
6	776.4
5.7	798.5

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

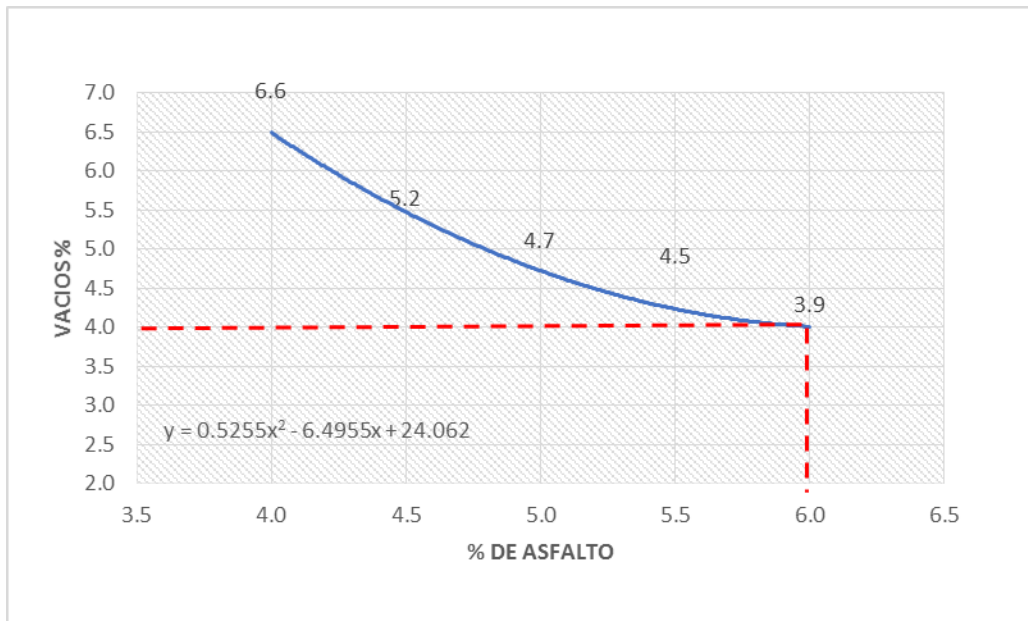
Figura N° 67 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

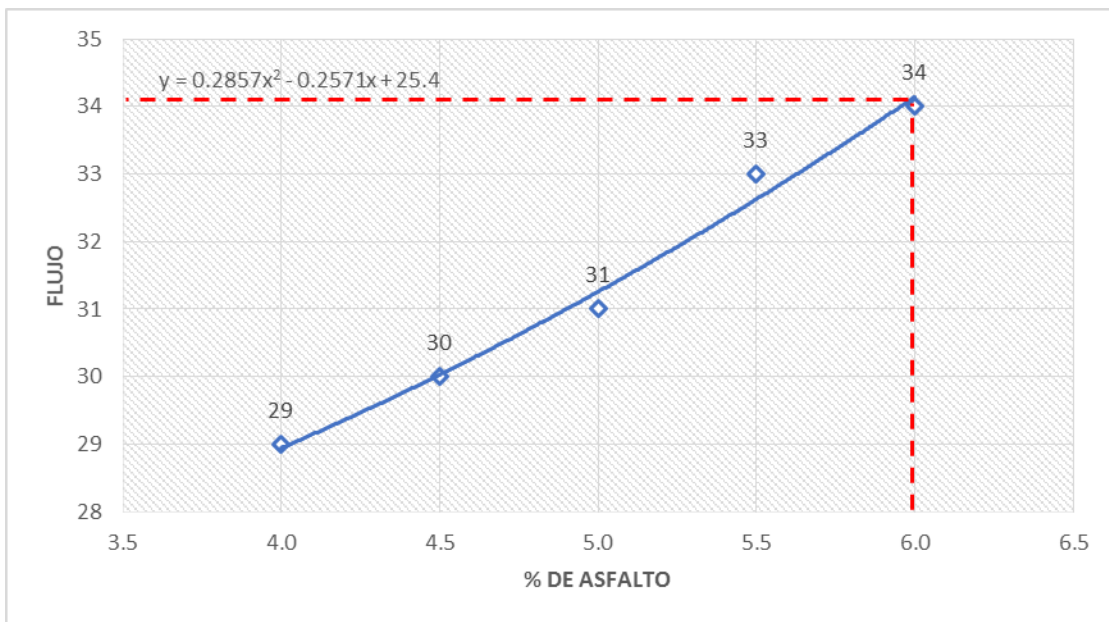


Figura N° 68 Curva de vacíos con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



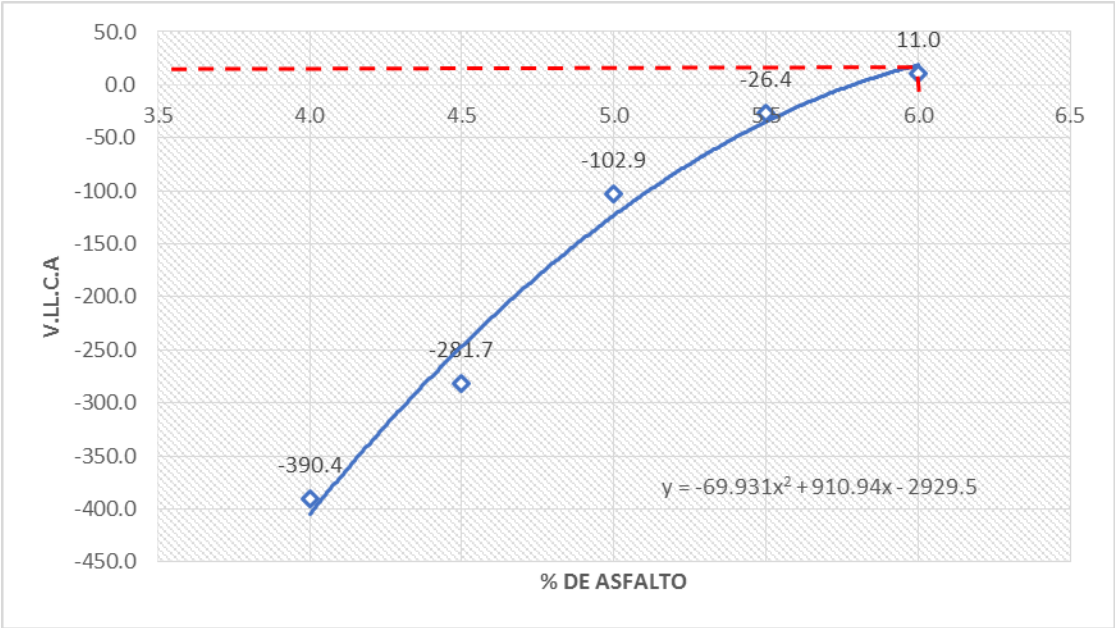
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 69 Curva de flujo con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 70 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR MEDIO 50 GOLPES CON ÓXIDO METÁLICO FÉRRICO-OCRE**

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 4% DE ÓXIDO FÉRRICO – OCRE**

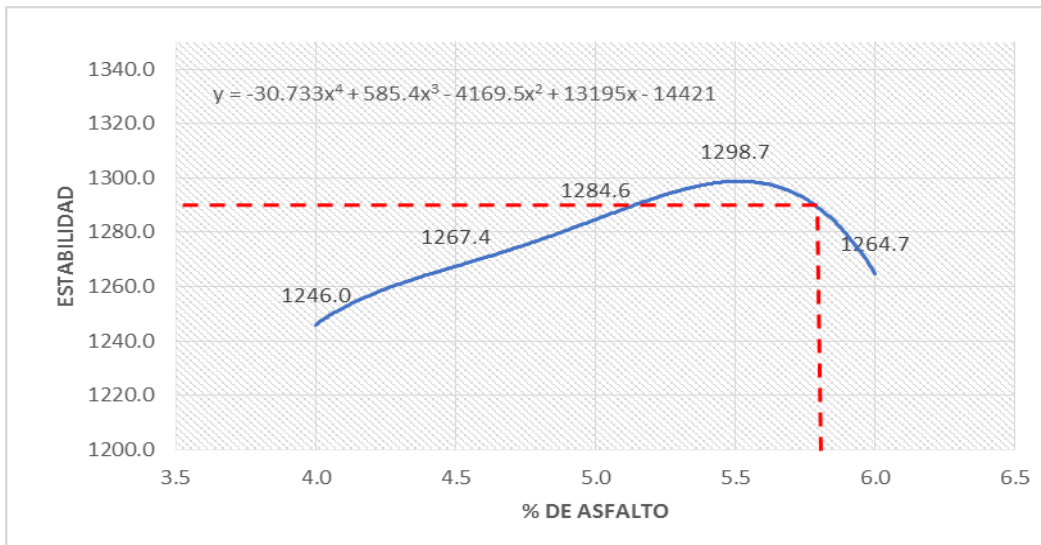
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 4% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 1294.1 Kg.

Tabla N° 55 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% óxido metálico férrico - OCRE

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1290.9
5.3	1294.0
5.4	1296.4
5.5	1297.4
5.69	1294.1
5.7	1293.7
5.8	1287.6

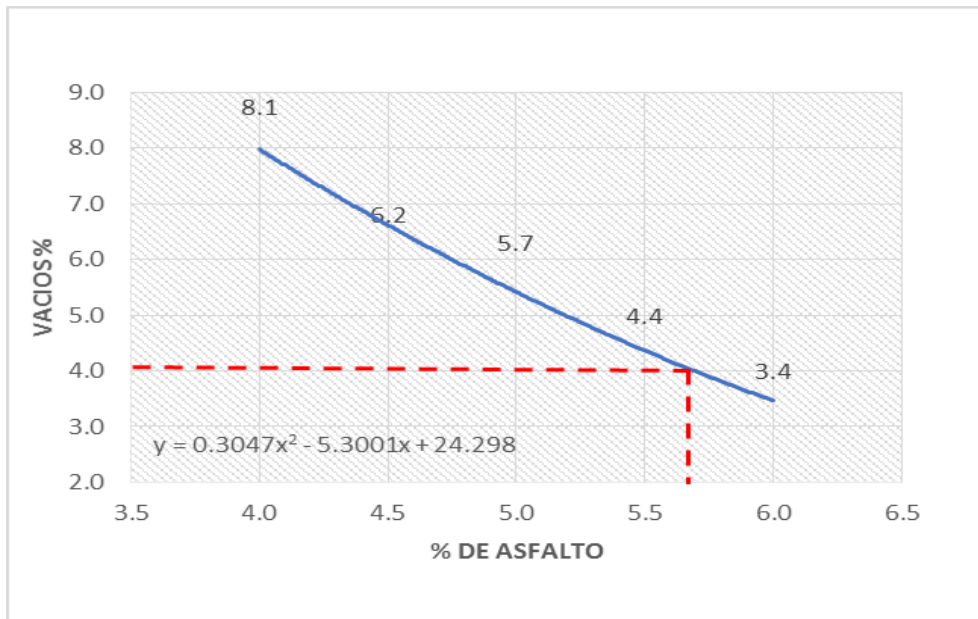
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 71 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre



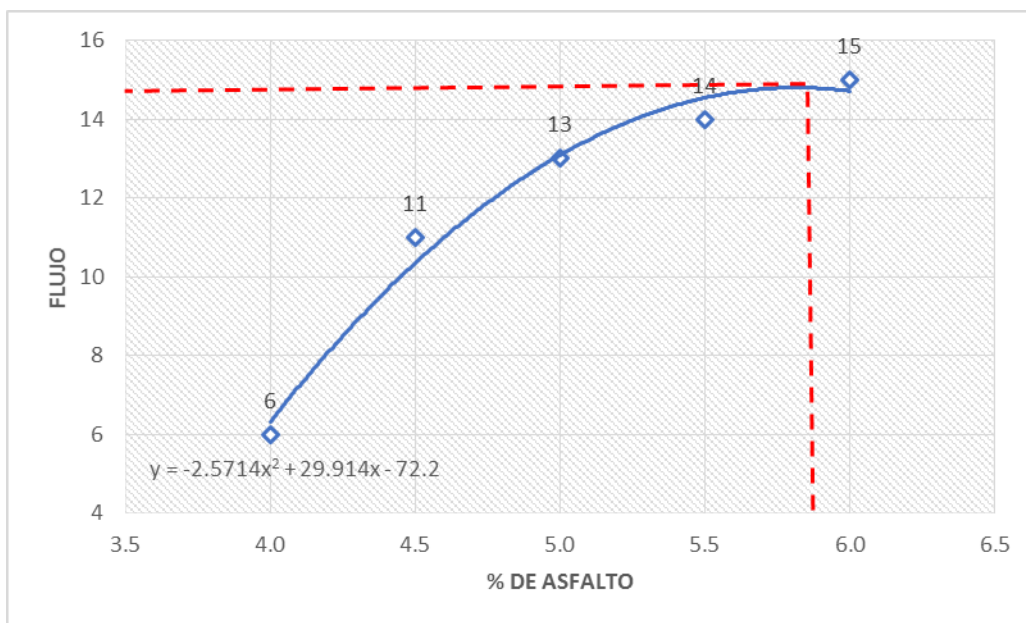
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 72 Curva de vacíos de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre



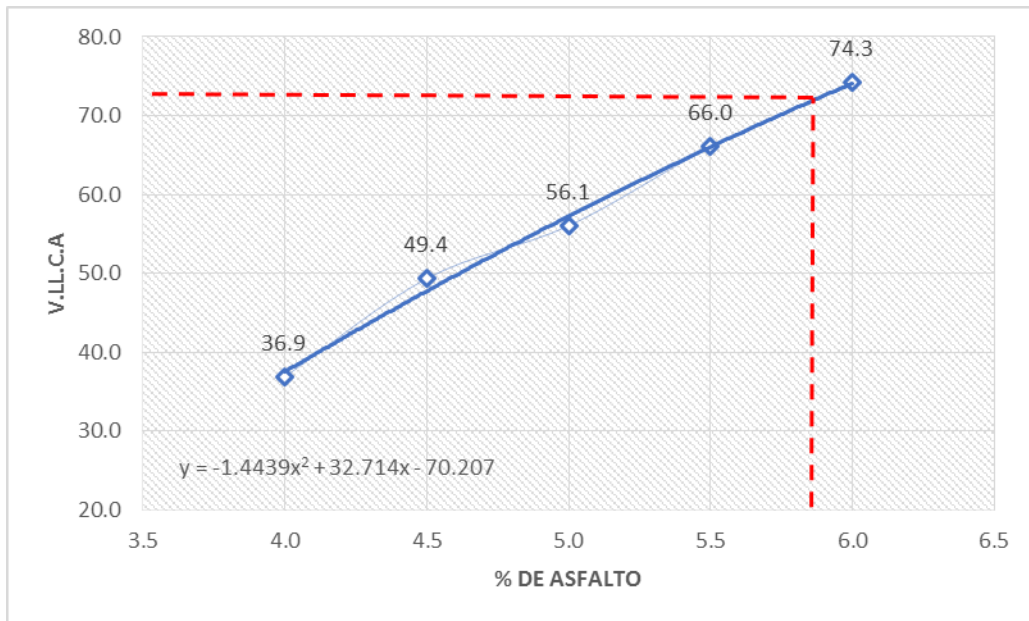
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 73 Curva de flujo de espécimen con 4% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 74 Curva de VFA de espécimen con 4% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 8% DE ÓXIDO FERRICO – OCRE

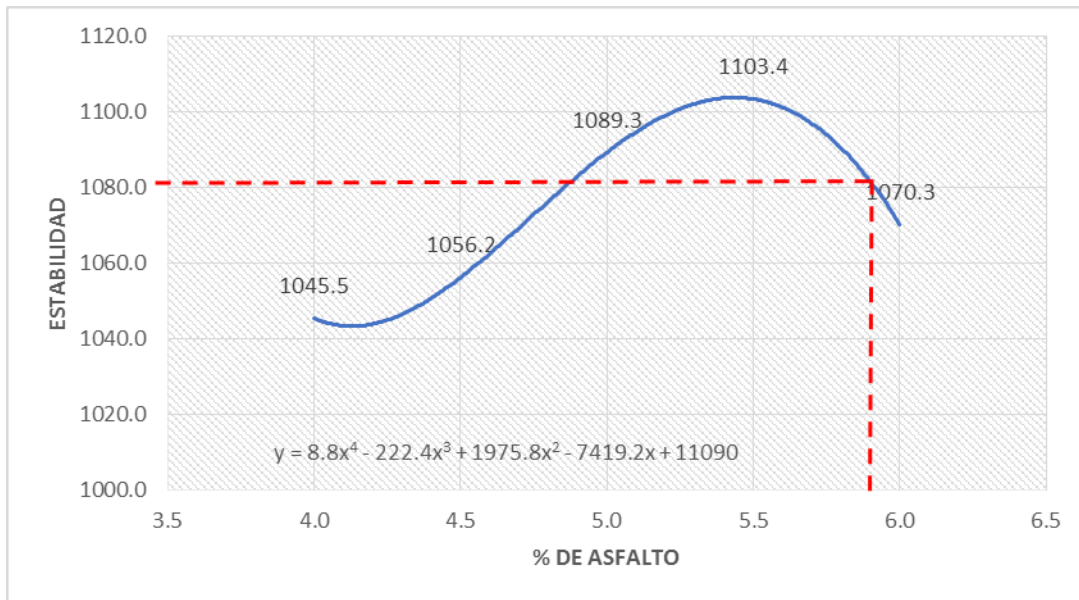
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 8% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad 1081.3 Kg.

Tabla N° 56 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% óxido metálico férrico - OCRE

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1098.8
5.3	1101.8
5.9	1081.3
5.95	1076.0
6	1070.0

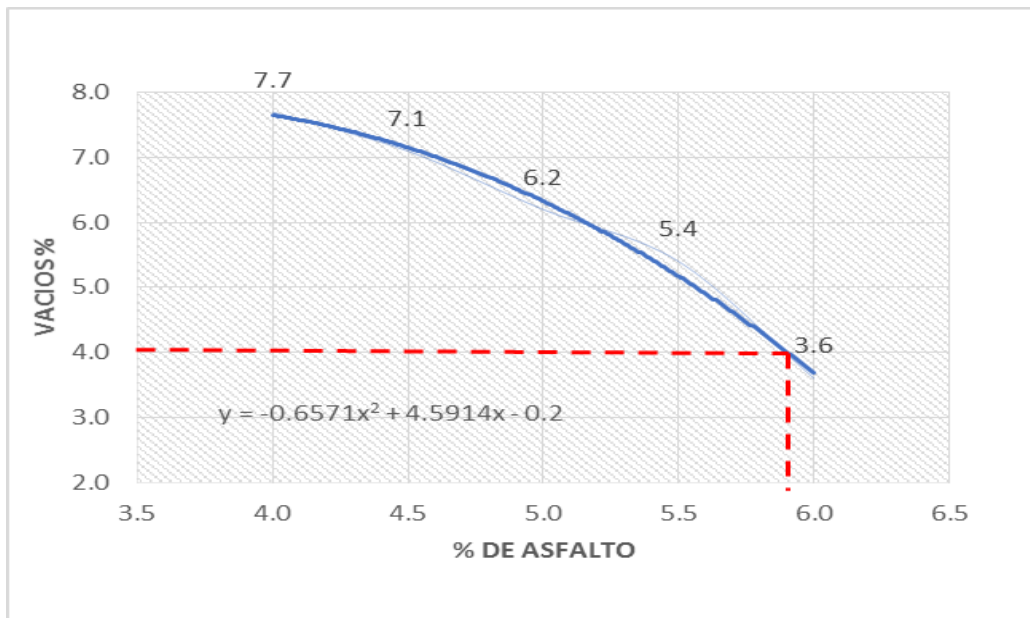
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 75 Curva de estabilidad de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre



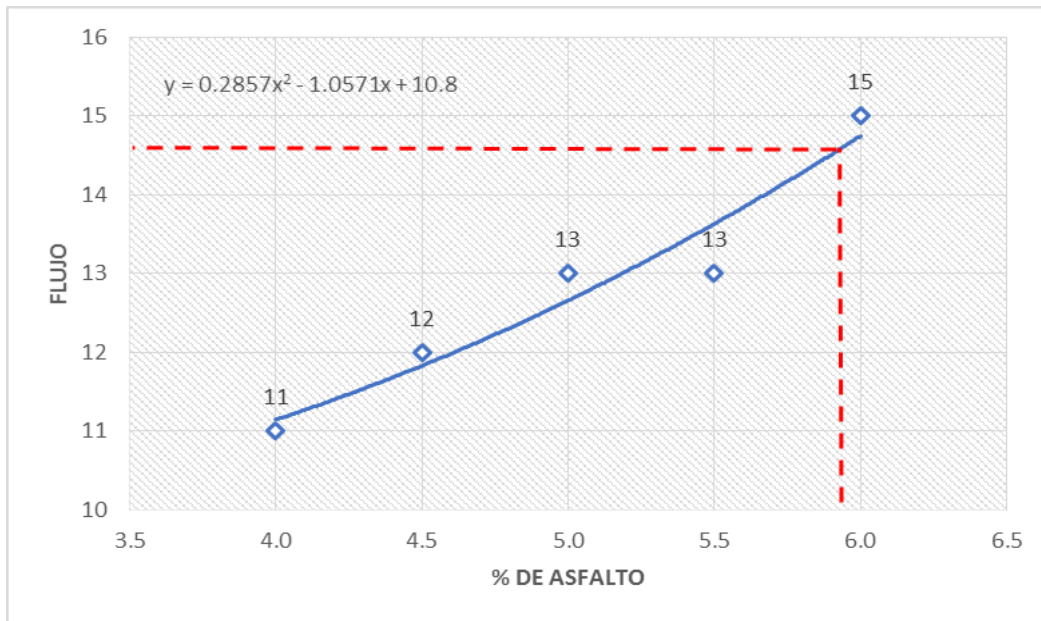
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 76 Curva de vacíos de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre



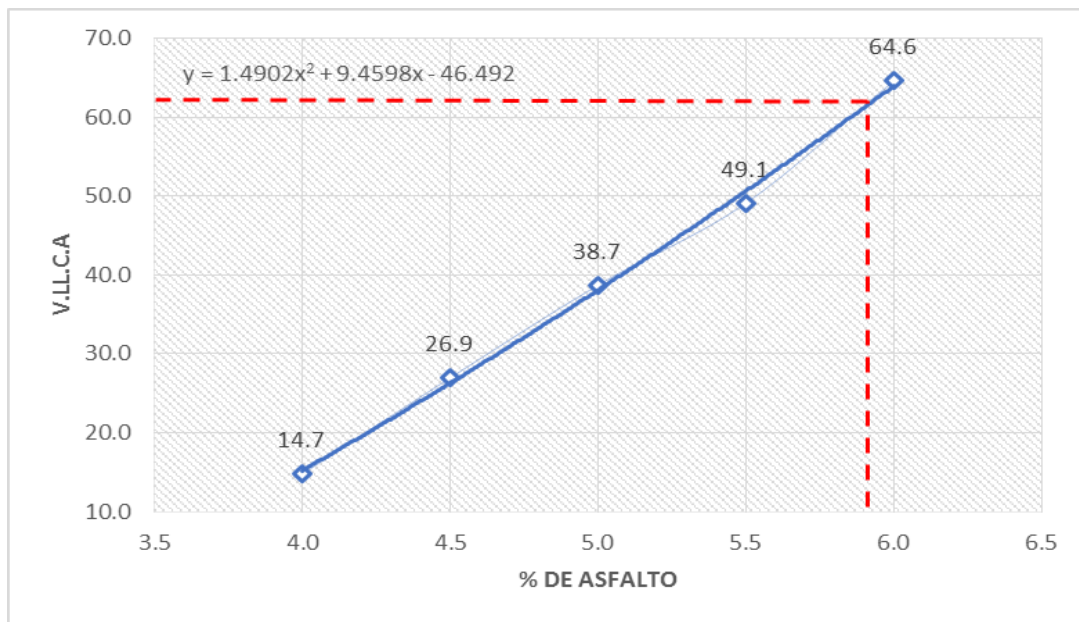
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 77 Curva de flujo de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 78 Curva de VFA de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 12% DE ÓXIDO FÉRRICO – OCRE

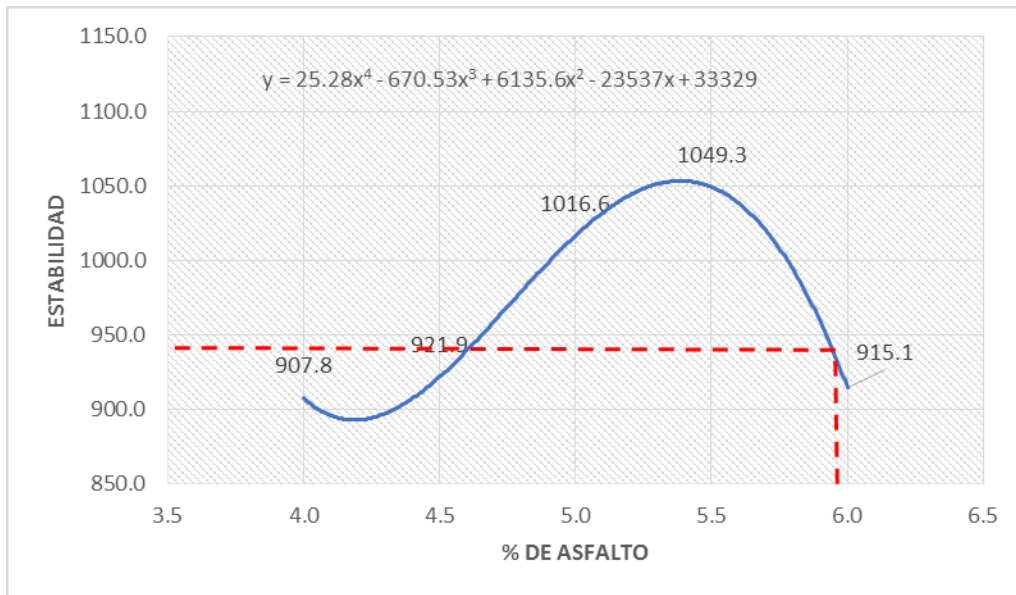
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 8% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 931.1 Kg.

Tabla N° 57 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% de óxido metálico férrico - OCRE

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1045.1
5.3	1052.5
5.97	931.1
5.98	926.5
6.0	917.0

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

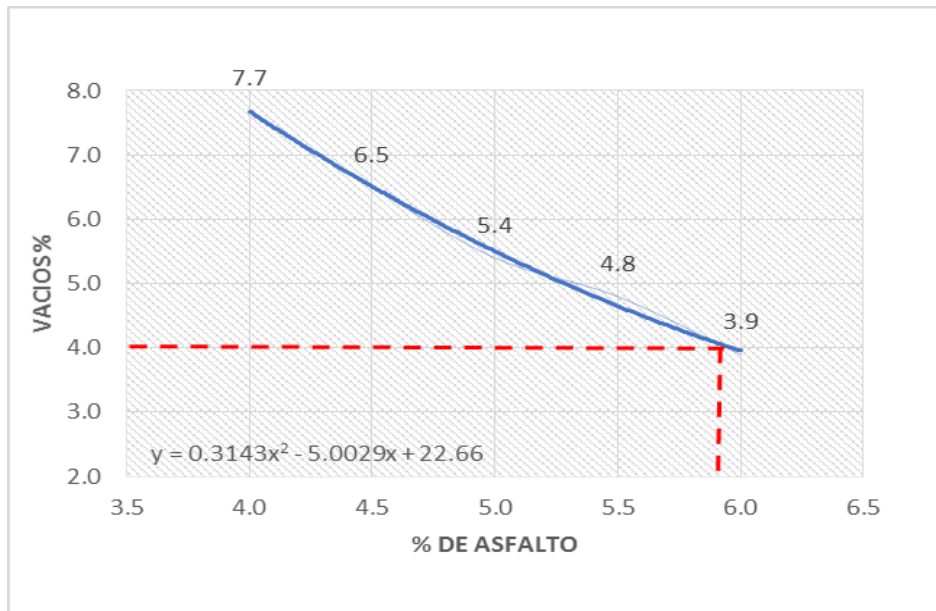
Figura N° 79 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

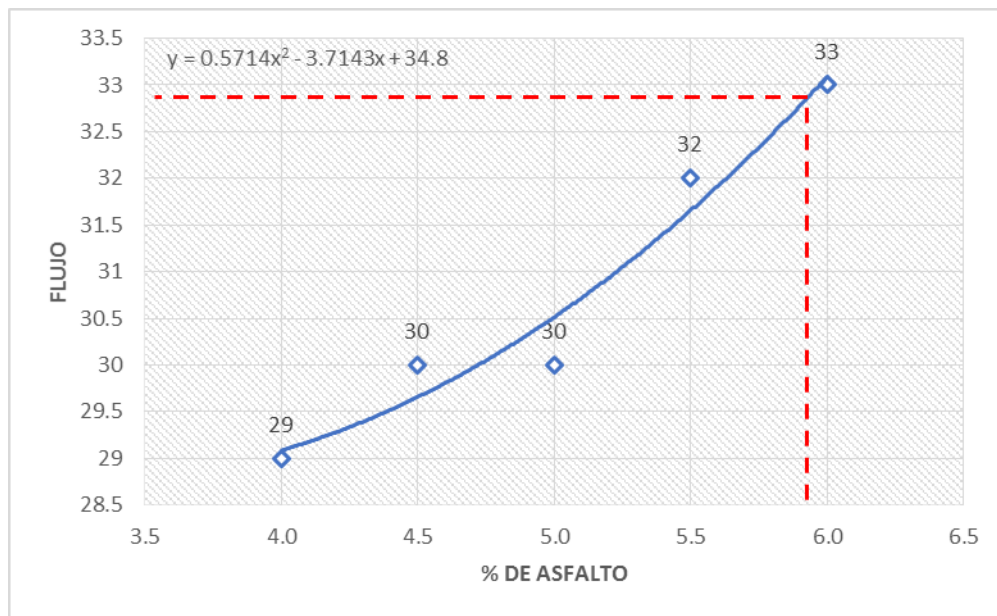


Figura N° 80 Curva de vacíos de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre



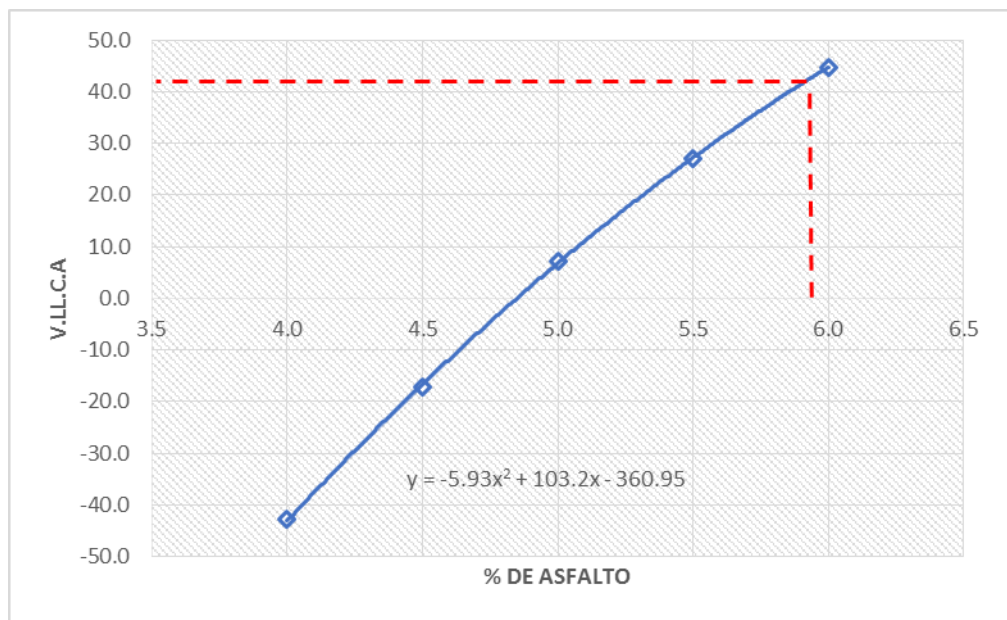
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 81 Curva de flujo de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 82 Curva de VFA de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 15% DE ÓXIDO FÉRRICO – OCRE

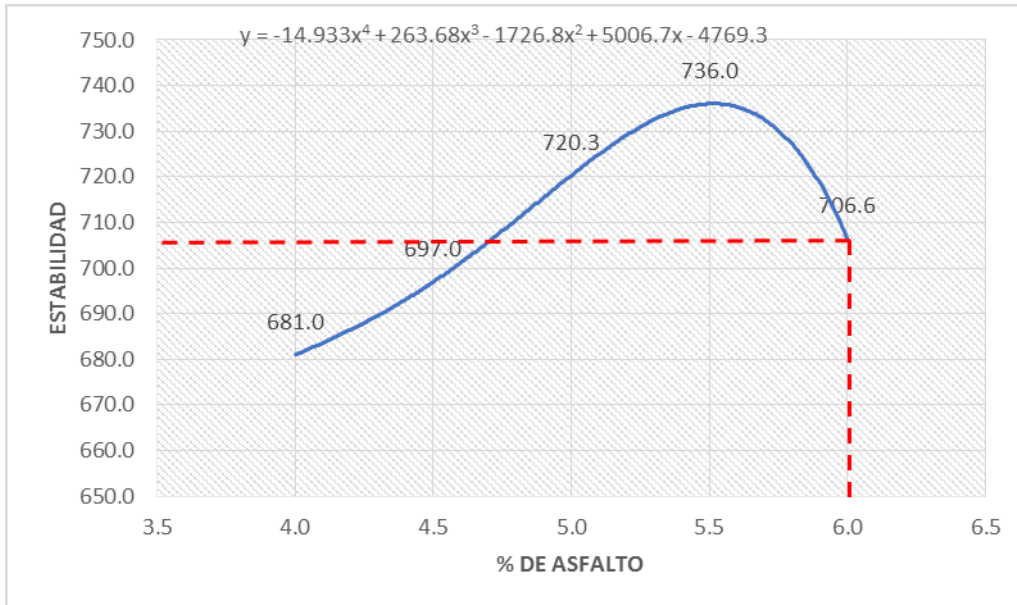
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 15% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una carga máxima de 707.8 Kg.

Tabla N° 58 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% de óxido metálico férrico - OCRE

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	729.9
5.3	733.4
5.4	735.9
6	707.8
6.01	706.4
6.02	704.9

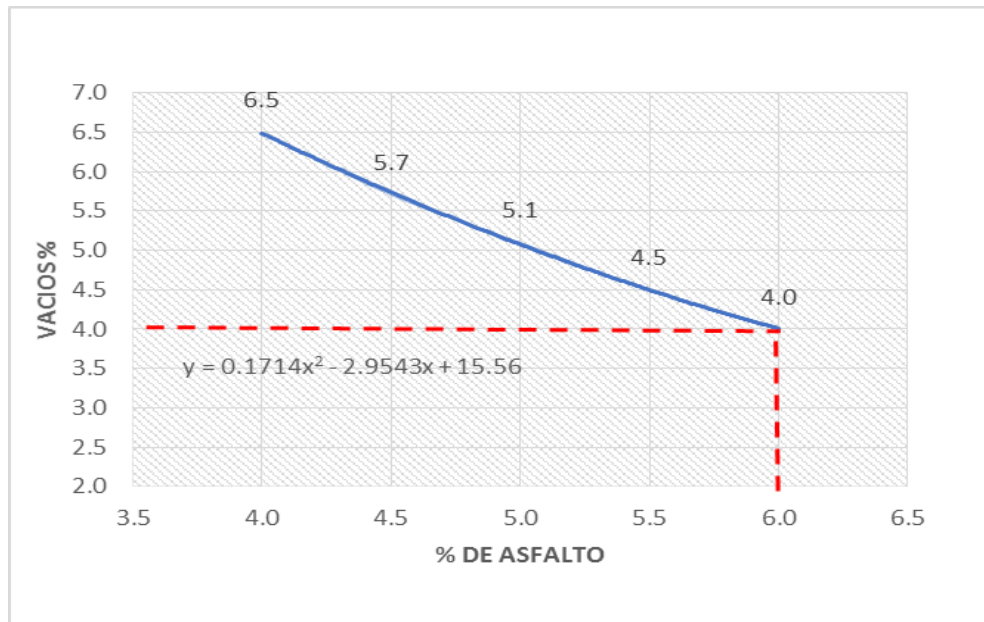
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 83 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico - ocre



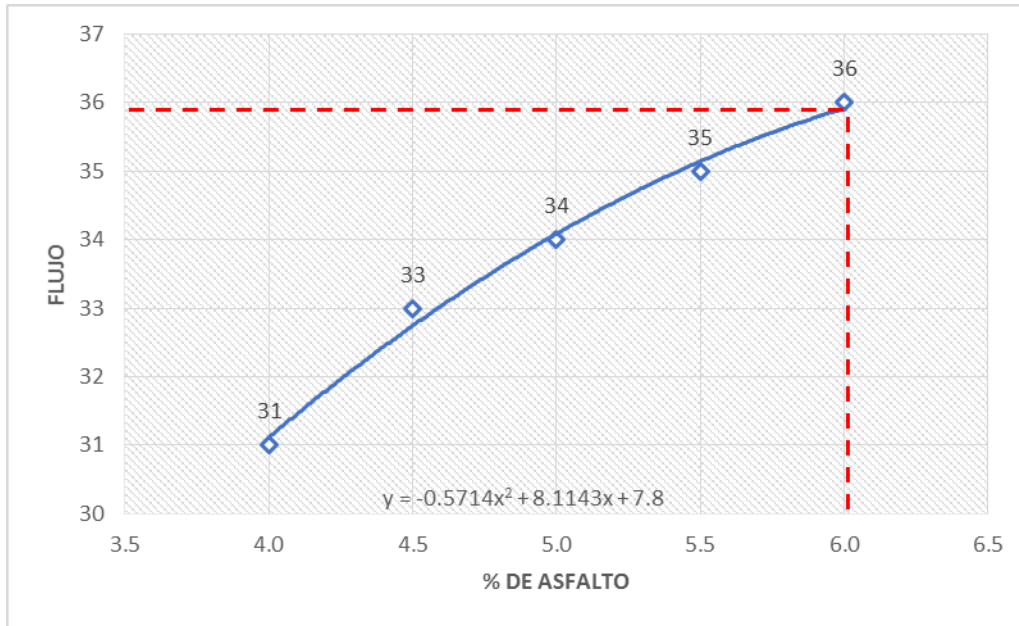
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 84 Curva de vacíos de espécimen con 15% de óxido metálico férrico - ocre



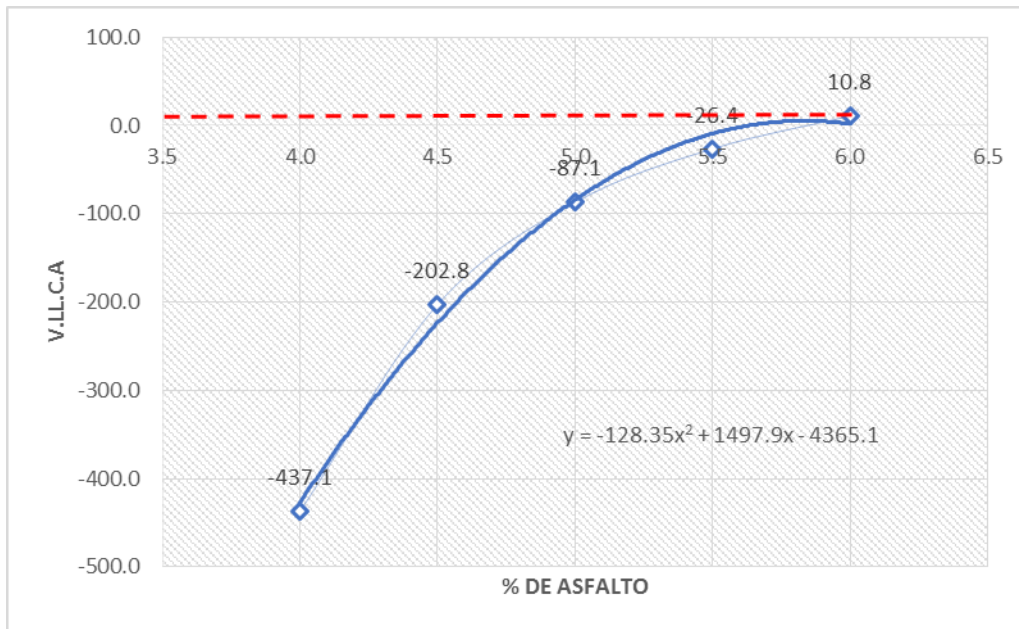
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 85 Curva de flujo de espécimen con 15% de óxido metálico férrico - ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 86 Curva de VFA de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## 4.2.2 RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS CON PIGMENTO CHROMAFER Y ÓXIDO FÉRRICO (OCRE) PARA FLUJO VEHICULAR MEDIO

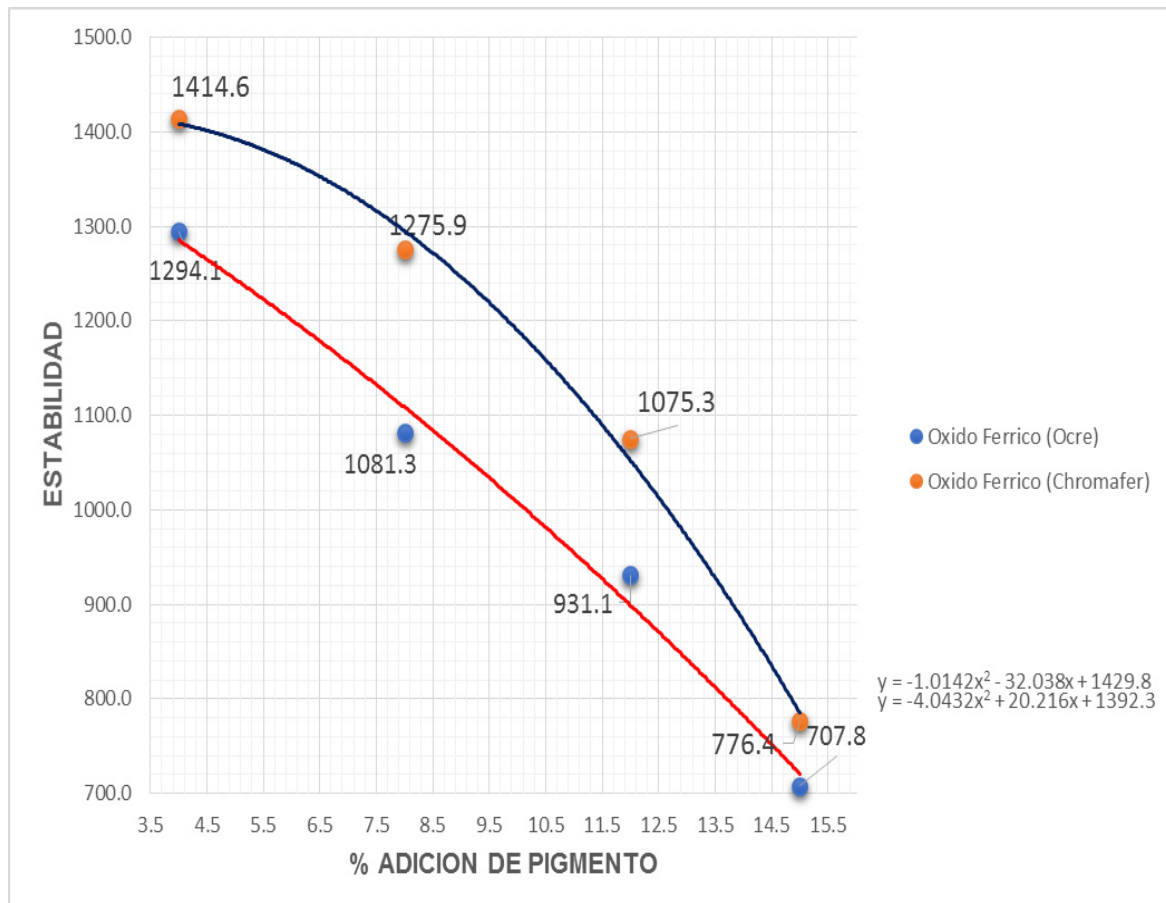
Resultado de comparación en estabilidad de MAC pigmentadas con Ocre y Chromafer.

Tabla N° 59 Estabilidad de MAC elaborados con Chromafer y Ocre

% DE PIGMENTO	ESTABILIDAD	
	Ocre	Chromafer
4.0	1294.1	1414.6
8.0	1081.3	1275.9
12.0	931.1	1075.3
15.0	707.8	776.4

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 87 Estabilidad de MAC elaborados con Chromafer y Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR LIVIANO 35 GOLPES CON PIGMENTO CHROMAFER

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 4% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER

Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 4% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 1288.3 Kg.

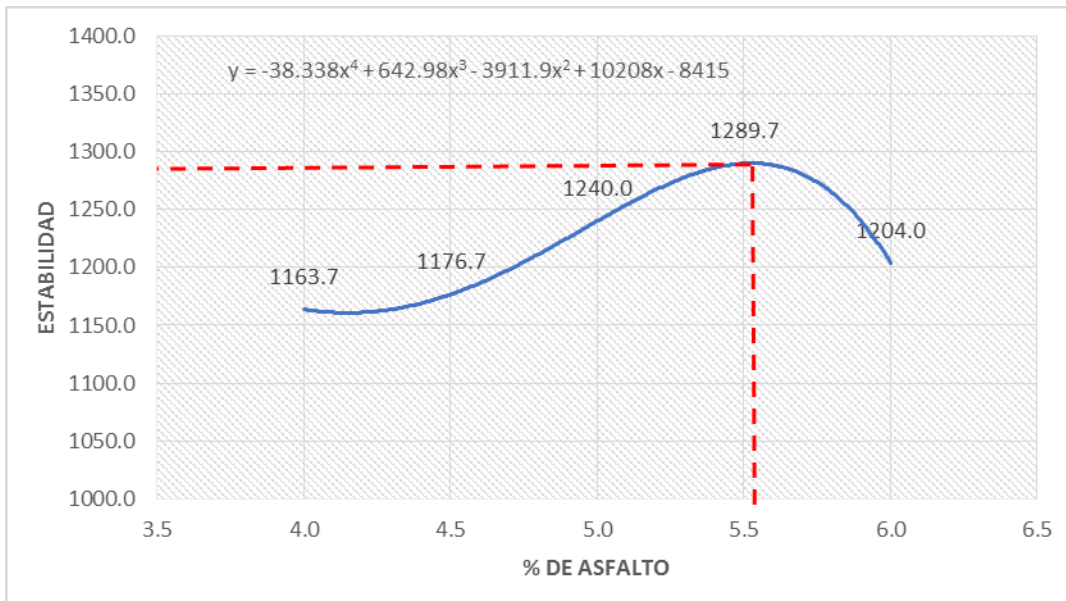
Tabla N° 60 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% oxido metálico férrico con pigmento Chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1265.7
5.3	1276.5
5.4	1284.4
5.51	1288.3
5.6	1286.7
5.7	1278.8
5.8	1263.0
5.9	1238.0
6	1202.2

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

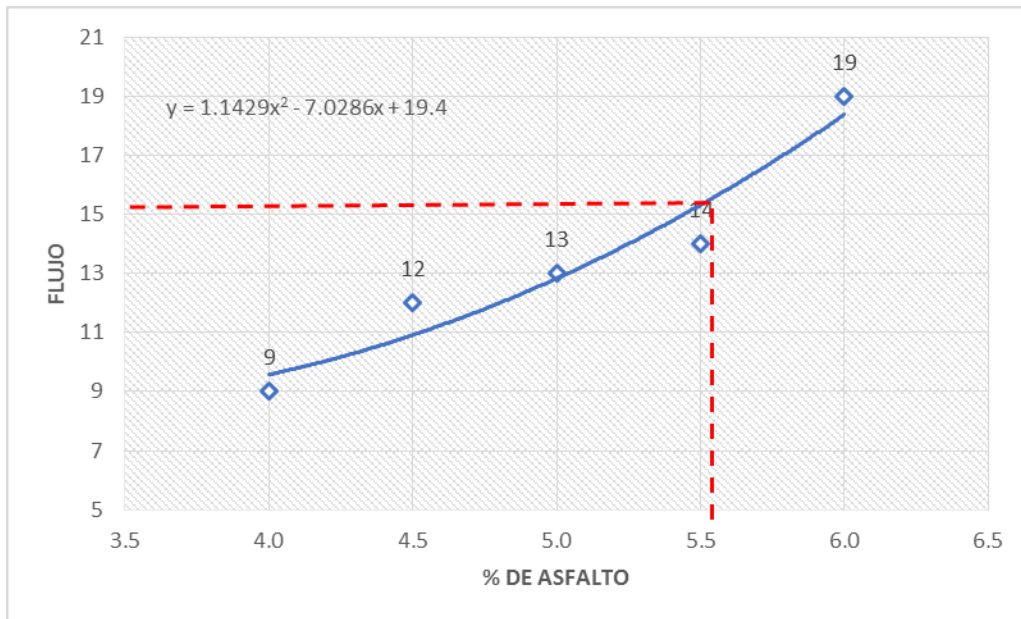
Al analizar los resultados de los gráficos se observó que el límite para pigmentar se encuentra en el rango de 4% - 8%.

Figura N° 88 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



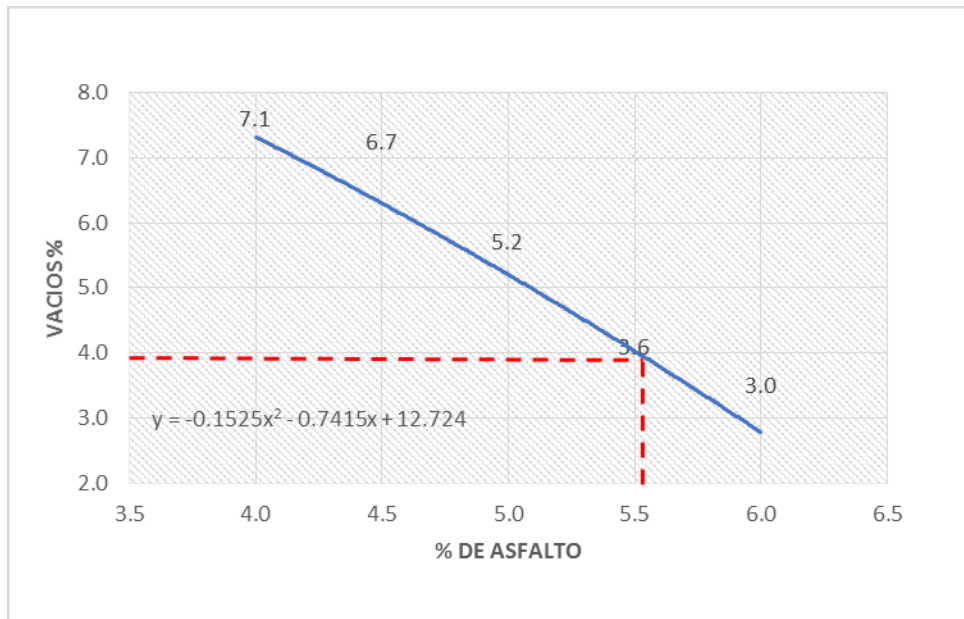
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 89 Curva de flujo con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



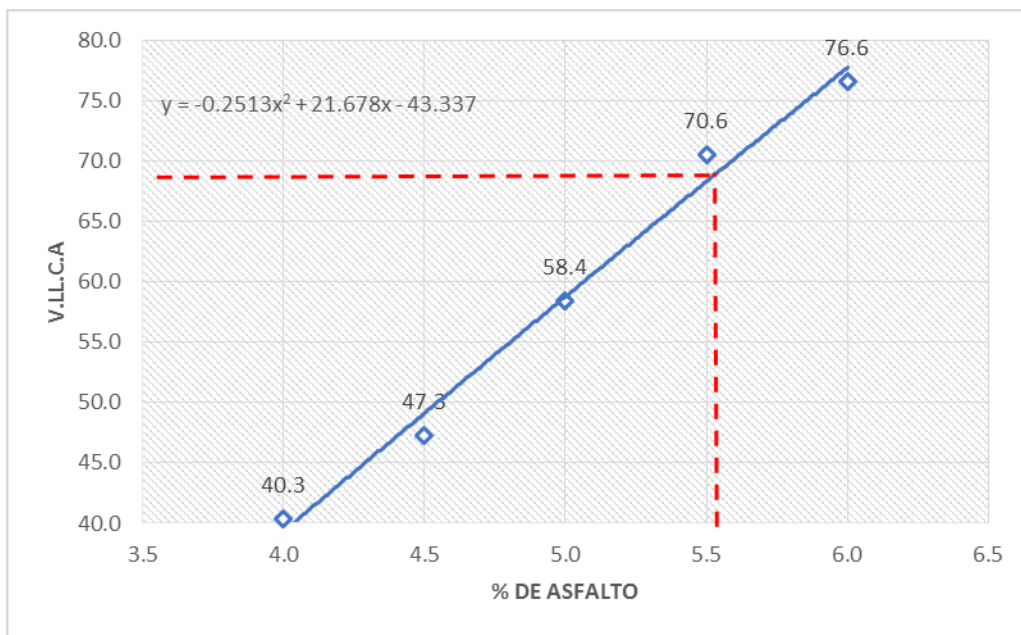
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 90 Curva de vacíos con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 91 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018



## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 8% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER

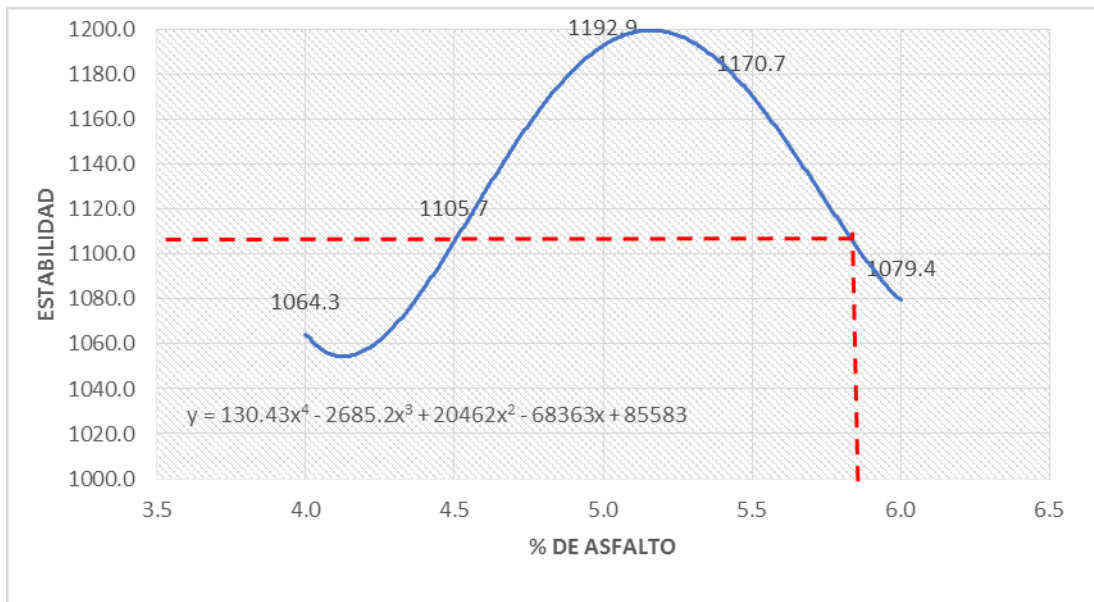
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 8% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 1105.6.

Tabla N° 61 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% óxido metálico férrico con pigmento Chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1192.7
5.3	1187.7
5.8	1105.6
5.9	1086.6
6.0	1071.1
6.1	1061.6
6.2	1061.1
6.4	1099.5
6.5	1145.7

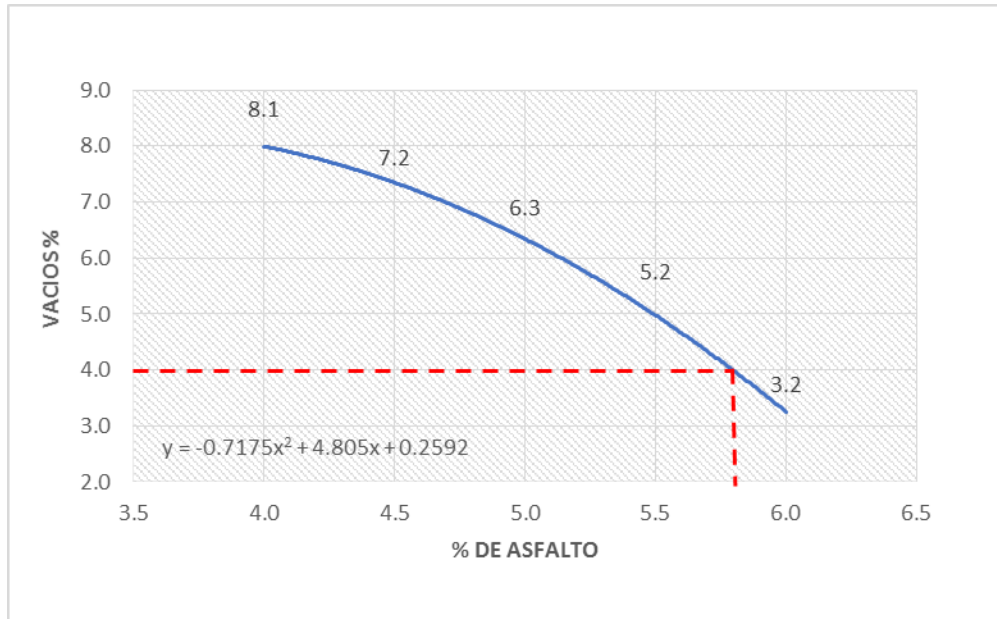
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 92 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



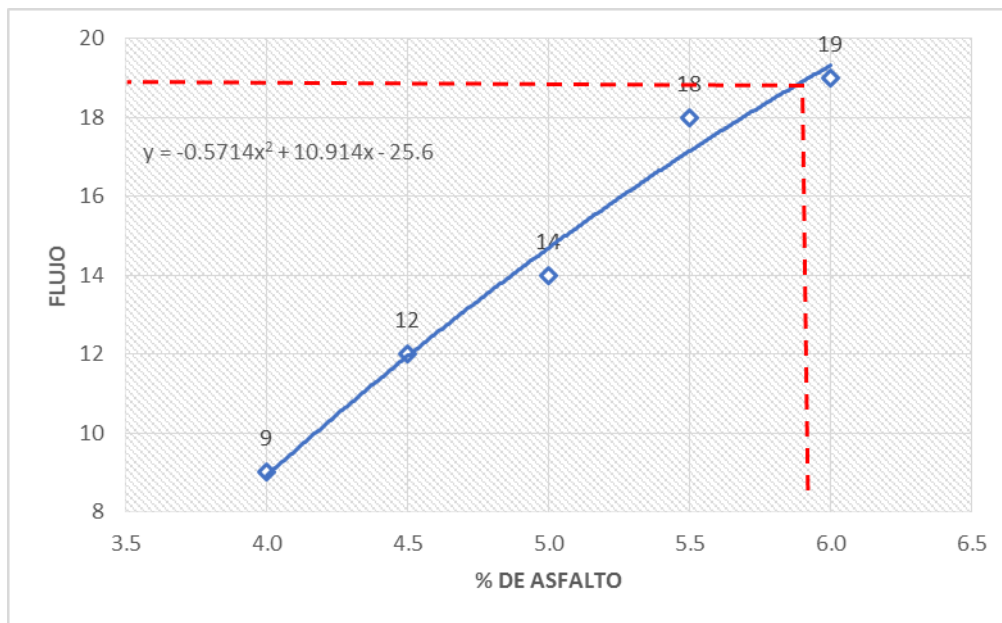
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 93 Curva de vacíos con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



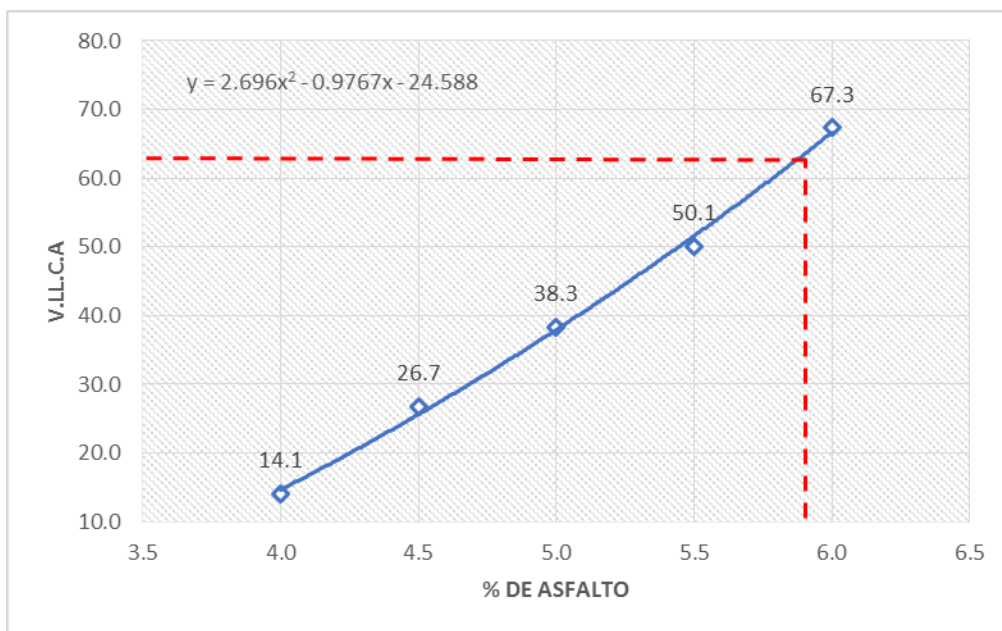
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 94 Curva de flujo con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 95 Curva de vacíos lleno con cemento asfáltico con 4% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 12% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER

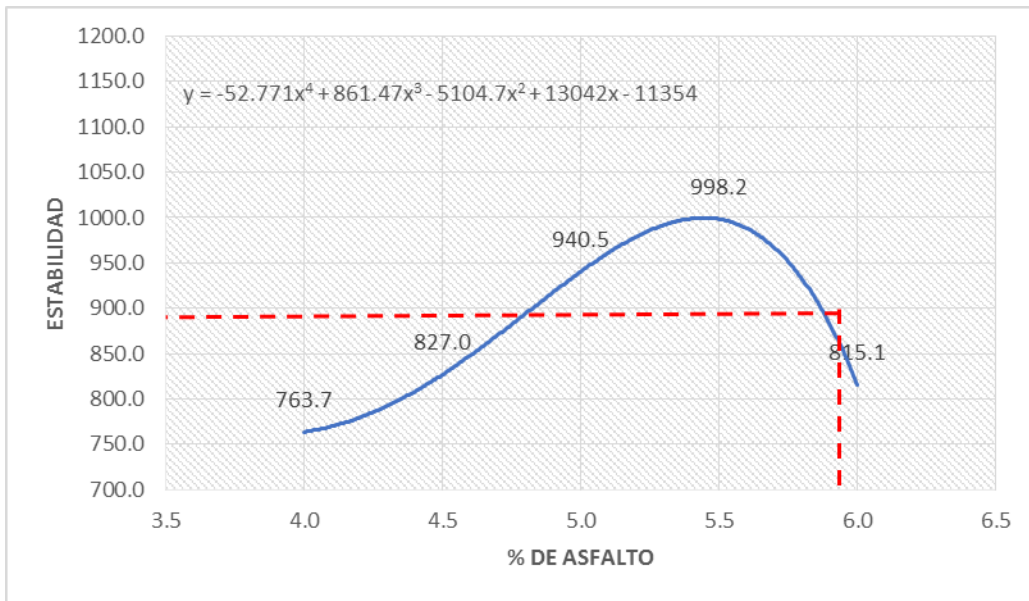
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 12% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 899.2 Kg.

Tabla N° 62 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% óxido metálico férrico con pigmento Chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	978.8
5.3	991.8
5.4	998.8
5.87	899.2
6	815.1

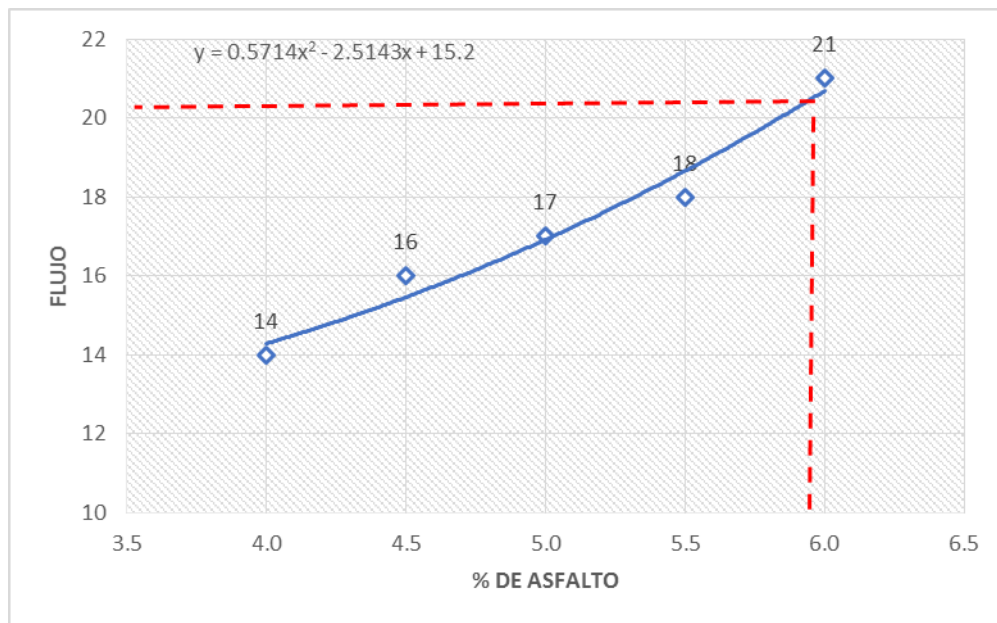
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 96 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



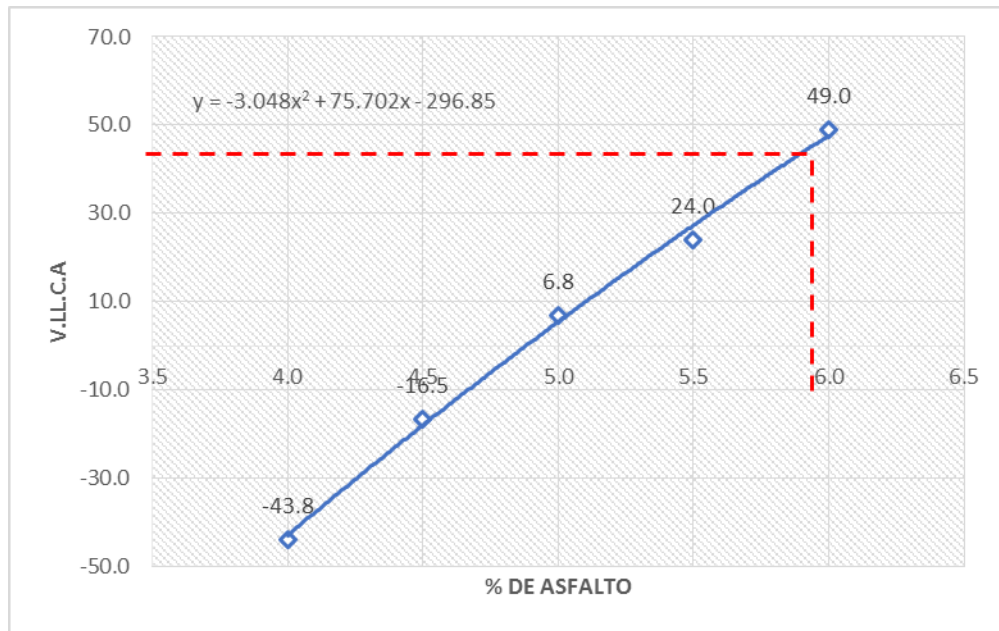
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 97 Curva de flujo con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



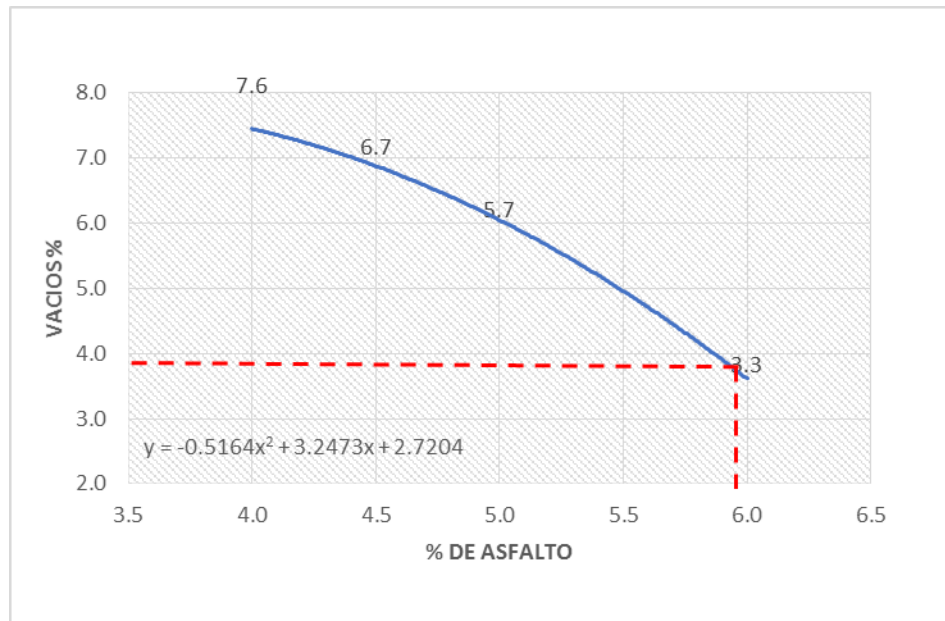
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 98 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 99 Curva de vacíos con 12% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 15% DE ÓXIDO FÉRRICO CON PIGMENTO CHROMAFER

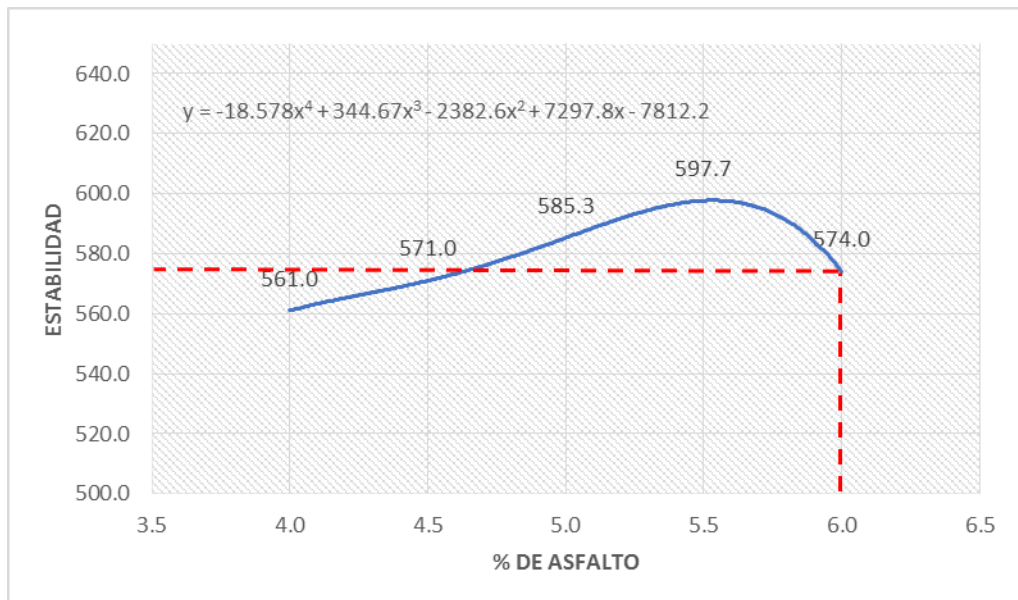
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 15% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 572.6 Kg.

Tabla N° 63 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% óxido metálico férrico con pigmento Chromafer

% ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	590.7
5.3	593.4
5.4	595.4
5.5	596.5
6	572.6
6.01	571.4

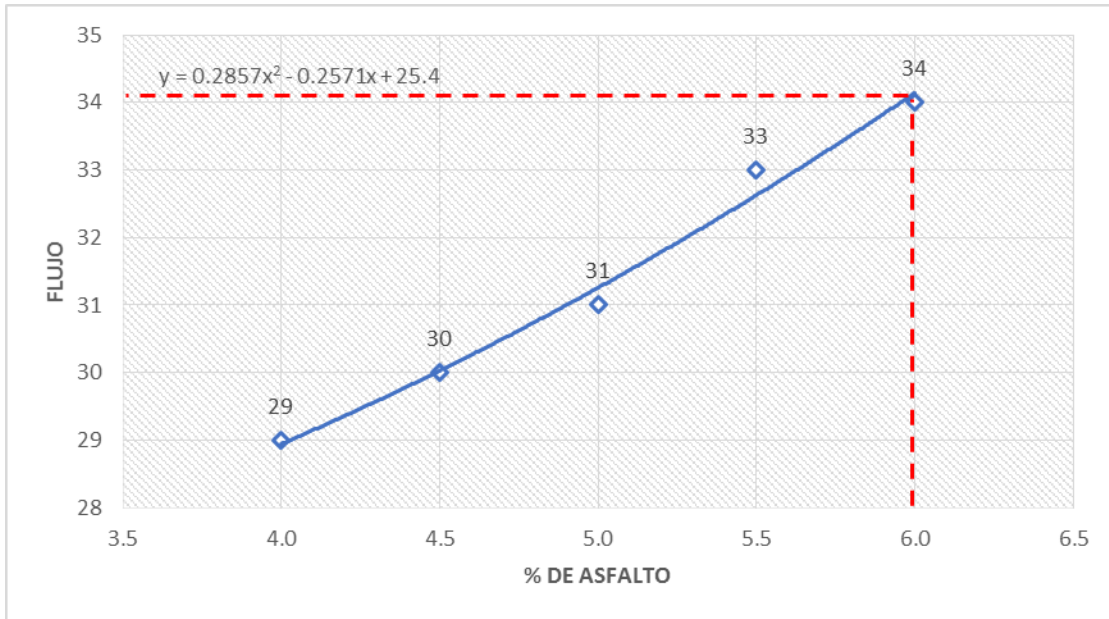
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 100 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



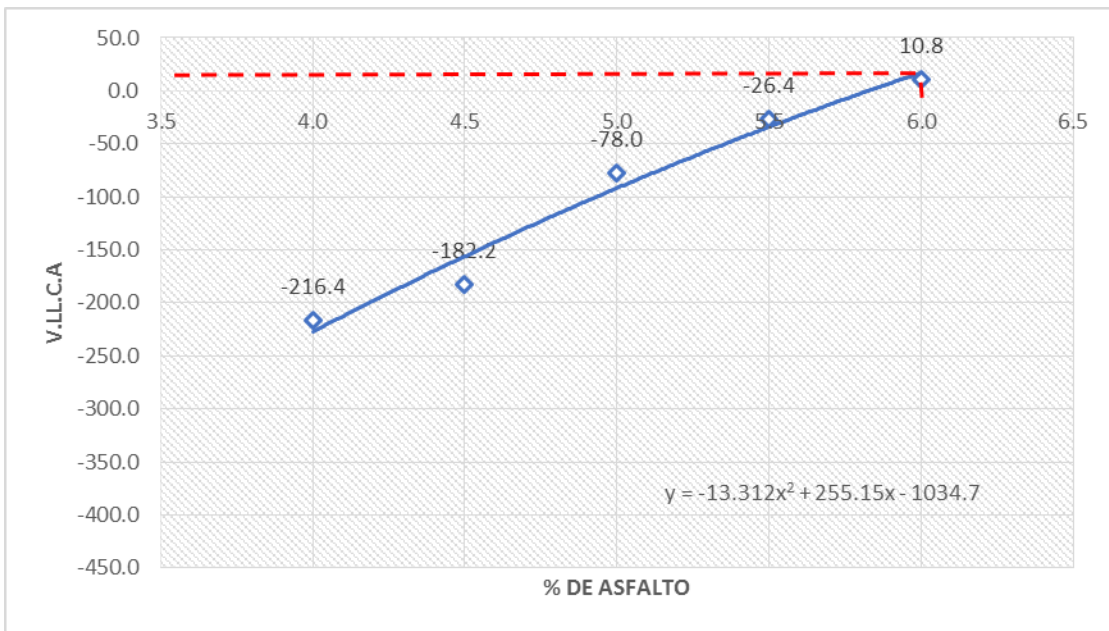
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 101 Curva de flujo con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



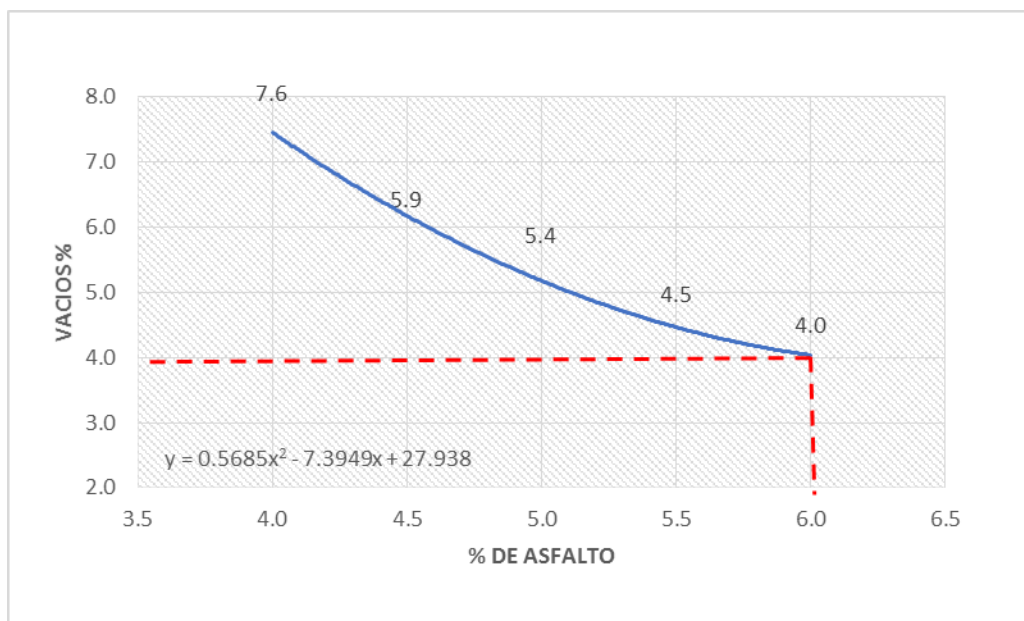
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 102 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 103 Curva de vacíos con 15% de óxido metálico férrico con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR LIVIANO 35 GOLPES CON ÓXIDO METÁLICO FÉRRICO-OCRE

#### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 4% DE ÓXIDO FÉRRICO – OCRE

Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 4% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una estabilidad de 1194.3 Kg.

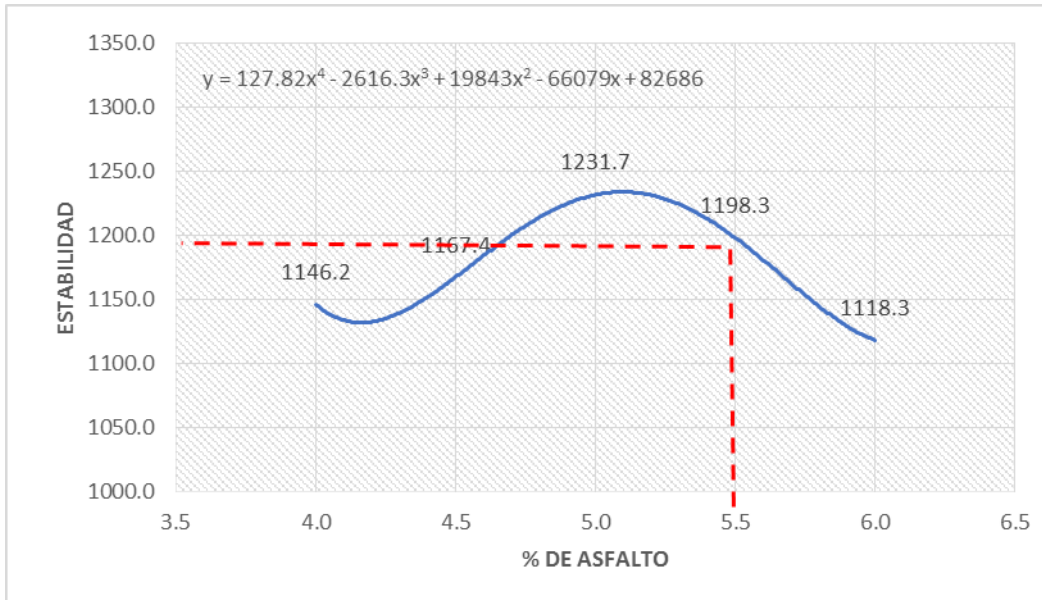
Tabla N° 64 Estabilidad de espécimen dosificado con 4% de óxido metálico férrico - OCRE

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5	1216.0
5.1	1217.5
5.2	1214.3
5.3	1206.4
5.4	1194.3
5.7	1141.1
6	1093.9

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

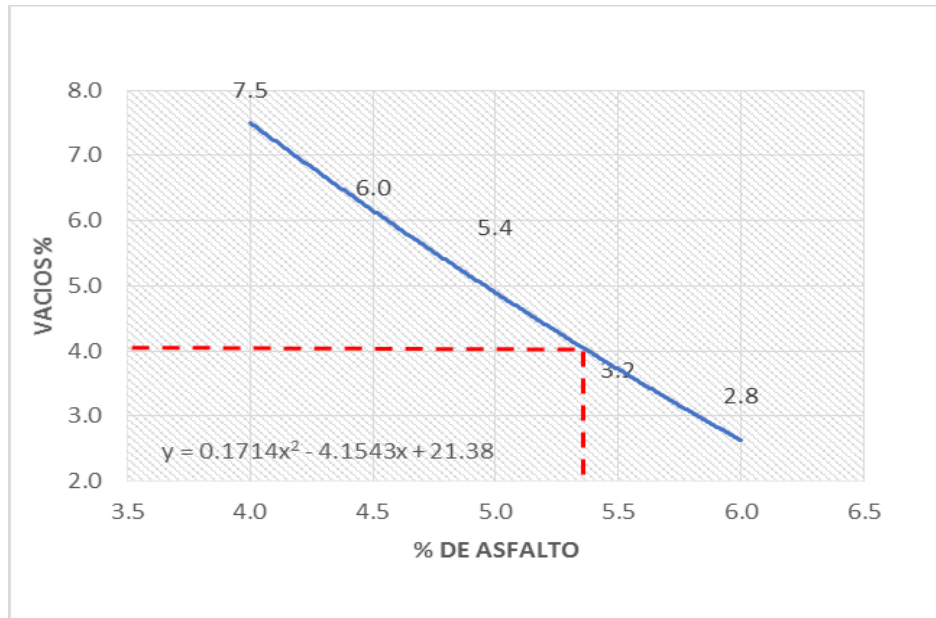


Figura N° 104 Curva de estabilidad de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre



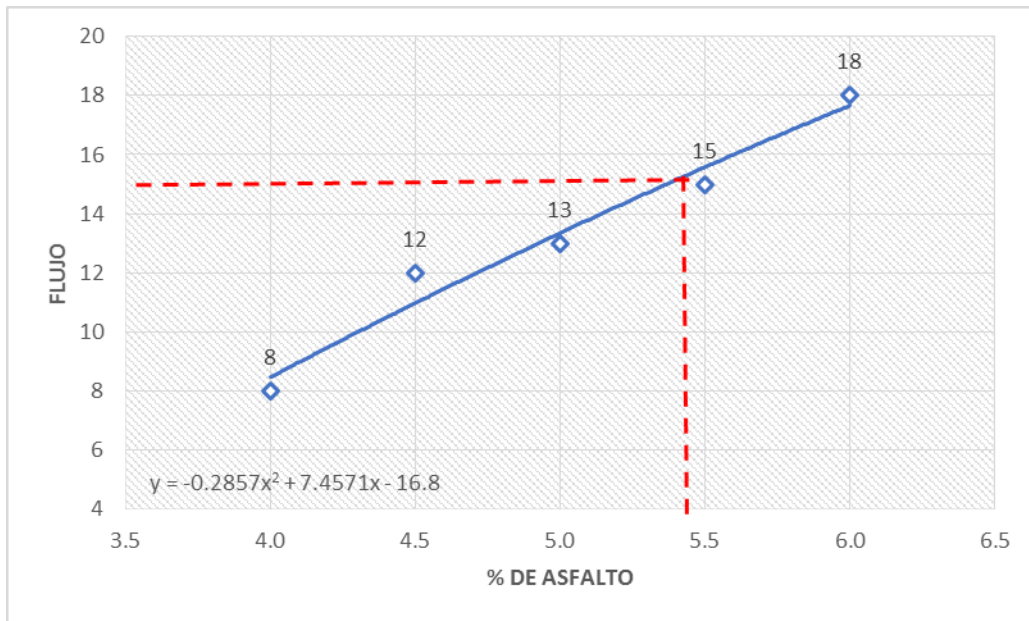
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 105 Curva de vacíos de espécimen con 4% de óxido metálico férrico - ocre



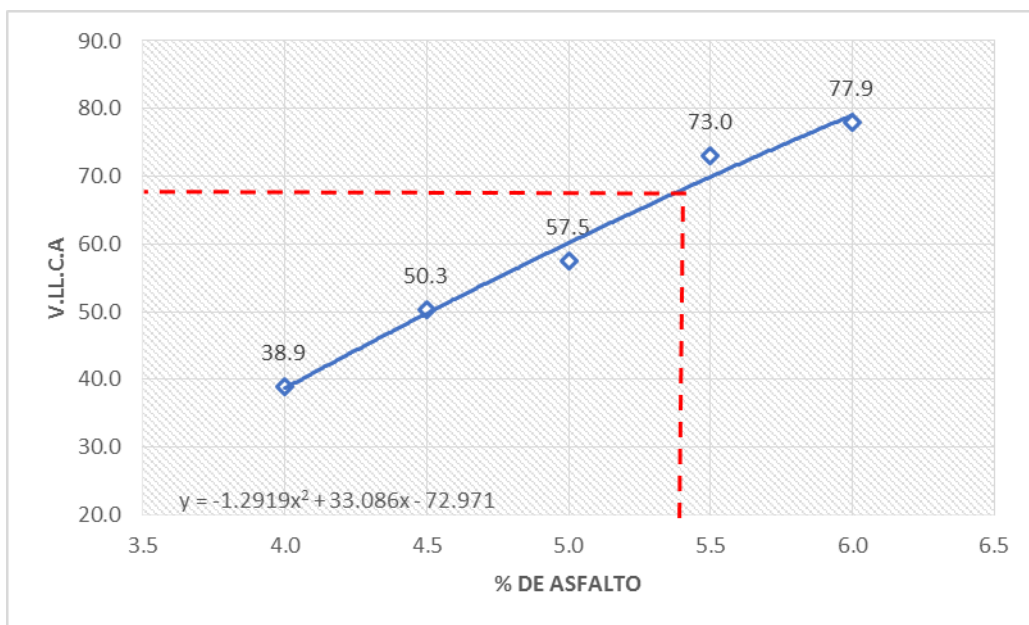
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 106 Curva de flujo de espécimen con 4% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 107 Curva de VFA de espécimen con 4% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 8% DE ÓXIDO FÉRRICO – OCRE

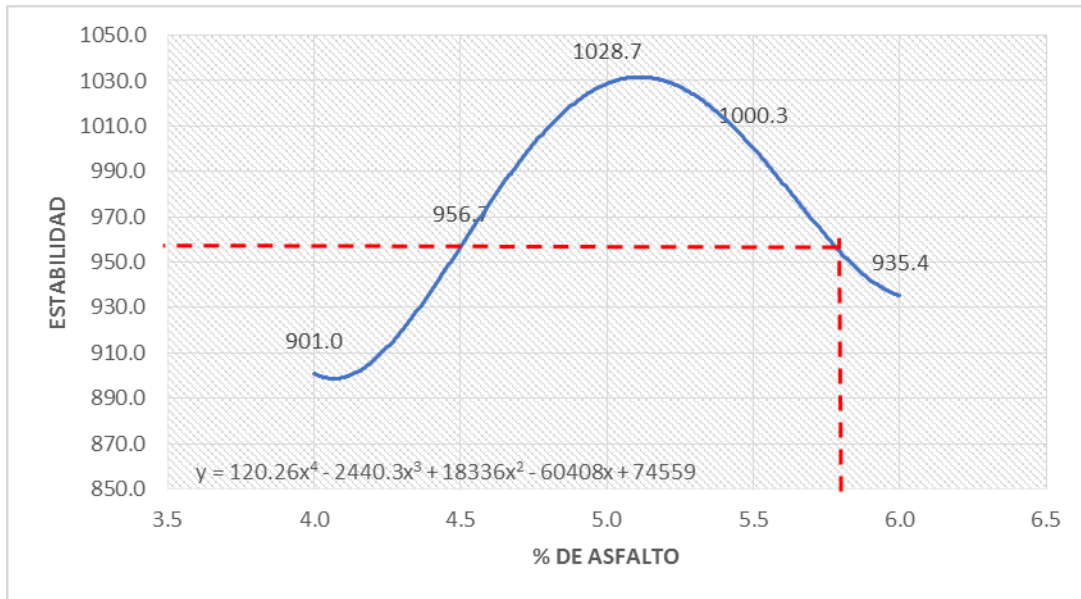
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 8% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una carga máxima de 981.4 Kg.

Tabla N° 65 Estabilidad de espécimen dosificado con 8% óxido metálico férrico - OCRE

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1046.6
5.3	1041.2
5.76	981.4
5.8	976.0
6	959.2

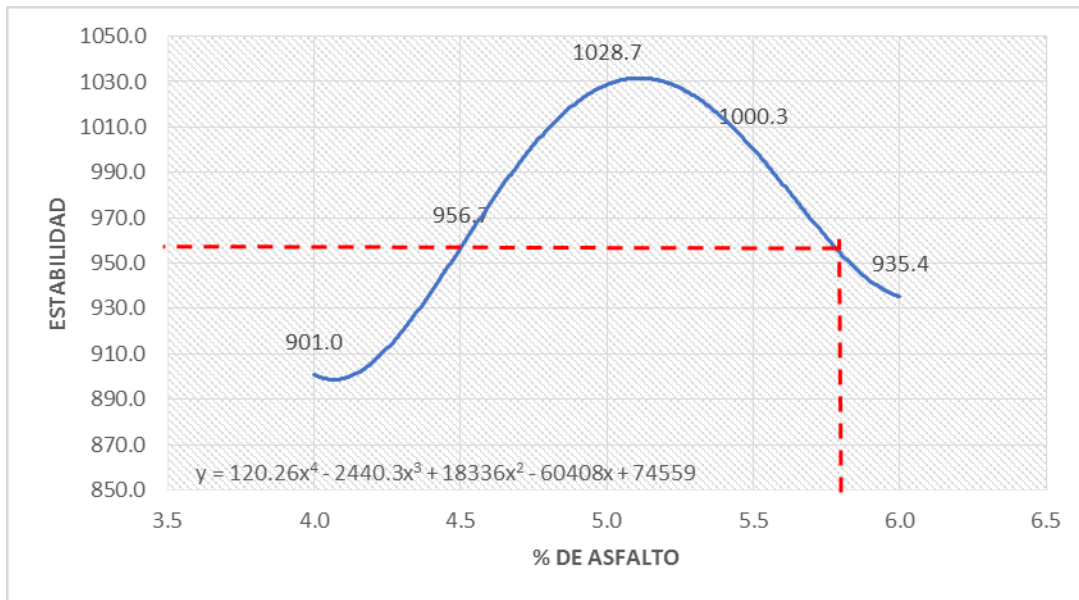
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 108 Curva de estabilidad de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre



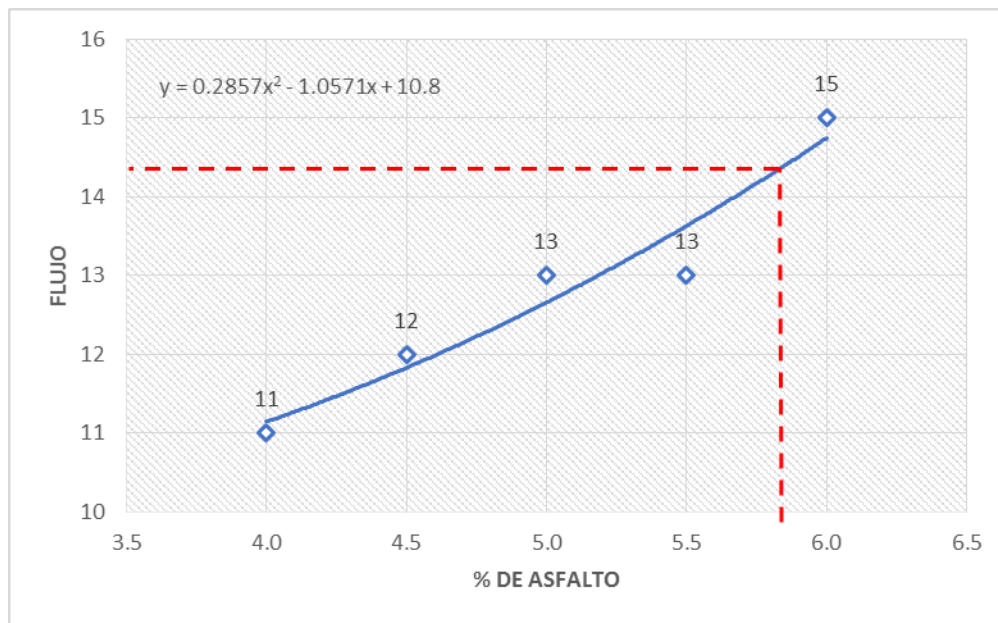
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 109 Curva de vacíos de espécimen con 8% de óxido metálico férrico - ocre



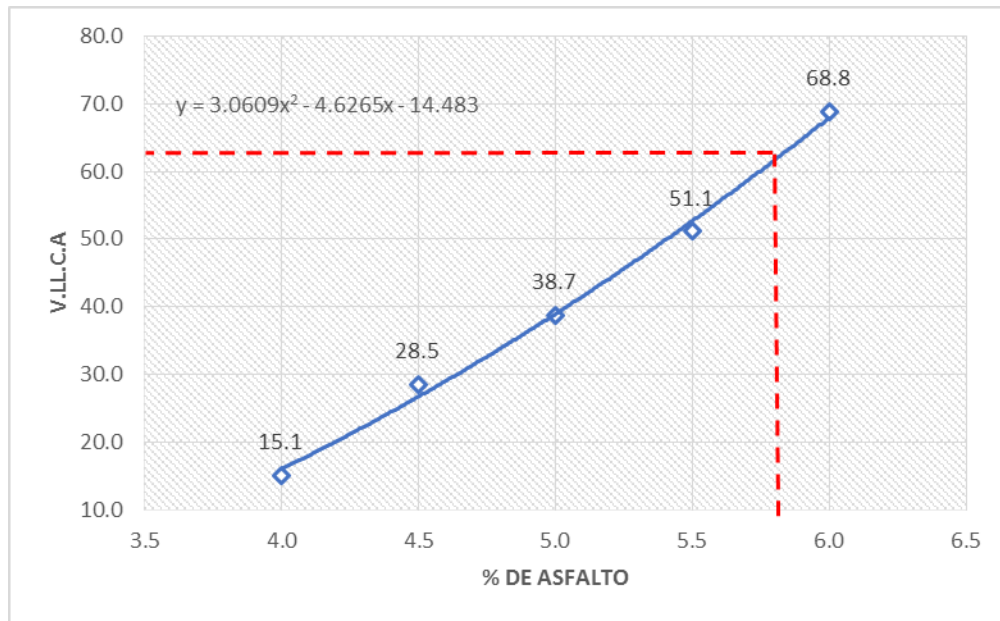
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 110 Curva de flujo de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 111 Curva de VFA de espécimen con 8% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 12% DE ÓXIDO FÉRRICO – OCRE

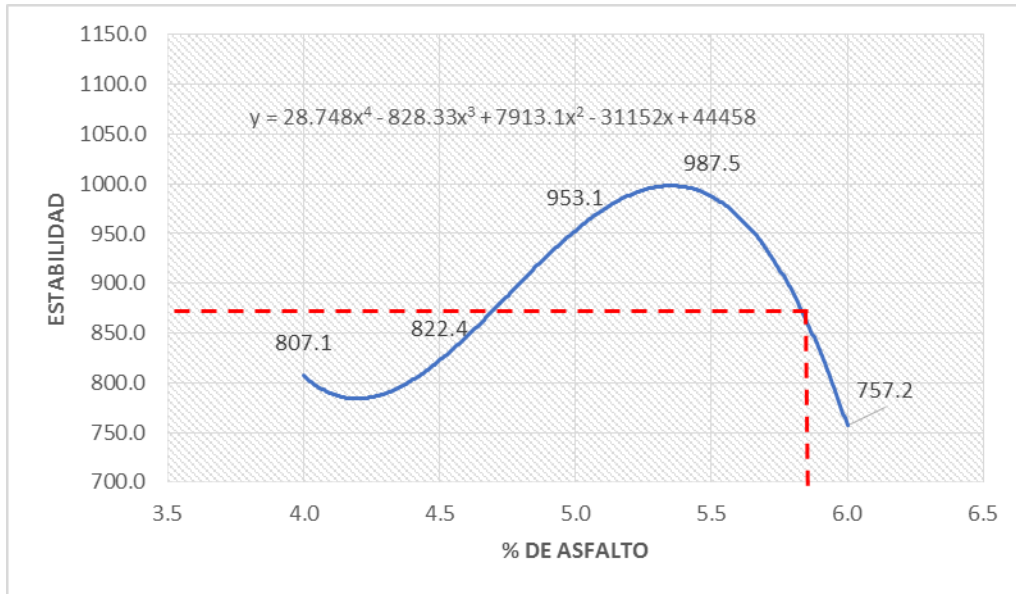
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 12% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una carga máxima de 860.9 Kg.

Tabla N° 66 Estabilidad de espécimen dosificado con 12% de óxido metálico férrico - OCRE

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	987.4
5.3	995.6
5.85	860.9
5.98	771.7
6.0	755.7

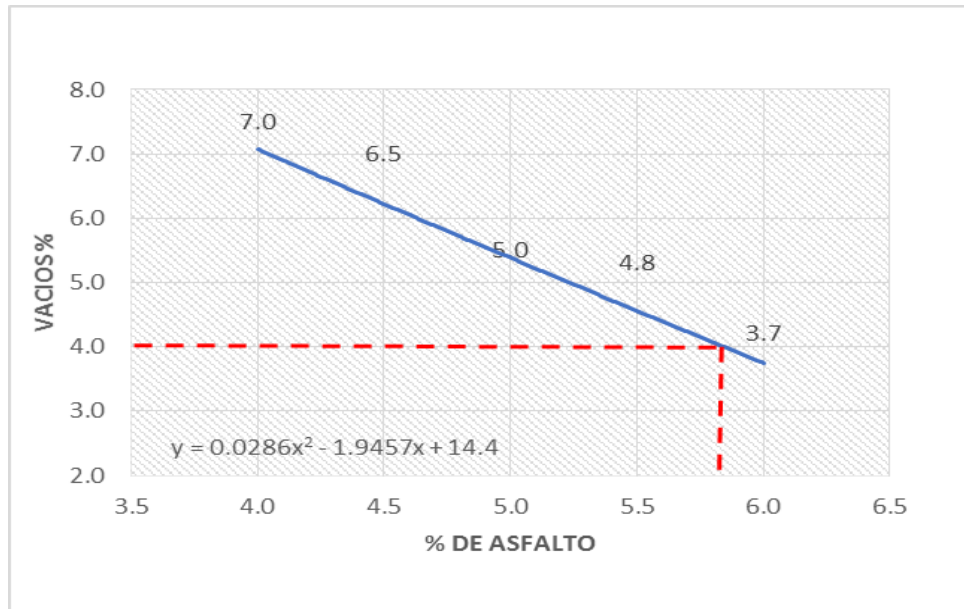
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 112 Curva de estabilidad de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre



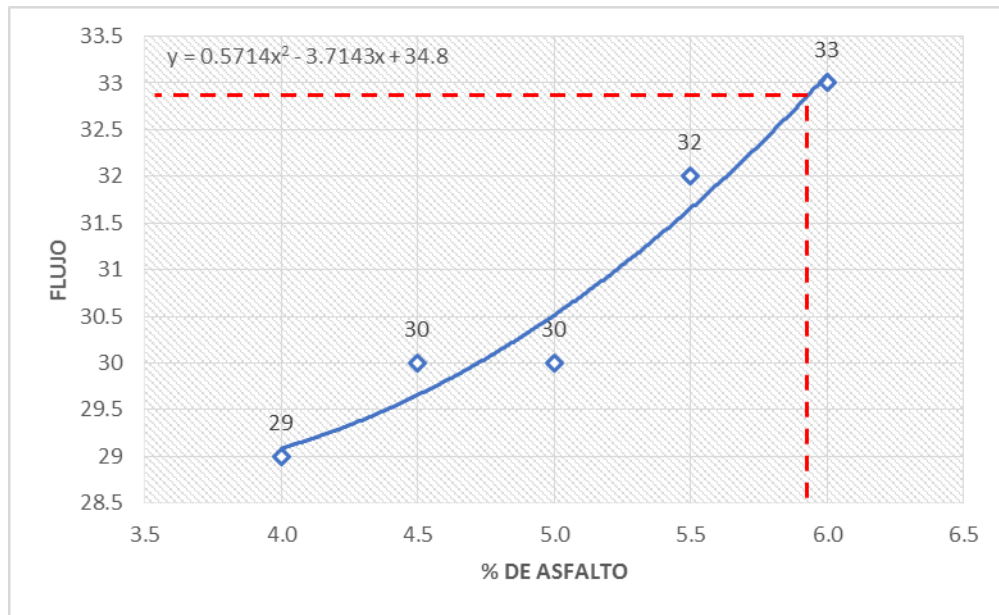
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 113 Curva de vacíos de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre



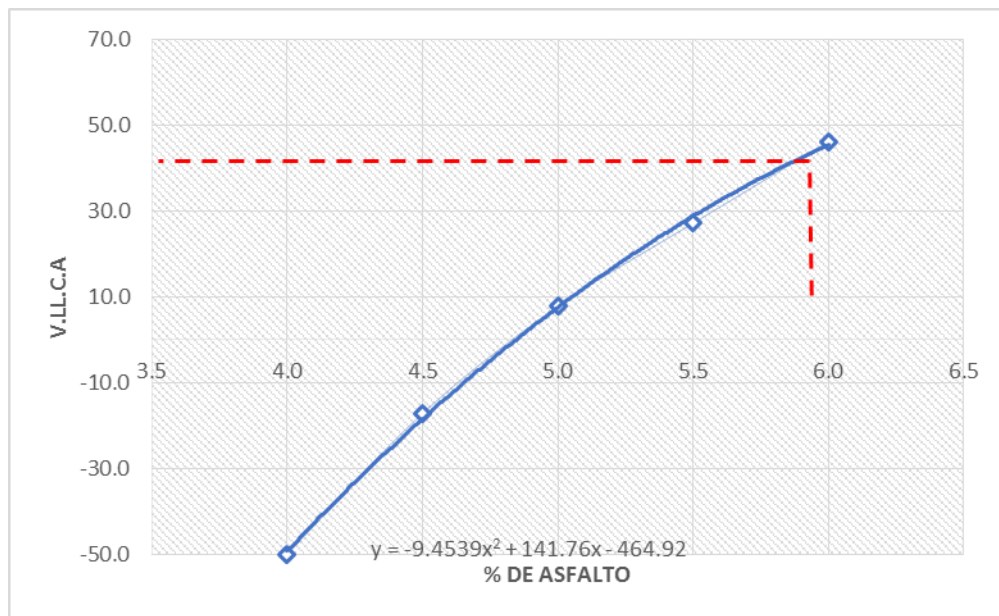
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 114 Curva de flujo de espécimen con 12% de óxido metálico férrico - ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 115 Curva de VFA de espécimen con 12% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 15% DE ÓXIDO FÉRRICO – OCRE

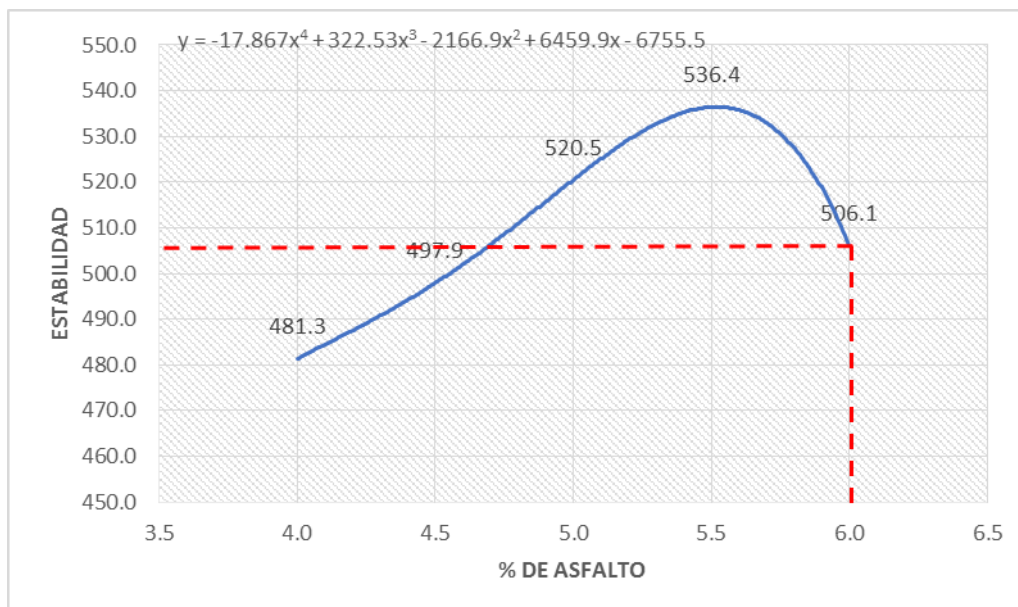
Se evaluó la resistencia a la deformación de los especímenes dosificados con 15% de material pigmentable como los óxidos metálicos por la metodología Marshall a través de la carga de esfuerzo a compresión de 10 especímenes para evaluación de sus condiciones mecánicas, en resumen obteniendo una carga máxima de 506.3 Kg.

Tabla N° 67 Estabilidad de espécimen dosificado con 15% de óxido metálico férrico - OCRE

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	529.6
5.3	533.1
5.4	535.6
6	506.3
6.01	504.9
6.02	503.3

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

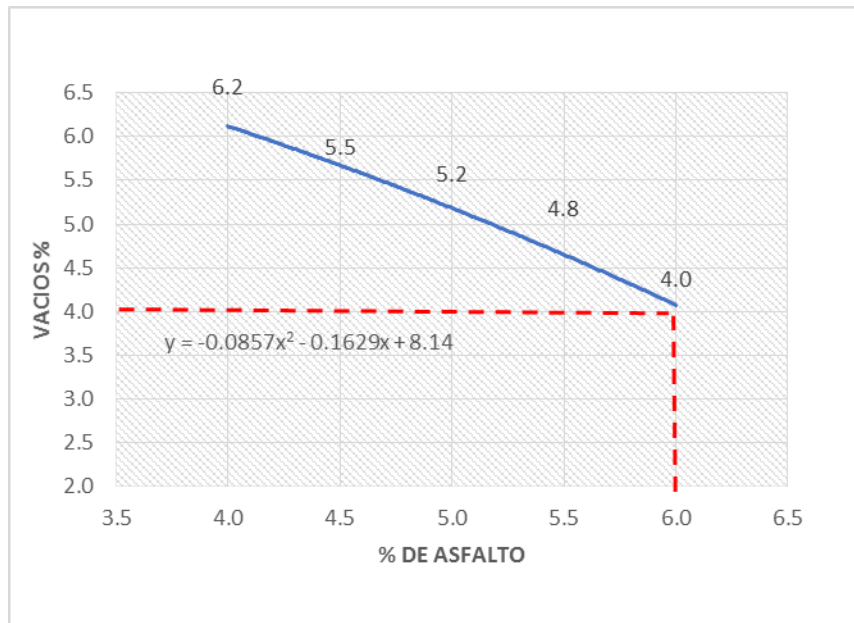
Figura N° 116 Curva de estabilidad de espécimen con 15% de óxido metálico férrico - ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

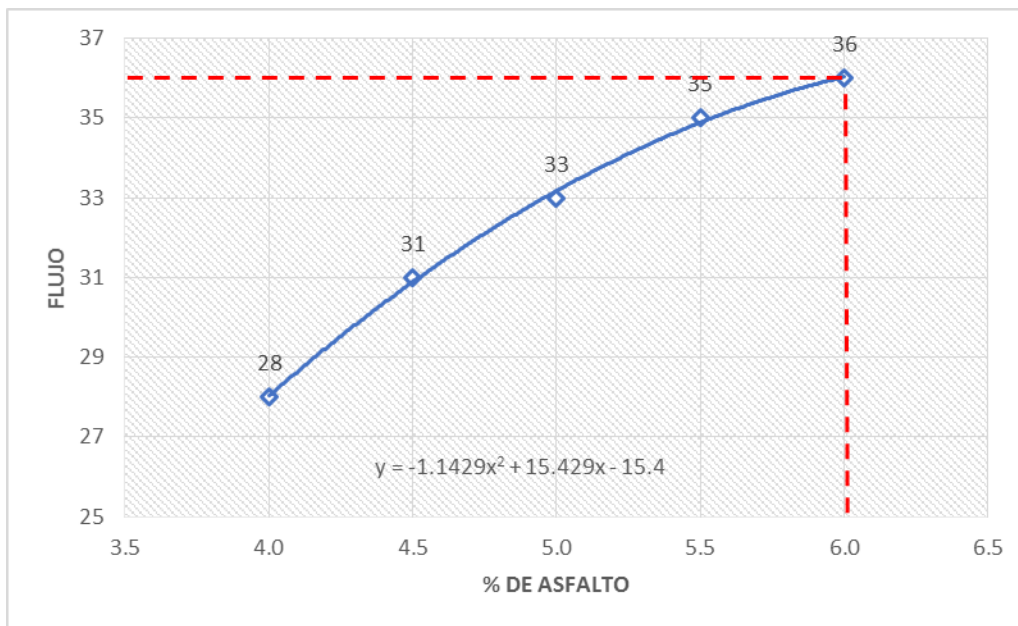


Figura N° 117 Curva de vacíos de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre



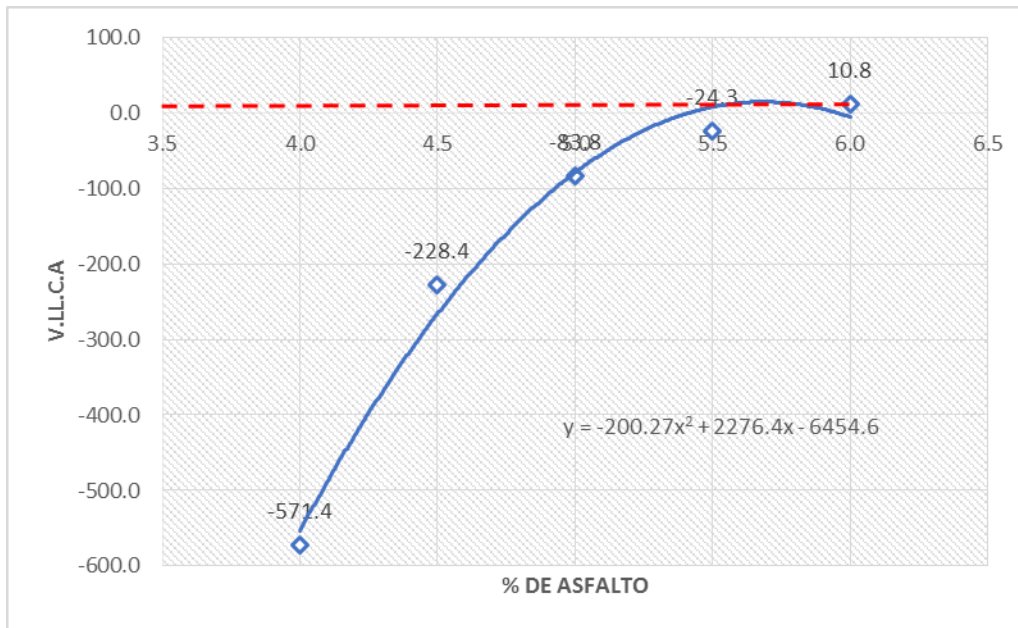
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 118 Curva de flujo de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 119 Curva de VFA de espécimen con 15% de óxido metálico férrico – ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### 4.2.3 RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS CON PIGMENTO CHROMAFER Y ÓXIDO FÉRRICO (OCRE) PARA FLUJO VEHICULAR LIGERO

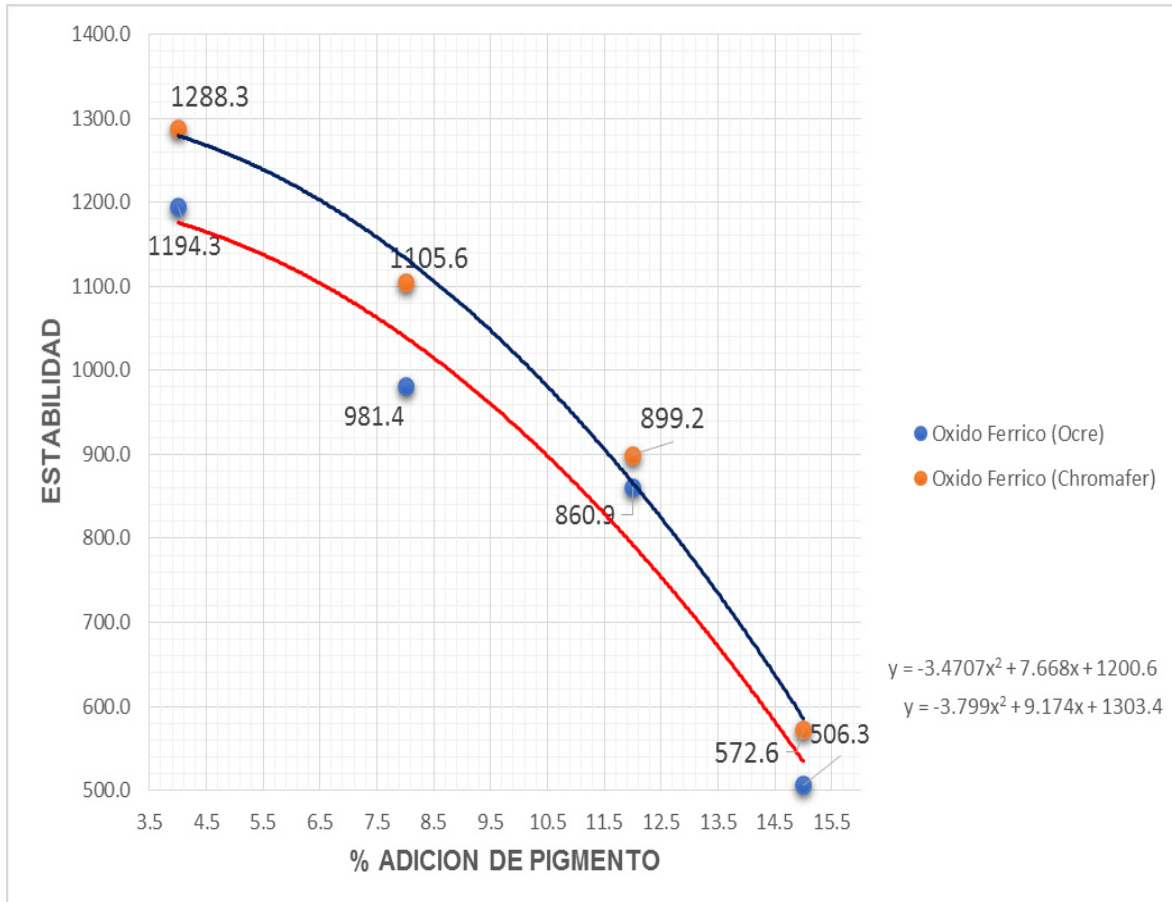
Resultado de evaluación del efecto del pigmento en la estabilidad de MAC.

Tabla N° 68 Estabilidad de MAC elaborados con Chomafer y Ocre

% DE PIGMENTO	ESTABILIDAD	
	Ocre	Chromafer
4.0	1194.3	1288.3
8.0	981.4	1105.6
12.0	860.9	899.2
15.0	506.3	572.6

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 120 Estabilidad de MAC elaborados con Chomafer y Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR PESADO 75 GOLPES CON PIGMENTO CHROMAFER

Pigmentación con óxido de cromo Ocre y Chromafer para mezclas asfálticas en caliente en los porcentajes de 4, 8, 12 y 15%

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 4% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER

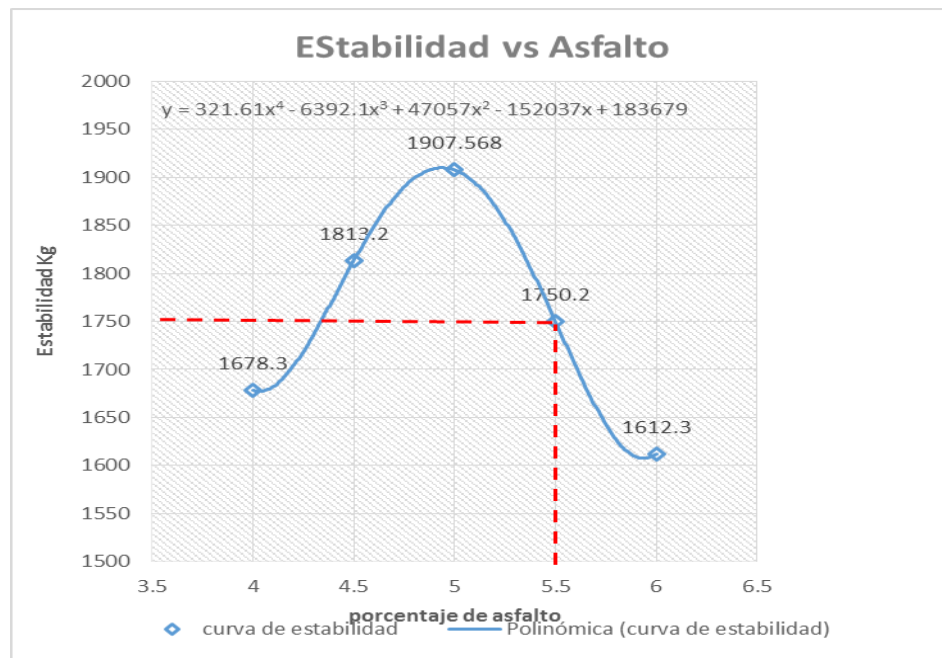
Se determinó una estabilidad de 1757.4 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato Marshall.

Tabla N° 69 Resultados de especímenes con 4% de pigmento óxido de cromo (Chromafer)

%ASFALTO	ESTABILIDAD
4	1680.8
4.5	1816.8
5	1912.8
5.5	1757.4
5.7	1669.4
6	1622

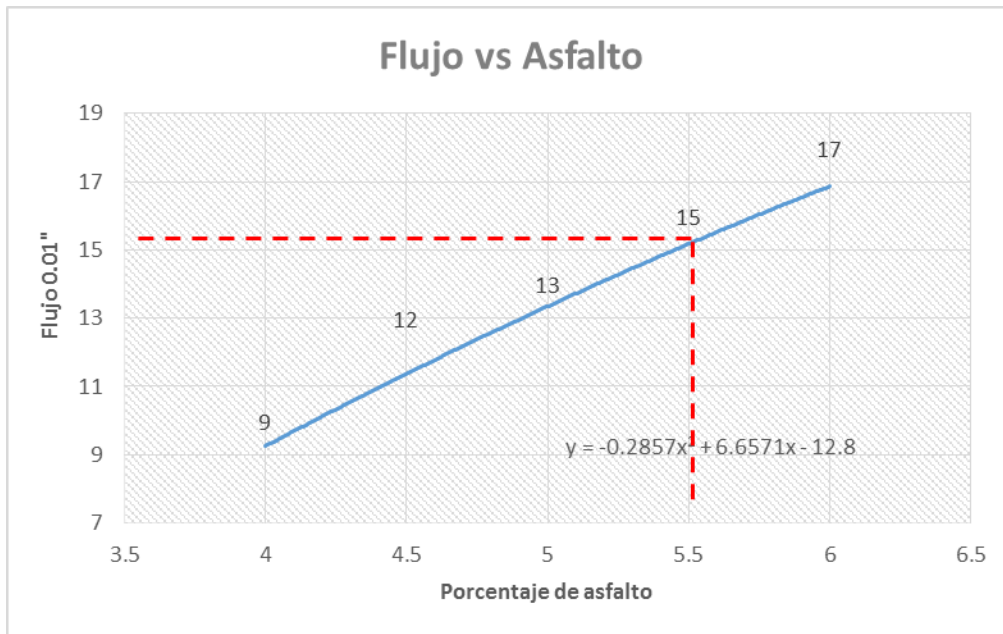
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 121 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo con pigmento Chromafer



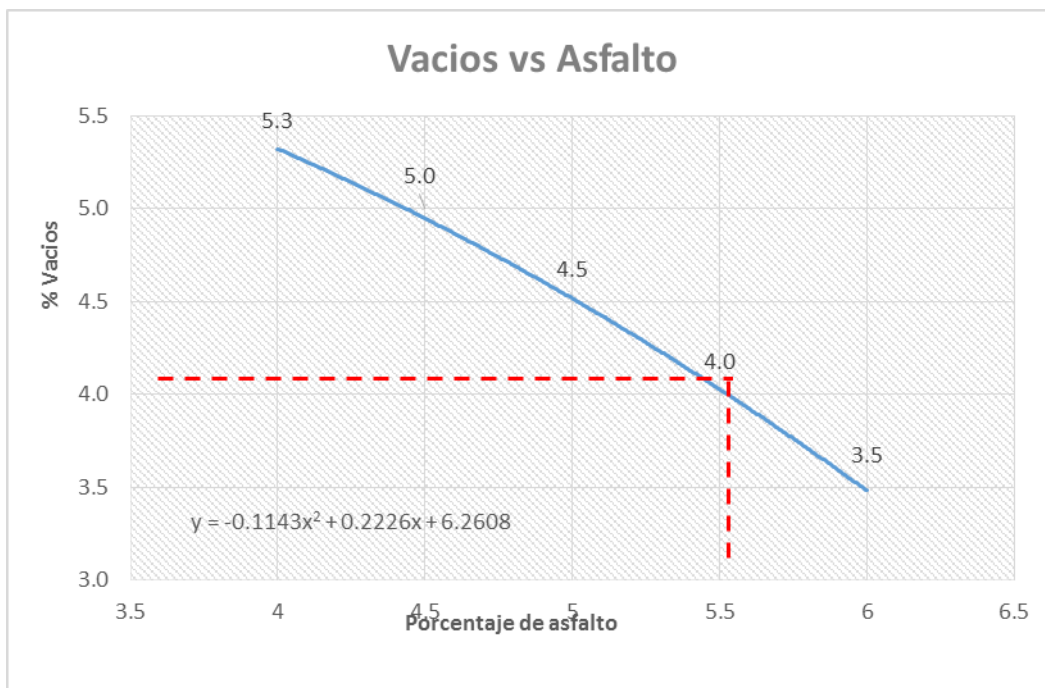
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 122 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo con pigmento Chromafer



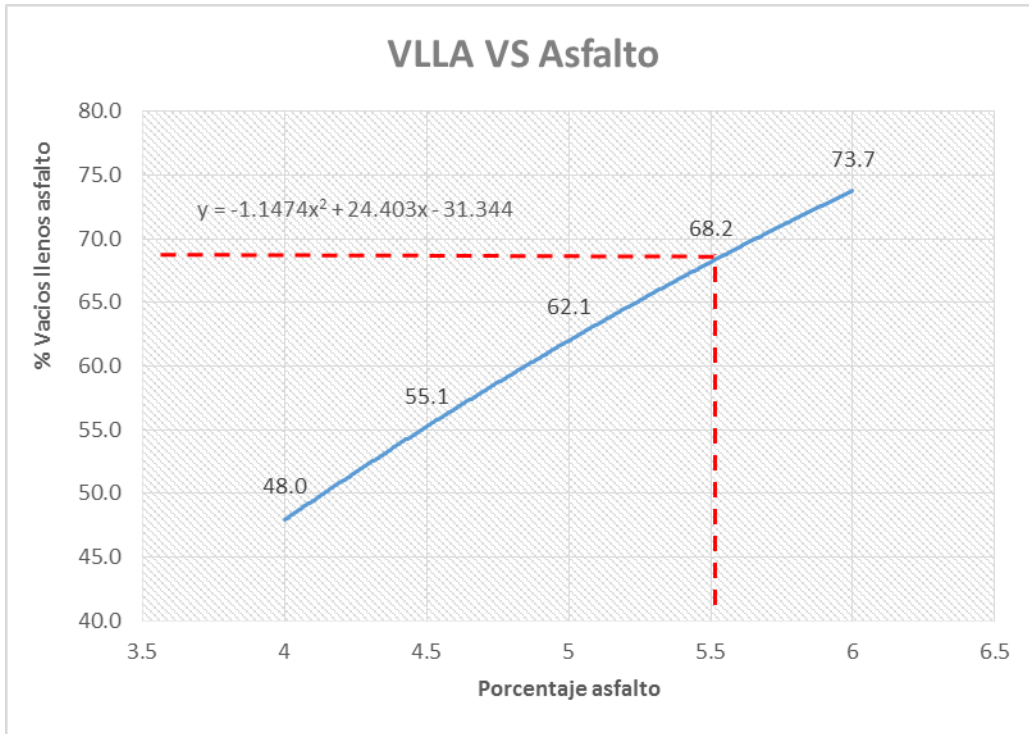
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 123 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo con pigmento Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 124 Curva de vacíos lleno con cemento asfáltico con 4% de óxido de cromo (Chromafer)



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 8% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER**

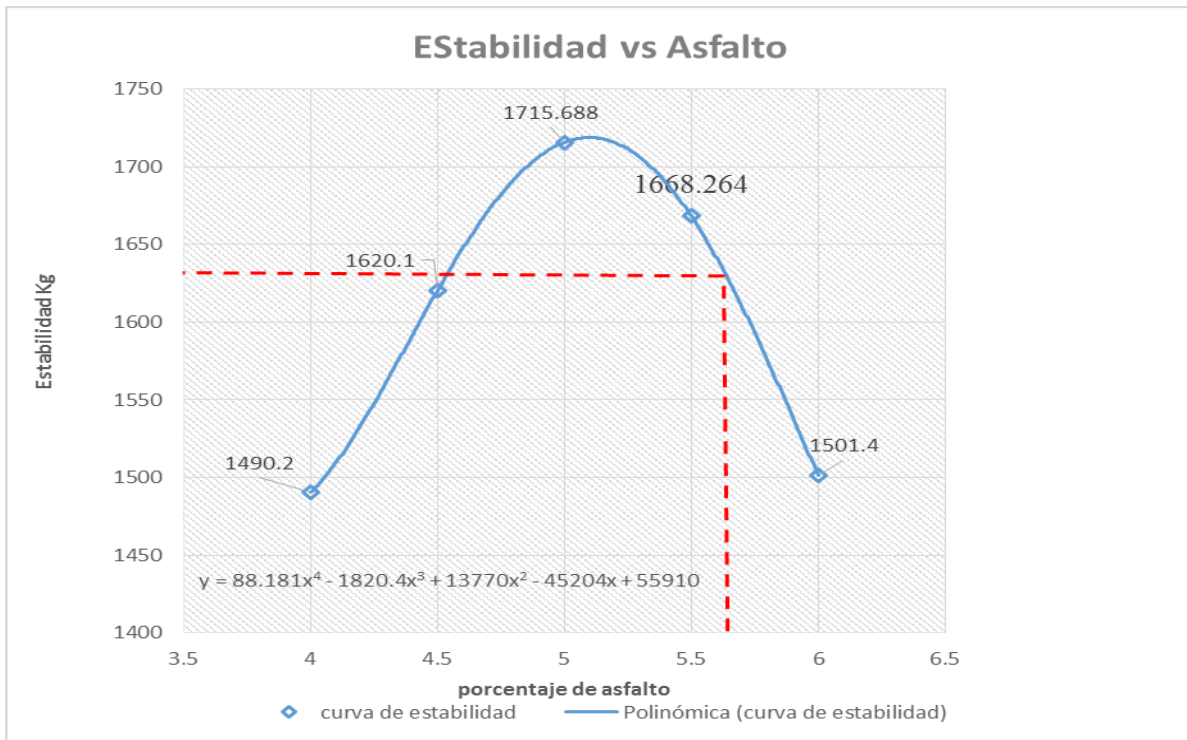
Se determinó una estabilidad de 1625 Kg, mediante resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato Marshall.

Tabla N° 70 Resultado de propiedades mecánicas con 8% de óxido de cromo (Chromafer)

%ASFALTO	ESTABILIDAD
4	1482.74
4.5	1610.27
5	1703.13
5.6	1625
5.7	1593.04
6	1482.18

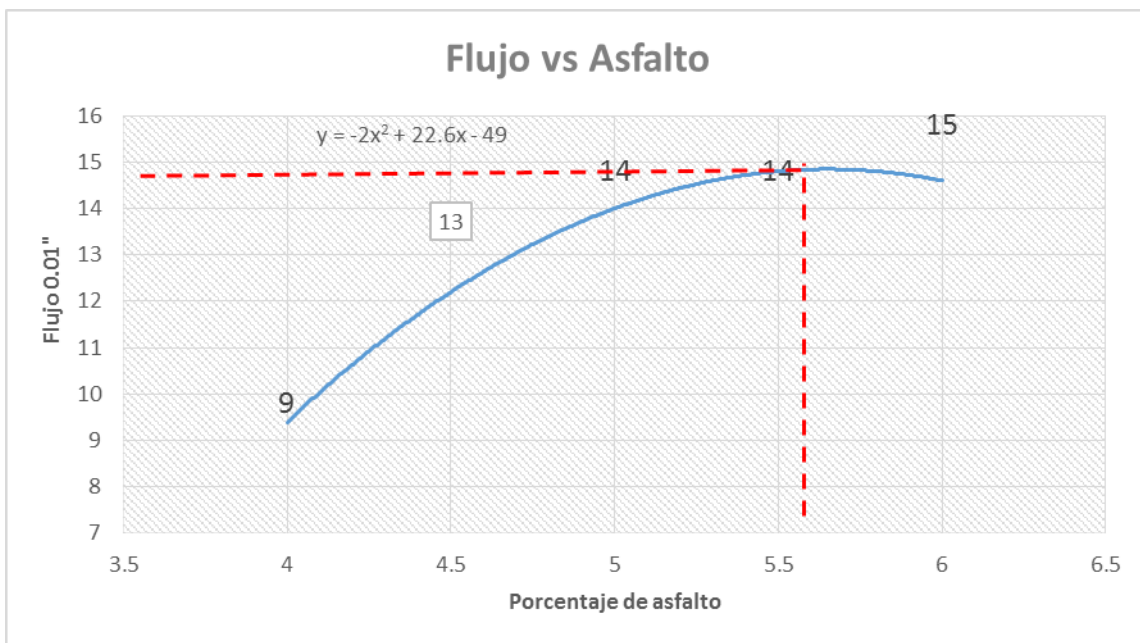
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 125 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Chromafer



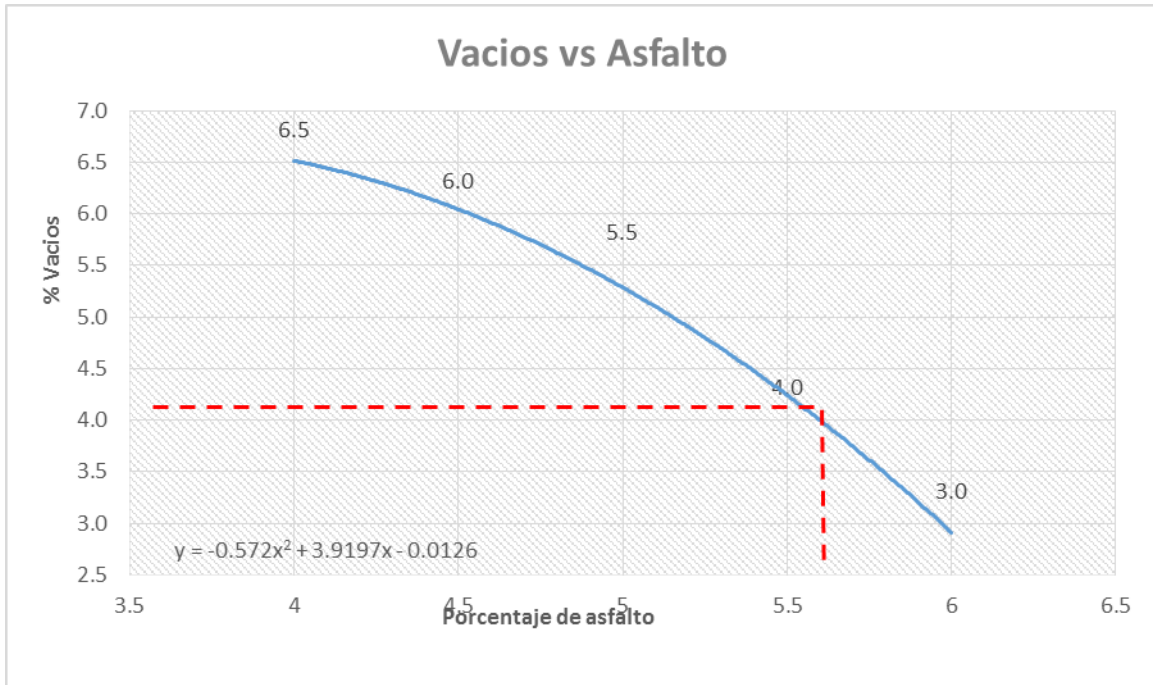
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 126 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Chromafer



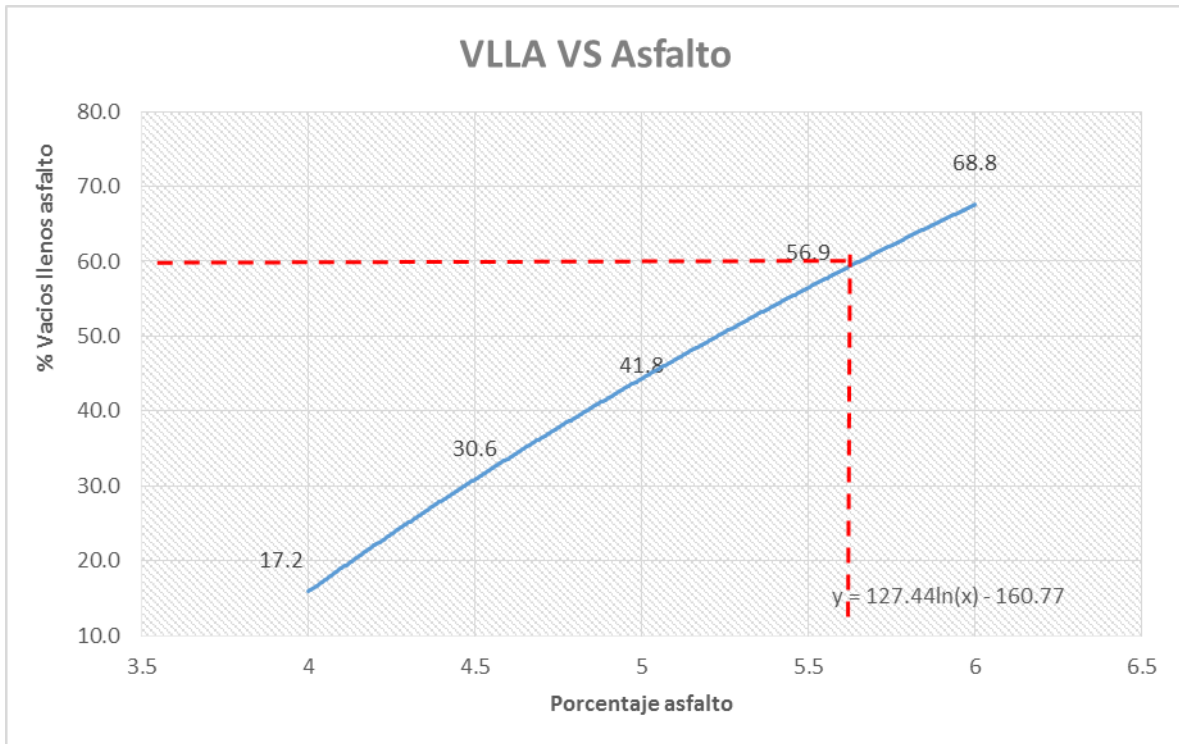
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 127 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 128 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 8% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018



## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 12% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER

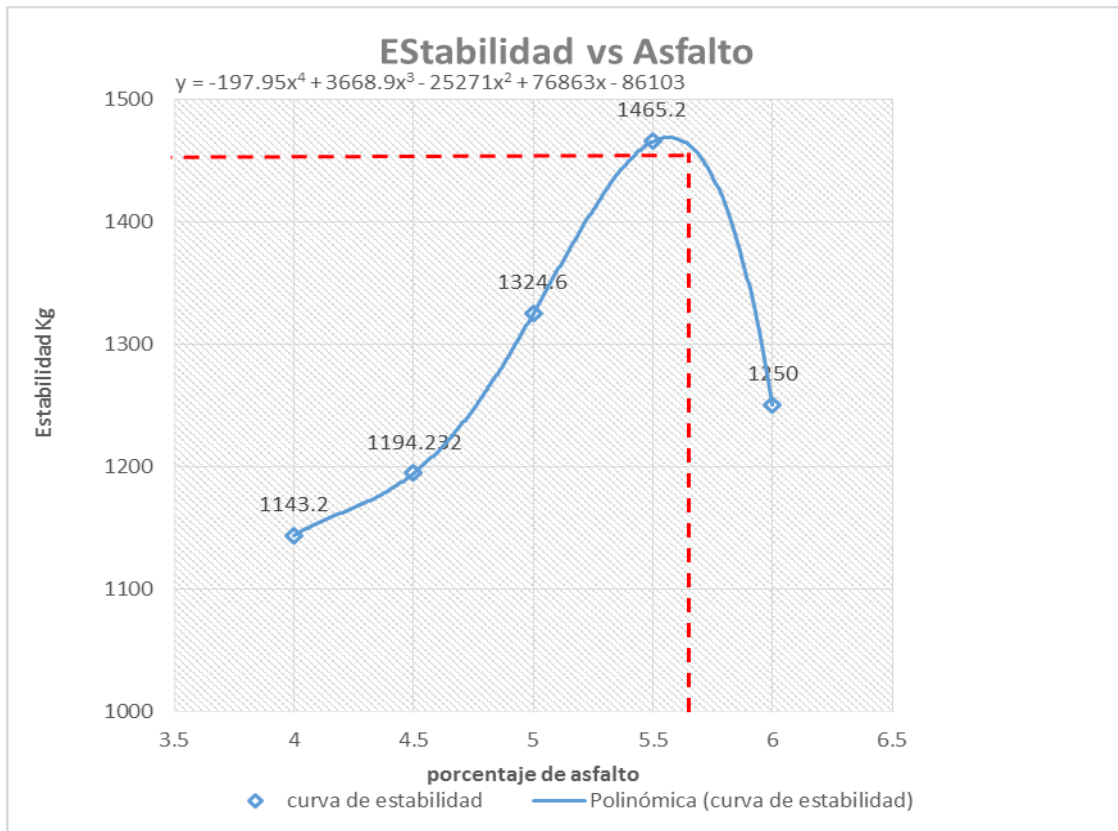
Se determinó una estabilidad de 1459.9 Kg, mediante el ensayo en el aparato Marshall y promedio de 10 briquetas.

Tabla N° 71 Resultados de propiedades mecánicas con 12% de óxido de cromo Chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
4	1147.4
4.5	1199.4
5	1330.8
5.6	1474.9
5.7	1459.9
6	1258.2

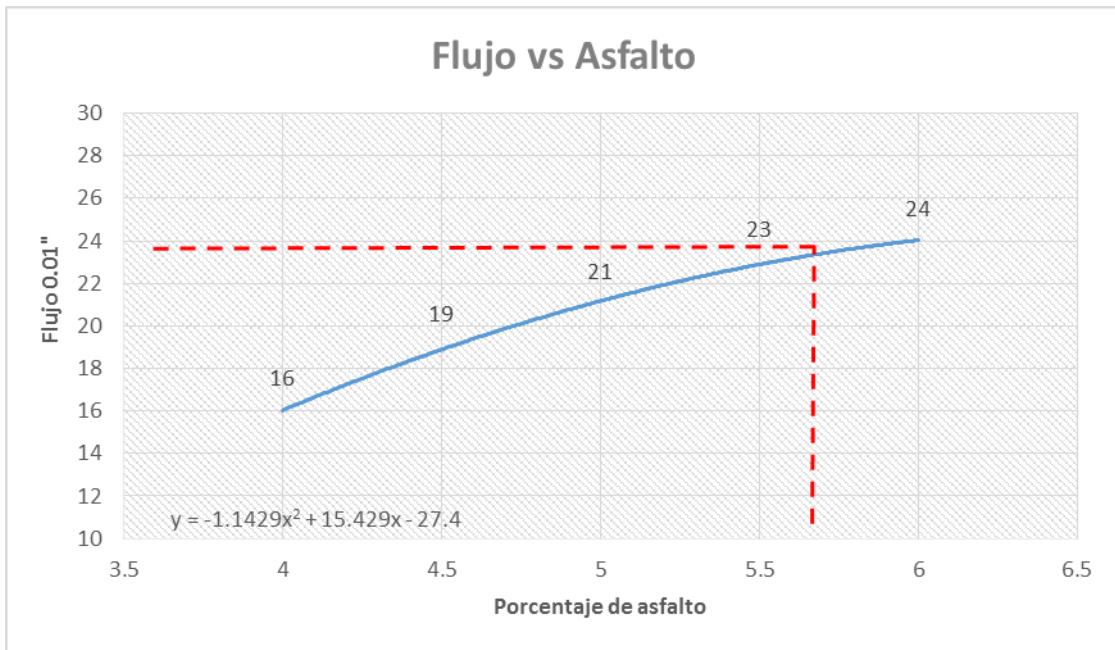
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 129 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Chromafer



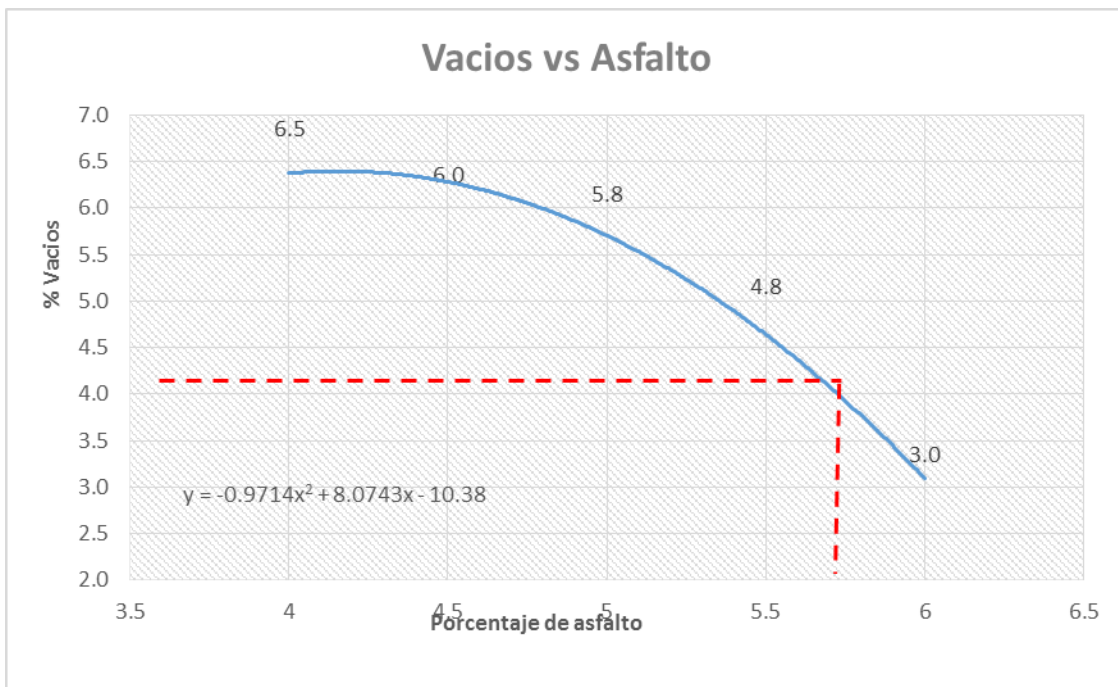
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 130 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Chromafer



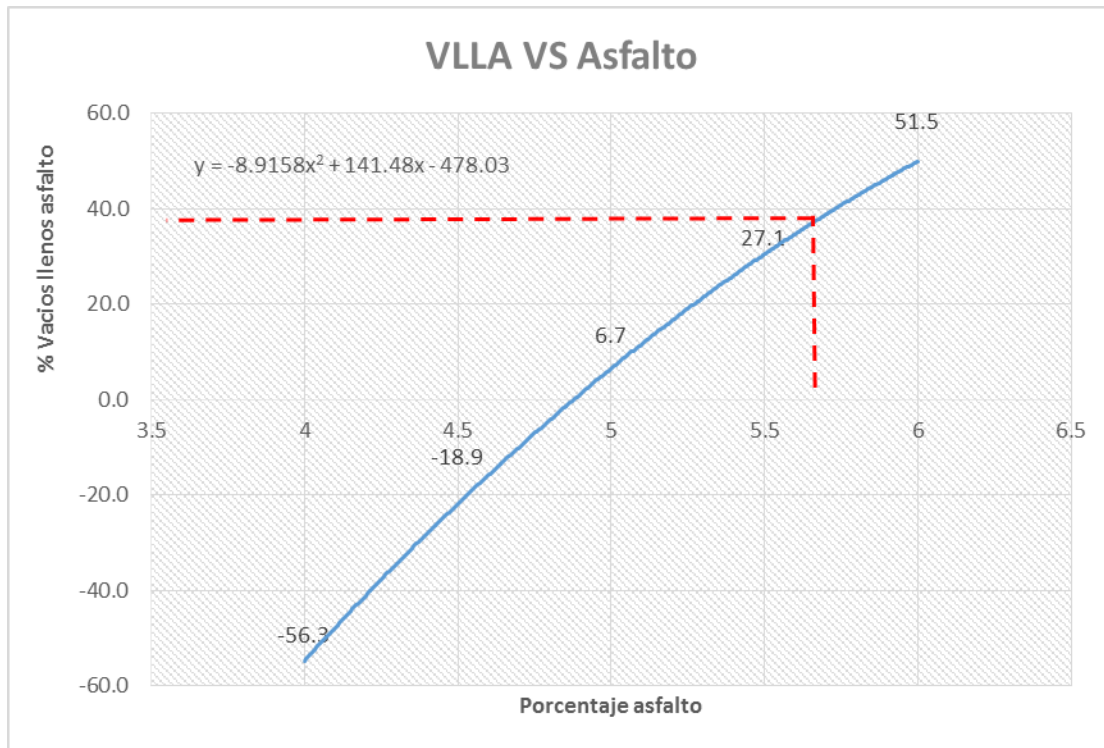
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 131 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 132 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 12% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 15% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER**

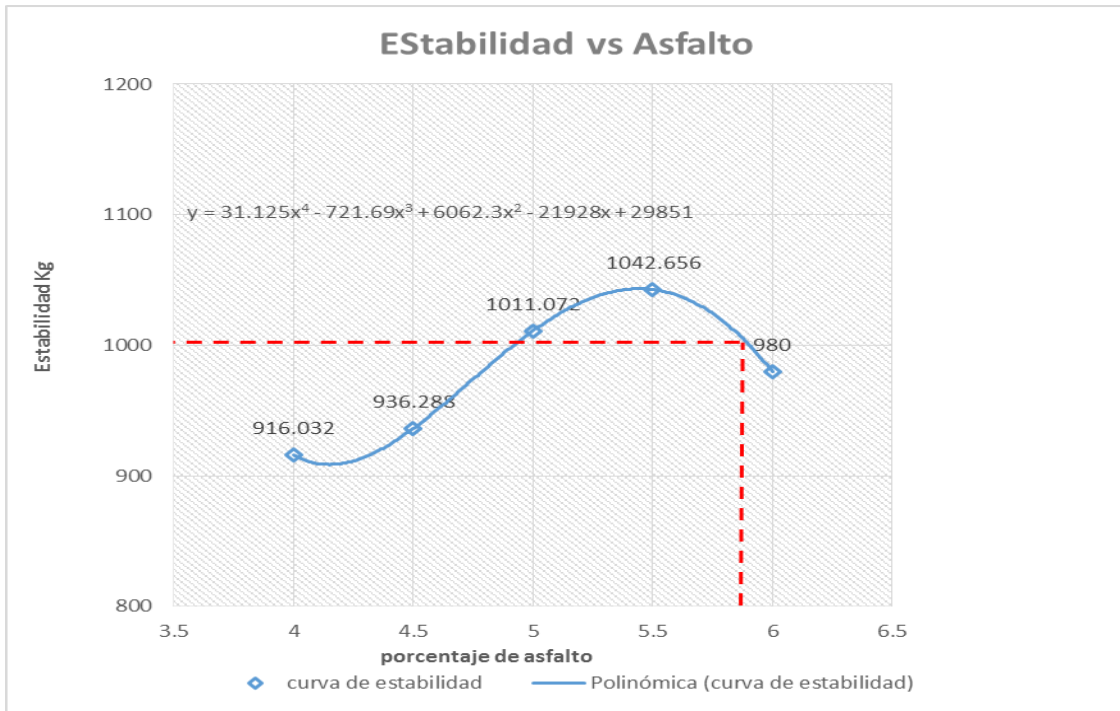
Se determinó una estabilidad de 999.8 Kg, mediante los resultados promedios de 10 Briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 72 Resultado de propiedades mecánicas con 15% de óxido de cromo Chromafer

%ASFALTO	ESTABILIDAD
4	915.64
4.5	935.769062
5	1010.375
5.6	1037.48576
5.9	999.8
6	978.76

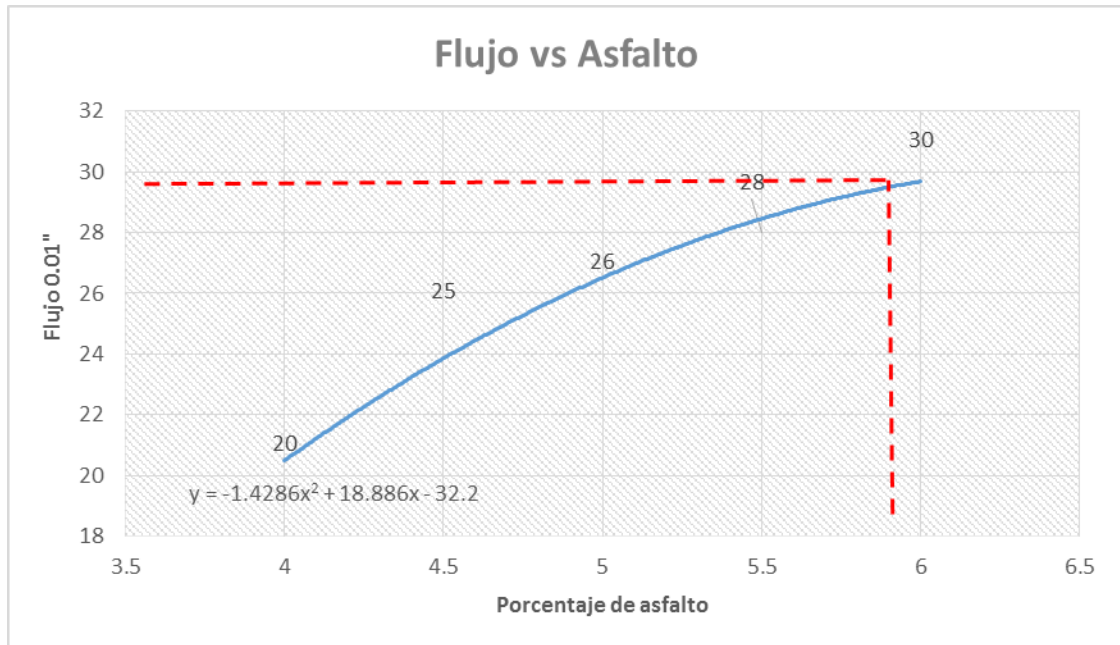
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 133 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Chromafer



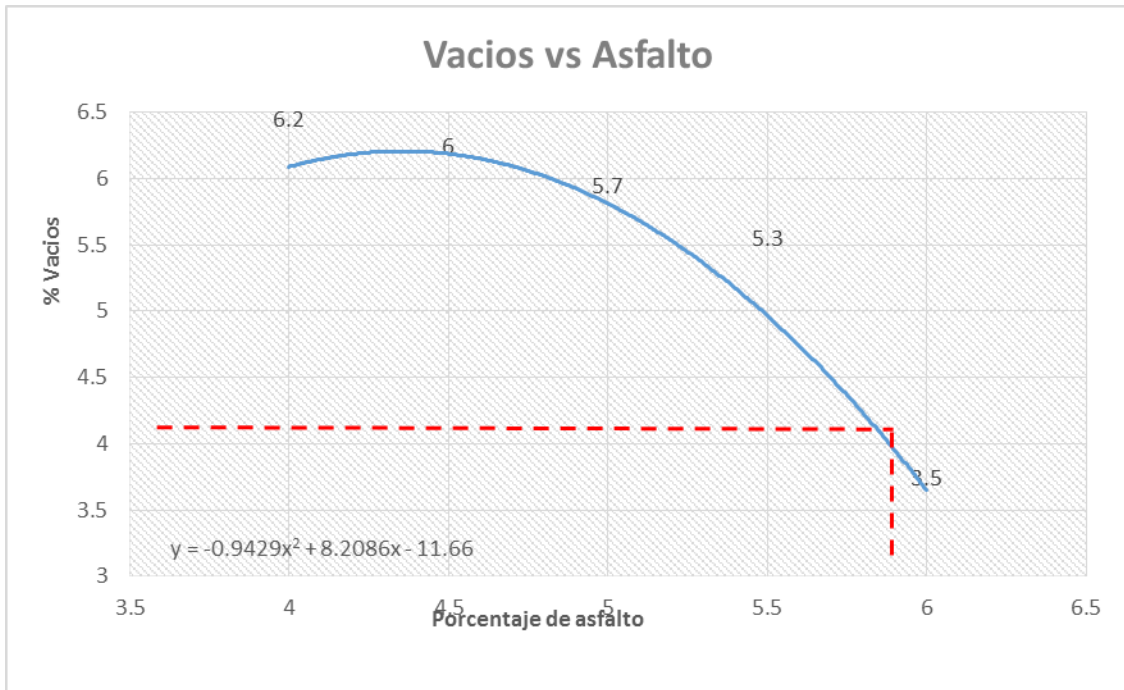
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 134 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Chromafer



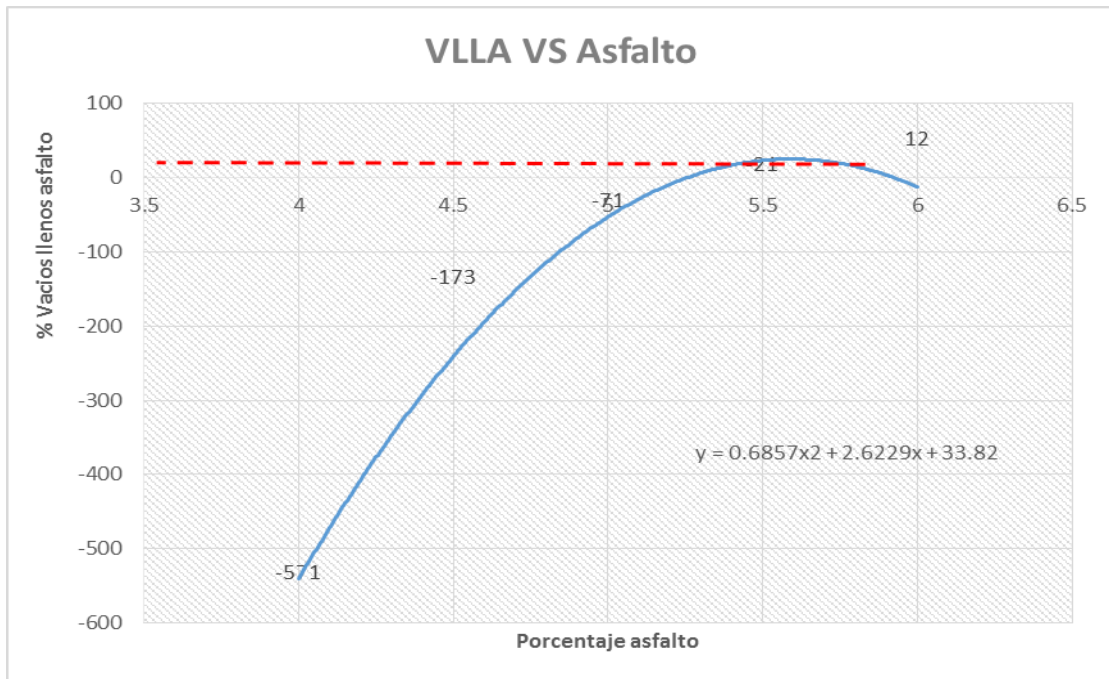
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 135 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 136 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 15% de óxido cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR PESADO  
75 GOLPES CON ÓXIDO METÁLICO CROMO-OCRE**

Pigmentación con oxido de cromo – Ocre a las Mezclas asfálticas en caliente para un tráfico pesado en porcentajes de 4, 8, 12 y 15%.

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 4% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE**

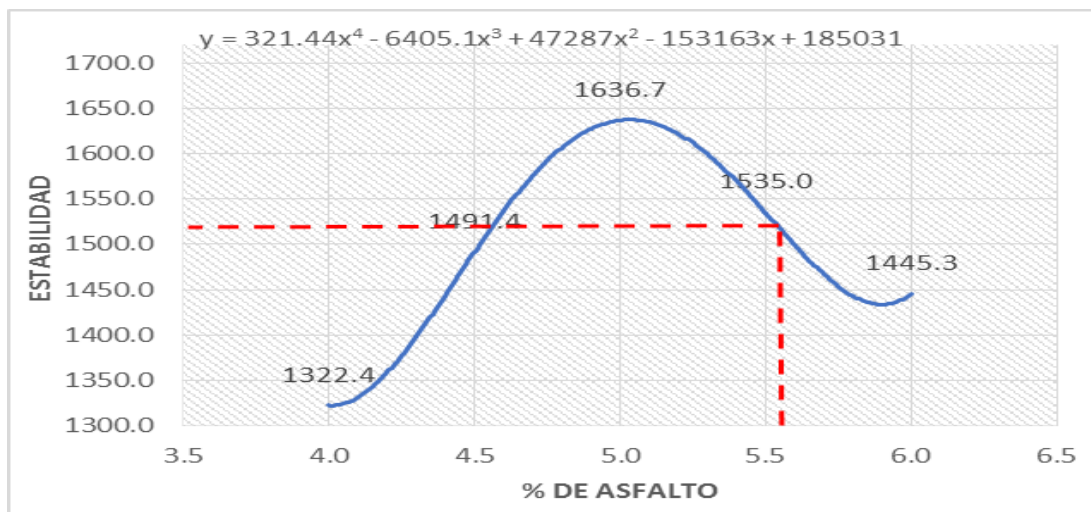
Se determinó una estabilidad de 1534,3 Kg, mediante el promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 73 Resultado óptimo contenido asfalto con 4% de óxido de cromo Ocre

% ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1640.2
5.3	1618.5
5.4	1589.3
5.5	1555.4
5.56	1534.3
5.7	1488.9
5.8	1465.9
5.9	1457.2
6	1469.6

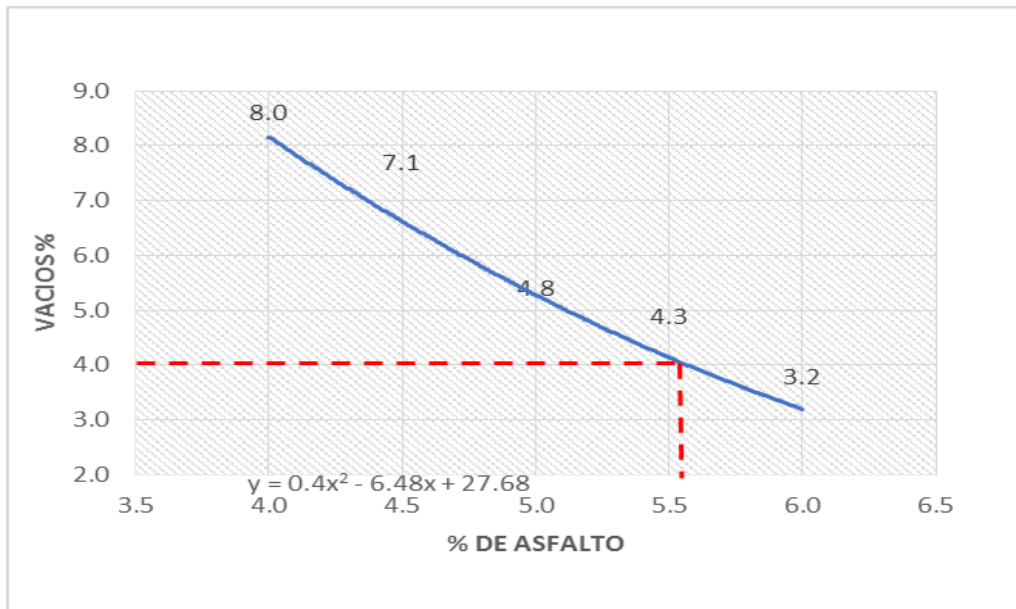
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 137 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo Ocre



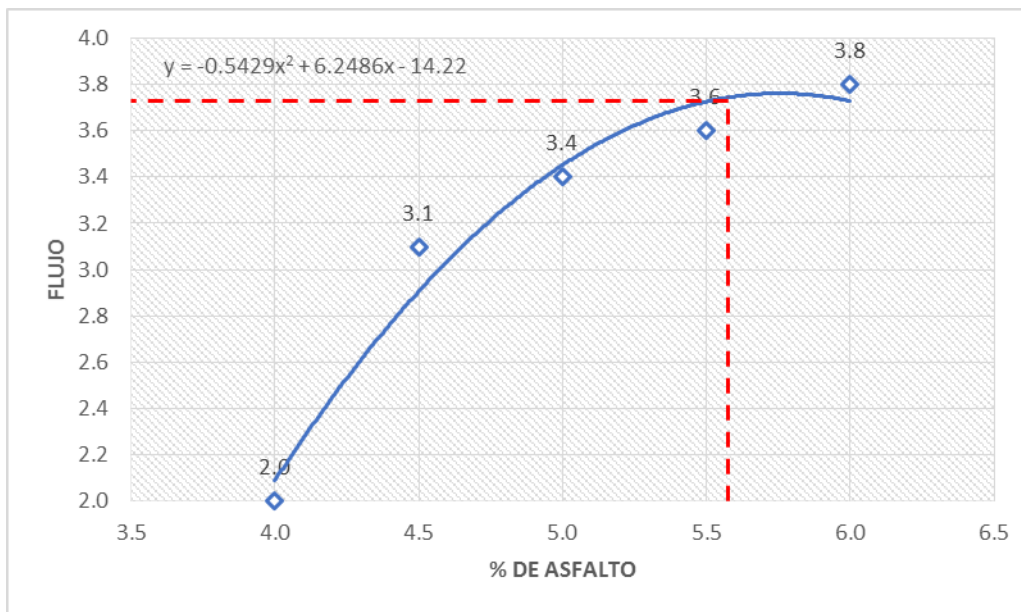
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 138 Curva de vacíos con 4% óxido cromo Ocre



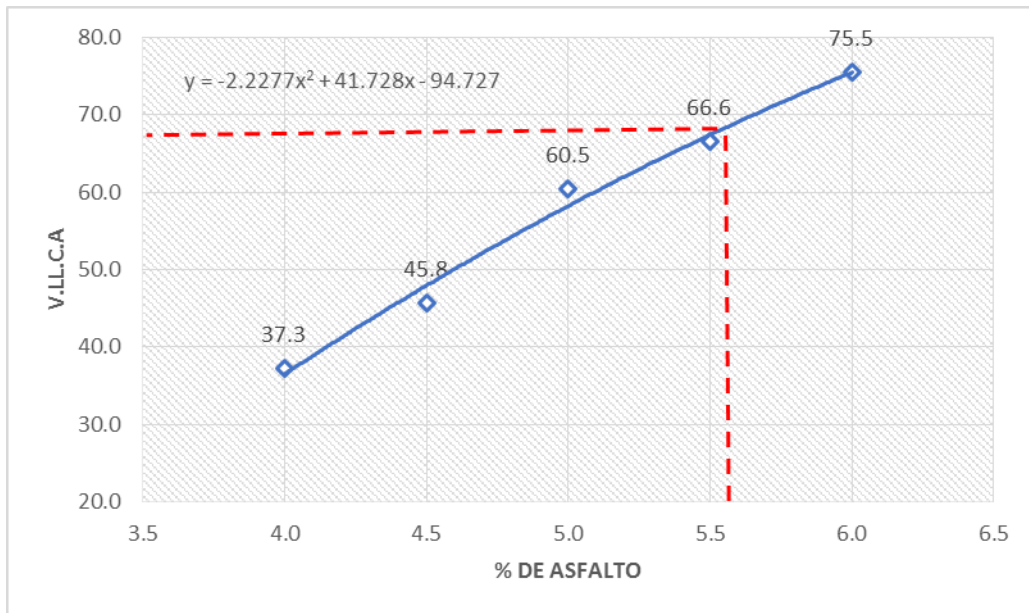
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 139 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 140 Curva de VFA con 4% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 8% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE

Se determinó una estabilidad de 1370.5 Kg, mediante el promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

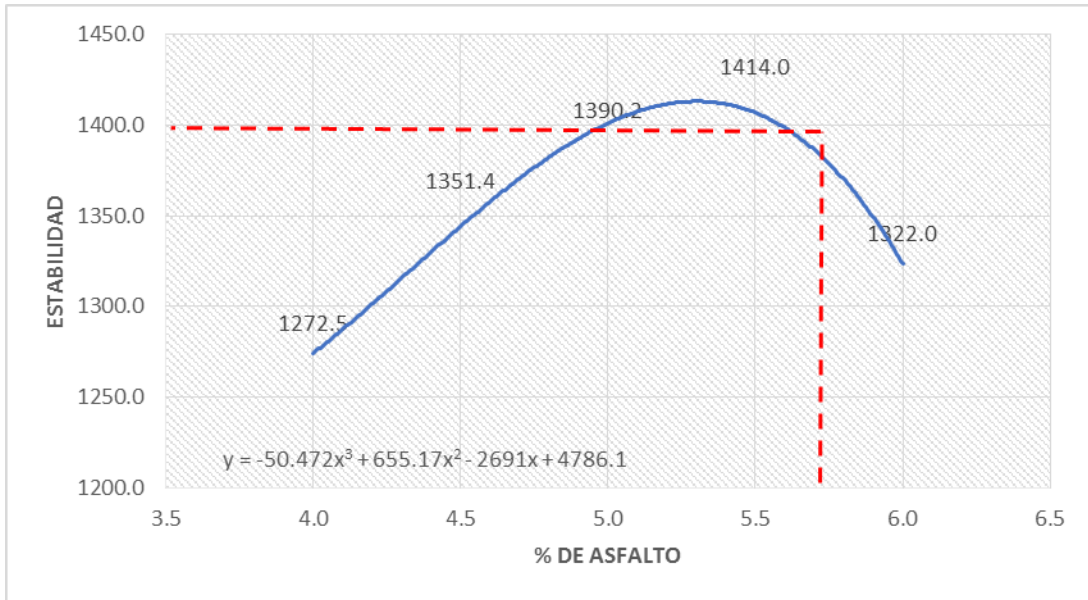
Tabla N° 74 Resultado óptimo contenido asfalto con 8% de óxido de cromo Ocre

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1411.9
5.3	1413.4
5.8	1370.5
5.9	1349.8
6	1324.3

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

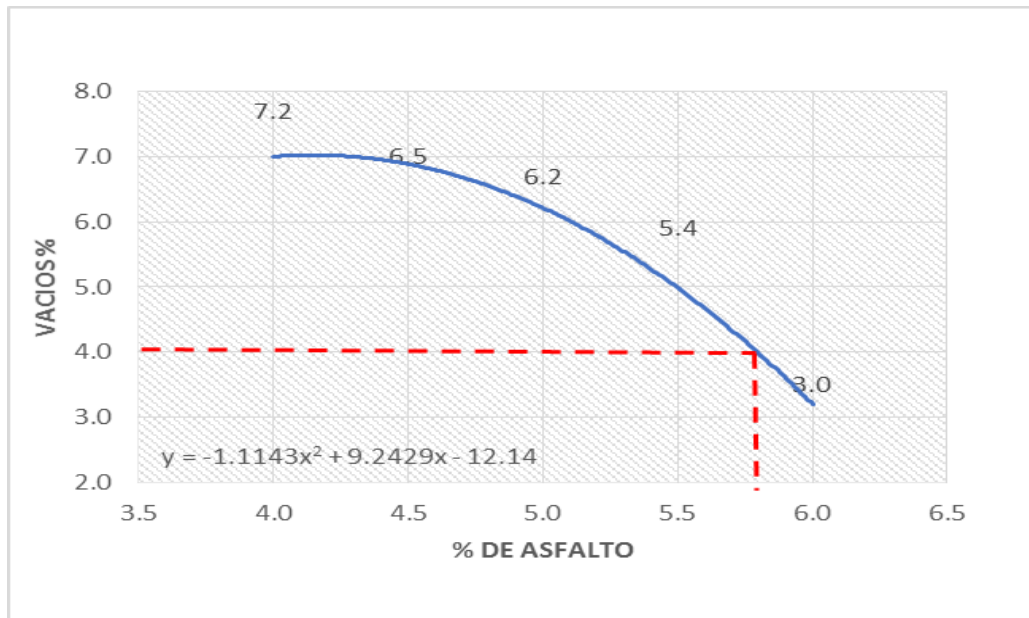


Figura N° 141 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Ocre



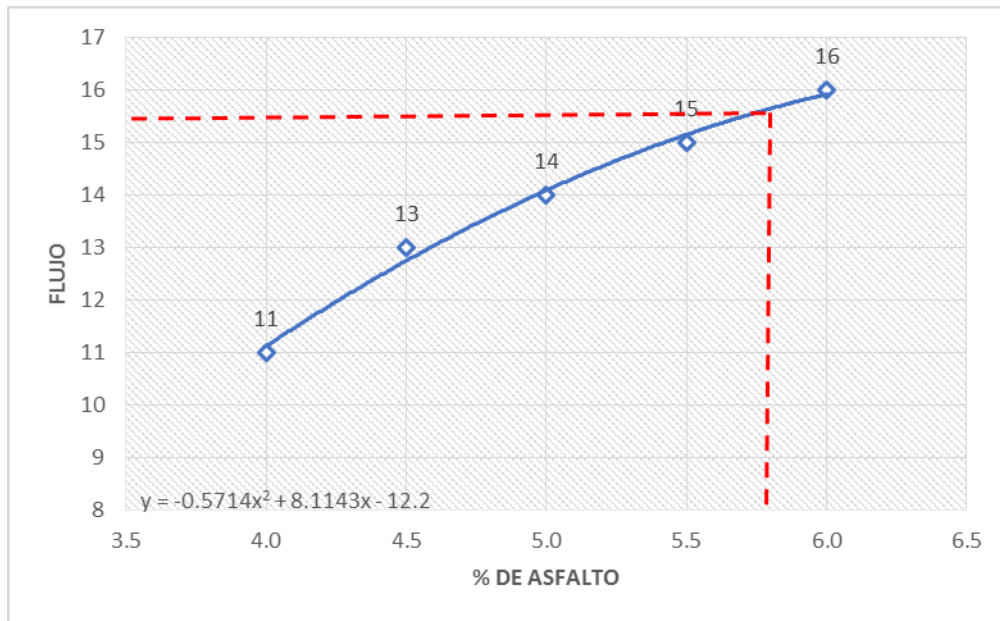
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 142 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Ocre



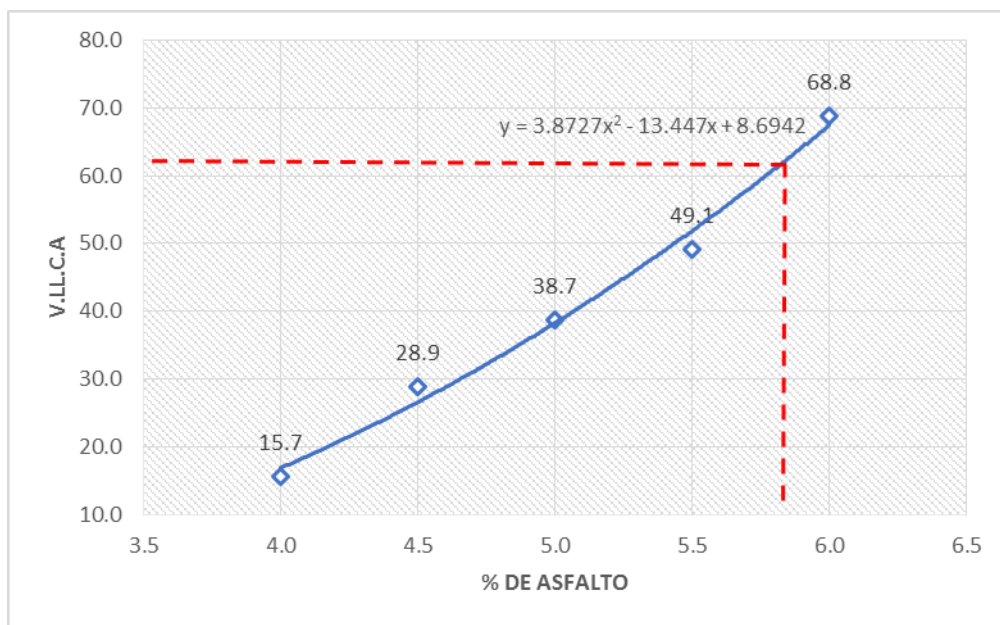
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 143 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 144 Curva de VFA con 8% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 12% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE

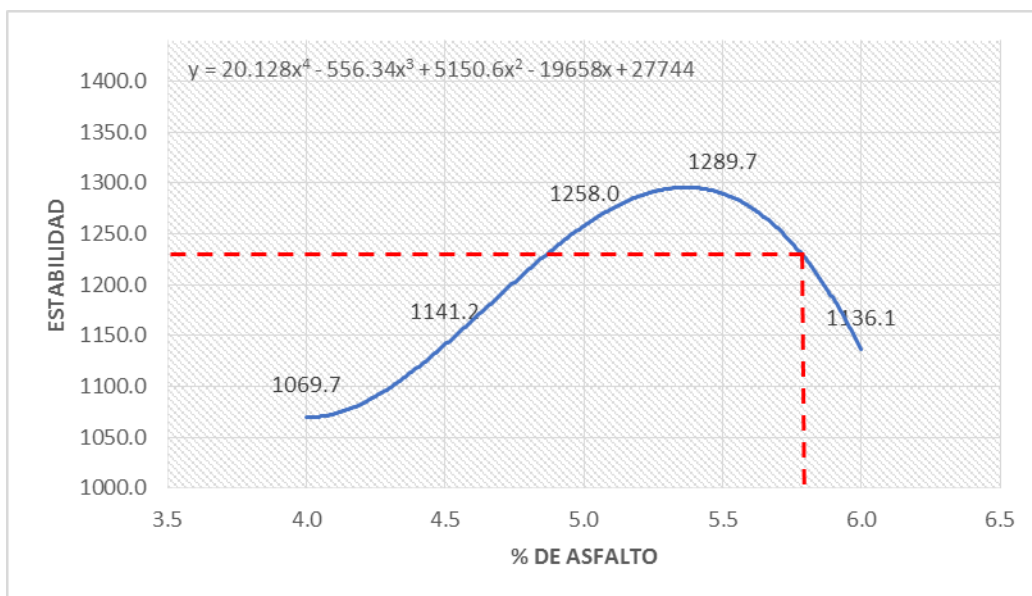
Se determinó una estabilidad de 1208.3, mediante el promedio de resultados de 10 briquetas, ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 75 Resultado óptimo contenido asfalto con 12% de óxido de cromo Ocre

% ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1285.6
5.3	1292.7
5.84	1208.3
5.85	1204.4
5.9	1183.5
6	1134.0

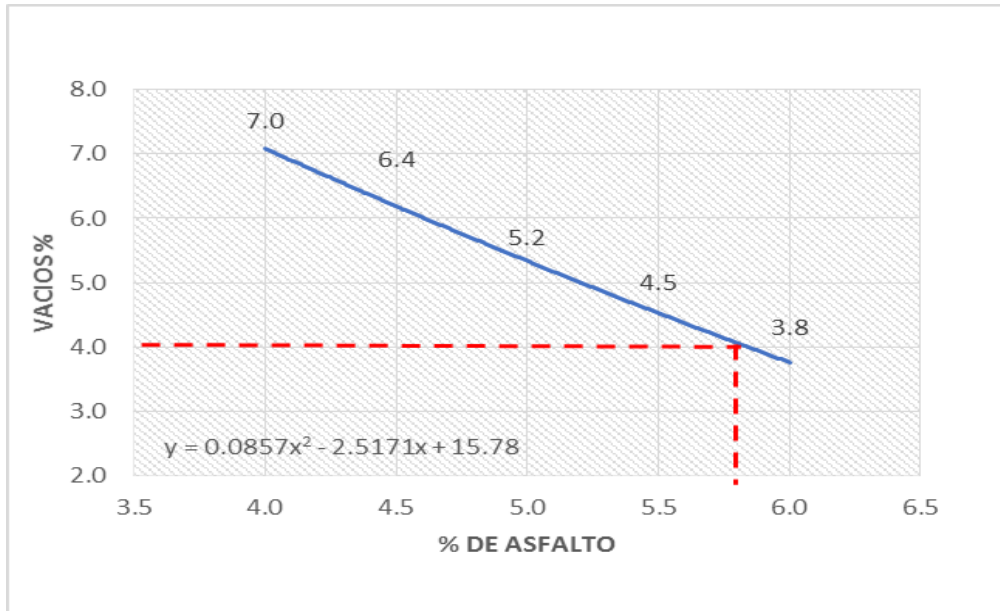
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 145 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Ocre



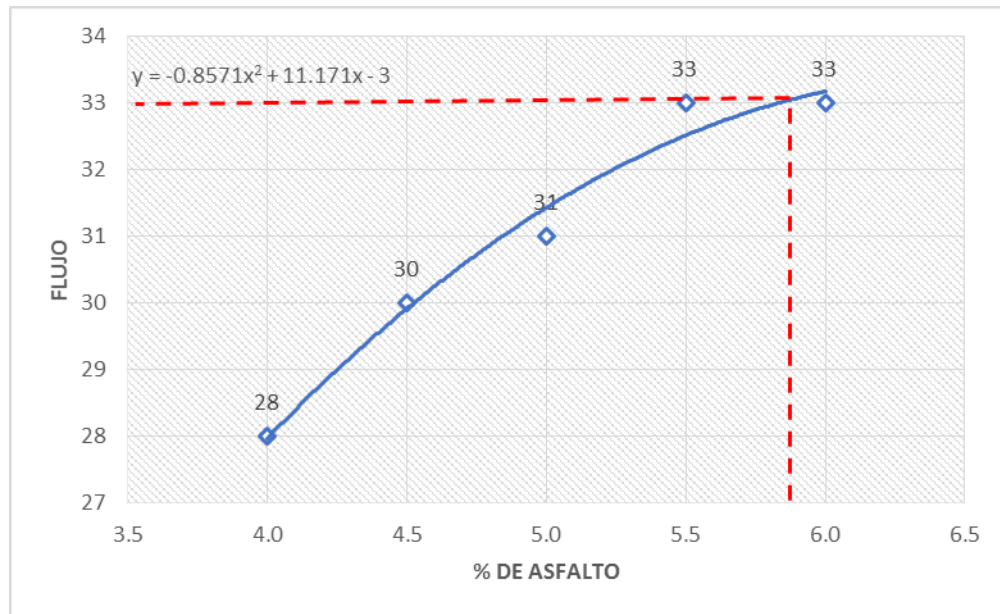
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 146 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Ocre



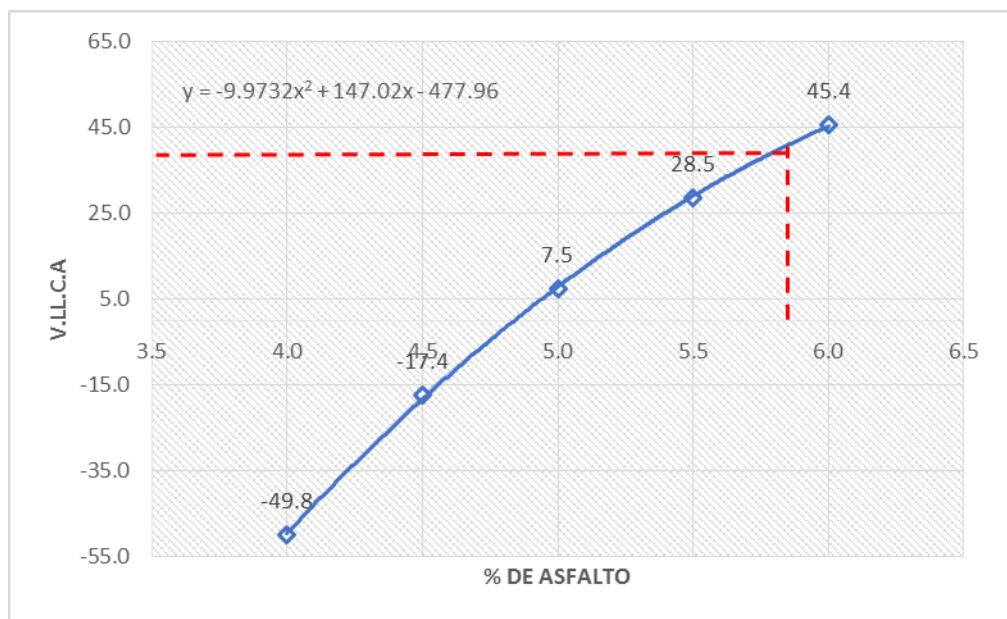
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 147 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 148 Curva de VFA con 12% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 15% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE

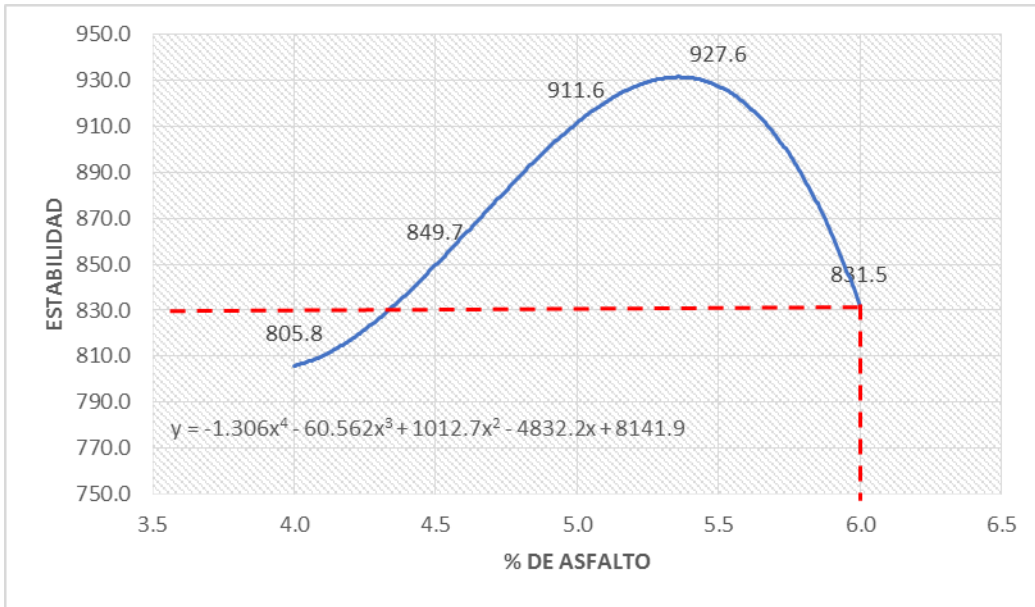
Se determinó una estabilidad de 831.9 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas, ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 76 Resultado óptimo contenido asfalto con 15% de óxido de cromo Ocre

% ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	927.5
5.3	931.2
5.4	931.5
5.5	927.9
5.6	919.8
5.7	906.7
6	831.9

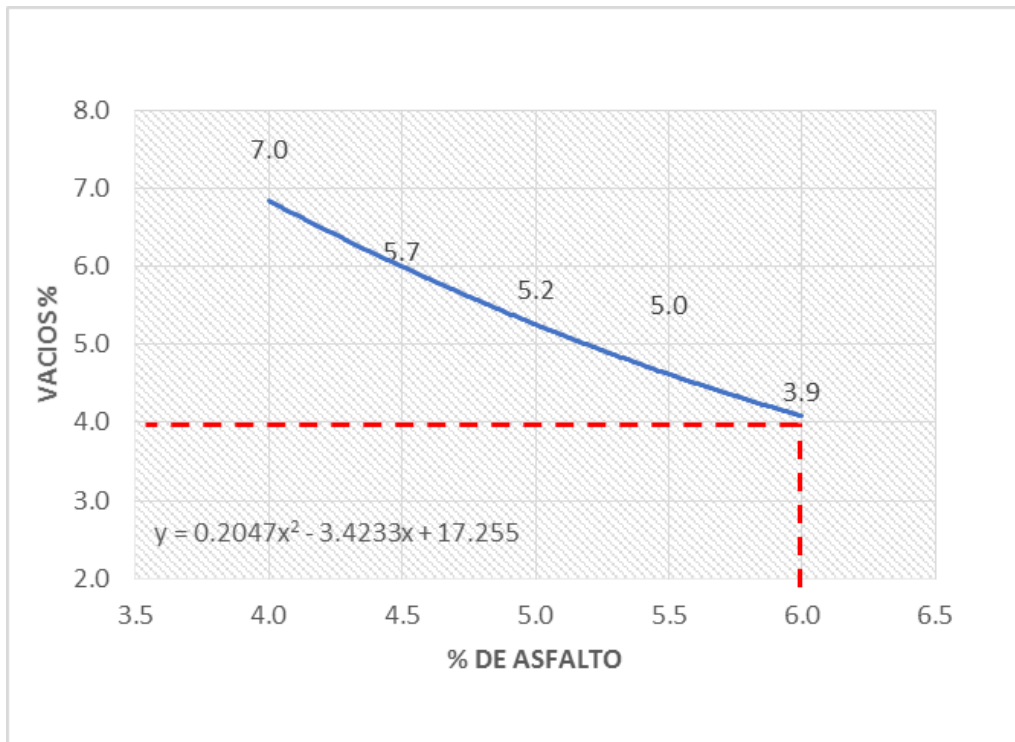
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 149 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Ocre



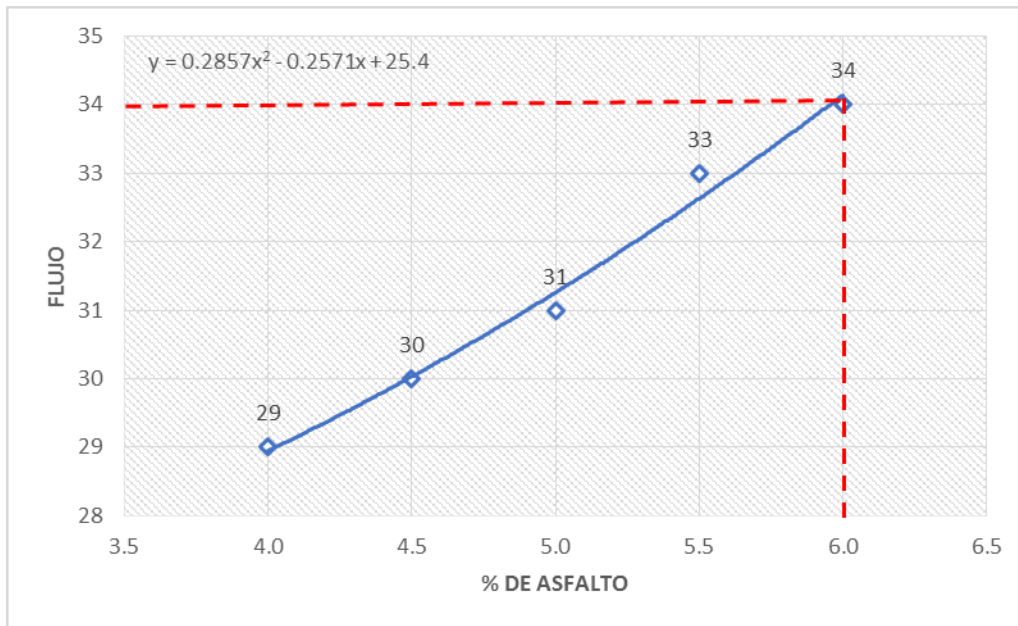
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 150 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Ocre



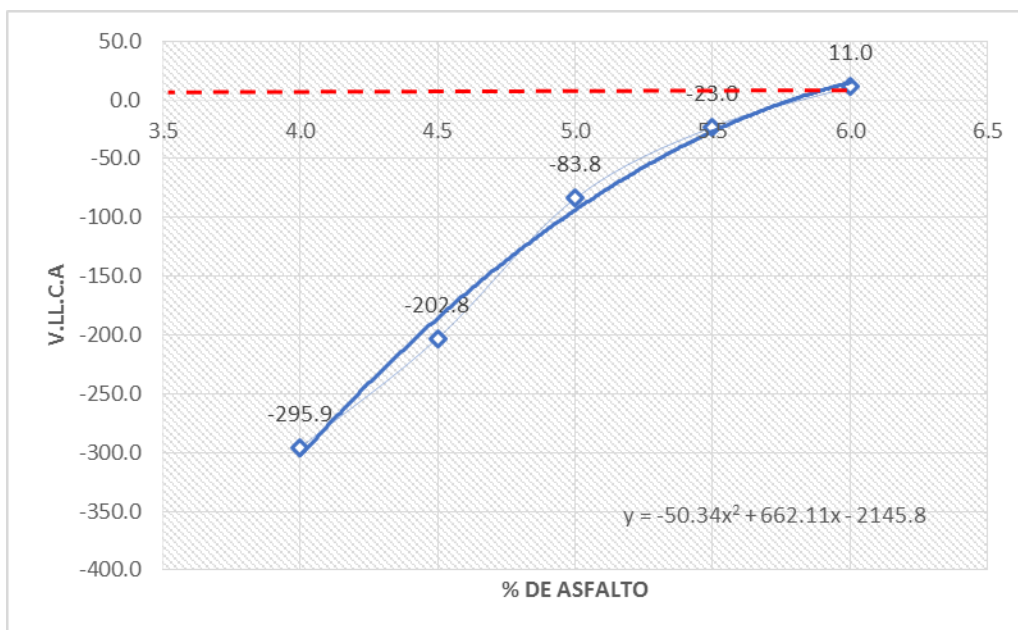
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 151 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 152 Curva de VFA con 15% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

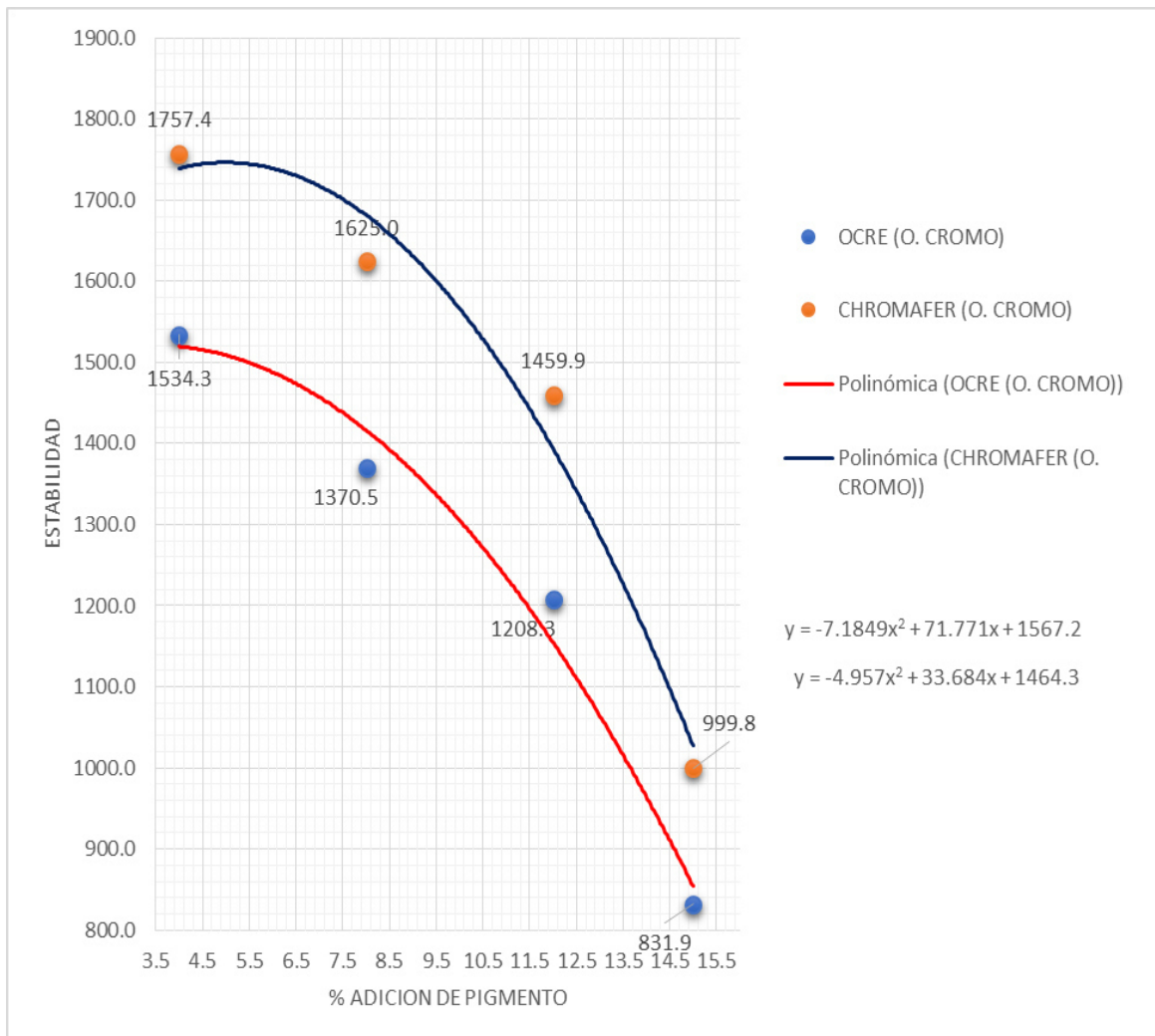
#### 4.2.4 RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS PIGMENTO CHROMAFER Y OCRE DE ÓXIDO DE CROMO PARA FLUJO VEHICULAR PESADO

Tabla N° 77 Resultado comparativo en estabilidad entre OCRE Y CHROMAFER

% DE PIGMENTO	ESTABILIDAD (O. CROMO)	
	OCRE	CHROMAFER
4.0	1534.3	1757.4
8.0	1370.5	1625.0
12.0	1208.3	1459.9
15.0	831.9	999.8

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 153 Curvas de Estabilidad del OCRE Y CHROMAFER





Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR MEDIO 50 GOLPES CON PIGMENTO CHROMAFER

Resultados de estabilidad, Vacíos, fluencia y VFA para MAC pigmentadas con óxido de cromo, para un tráfico medio.

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 4% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER

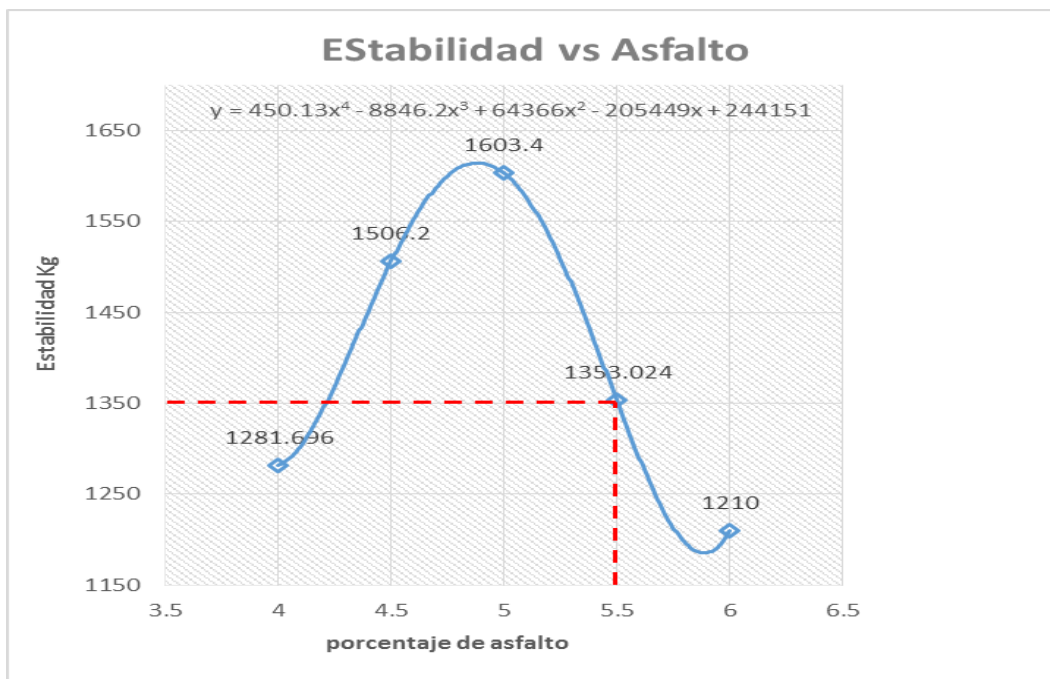
Se determinó una estabilidad de 1363.6 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas, ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 78 Resultado de propiedades mecánicas con 4% de óxido de cromo Chromafer

% ASFALTO	ESTABILIDAD
4	1287.5
4.5	1513.5
5	1612.3
5.5	1363.6
6	1222.3

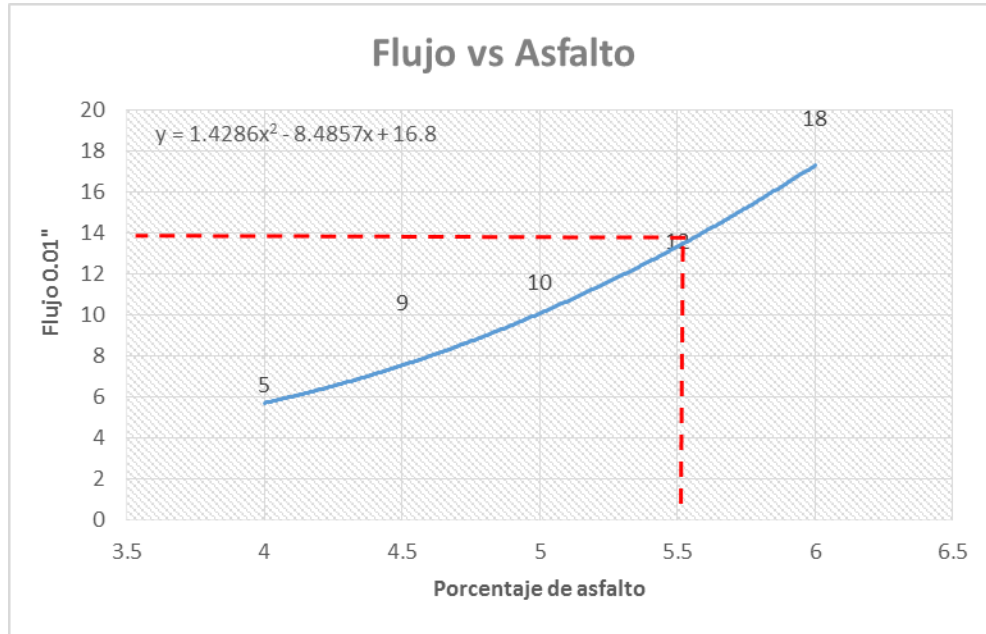
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 154 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo Chromafer



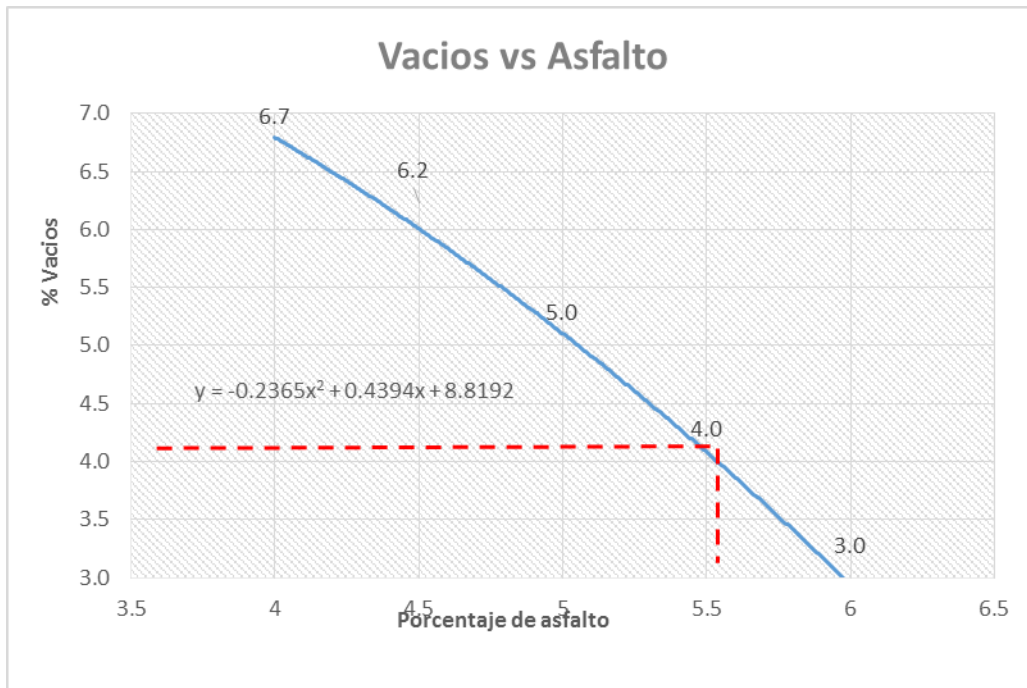
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 155 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo Chromafer



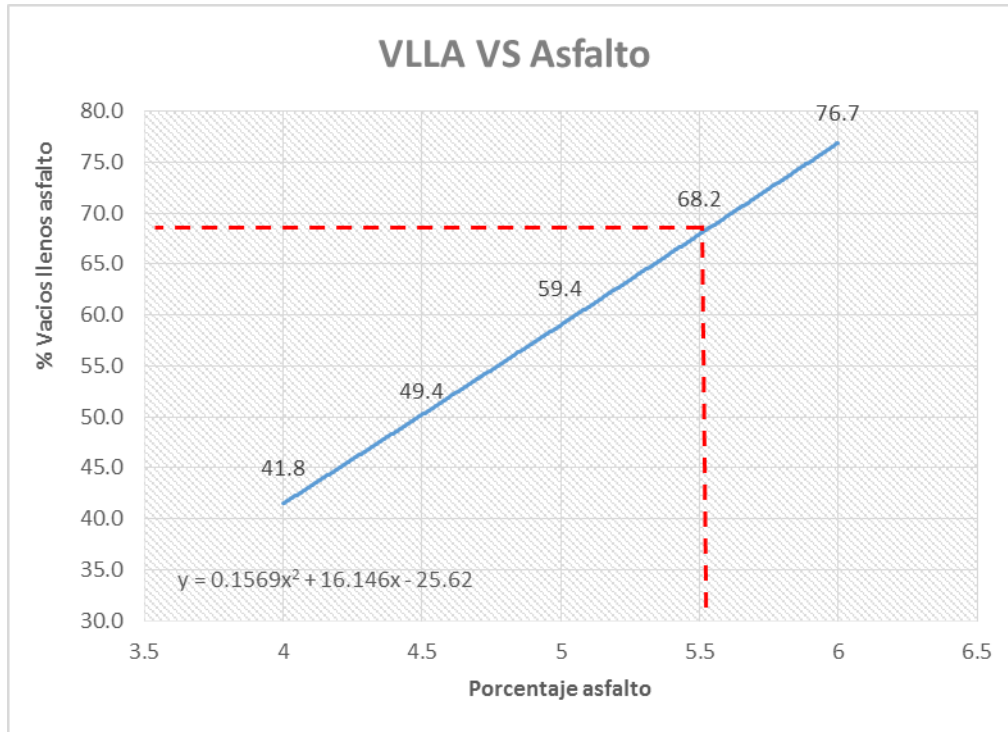
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 156 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 157 Curva de VFA con 4% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 8% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER**

Se determinó una estabilidad de 1184.4 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 79 Resultado de propiedades mecánicas con 8% de óxido de cromo Chromafer

% ASFALTO	ESTABILIDAD
4	1232.08
4.5	1368.96
5	1430.5
5.6	1184.4
6	1082.48

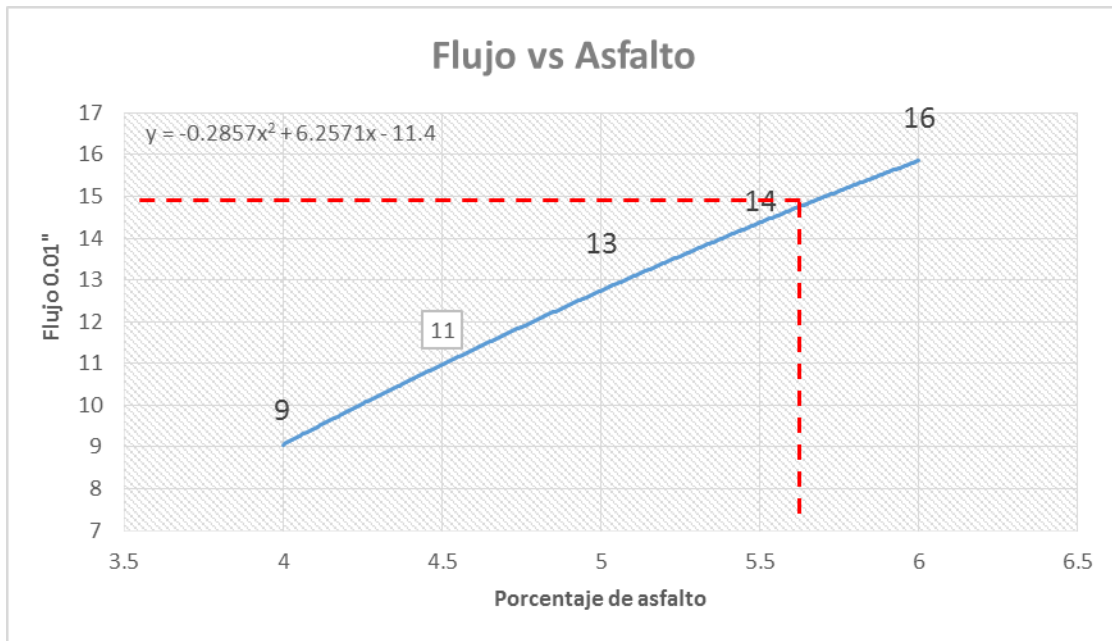
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 158 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Chromafer



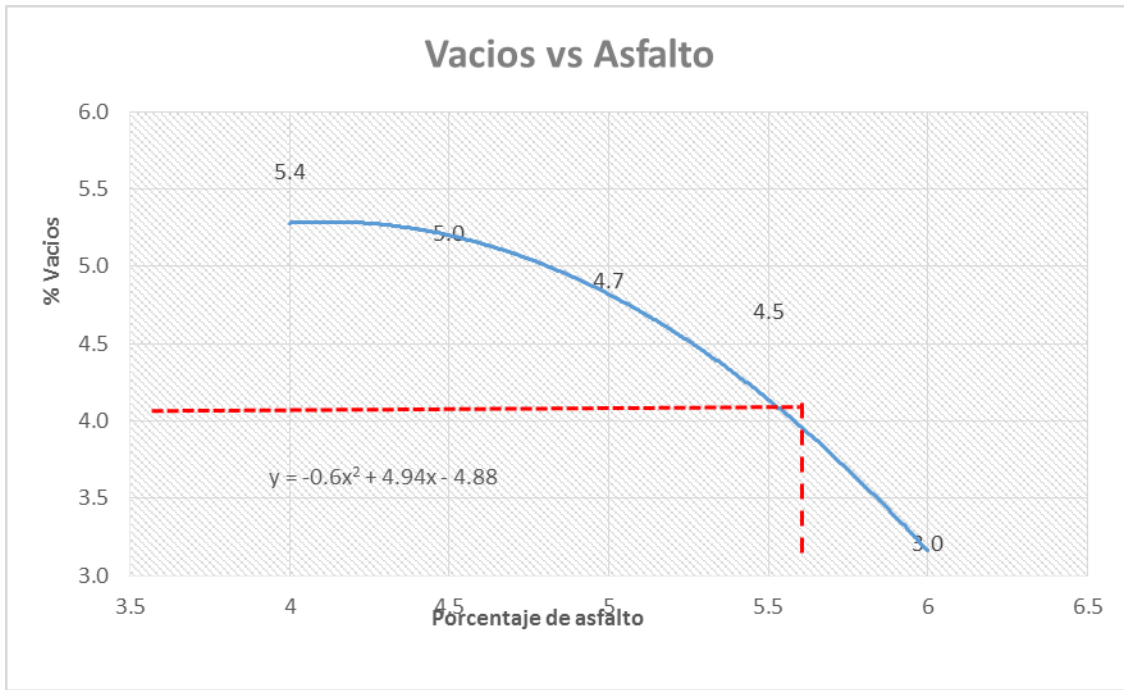
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 159 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Chromafer



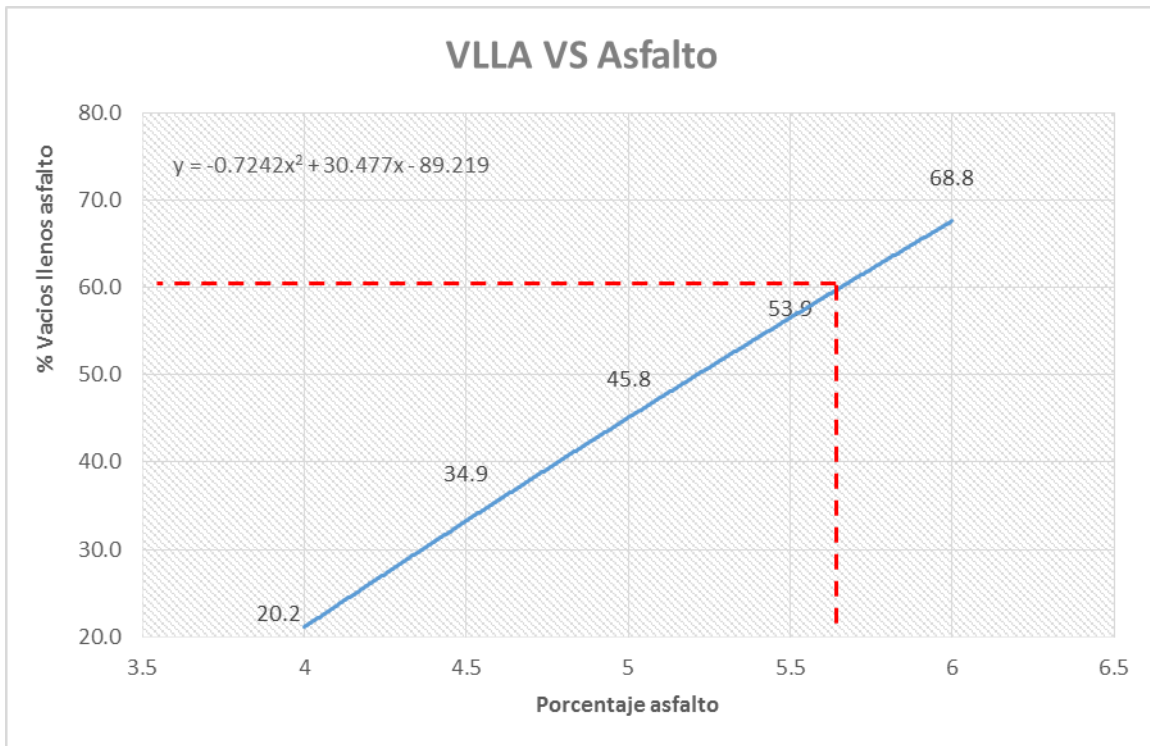
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 160 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 161 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 8% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 12% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER

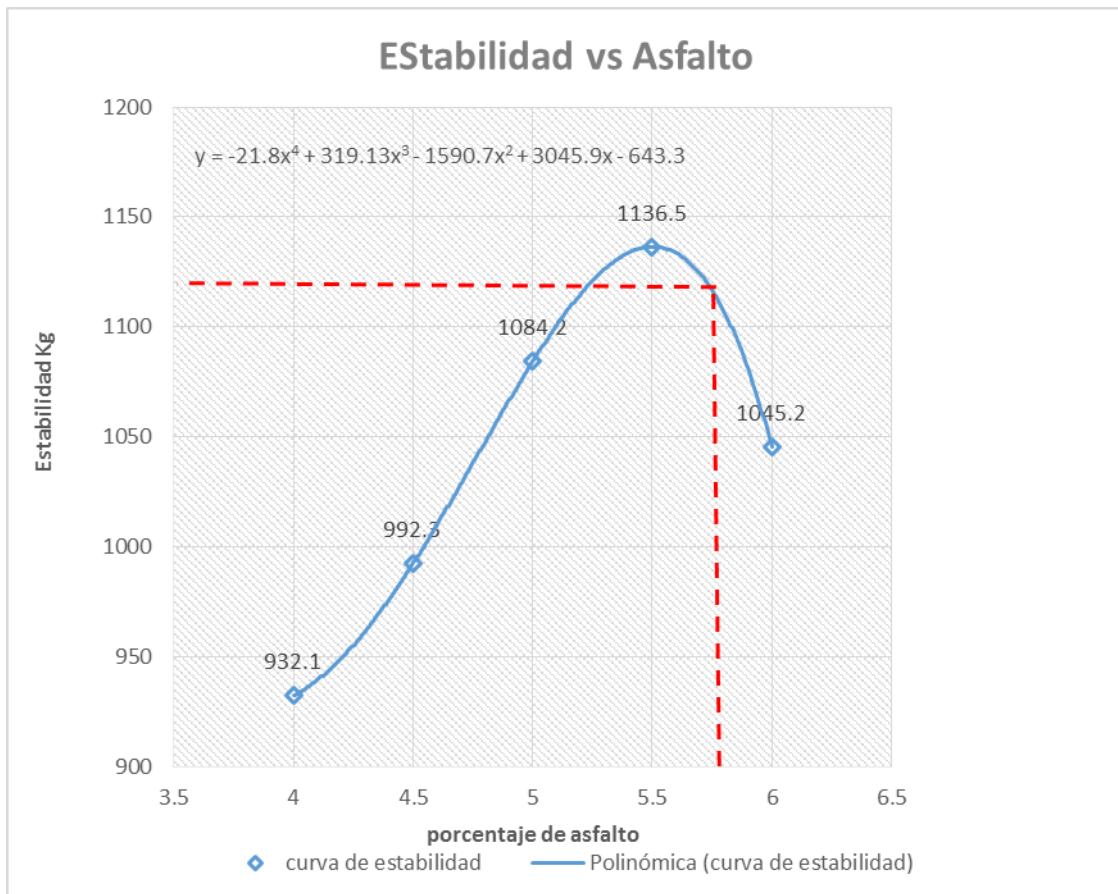
Se determinó una estabilidad de 1107.9 Kg, resultado mediante el promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 80 Resultado de las propiedades mecánicas con 12% de óxido de cromo Chromafer

% ASFALTO	ESTABILIDAD
4	932.62
4.5	992.934
5	1084.95
5.8	1107.9
6	1046.18

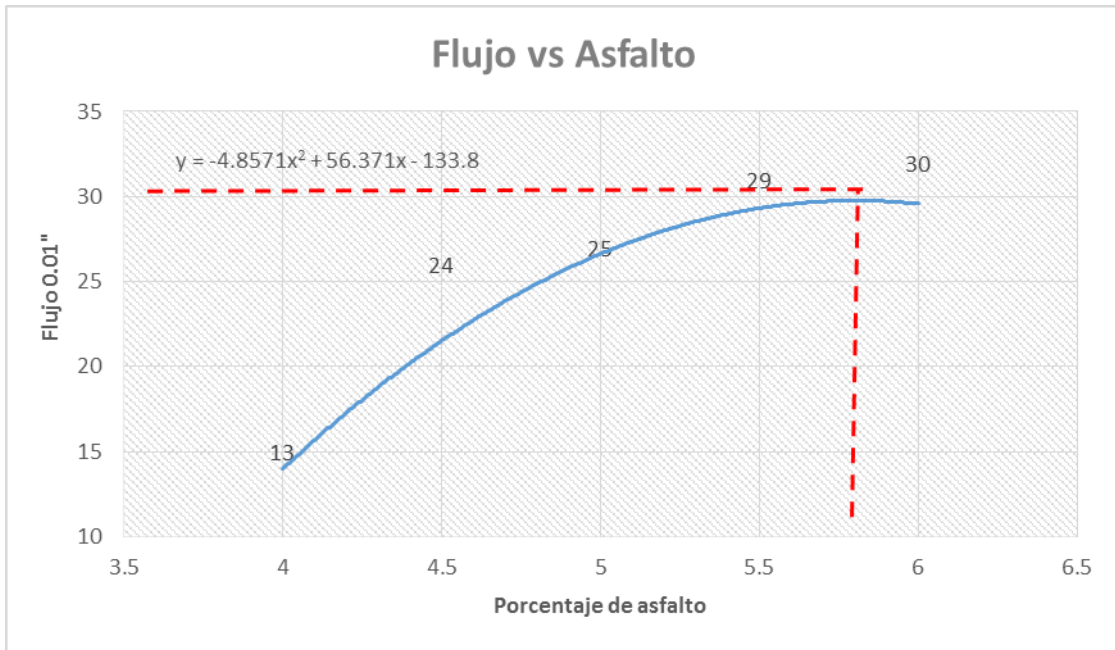
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 162 Curva de estabilidad con 12% de óxido cromo Chromafer



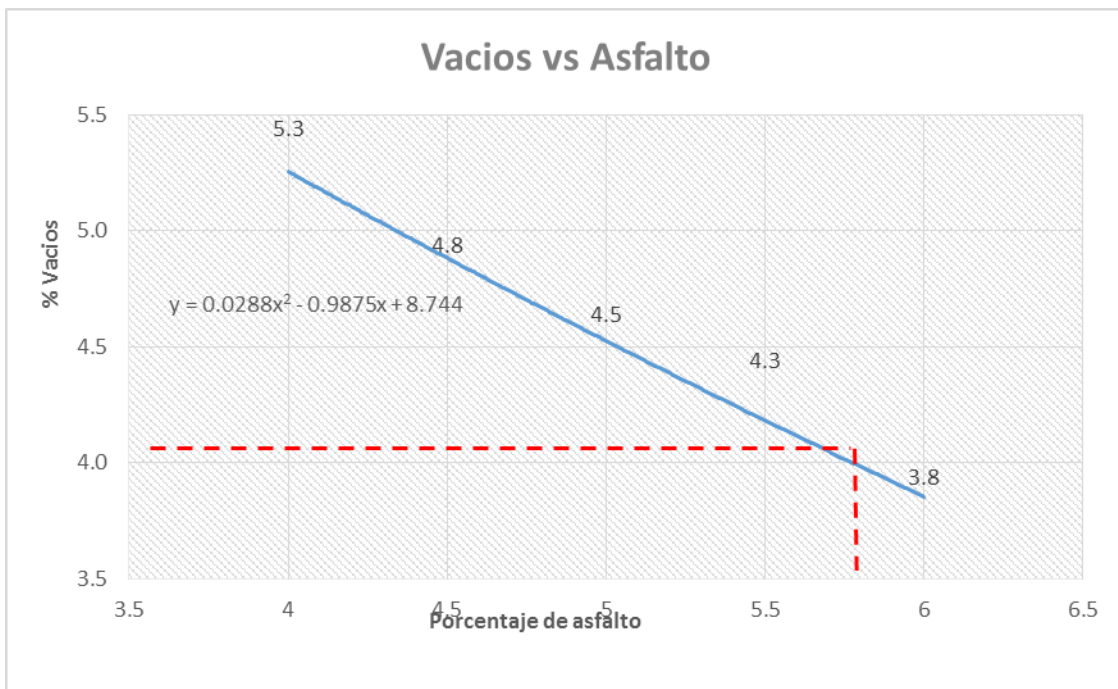
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 163 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Chromafer



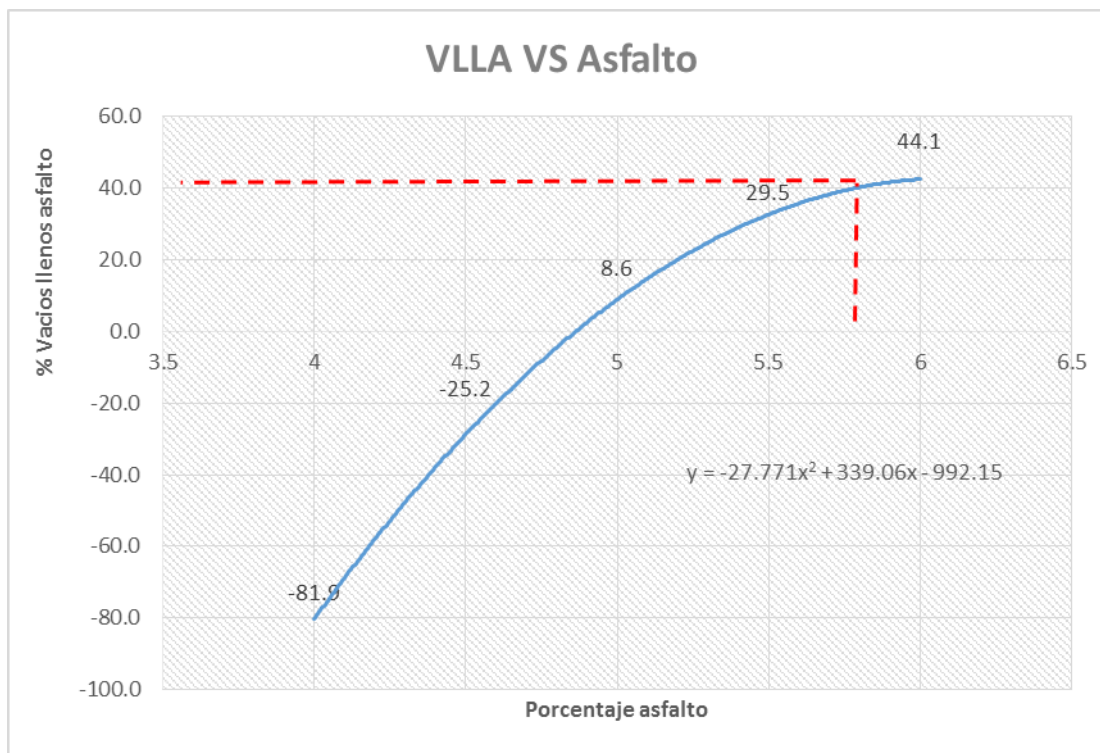
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 164 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 165 Curva de VFA con 12% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 15% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER**

Se determinó una estabilidad de 839.3 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

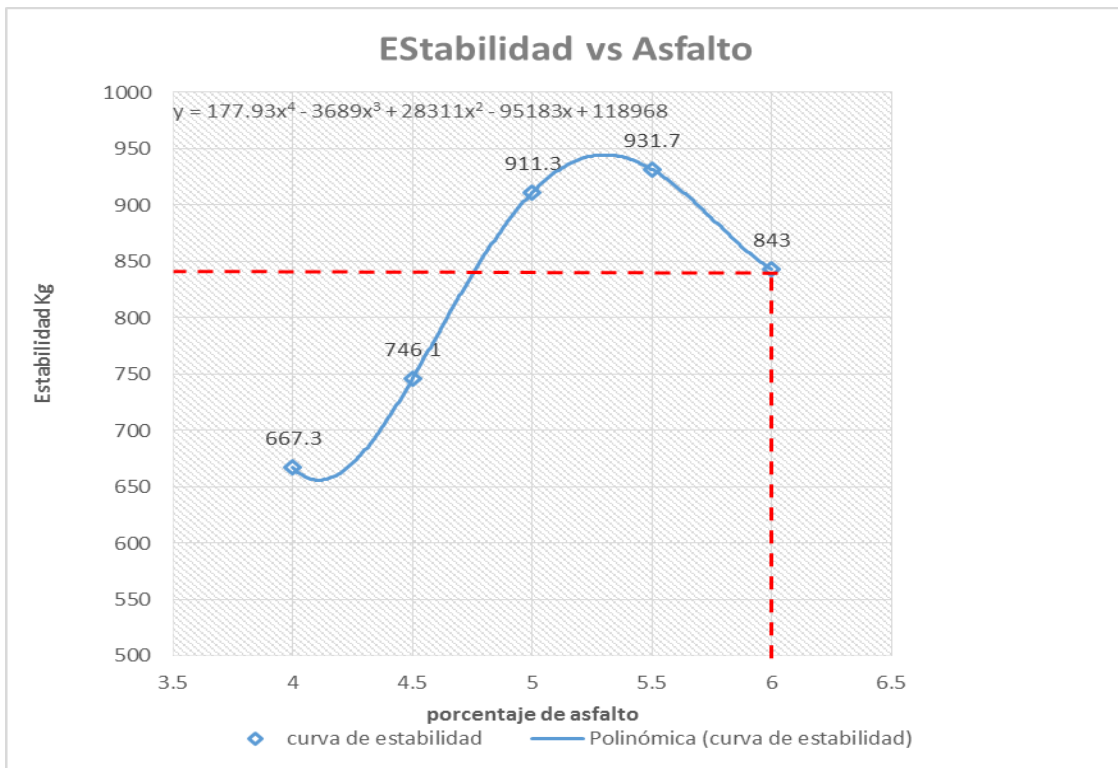
Tabla N° 81 Resultado de propiedades mecánicas con 15% de óxido de cromo Chromafer

% ASFALTO	ESTABILIDAD
4	666.08
4.5	744.5
5	909.2
5.8	874.8
6	839.2

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

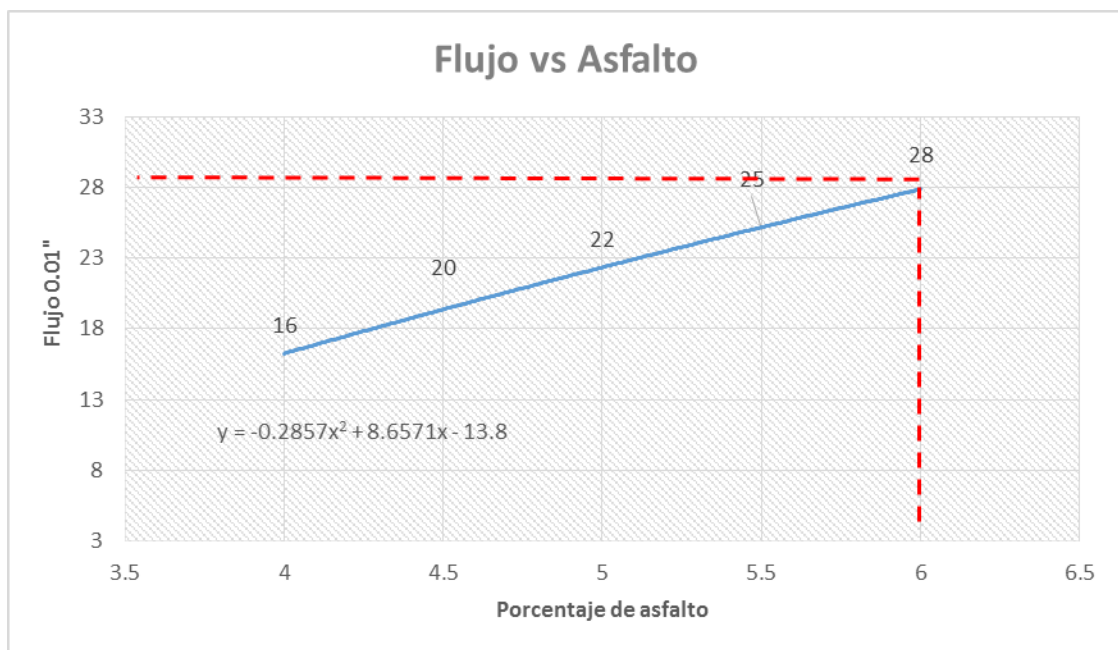


Figura N° 166 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Chromafer



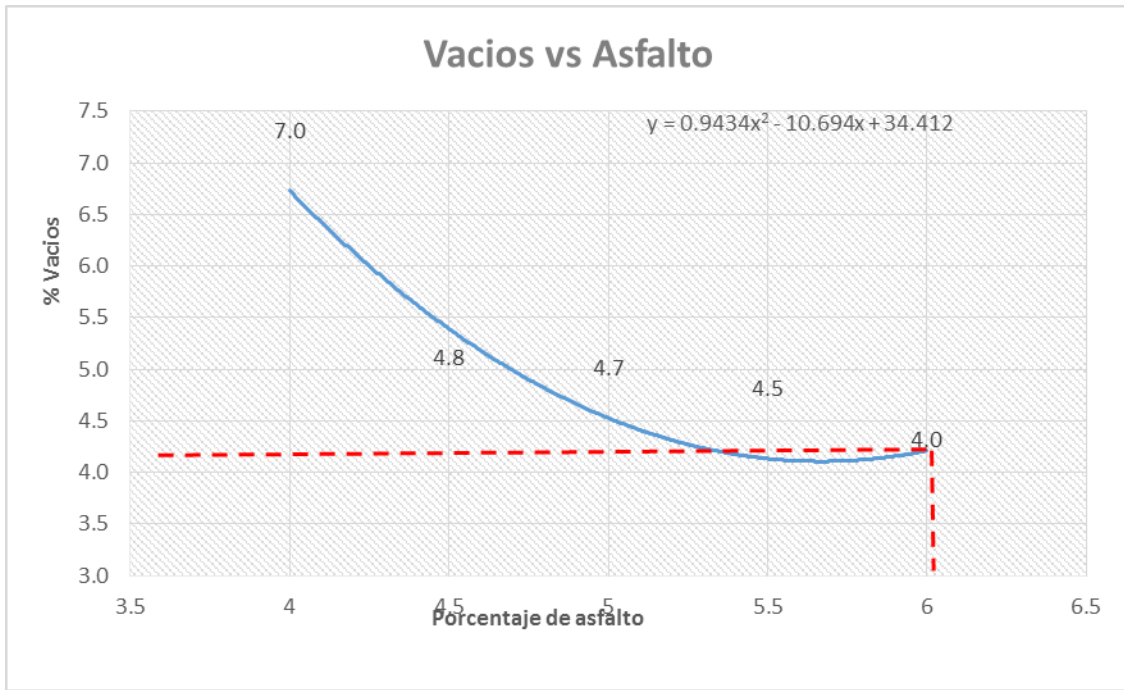
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 167 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Chromafer



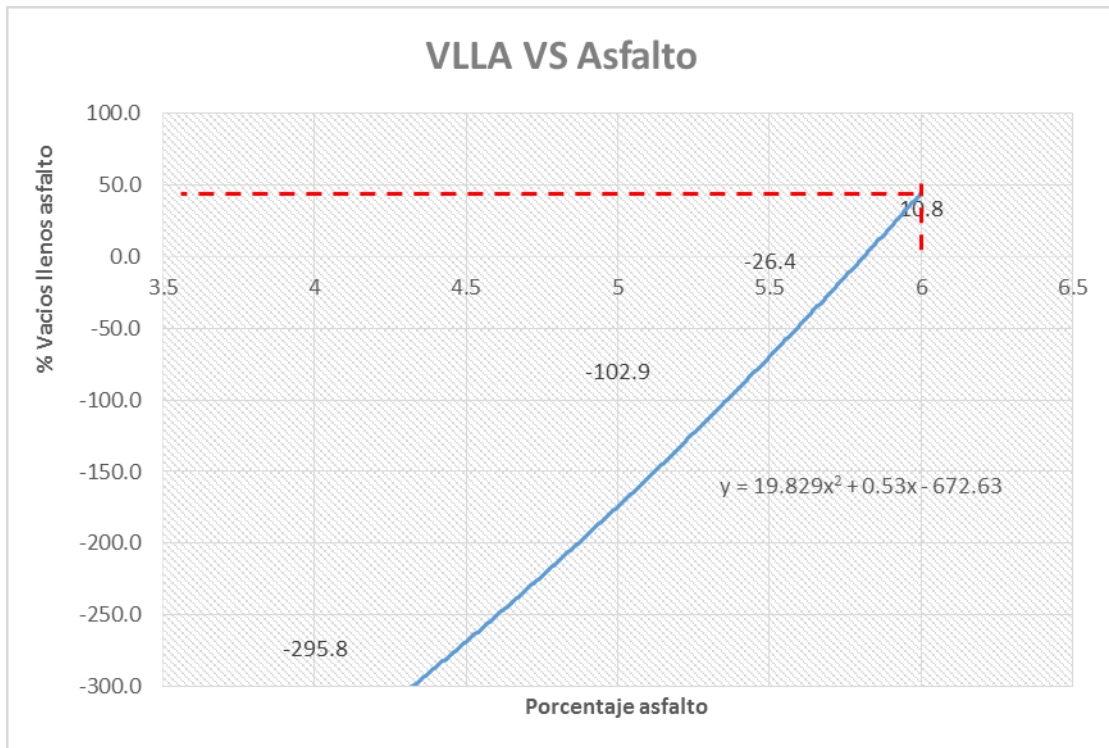
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 168 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 169 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 15% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR MEDIO  
50 GOLPES CON ÓXIDO METÁLICO CROMO-OCRE**

Resultado de estabilidad de MAC pigmentada con óxido de cromo OCRE, para tráfico medio.

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 4% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE**

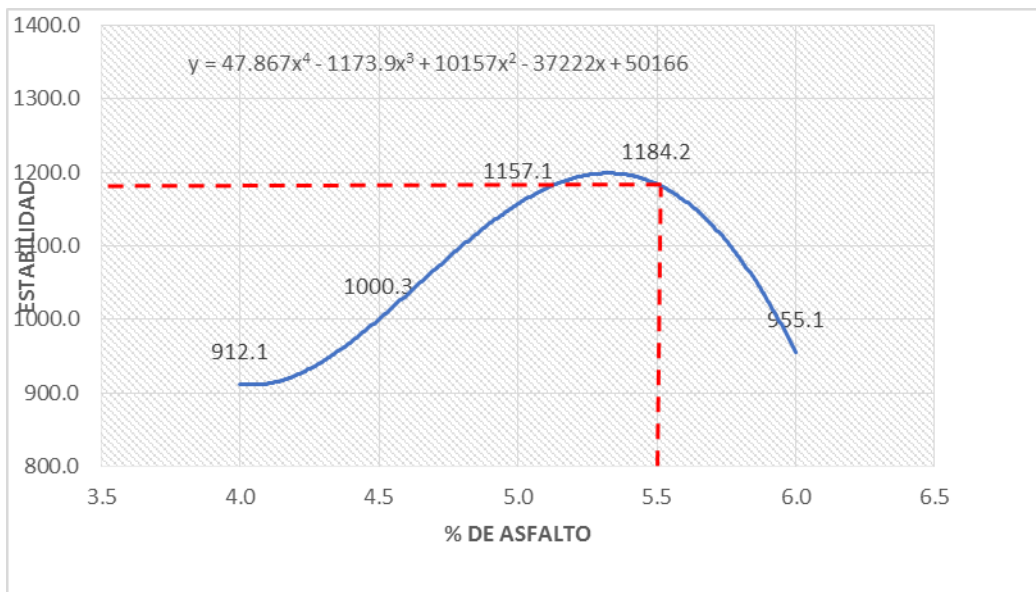
Se determinó una estabilidad de 1187.9 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas, ensayadas con el aparato de Marshall.

Tabla N° 82 Resultado de optimo contenido Asfalto con 4% de óxido de cromo Ocre

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1195.7
5.3	1202.2
5.4	1199.9
5.5	1187.9
5.6	1165.5
5.7	1131.9
6	959.2

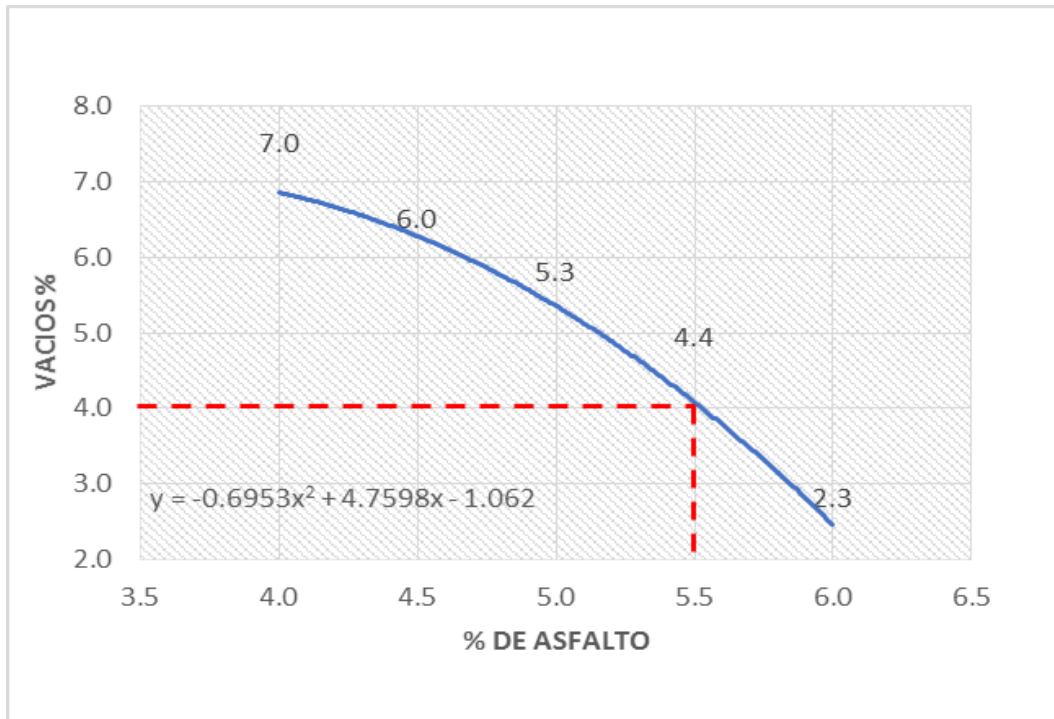
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 170 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo Ocre



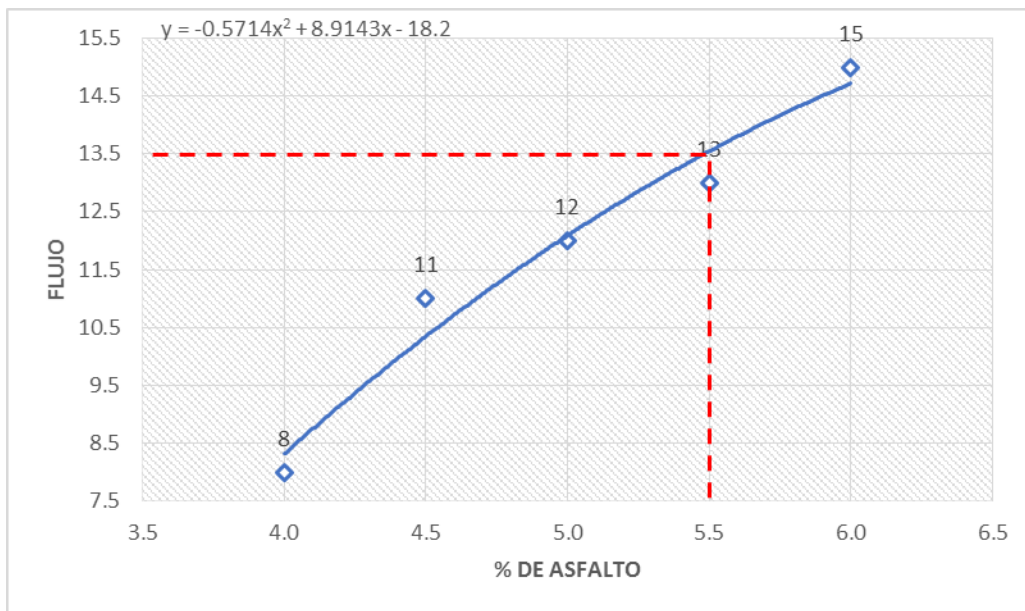
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 171 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo Ocre



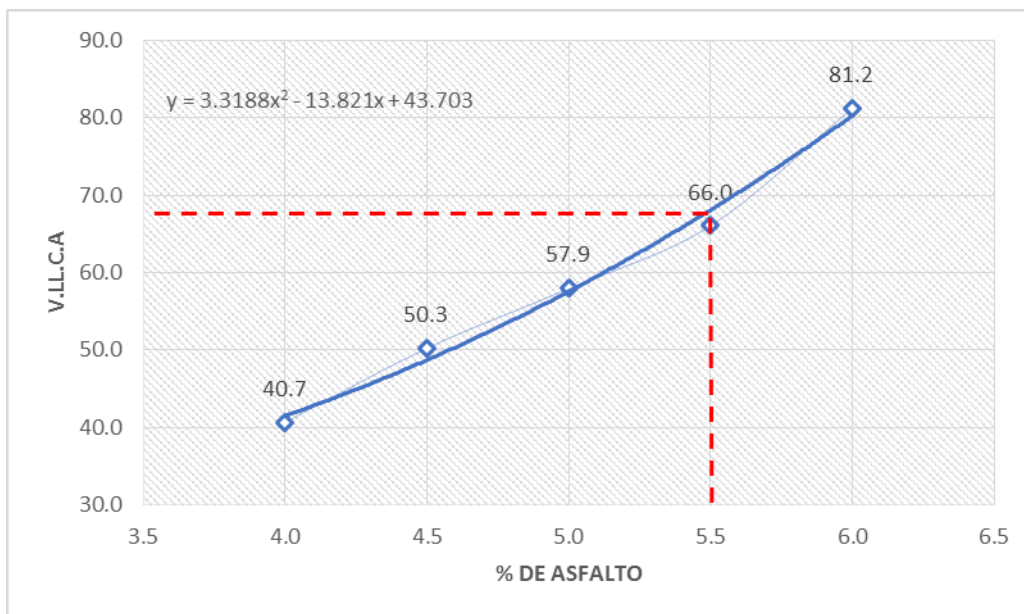
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 172 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 173 Curva de VFA con 4% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 8% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE

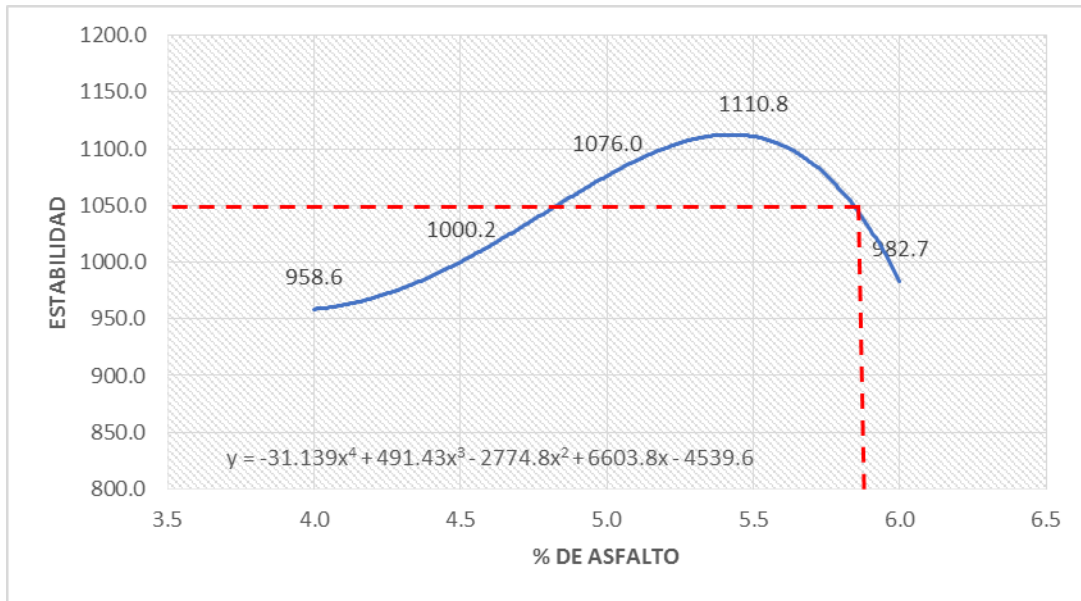
Se determinó la estabilidad en 1087.9 Kg, mediante el resultado de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 83 Resultados de óptimo contenido Asfalto con 8% oxido cromo Ocre

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	1100.9
5.3	1108.9
5.7	1087.9
5.8	1063.6
6	983.1

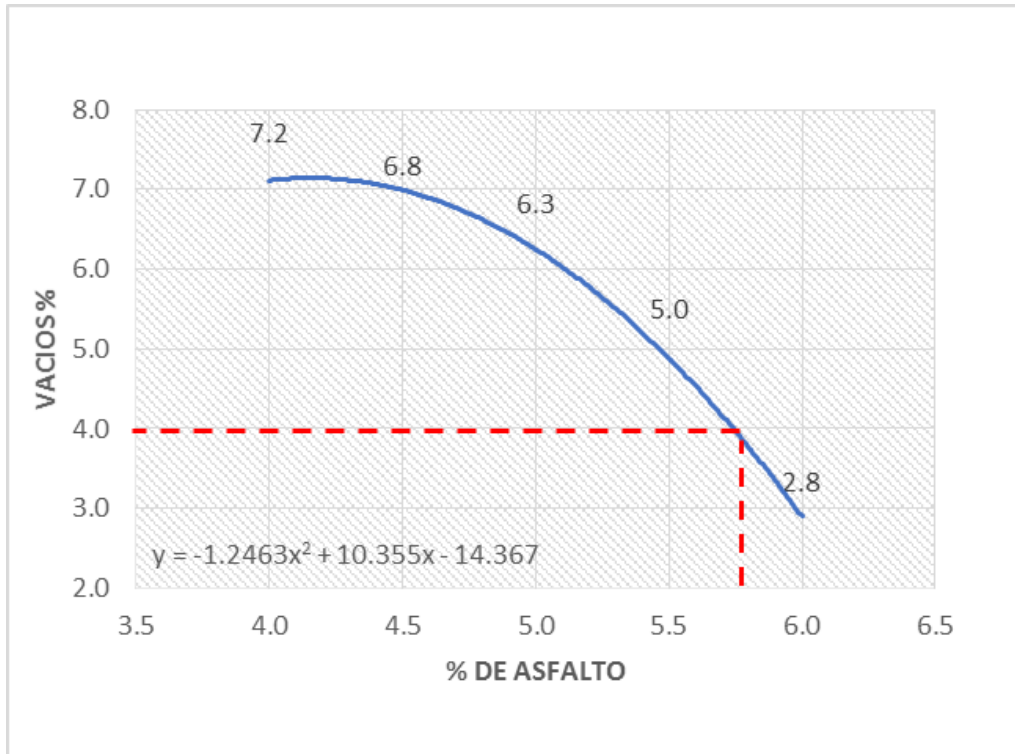
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 174 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Ocre



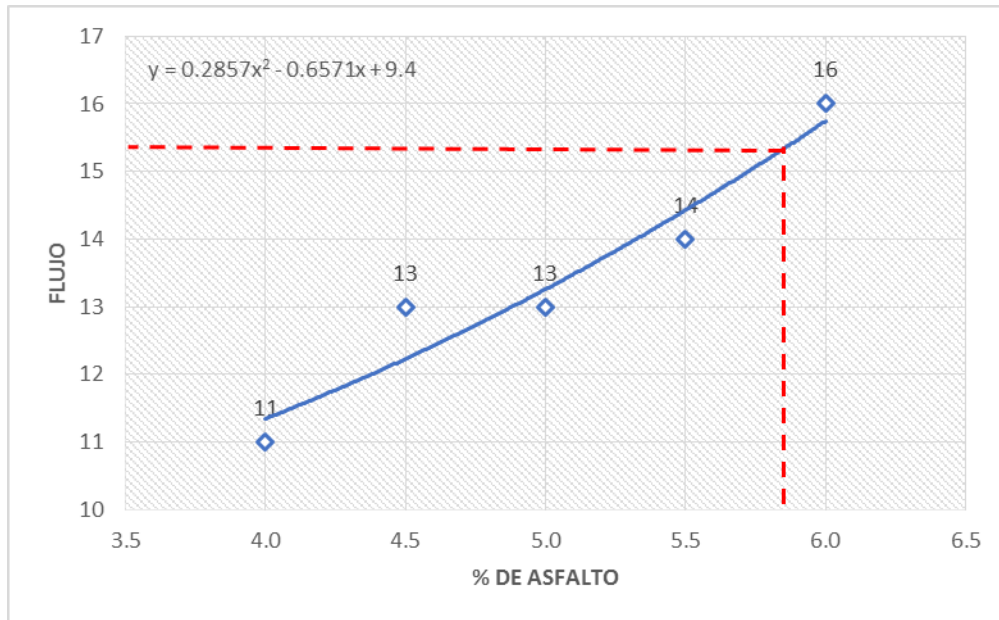
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 175 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Ocre



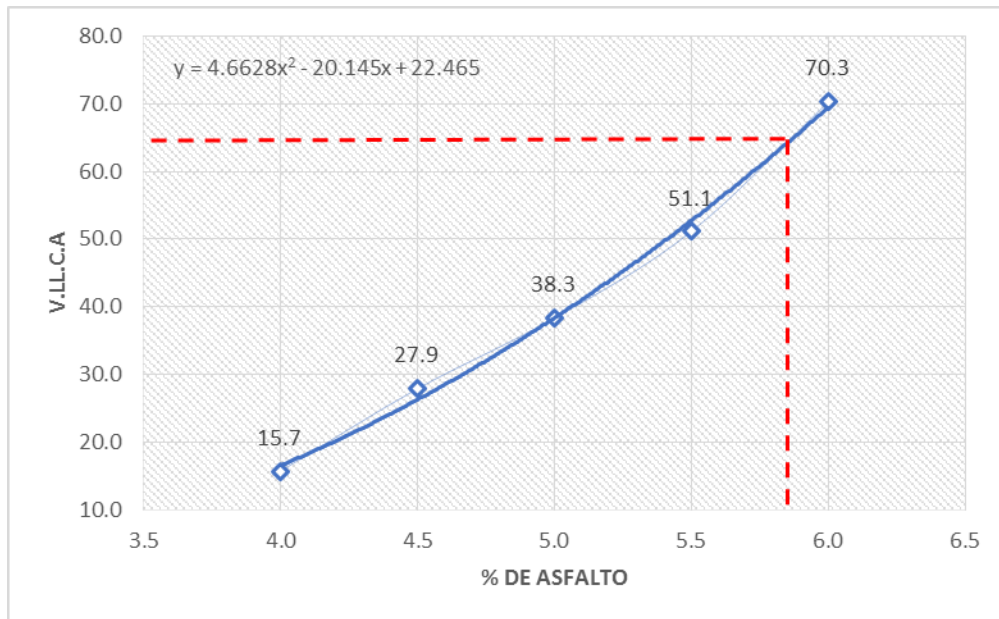
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 176 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 177 Curva de VFA con 8% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 12% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE

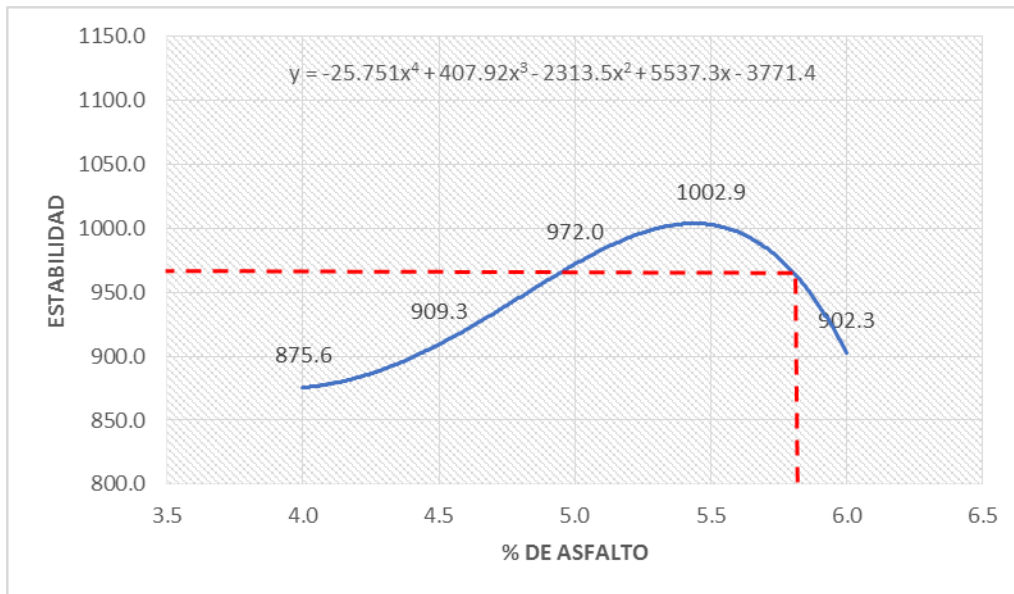
Se determinó una estabilidad de 965.4 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en laboratorio.

Tabla N° 84 Resultado de optimo contenido de asfalto con 12% de óxido de cromo Ocre

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	994.2
5.3	1001.2
5.8	965.4
5.9	940.5
6.0	903.8

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

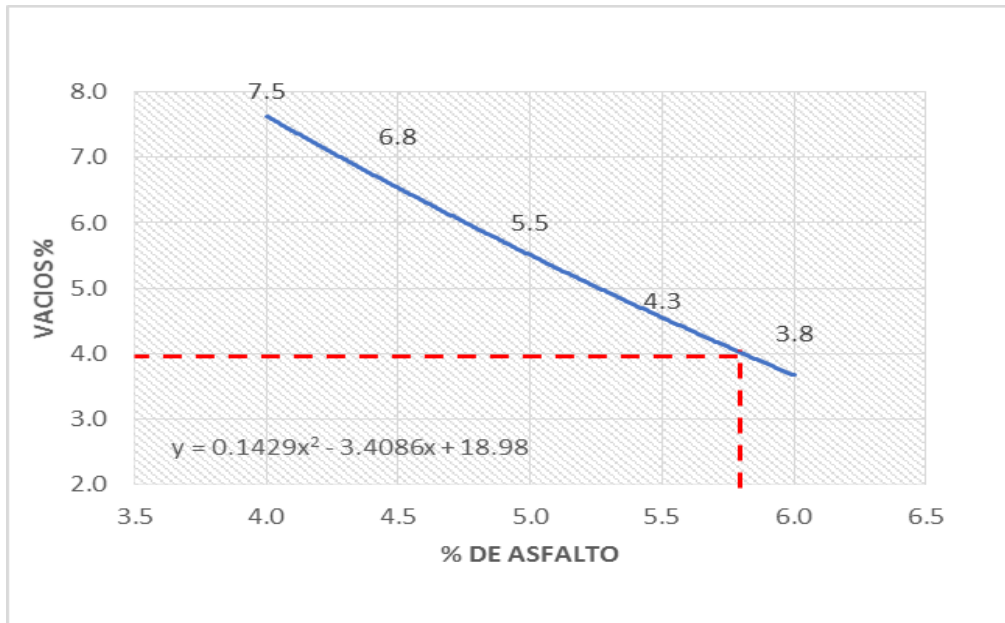
Figura N° 178 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

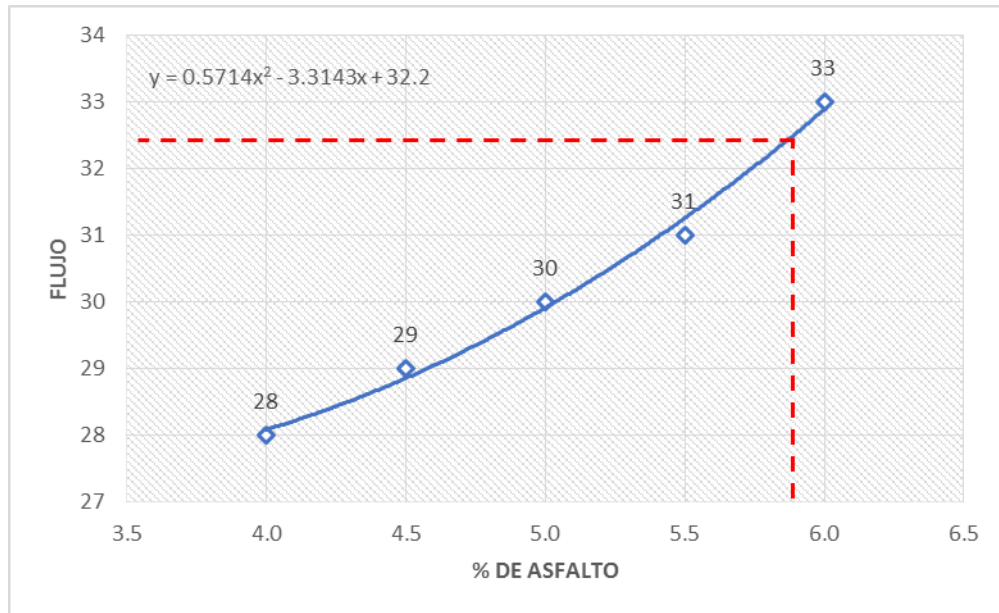


Figura N° 179 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 180 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 15% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE

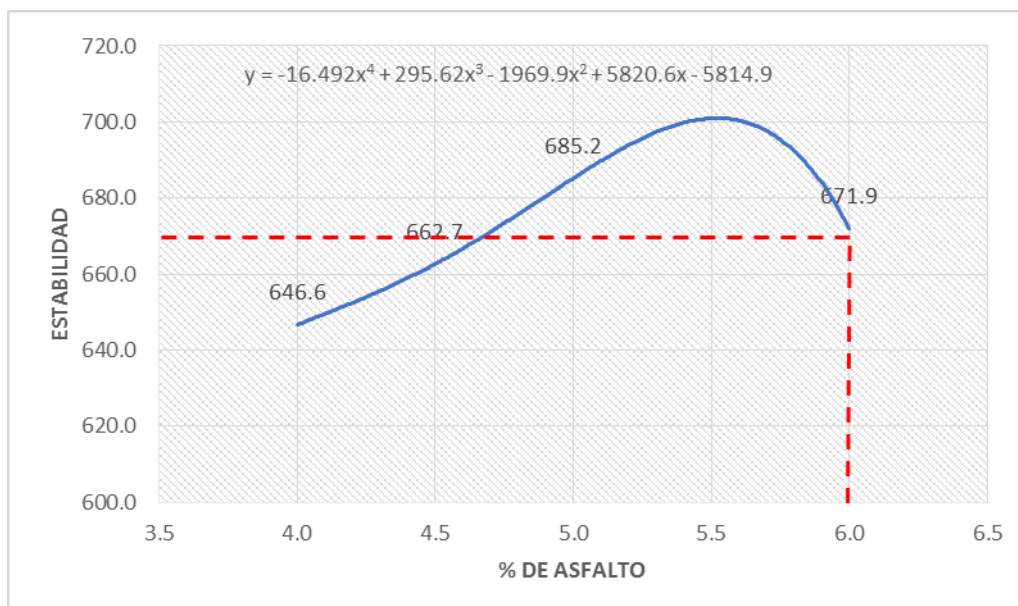
Se determinó una estabilidad de 672.6 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 85 Resultado del porcentaje de asfalto óptimo con 15% de óxido de cromo Ocre

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	694.3
5.3	697.8
5.4	700.3
5.5	701.5
5.6	700.9
6	672.6

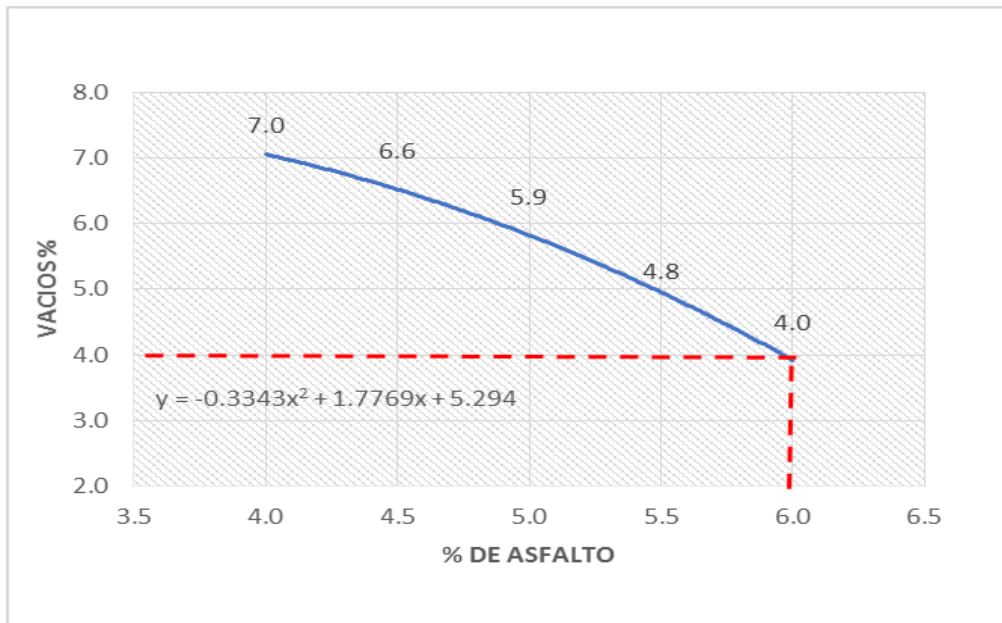
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 181 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Ocre



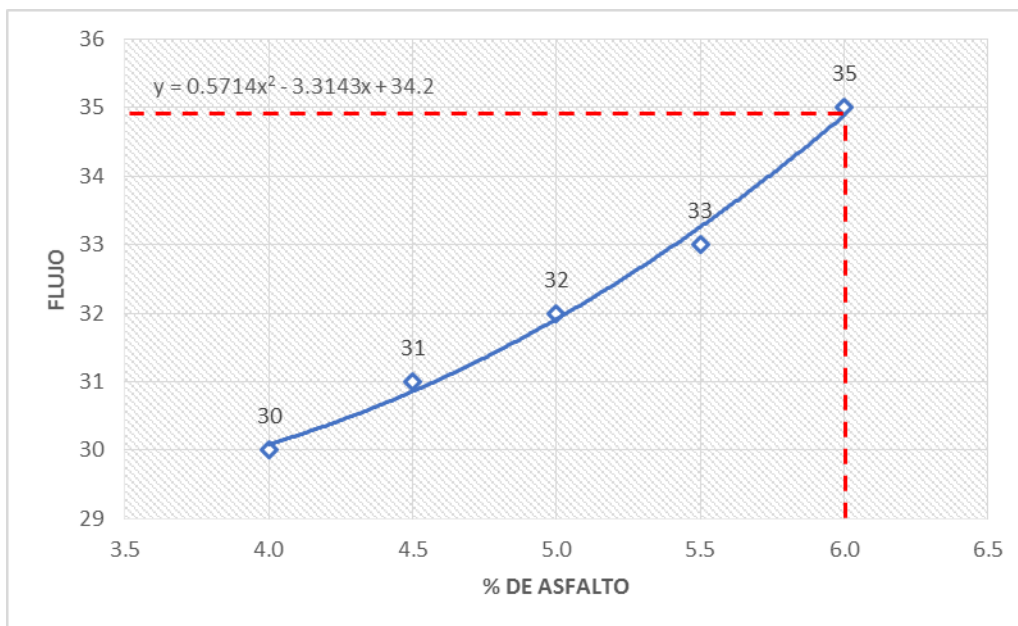
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 182 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Ocre



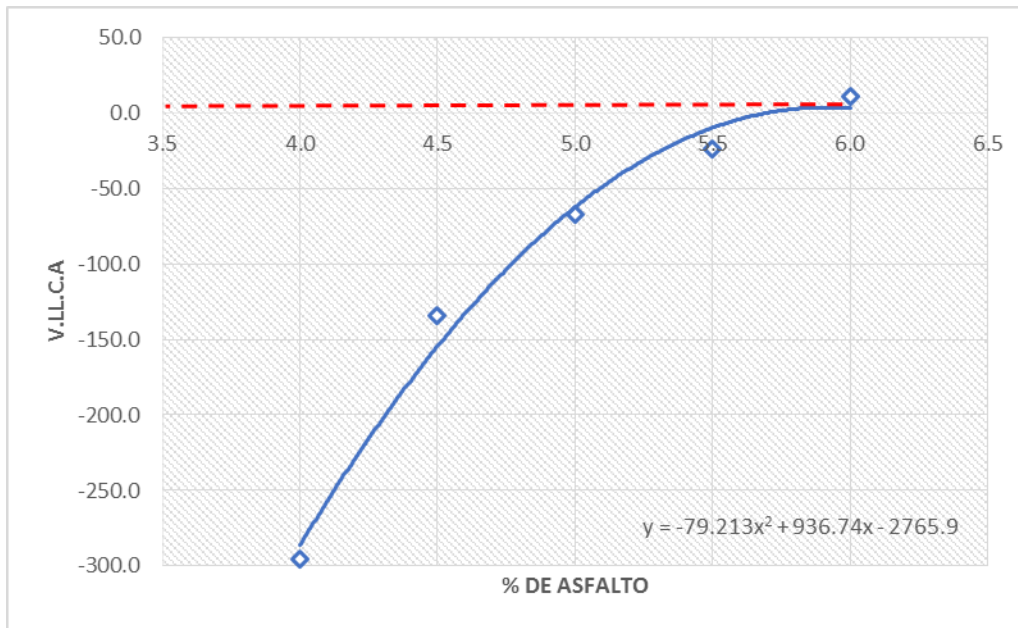
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 183 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 184 Curva de VFA con 15% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

#### 4.2.5 RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS PIGMENTO CHROMAFER Y OCRE PARA FLUJO VEHICULAR MEDIO

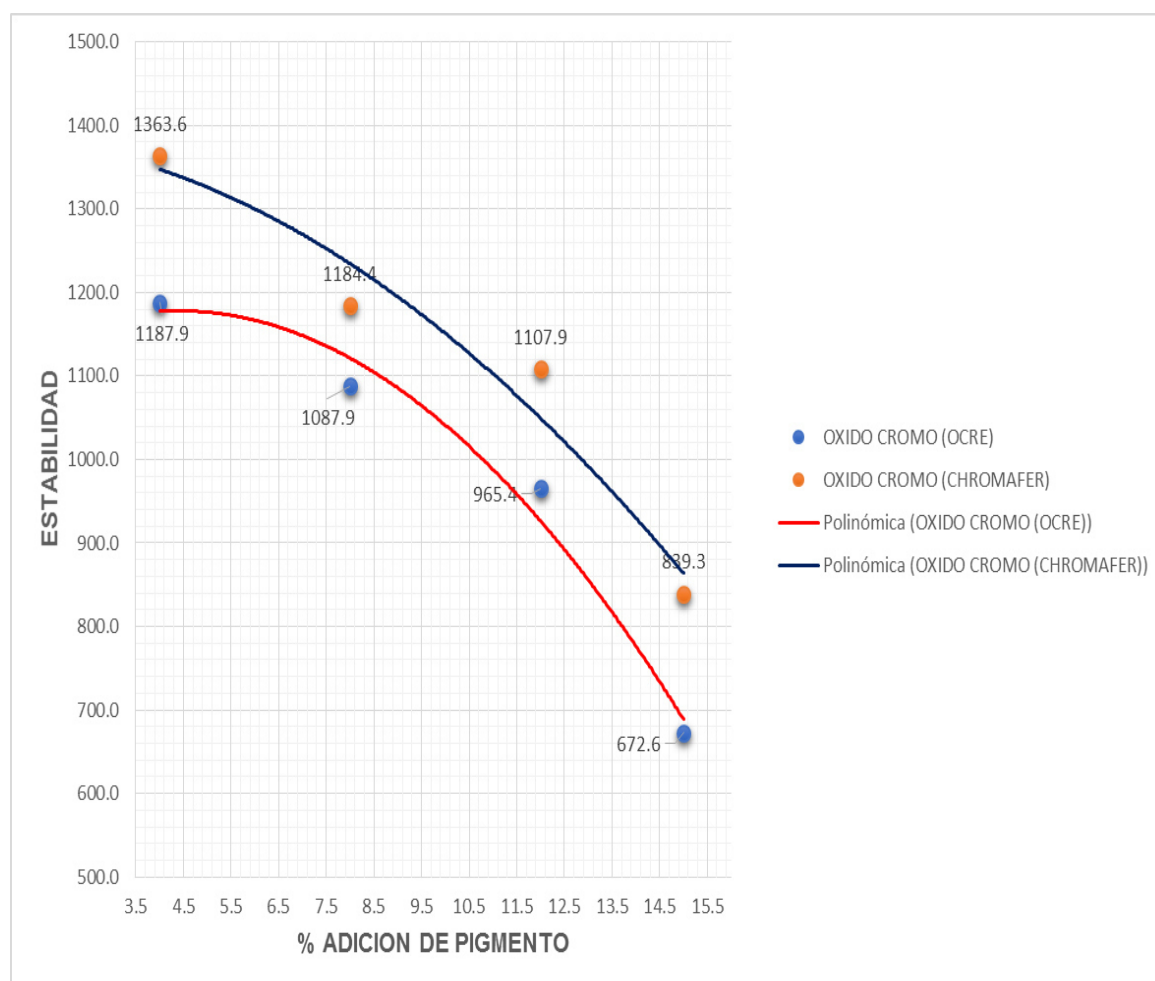
Resultado de estabilidad de MAC con pigmento, óxido de cromo Ocre – Chromafer, para tráfico medio

Tabla N° 86 Resultado comparativo en estabilidad entre OCRE Y CHROMAFER

% DE PIGMENTO	ESTABILIDAD	
	Ocre	Chromafer
4.0	1187.9	1363.6
8.0	1087.9	1184.4
12.0	965.4	1107.9
15.0	672.6	839.3

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 185 Curva de estabilidad entre el Ocre y Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR LIGERO 35 GOLPES CON PIGMENTO CHROMAFER

Resultado de estabilidad, vacíos, VFA y fluencia de MAC pigmentadas con óxido de cromo OCRE- CHROMAFER, en porcentajes de 4, 8, 12 y 15%, para tráfico ligero.

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 4% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER

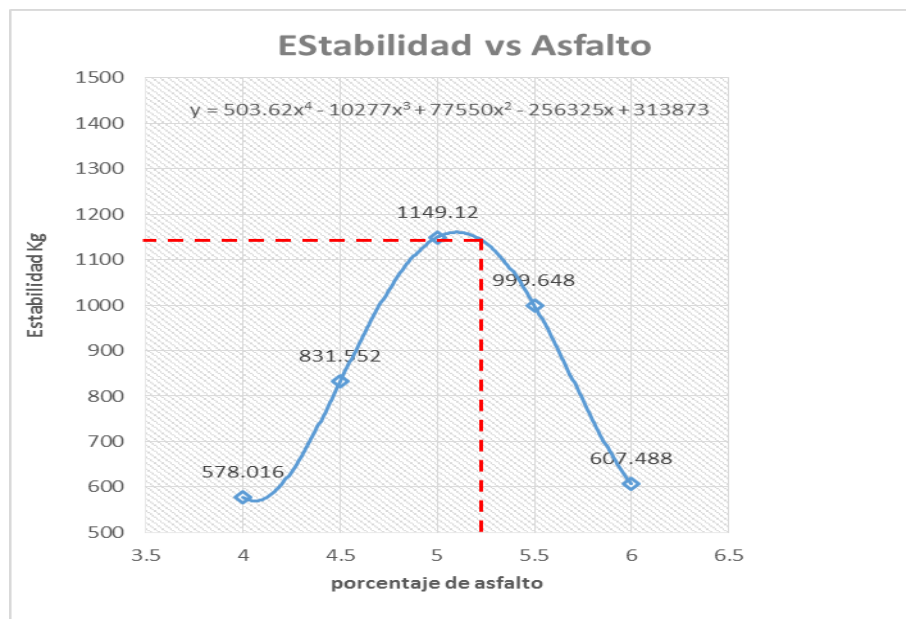
Se determinó una estabilidad de 1134.2 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 87 Resultado de propiedades mecánicas con 4% de óxido de cromo Chromafer

% ASFALTO	ESTABILIDAD
4	571.7
4.5	822.1
5.2	1134.2
5.5	980.9
6	582.5

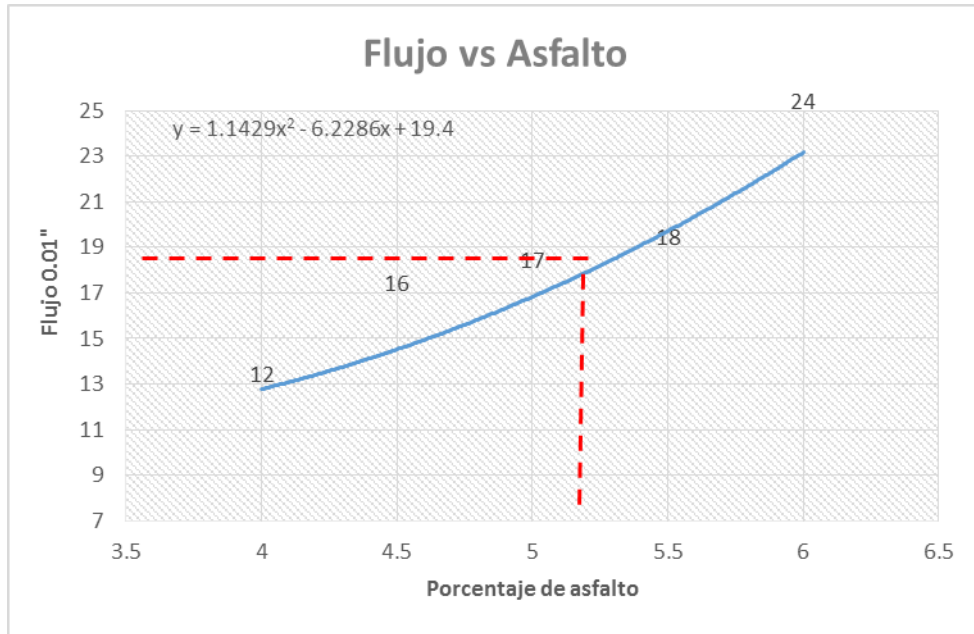
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 186 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo Chromafer



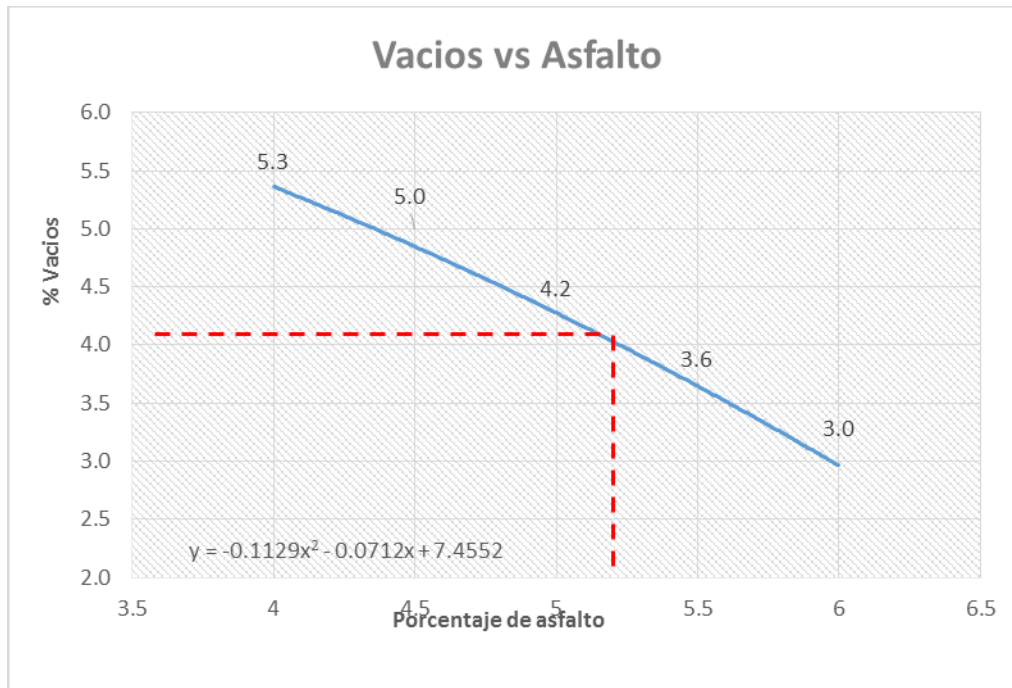
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 187 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo Chromafer



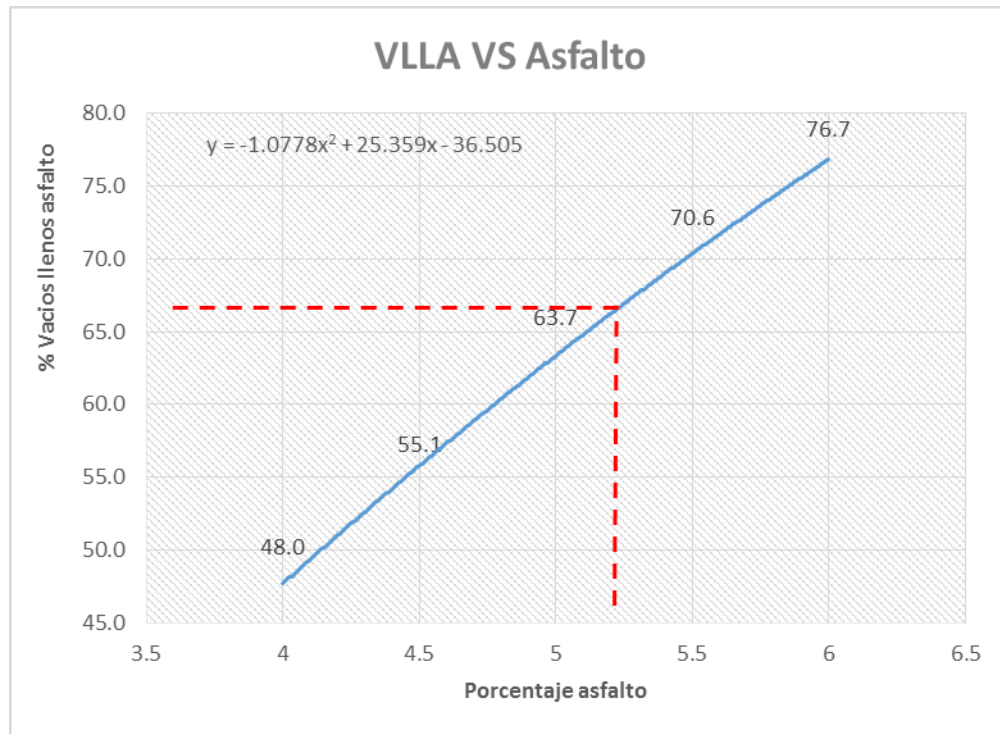
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 188 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 189 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 4% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 8% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER**

Se determinó una estabilidad de 1054.4 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas, ensayadas en el aparato de Marshall.

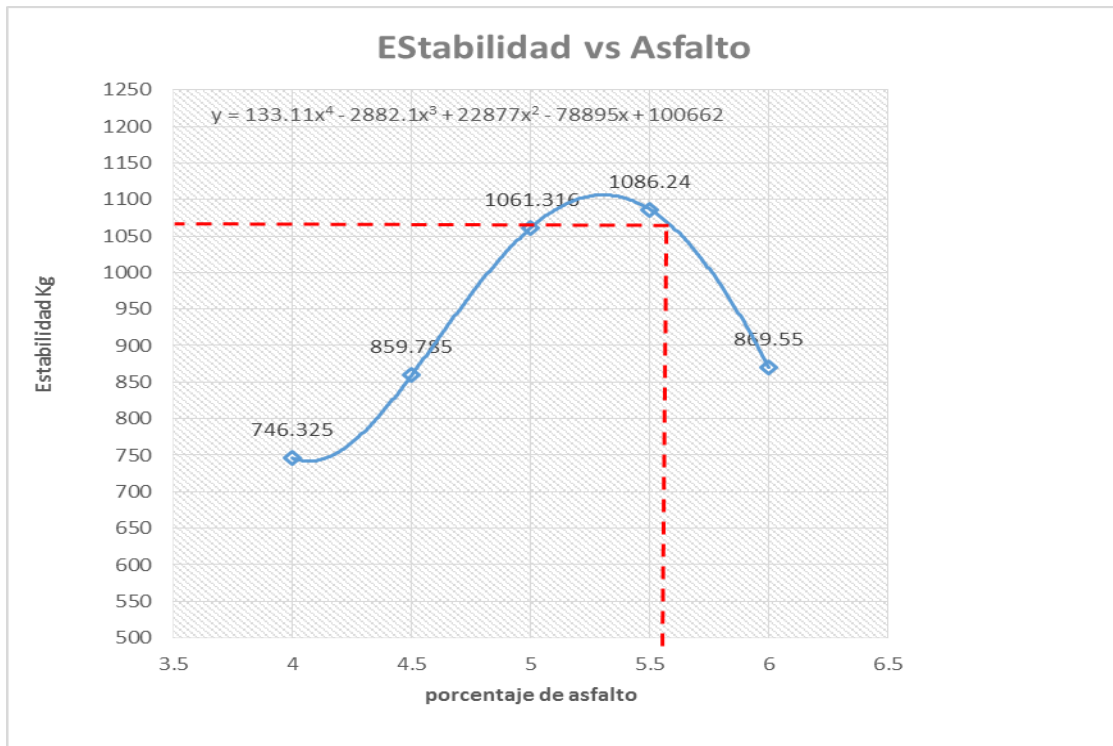
Tabla N° 88 Resultado de propiedades mecánicas con 8% de óxido de cromo Chromafer

% ASFALTO	ESTABILIDAD
4	742.2
4.5	854.9
5.2	1094.7
5.6	1054.4
6	862.6

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

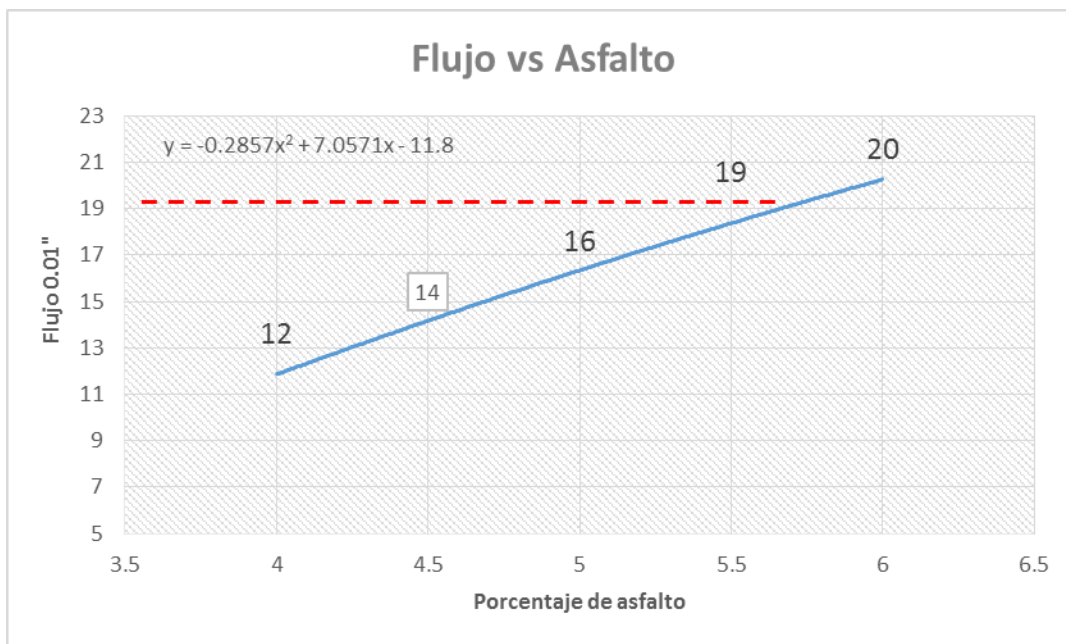


Figura N° 190 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Chromafer



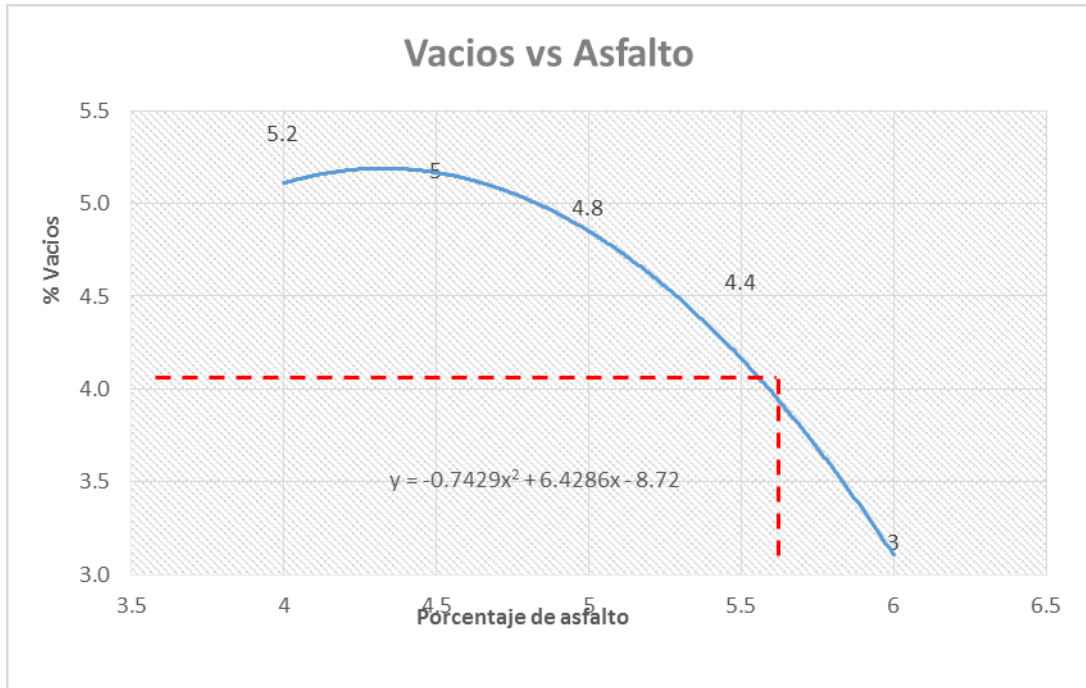
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 191 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Chromafer



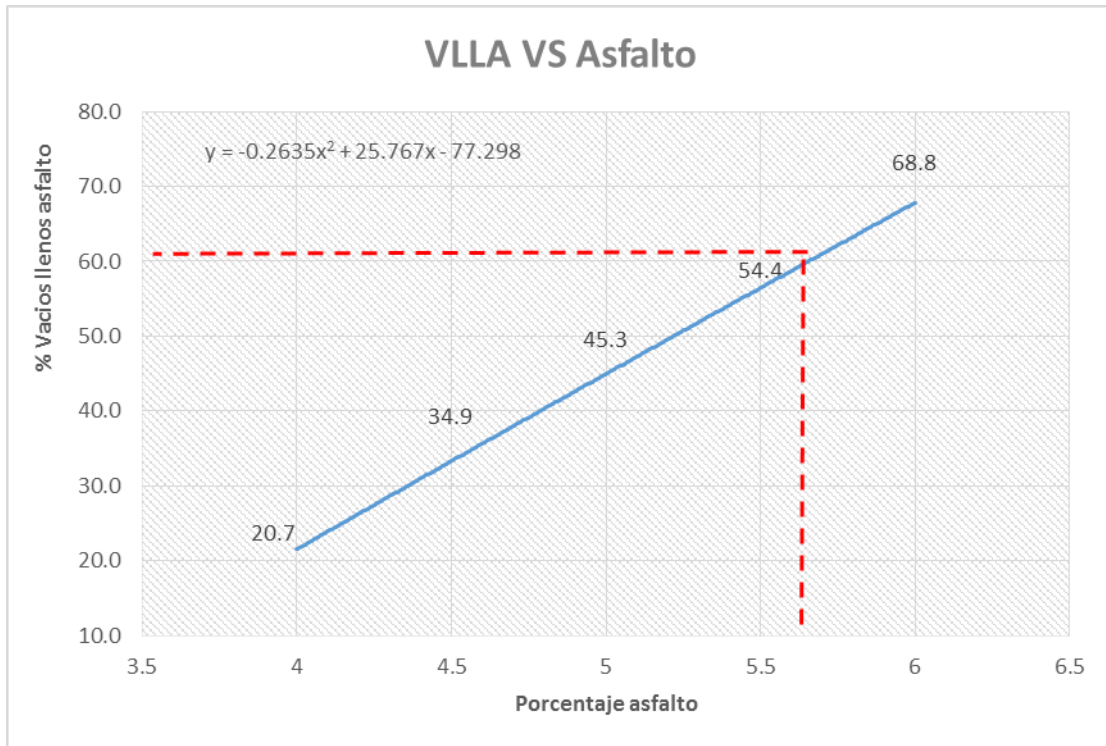
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 192 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 193 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 8% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 12% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER

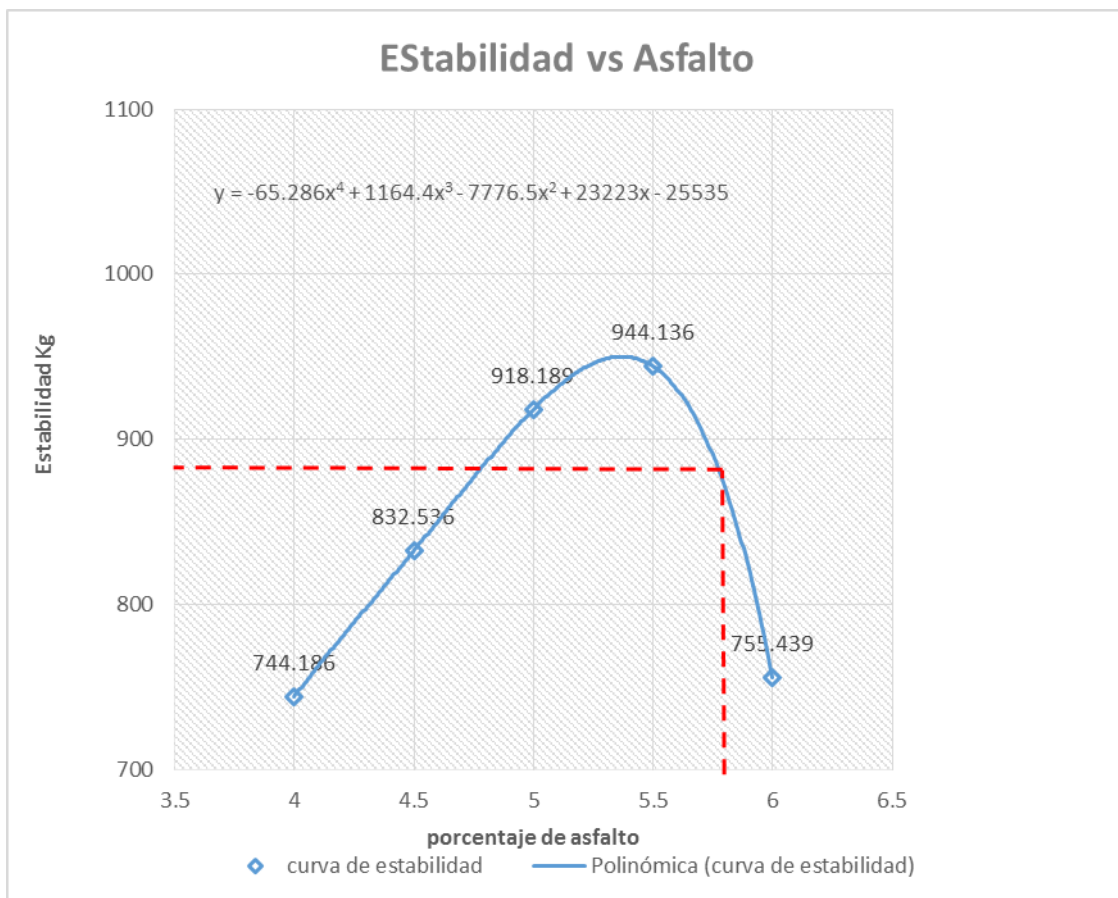
Se determinó una estabilidad de 864.5 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 89 Resultado de propiedades mecánicas con 12% de óxido de cromo Chromafer

% ASFALTO	ESTABILIDAD
4	741.4
4.5	829.0
5.2	937.4
5.8	864.5
6	748.7

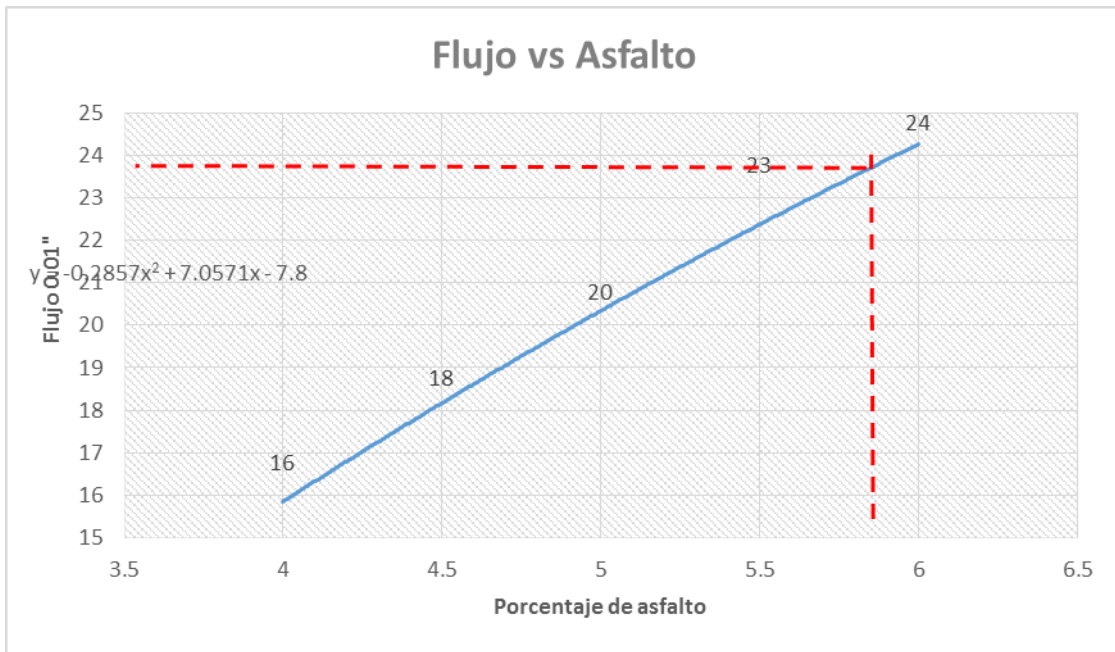
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 194 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Chromafer



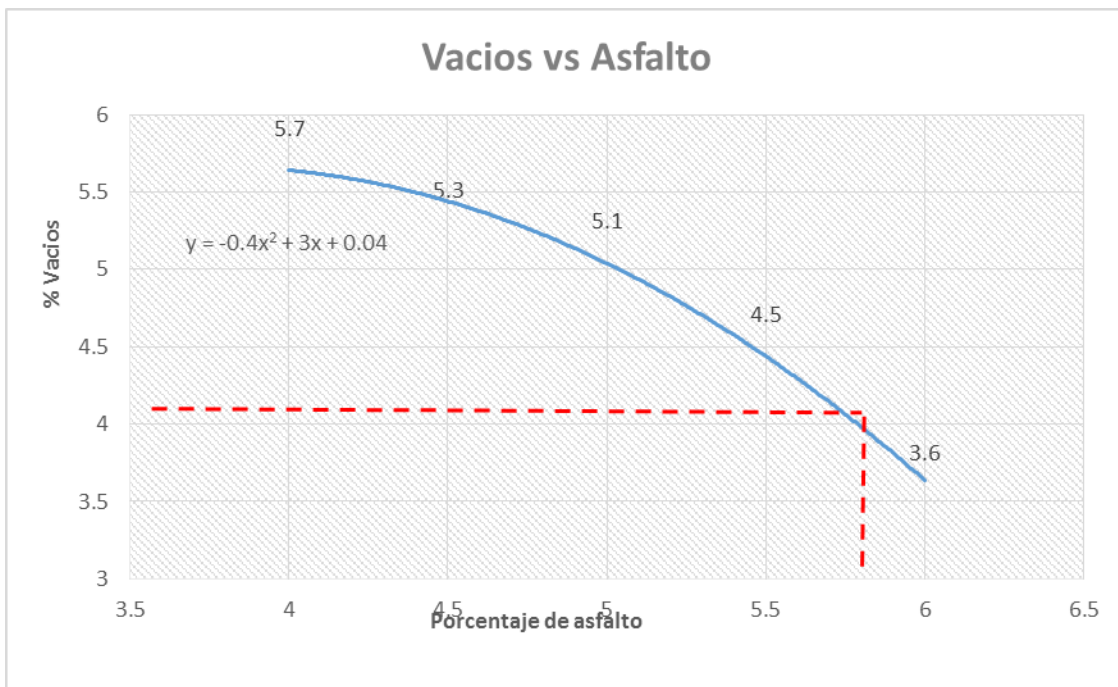
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 195 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Chromafer



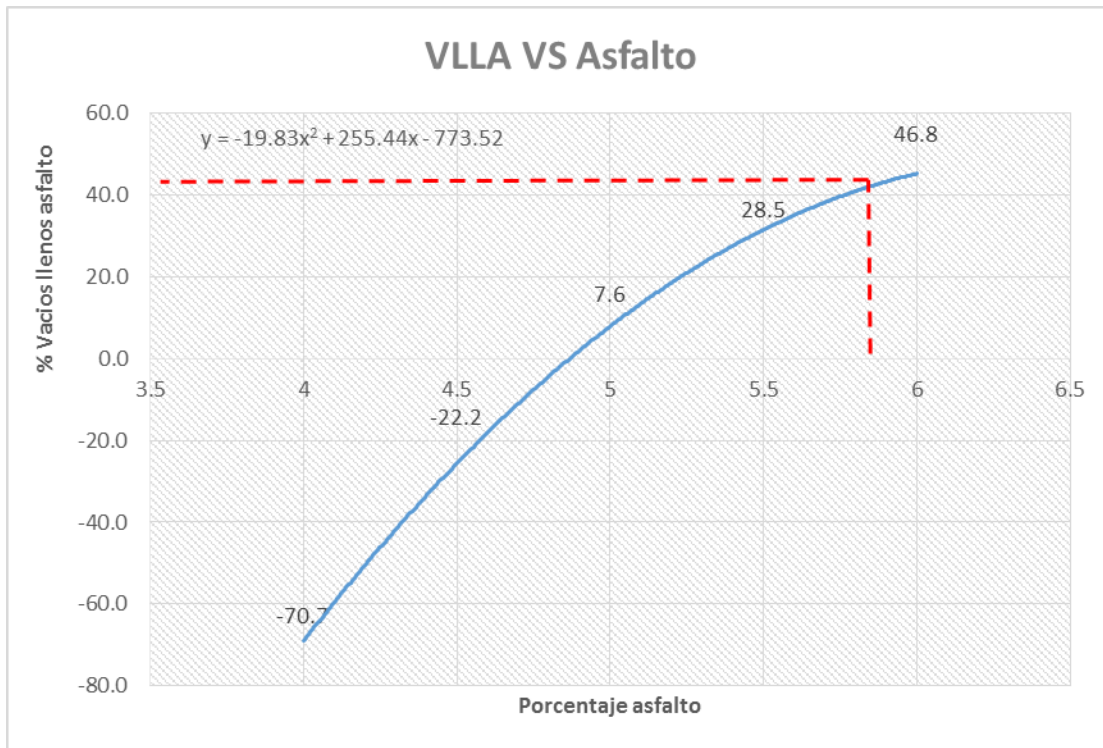
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 196 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 197 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 12% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD DE LA MUESTRA DOSIFICADA CON 15% DE ÓXIDO DE CROMO CON PIGMENTO CHROMAFER**

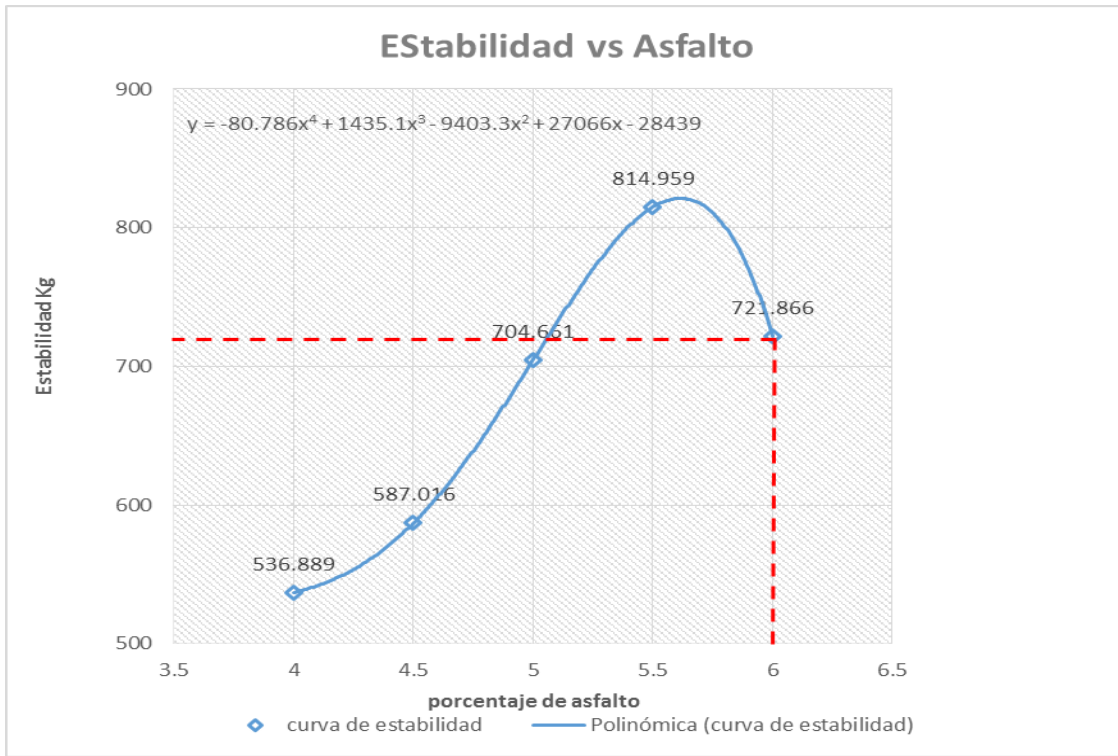
Se determinó una estabilidad de 721.1 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 90 Resultado de las propiedades mecánicas con 15% de óxido de cromo Chromafer

% ASFALTO	ESTABILIDAD
4	537.4
4.5	587.4
5.2	757.9
5.8	800.6
6	721.1

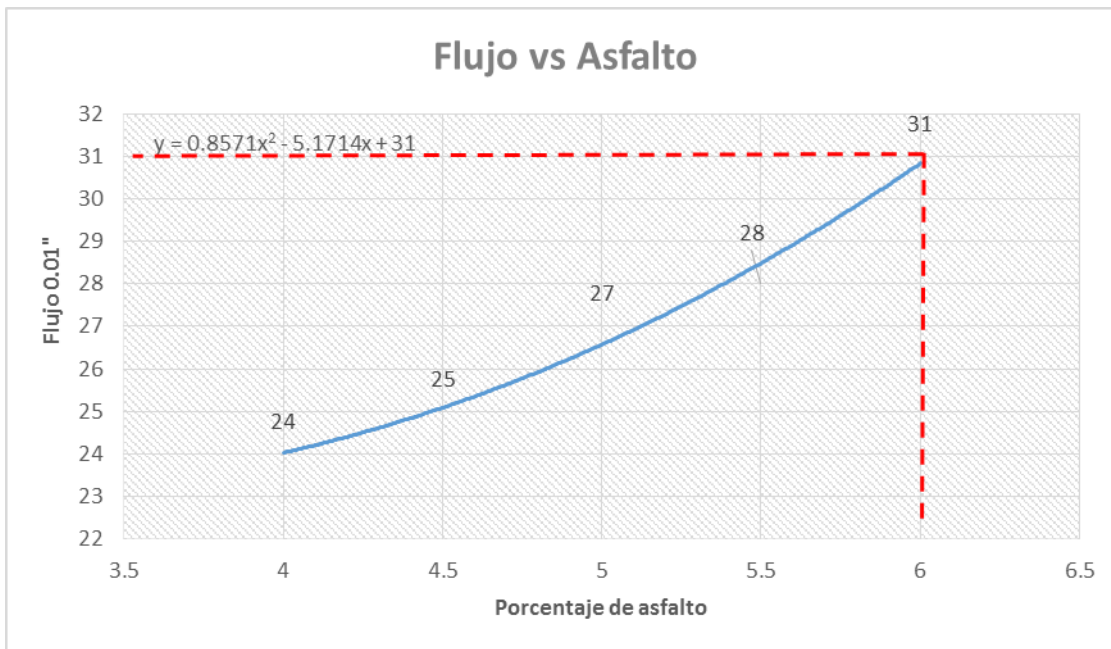
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 198 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Chromafer



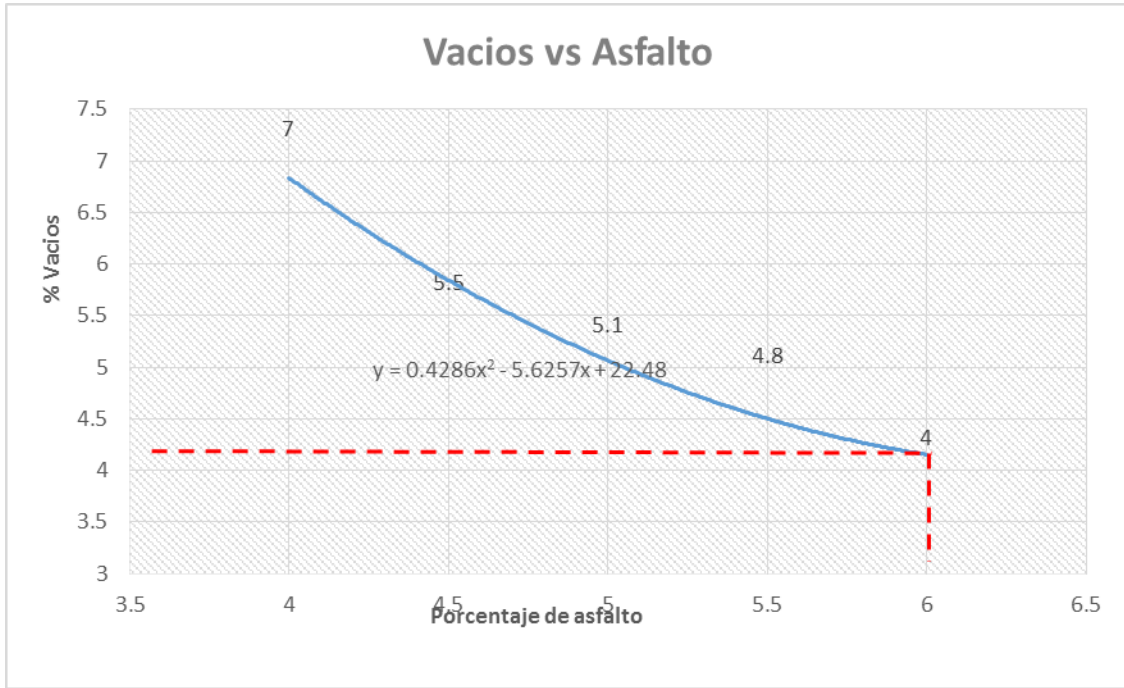
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 199 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Chromafer



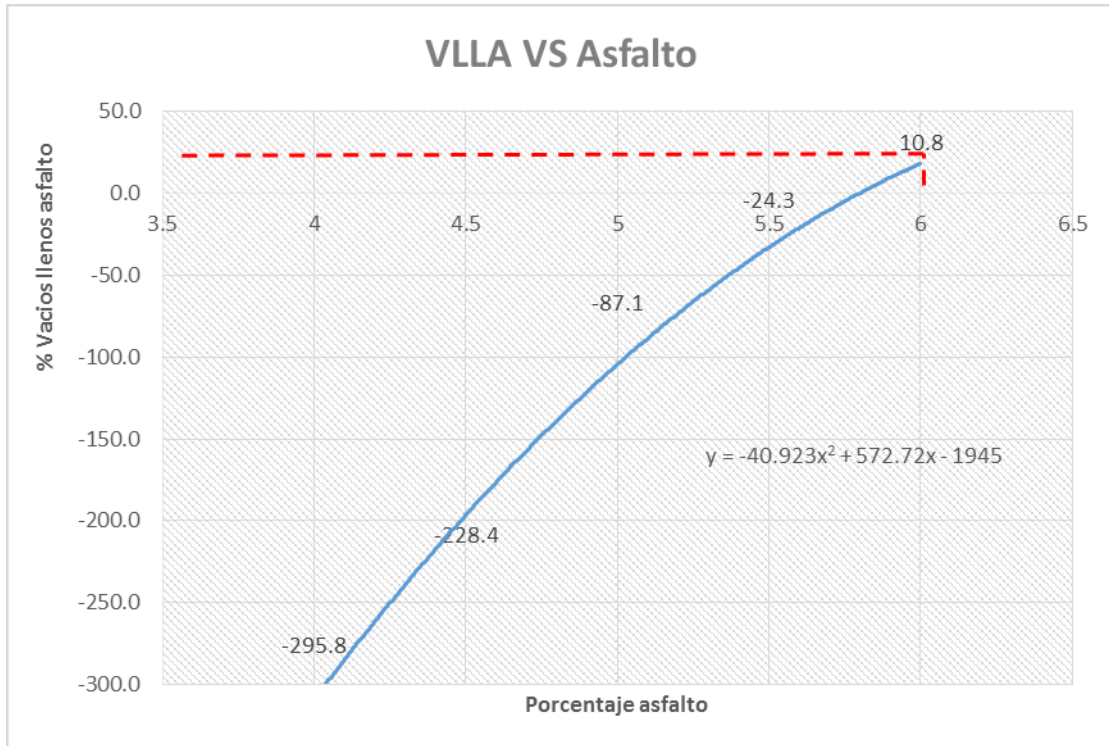
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 200 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 201 Curva de vacíos llenos con cemento asfáltico con 15% de óxido de cromo Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

**RESULTADOS DE ESTABILIDAD POR TIPO DE FLUJO VEHICULAR LIVIANO  
35 GOLPES CON ÓXIDO METÁLICO DE CROMO-OCRE**

**RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACION DE 4% DE OXIDO DE  
CROMO – OCRE**

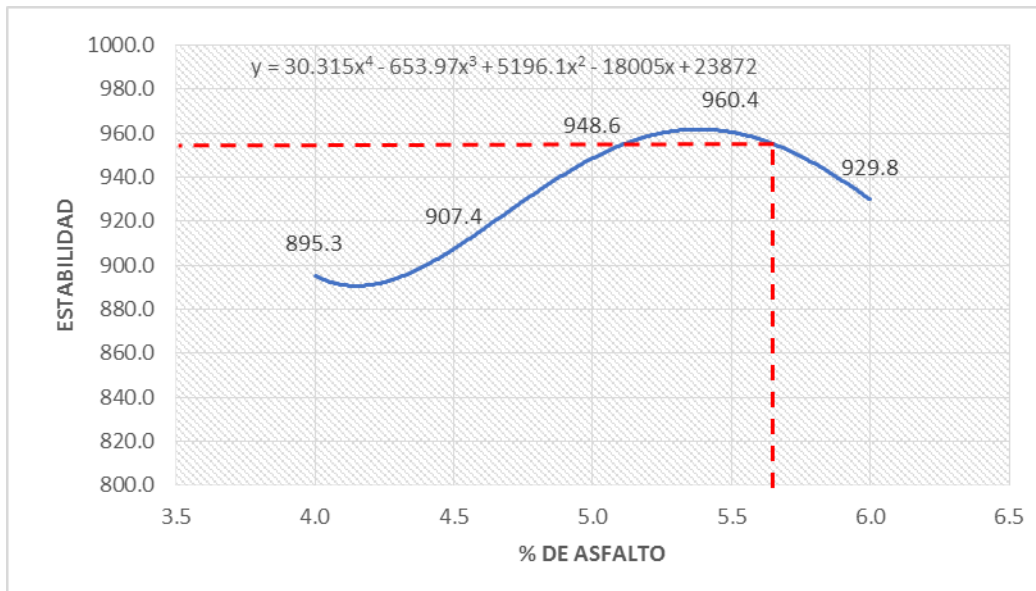
Se determinó una estabilidad de 959.4 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 91 Resultado del óptimo contenido asfalto con 4% oxido cromo Ocre

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	960.3
5.3	962.9
5.4	963.6
5.5	962.4
5.6	959.4
5.7	954.6
5.8	948.4

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

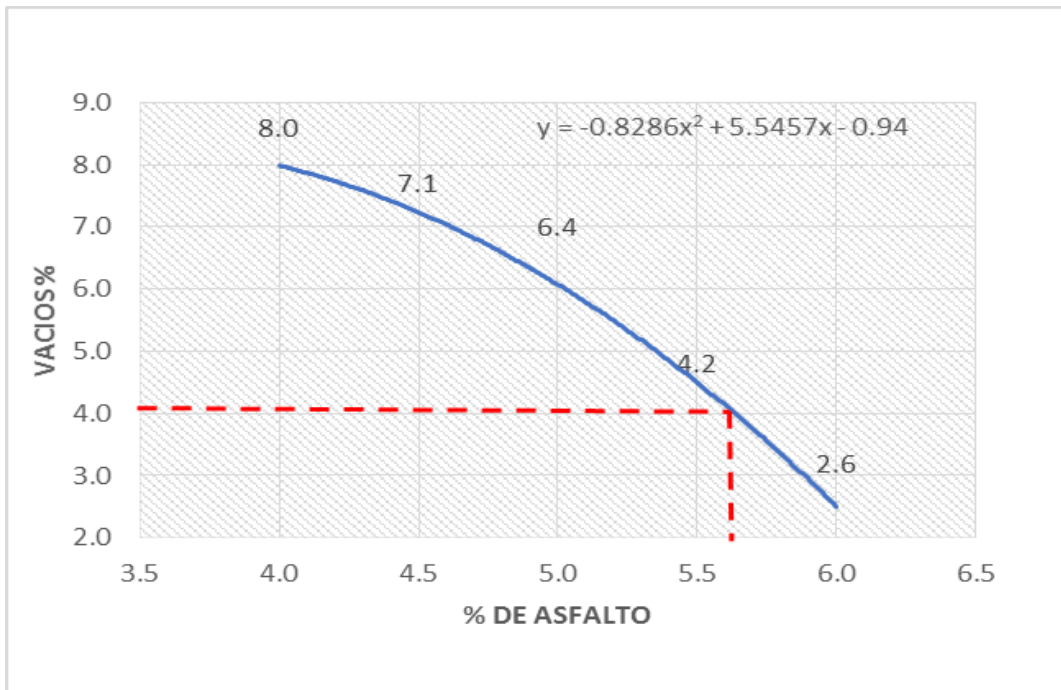
Figura N° 202 Curva de estabilidad con 4% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

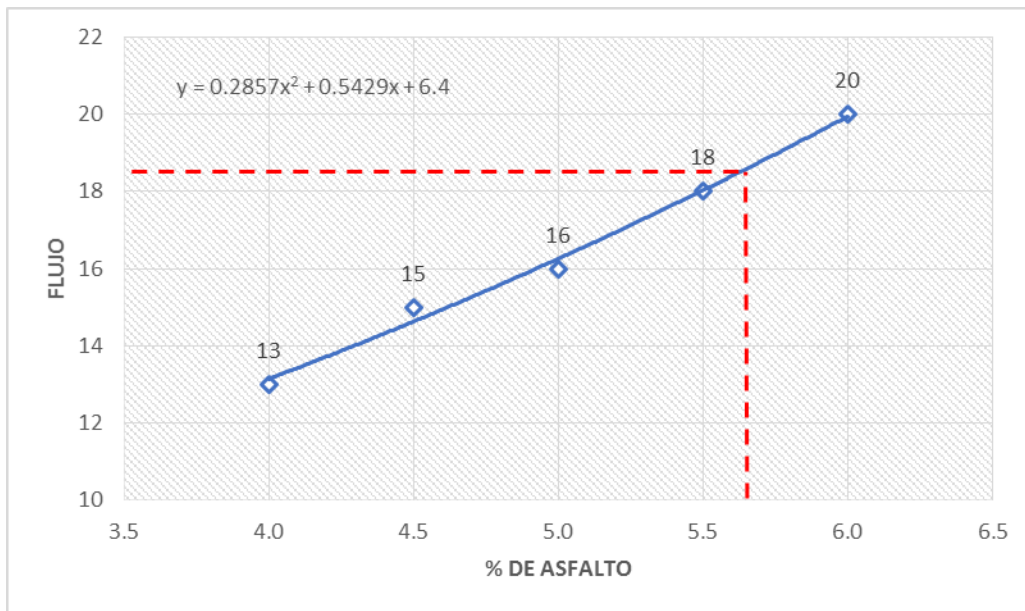


Figura N° 203 Curva de vacíos con 4% de óxido de cromo Ocre



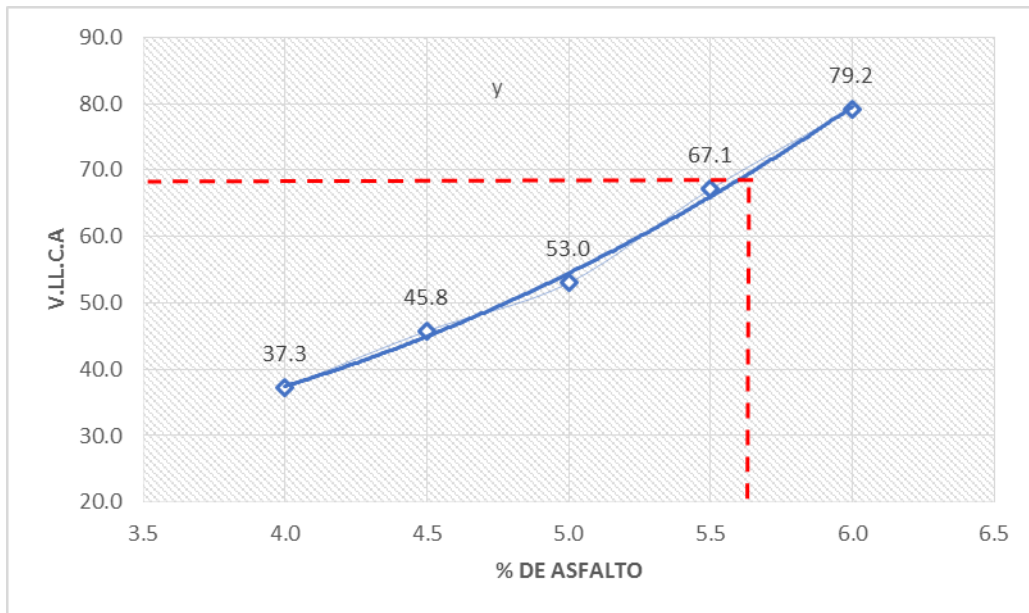
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 204 Curva de flujo con 4% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 205 Curva de VFA con 4% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 8% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE

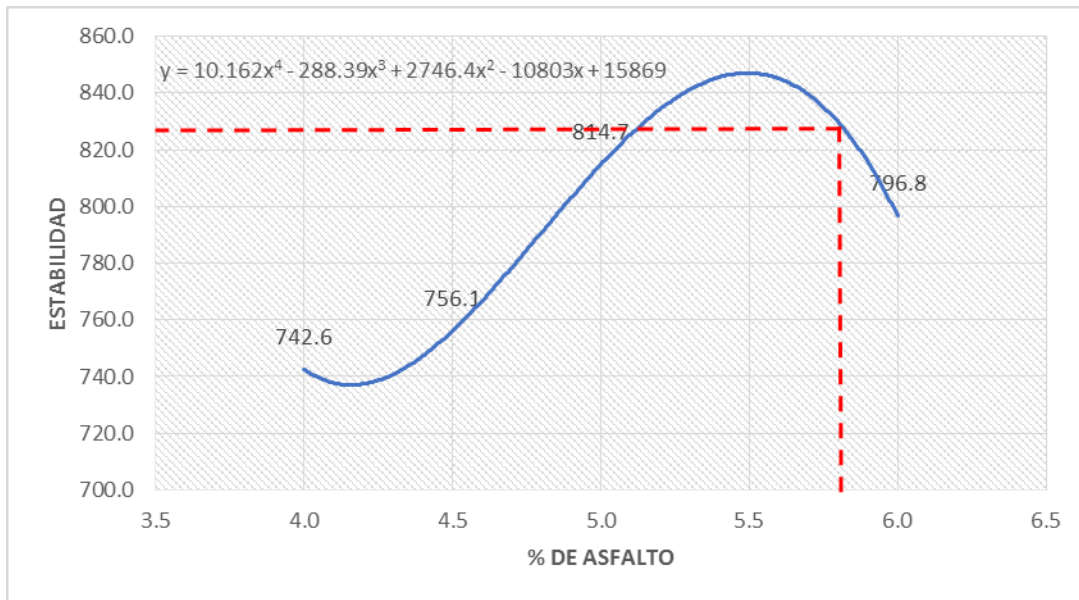
Se determinó una estabilidad de 832 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 92 Resultado del óptimo contenido de asfalto con 8% de óxido de cromo Ocre

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	836.2
5.3	843.1
5.4	847.6
5.8	832.0
5.6	847.2

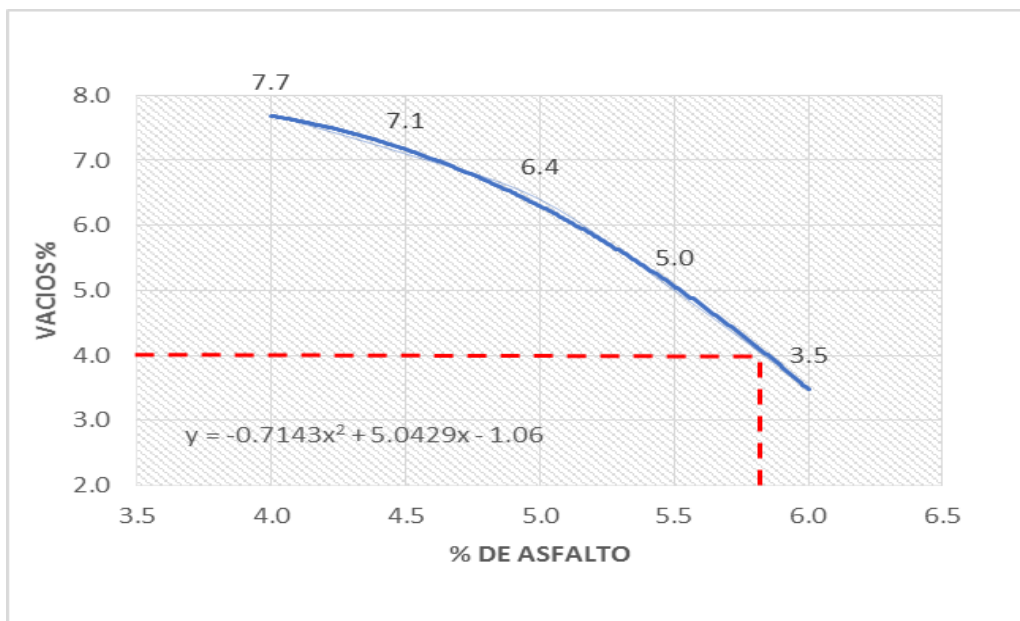
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 206 Curva de estabilidad con 8% de óxido de cromo Ocre



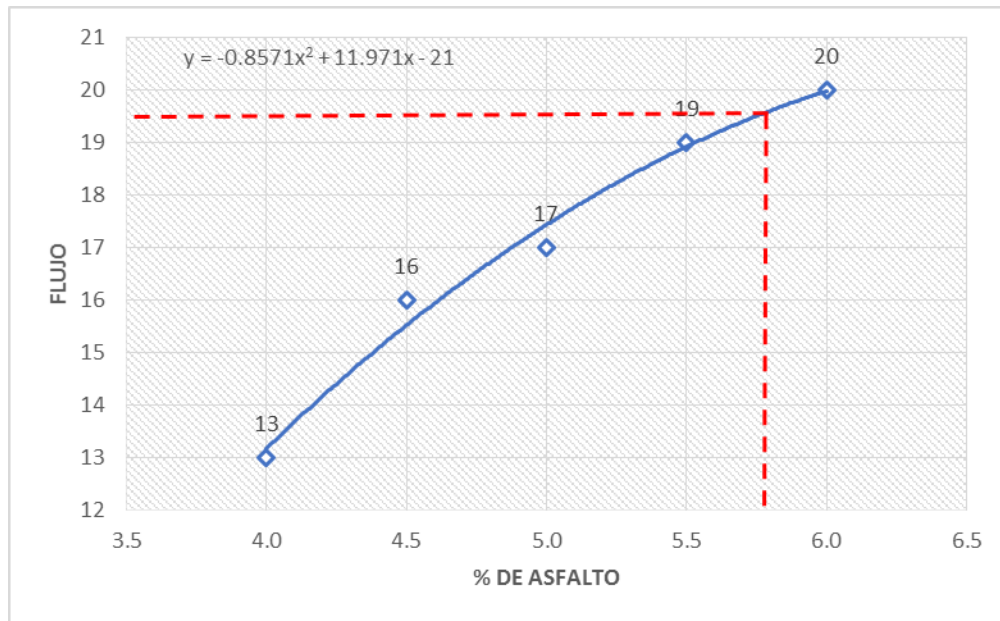
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 207 Curva de vacíos con 8% de óxido de cromo Ocre



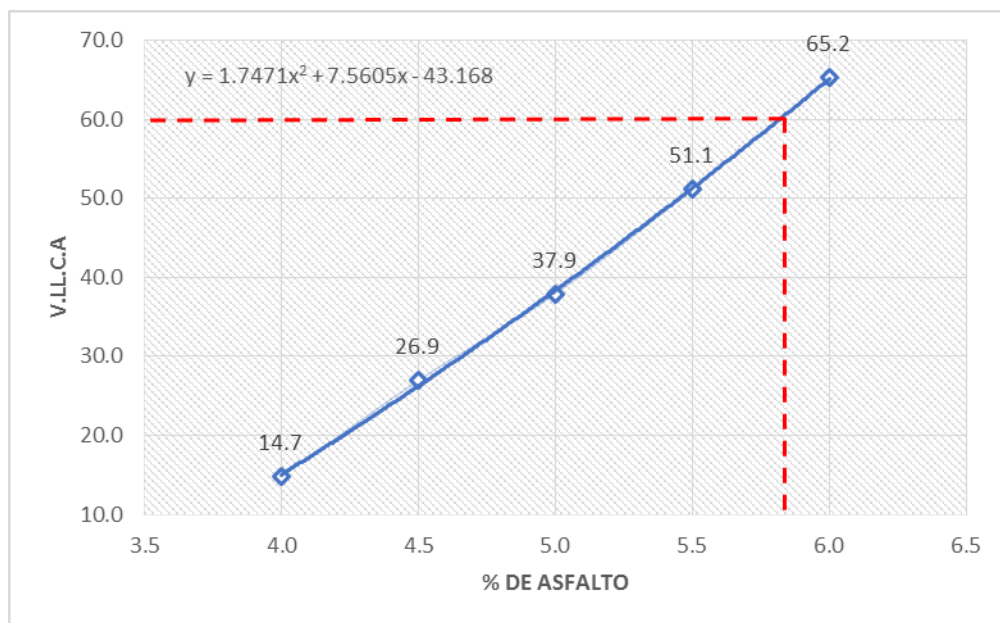
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 208 Curva de flujo con 8% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 209 Curva de VFA con 8% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

## RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 12% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE

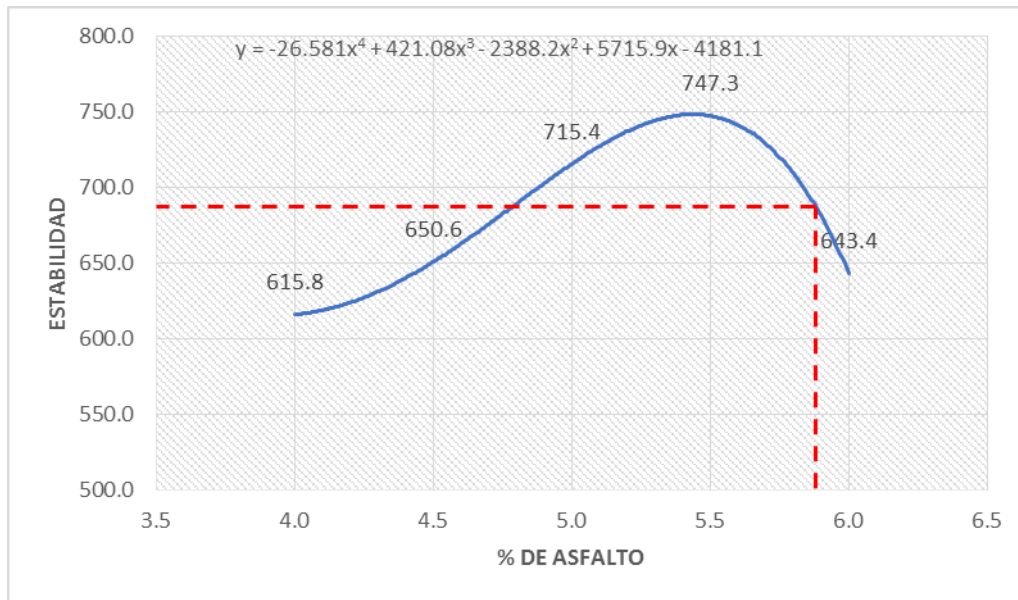
Se determinó una estabilidad de 681.3 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 93 Resultado del óptimo contenido de asfalto con 12% de óxido de cromo Ocre

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	736.9
5.3	744.1
5.4	747.8
5.9	681.3
6.0	643.4

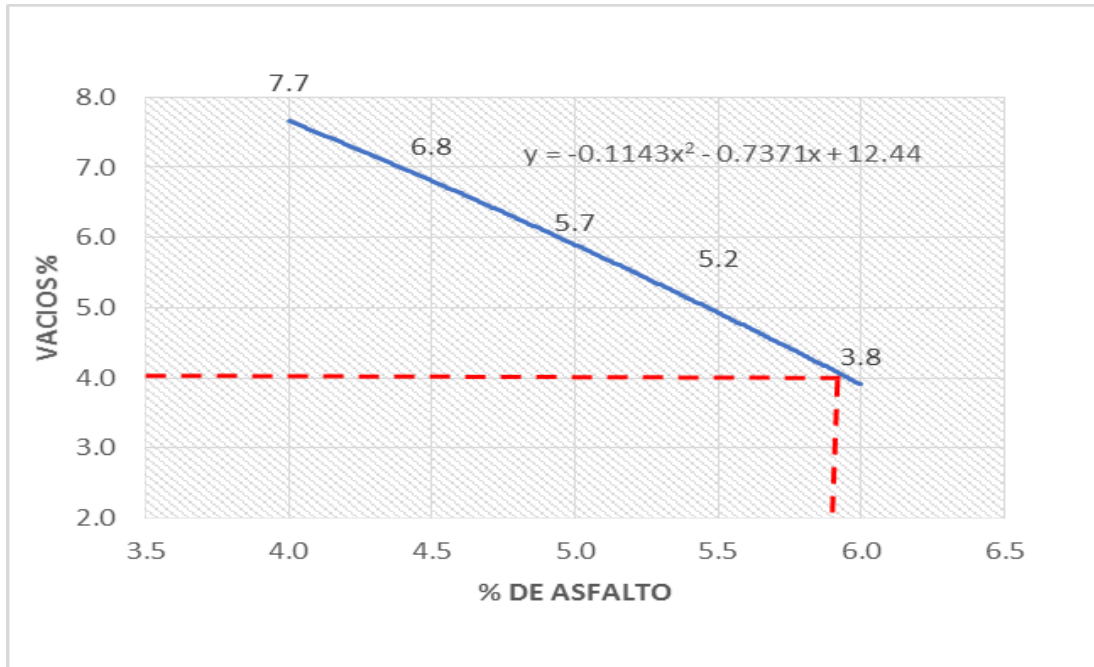
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 210 Curva de estabilidad con 12% de óxido de cromo Ocre



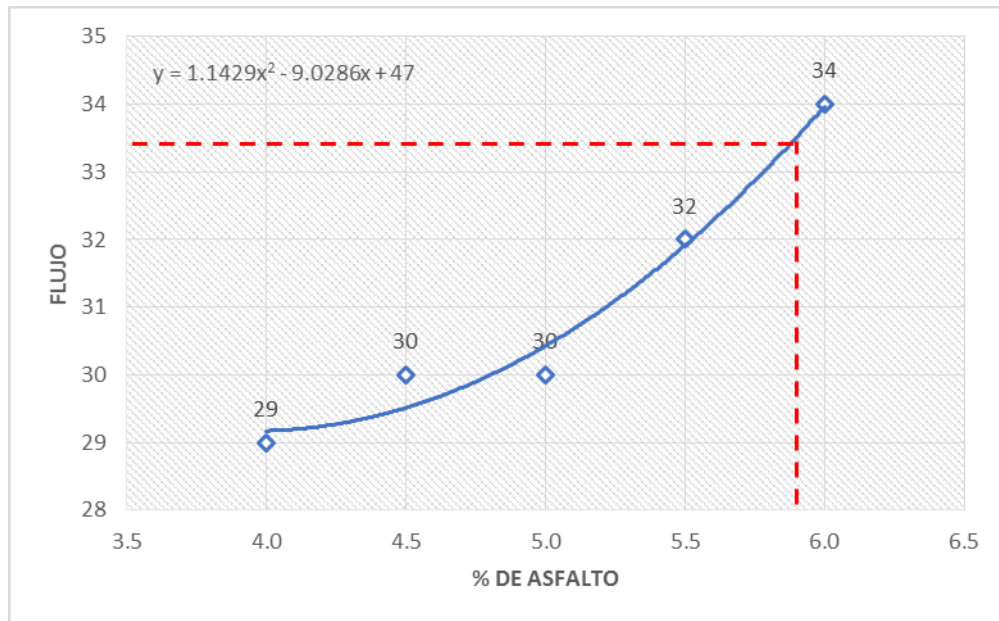
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 211 Curva de vacíos con 12% de óxido de cromo Ocre



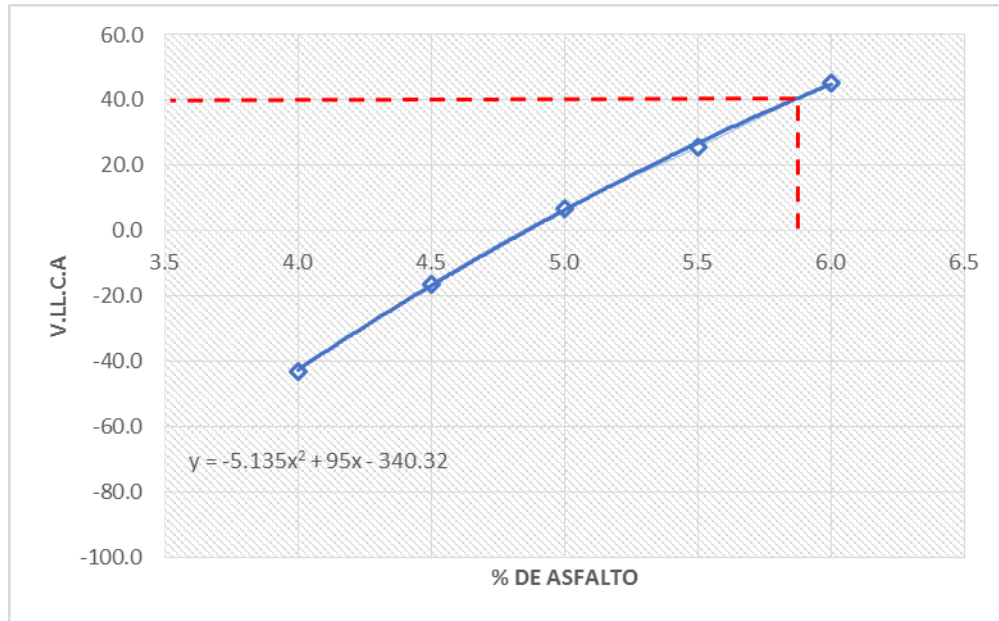
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 212 Curva de flujo con 12% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 213 Curva de VFA con 12% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

### RESULTADO DE LA ESTABILIDAD CON DOSIFICACIÓN DE 15% DE ÓXIDO DE CROMO – OCRE

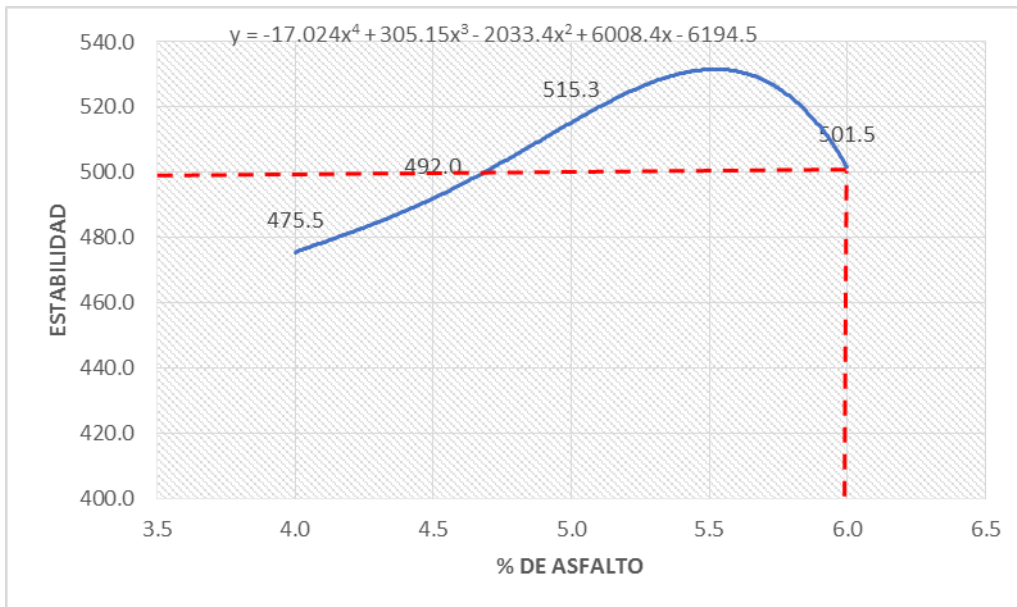
Se determinó una estabilidad de 502.8 Kg, mediante el resultado promedio de 10 briquetas ensayadas en el aparato de Marshall.

Tabla N° 94 Resultado del óptimo contenido de asfalto con 15% de óxido de cromo Ocre

%ASFALTO	ESTABILIDAD
5.2	525.3
5.3	528.9
5.4	531.5
5.5	532.7
5.6	532.1
6	502.8

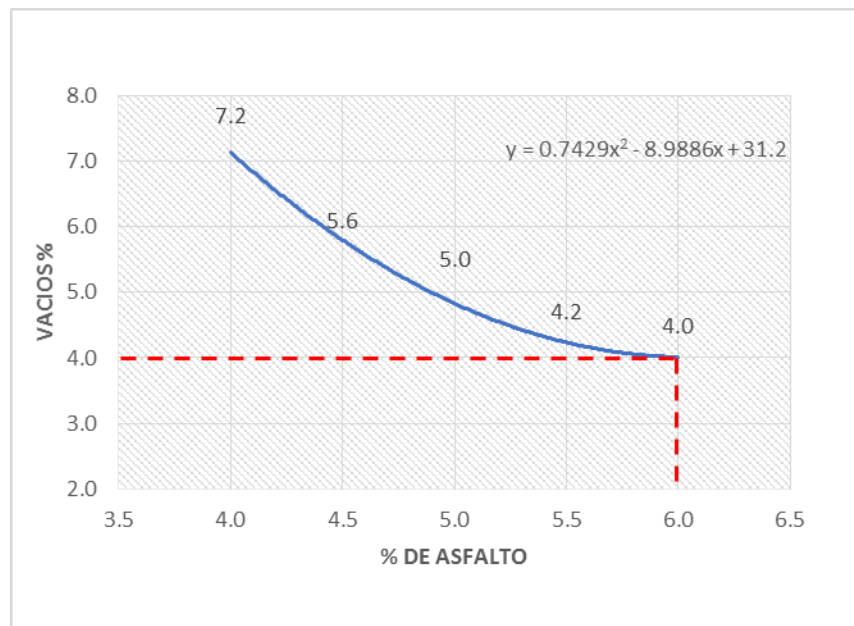
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 214 Curva de estabilidad con 15% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

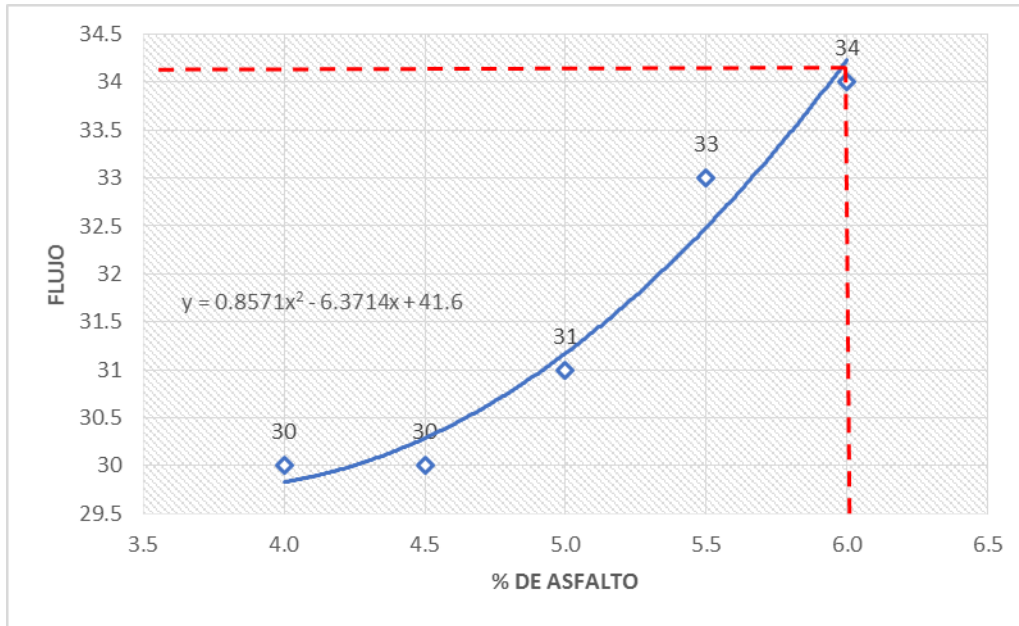
Figura N° 215 Curva de vacíos con 15% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

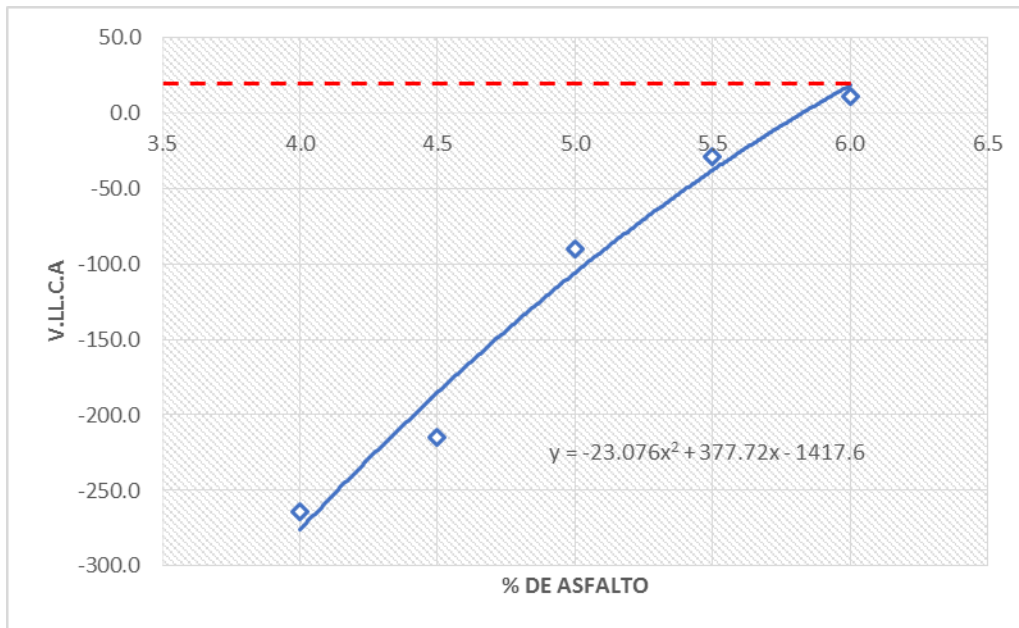


Figura N° 216 Curva de flujo con 15% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

Figura N° 217 Curva de VFA con 15% de óxido de cromo Ocre



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

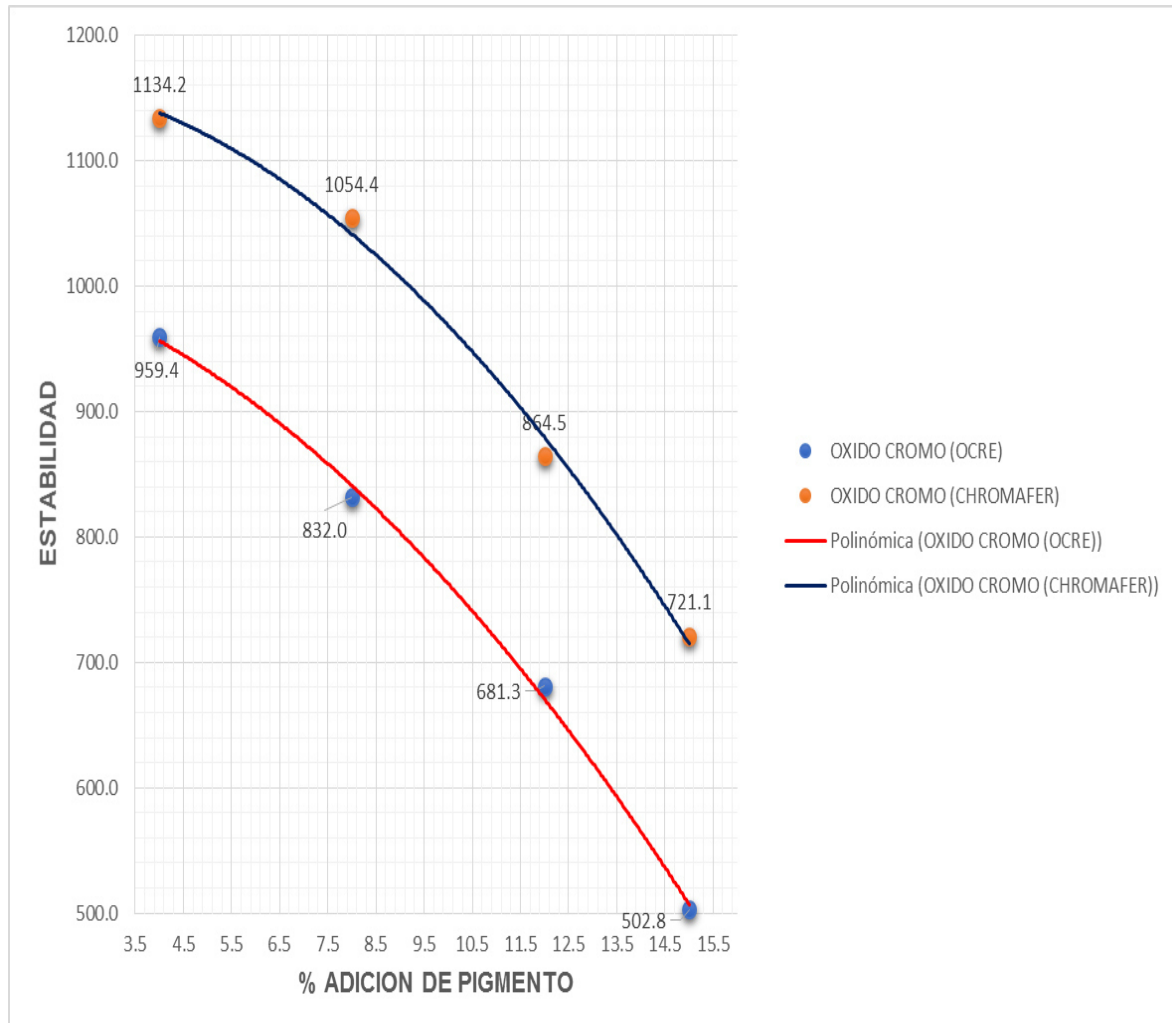
#### 4.2.6 RESULTADO DE ESTABILIDAD DE MAC DISEÑADOS PIGMENTO CHROMAFER Y OCRE PARA FLUJO VEHICULAR LIGERO

Tabla N° 95 Resultado comparativo de la estabilidad entre el OCRE Y CHROMAFER

% DE PIGMENTO	ESTABILIDAD	
	Ocre	Chromafer
4.0	959.4	1134.2
8.0	832.0	1054.4
12.0	681.3	864.5
15.0	502.8	721.1

Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

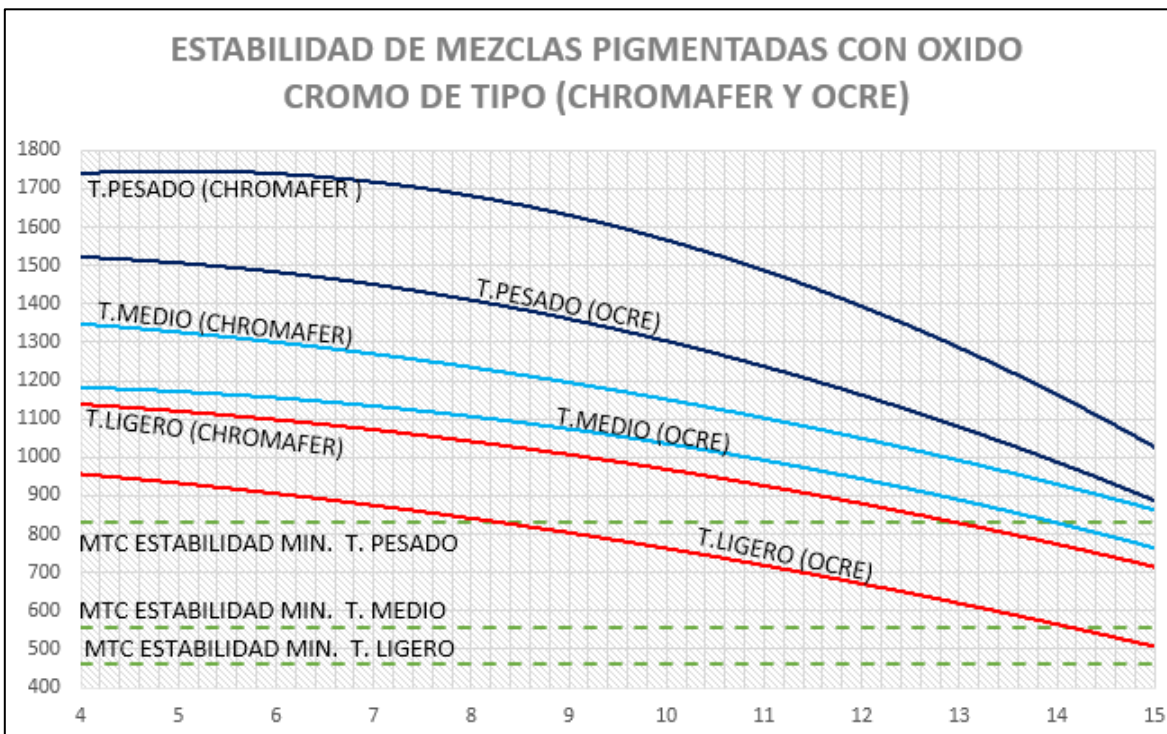
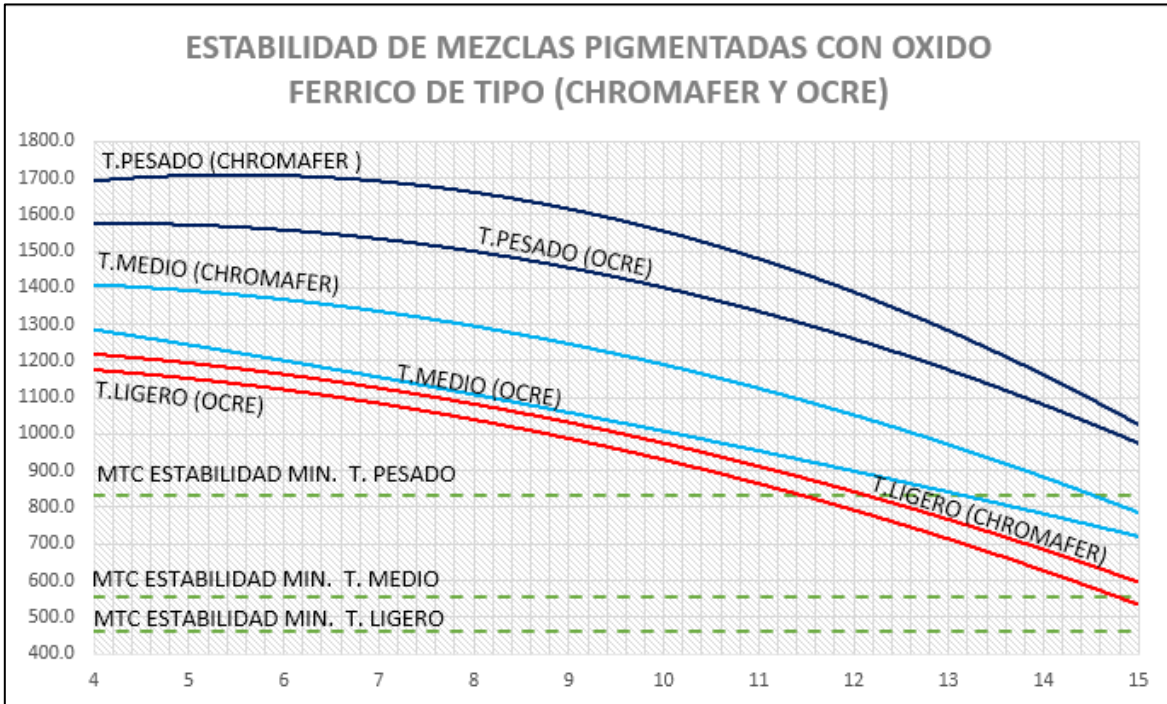
Figura N° 218 Curva de estabilidad entre el Ocre y Chromafer



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

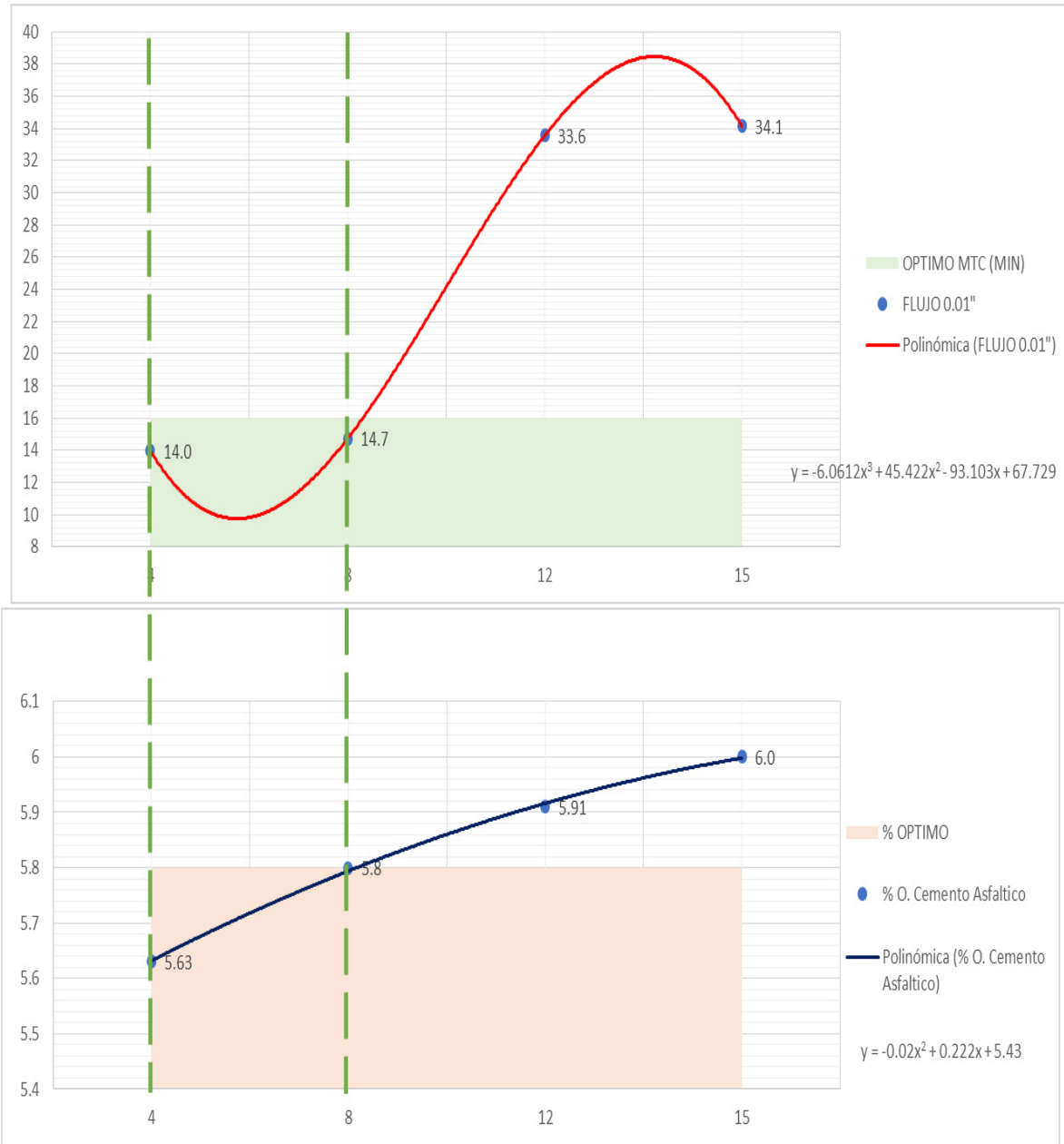
### 4.3 RESULTADO DE TIPO DE PIGMENTO (CHROMAFER O OCRE) Y EL PORCENTAJE ÓPTIMO

Se presenta en la gráfica la mejor opción de tipo de pigmento a utilizar entre OCRE – CHROMAFER, se determina mayor estabilidad con uso del CHROMAFER.



### 4.3.1 PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO PESADO (ÓXIDO FÉRRICO)

Figura N° 219 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico férrico para tráfico Pesado



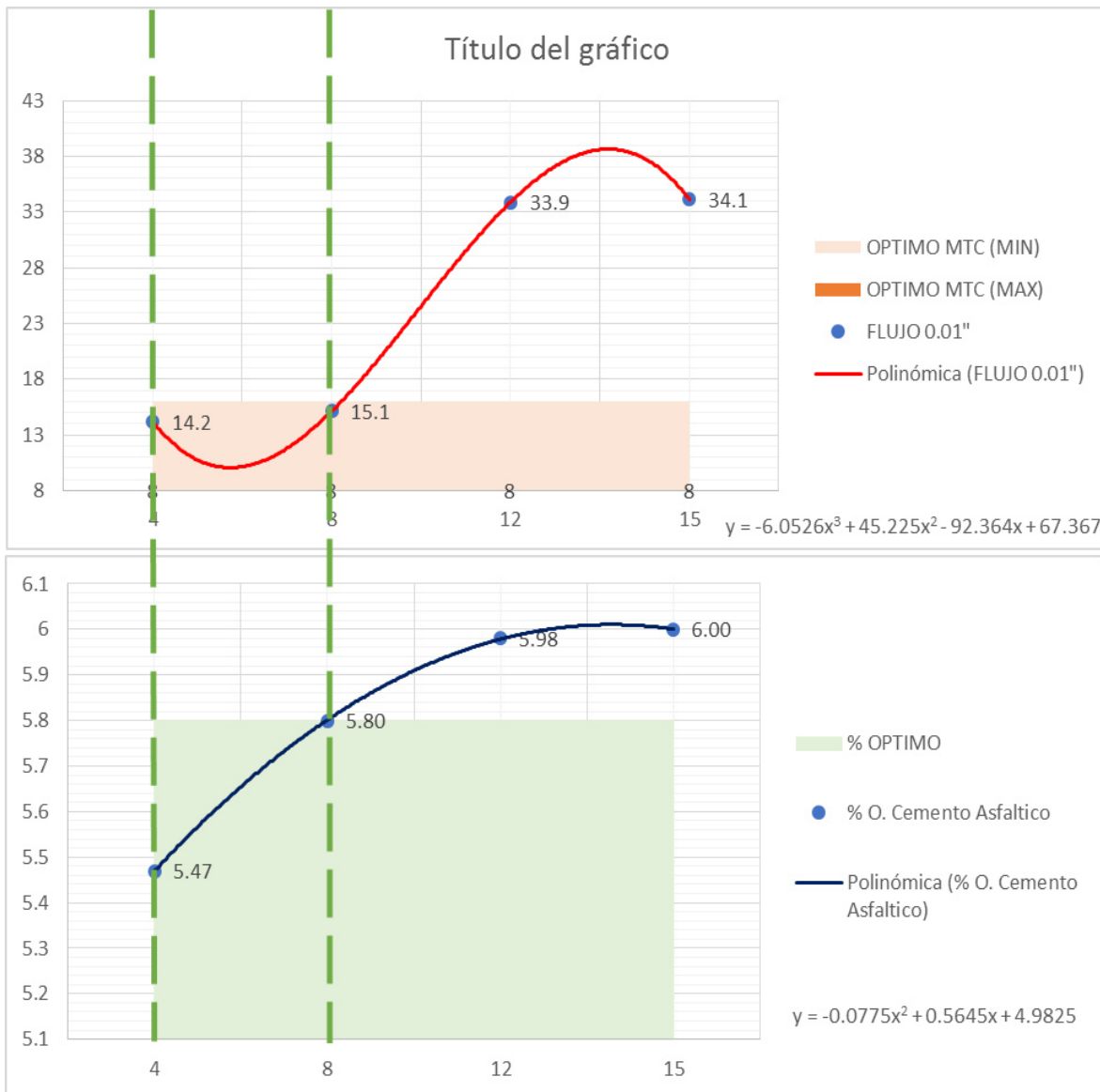
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

De acuerdo a los resultados de la investigación, la obtención del porcentaje óptimo y tipo de pigmento a utilizar, para pigmentación de mezclas asfálticas, se consideró la estabilidad, flujo y el porcentaje óptimo de asfalto. El tipo de pigmento es el de Chromafer debido a sus propiedades genera una mayor pigmentación y estabilidad en las mezclas asfálticas en

caliente, obteniendo así que para un tráfico pesado se puede pigmentar una mezcla asfáltica, con el uso máximo del 8% de óxido férrico, que nos da un % óptimo de asfalto de 5.8.

### 4.3.2 PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO MEDIO (ÓXIDO FÉRRICO)

Figura N° 220 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico férrico para tráfico Medio



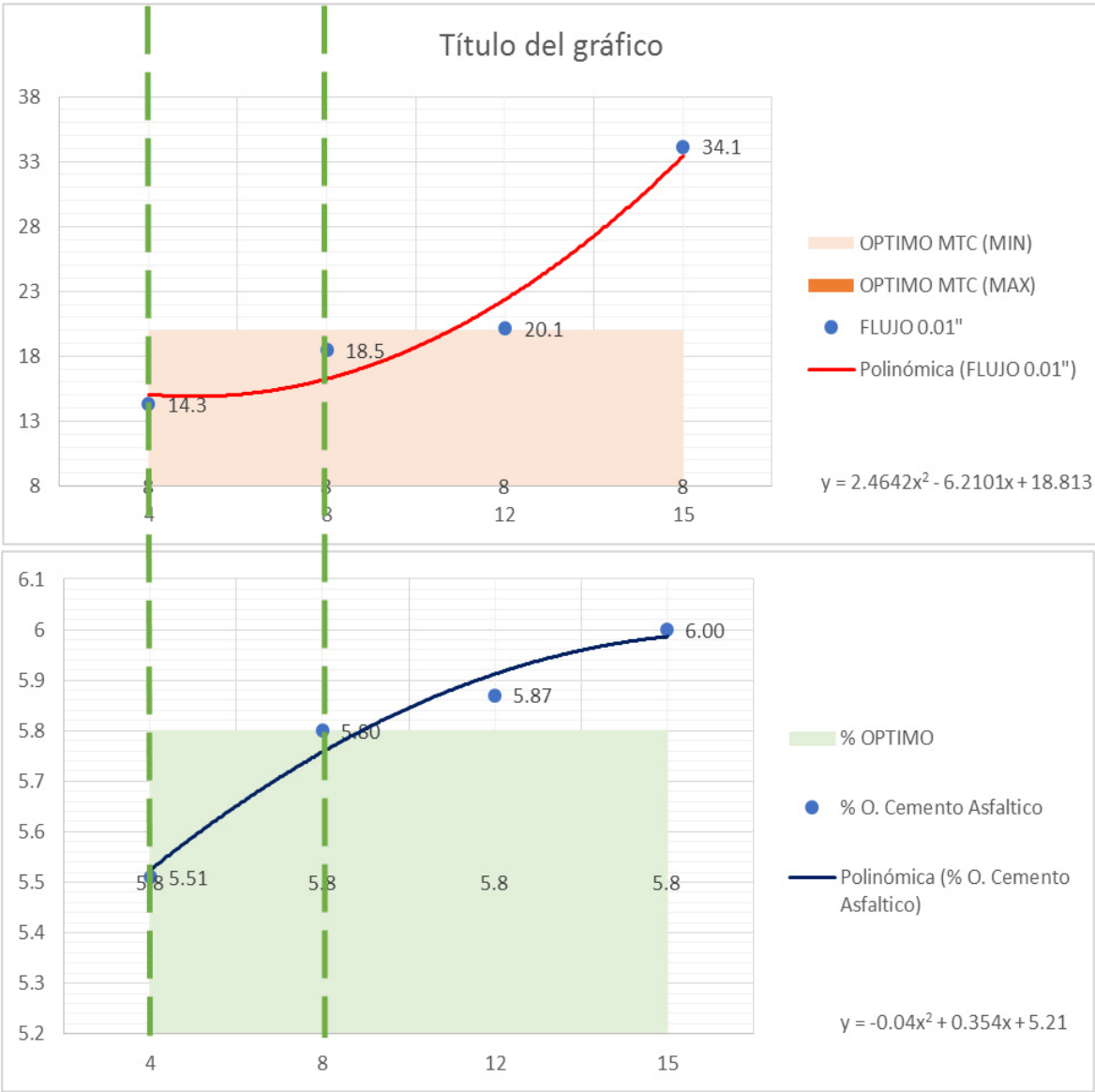
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

De acuerdo a los resultados de la investigación, la obtención del porcentaje óptimo y tipo de pigmento a utilizar, para pigmentación de mezclas asfálticas, se consideró la estabilidad, flujo y el porcentaje óptimo de asfalto. El tipo de pigmento es el de Chromafer debido a sus

propiedades genera una mayor pigmentación y estabilidad en las mezclas asfálticas en caliente, obteniendo así que para un tráfico medio se puede pigmentar una mezcla asfáltica, con el uso máximo del 8% de óxido férrico, que nos da un % óptimo de asfalto de 5.80.

**4.3.3 PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO LIGERO (ÓXIDO FÉRRICO)**

Figura N° 221 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico férrico para tráfico Ligero



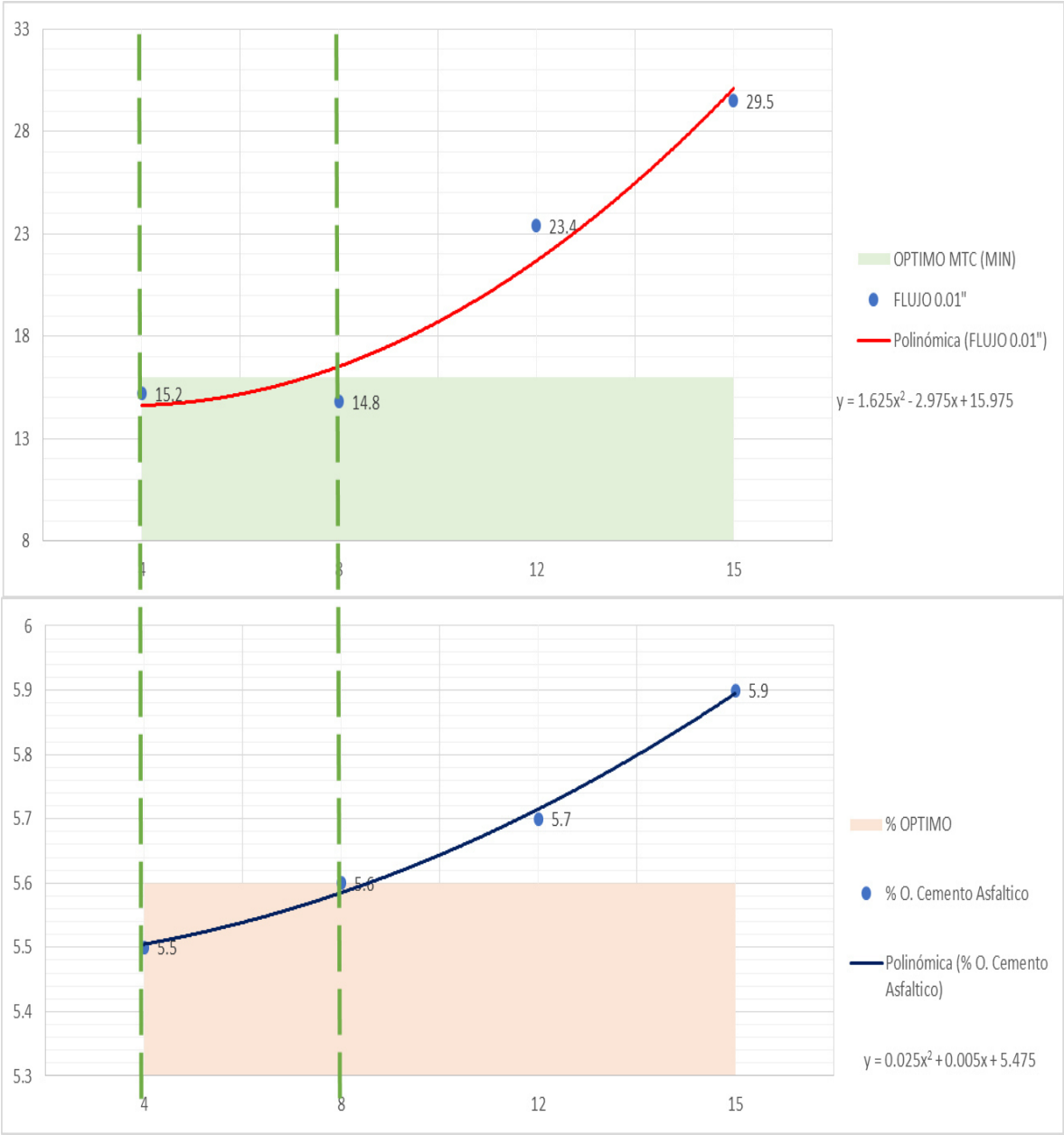
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

De acuerdo a los resultados de la investigación, la obtención del porcentaje óptimo y tipo de pigmento a utilizar, para pigmentación de mezclas asfálticas, se consideró la estabilidad, flujo y el porcentaje óptimo de asfalto. El tipo de pigmento es el de Chromafer debido a sus

propiedades genera una mayor pigmentación y estabilidad en las mezclas asfálticas en caliente, obteniendo así que para un tráfico ligero se puede pigmentar una mezcla asfáltica, con el uso máximo del 8% de óxido férrico, que nos da un % óptimo de asfalto de 5.8.

**4.3.4 PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO PESADO (ÓXIDO DE CROMO)**

Figura N° 222 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico cromo para tráfico Pesado

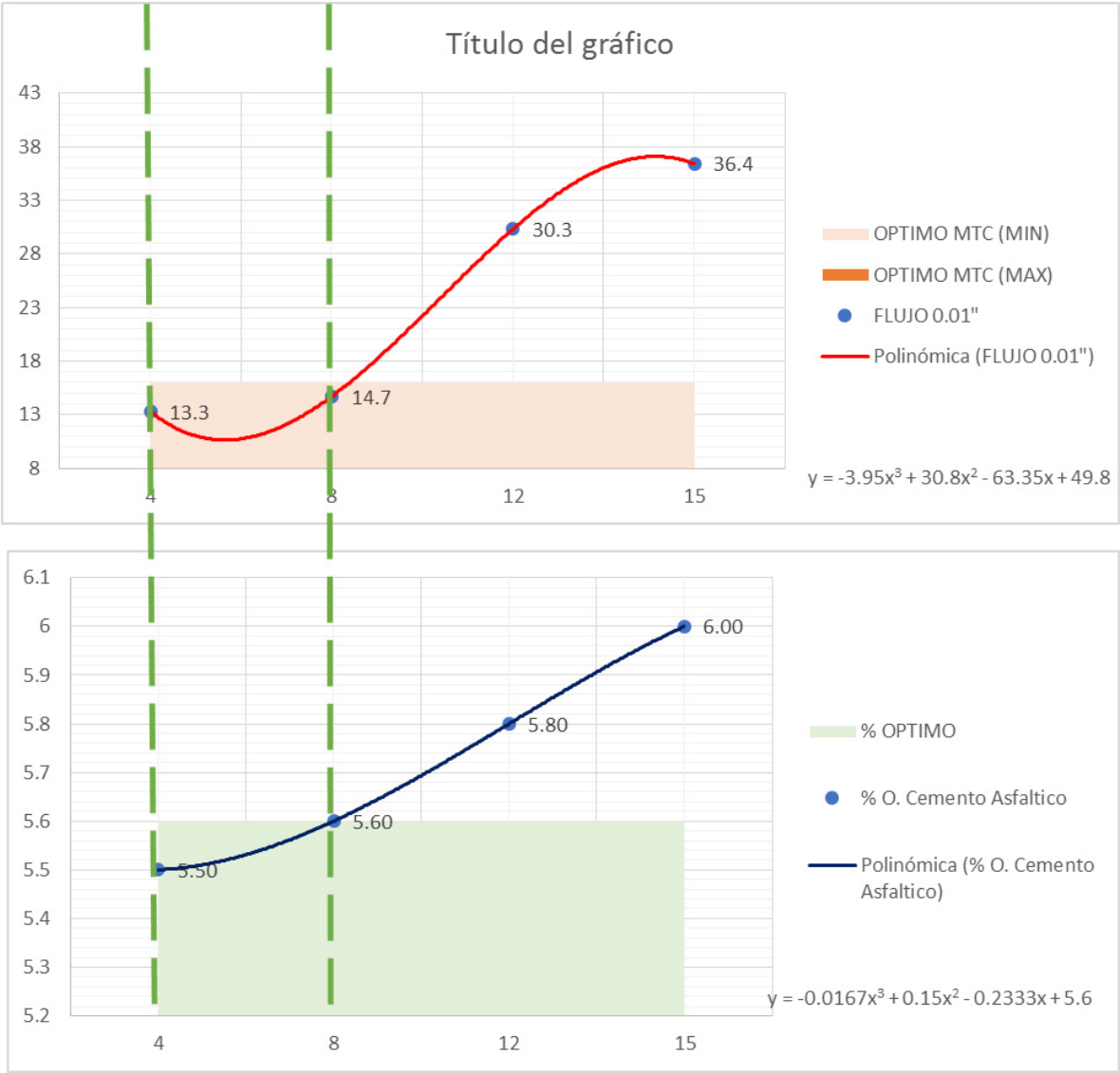


Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

De acuerdo a los resultados de la investigación, la obtención del porcentaje óptimo y tipo de pigmento a utilizar, para pigmentación de mezclas asfálticas, se consideró la estabilidad, flujo y el porcentaje óptimo de asfalto. El tipo de pigmento es el de Chromafer debido a sus propiedades genera una mayor pigmentación y estabilidad en las mezclas asfálticas en caliente, obteniendo así que para un tráfico pesado se puede pigmentar una mezcla asfáltica, con el uso máximo del 8% de óxido de cromo, que nos da un % óptimo de asfalto de 5.6.

**4.3.5 PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO MEDIO (ÓXIDO DE CROMO)**

Figura N° 223 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico cromo para tráfico Medio



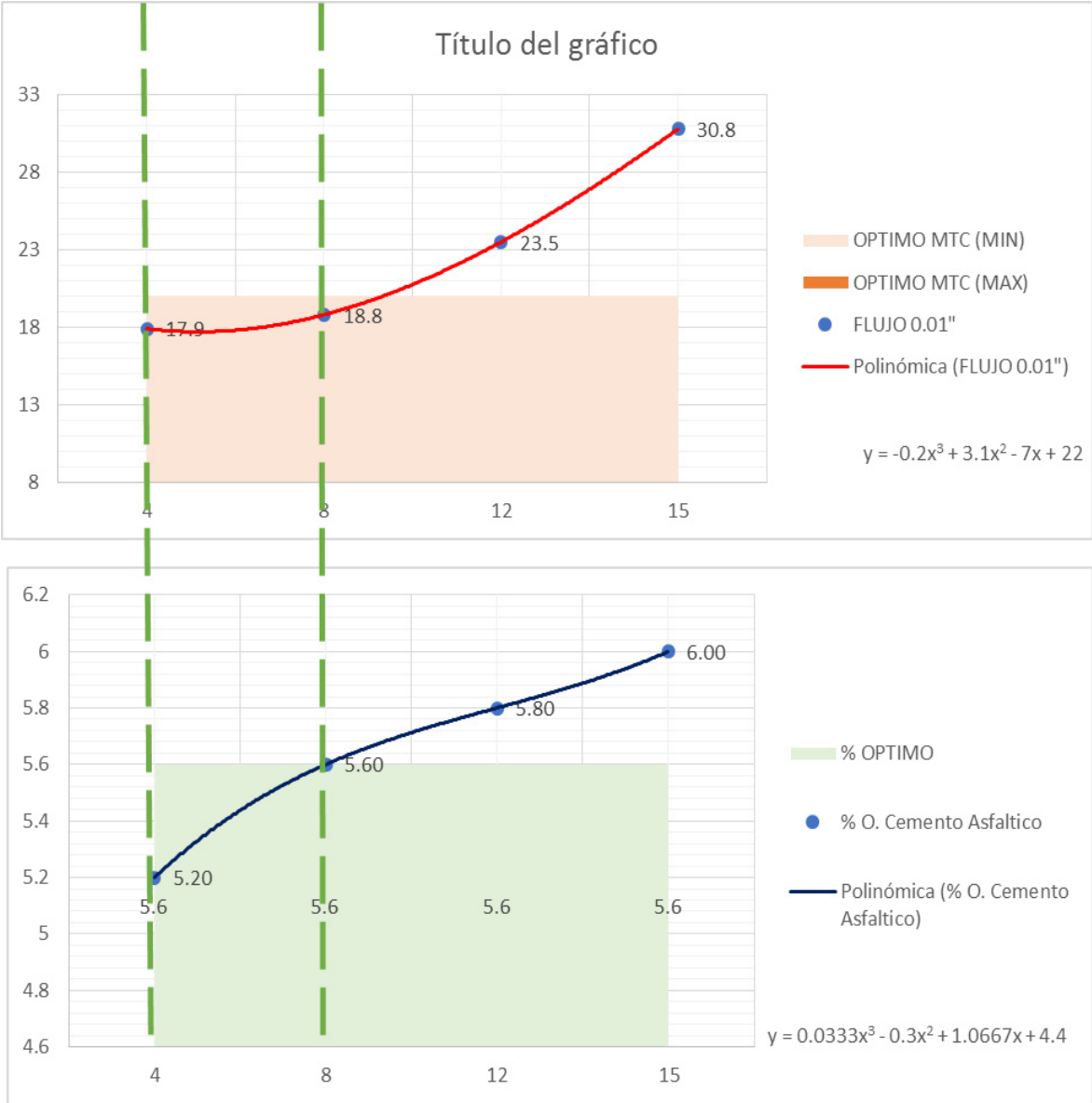
Fuente: Elaboración propia - Excel 2018



De acuerdo a los resultados de la investigación, la obtención del porcentaje óptimo y tipo de pigmento a utilizar, para pigmentación de mezclas asfálticas, se consideró la estabilidad, flujo y el porcentaje óptimo de asfalto. El tipo de pigmento es el de Chromafer debido a sus propiedades genera una mayor pigmentación y estabilidad en las mezclas asfálticas en caliente, obteniendo así que para un tráfico medio se puede pigmentar una mezcla asfáltica, con el uso máximo del 8% de óxido de cromo, que nos da un % óptimo de asfalto de 5.6.

**4.3.6 PORCENTAJE ÓPTIMO Y TIPO DE PIGMENTO PARA TRÁFICO LIGERO (ÓXIDO DE CROMO)**

Figura N° 224 Porcentaje y tipo óptimo de pigmento de óxido metálico cromo para tráfico Ligero



Fuente: Elaboración propia - Excel 2018

De acuerdo a los resultados de la investigación, la obtención del porcentaje óptimo y tipo de pigmento a utilizar, para pigmentación de mezclas asfálticas, se consideró la estabilidad, flujo y el porcentaje óptimo de asfalto. El tipo de pigmento es el de Chromafer debido a sus propiedades genera una mayor pigmentación y estabilidad en las mezclas asfálticas en caliente, obteniendo así que para un tráfico ligero se puede pigmentar una mezcla asfáltica, con el uso máximo del 8% de óxido de cromo, que nos da un % óptimo de asfalto de 5.6.

#### **4.4 PRUEBA DE HIPOTESIS CON LOS DATOS DE LOS ESPECIMENES ELABORADOS Y ENSAYADOS.**

Debido a que la prueba de hipótesis se basa en la conclusión de si se realiza con una prueba no paramétrica o paramétrica, en base a concluir si la prueba de normalidad define a las muestras como distribución normal mediante la probabilidad significancia en base a criterios de aceptación, como los datos son menores a 50, se evaluó con la prueba de normalidad de Shapiro Wilk.

Nivel de aplicación: 0.05

Probabilidad de error: 5%

Probabilidad de confianza: 95%

Si la prueba de normalidad se determina que el  $\text{sig} < 0.05$  los testigos ensayados por resistencia a la comprensión no muestran una distribución normal lo cual define que la prueba para probar la hipótesis debe realizarse con una prueba no paramétrica.

Si la prueba de normalidad se determina que el  $\text{sig} > 0.05$  los testigos ensayados por resistencia a la comprensión si muestran una distribución normal lo cual define que la prueba para probar la hipótesis debe realizarse con una prueba paramétrica.

#### 4.4.1 RESULTADO DE PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LA ESTABILIDAD

Tabla N° 96 Análisis descriptivo de los casos

Resumen del procesamiento de los casos							
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-chromafer férrico)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Resistencia a la deformación (tráfico medio-chromafer férrico)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Resistencia a la deformación (tráfico ligero chromafer férrico)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-ocre férrico)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Resistencia a la deformación (tráfico medio-ocre férrico)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Resistencia a la deformación (tráfico ligero-ocre férrico)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%

Fuente: Elaboración propia – SPSS 21

Tabla N° 97 Análisis descriptivo de los resultados de la investigación (Estabilidad Óxido Férrico)

Descriptivos					
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)			Estadístico	Error típ.	
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-chromafer férrico)	4	Media		1717.0800	.70974
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1715.4745	
			Límite superior	1718.6855	
		Media recortada al 5%		1717.0889	
		Mediana		1717.0500	
		Varianza		5.037	
		Desv. típ.		2.24440	
		Mínimo		1713.60	
		Máximo		1720.40	
		Rango		6.80	
		Amplitud intercuartil		4.20	
		Asimetría		-.059	.687
		Curtosis		-1.045	1.334
	8	Media		1649.6400	.88383
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1647.6406	
			Límite superior	1651.6394	
		Media recortada al 5%		1649.6889	
		Mediana		1650.1000	
		Varianza		7.812	
		Desv. típ.		2.79492	
		Mínimo		1645.20	
		Máximo		1653.20	
		Rango		8.00	
		Amplitud intercuartil		4.35	
		Asimetría		-.586	.687
Curtosis		-.801	1.334		
12	Media		1404.0200	1.43958	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1400.7634		

			Límite superior	1407.2766	
		Media recortada al 5%		1404.0833	
		Mediana		1404.9000	
		Varianza		20.724	
		Desv. típ.		4.55236	
		Mínimo		1397.40	
		Máximo		1409.50	
		Rango		12.10	
		Amplitud intercuartil		7.98	
		Asimetría		-.361	.687
		Curtosis		-1.585	1.334
	15	Media		1072.4700	1.85209
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1068.2803	
			Límite superior	1076.6597	
		Media recortada al 5%		1072.3056	
		Mediana		1071.0500	
		Varianza		34.302	
		Desv. típ.		5.85682	
		Mínimo		1066.60	
		Máximo		1081.30	
		Rango		14.70	
		Amplitud intercuartil		11.50	
		Asimetría		.346	.687
		Curtosis		-1.838	1.334
Resistencia a la deformación (tráfico medio-chromafer férrico)	4	Media		1415.8600	1.04192
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1413.5030	
			Límite superior	1418.2170	
		Media recortada al 5%		1415.8056	
		Mediana		1416.3000	
		Varianza		10.856	
		Desv. típ.		3.29484	
		Mínimo		1411.50	
		Máximo		1421.20	
		Rango		9.70	

		Amplitud intercuartil	6.00	
		Asimetría	.152	.687
		Curtosis	-1.054	1.334
8		Media	1351.1600	1.13296
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1348.5971
			Límite superior	1353.7229
		Media recortada al 5%	1351.2444	
		Mediana	1350.7500	
		Varianza	12.836	
		Desv. típ.	3.58274	
		Mínimo	1345.30	
		Máximo	1355.50	
		Rango	10.20	
		Amplitud intercuartil	6.70	
		Asimetría	-.203	.687
		Curtosis	-.935	1.334
12		Media	1105.4460	.76221
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1103.7218
			Límite superior	1107.1702
		Media recortada al 5%	1105.5178	
		Mediana	1106.1800	
		Varianza	5.810	
		Desv. típ.	2.41031	
		Mínimo	1101.20	
		Máximo	1108.40	
		Rango	7.20	
		Amplitud intercuartil	4.45	
		Asimetría	-.511	.687
		Curtosis	-1.020	1.334
15		Media	773.5600	.76073
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	771.8391
			Límite superior	775.2809
		Media recortada al 5%	773.5444	

		Mediana	773.2500	
		Varianza	5.787	
		Desv. típ.	2.40564	
		Mínimo	770.20	
		Máximo	777.20	
		Rango	7.00	
		Amplitud intercuartil	4.48	
		Asimetría	.305	.687
		Curtosis	-1.184	1.334
Resistencia a la deformación (tráfico ligero chromafer férrico)	4	Media	1269.9500	.60978
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1268.5706
			Límite superior	1271.3294
		Media recortada al 5%	1269.9944	
	Mediana	1270.0500		
	Varianza	3.718		
	Desv. típ.	1.92830		
	Mínimo	1266.60		
	Máximo	1272.50		
	Rango	5.90		
	Amplitud intercuartil	3.08		
	Asimetría	-.478	.687	
	Curtosis	-.414	1.334	
	8	Media	1151.2000	.59926
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1149.8444
			Límite superior	1152.5556
		Media recortada al 5%	1151.2222	
Mediana		1151.8000		
Varianza		3.591		
Desv. típ.		1.89502		
Mínimo		1148.30		
Máximo		1153.70		
Rango		5.40		
Amplitud intercuartil		3.18		
Asimetría		-.372	.687	
Curtosis		-1.265	1.334	

	12	Media		945.1400	.50513
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	943.9973	
			Límite superior	946.2827	
		Media recortada al 5%		945.2111	
		Mediana		945.6500	
		Varianza		2.552	
		Desv. típ.		1.59736	
		Mínimo		942.30	
		Máximo		946.70	
		Rango		4.40	
		Amplitud intercuartil		3.10	
		Asimetría		-.731	.687
		Curtosis		-.947	1.334
	15	Media		570.8400	.49423
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	569.7220	
			Límite superior	571.9580	
		Media recortada al 5%		570.8222	
		Mediana		571.0500	
		Varianza		2.443	
		Desv. típ.		1.56290	
		Mínimo		568.80	
		Máximo		573.20	
		Rango		4.40	
Amplitud intercuartil		2.95			
Asimetría		.033	.687		
Curtosis		-1.669	1.334		
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-ocre férrico)	4	Media		1196.1500	.76191
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1194.4265	
			Límite superior	1197.8735	
		Media recortada al 5%		1196.1056	
		Mediana		1196.0500	
		Varianza		5.805	
		Desv. típ.		2.40936	



		Mínimo	1192.50	
		Máximo	1200.60	
		Rango	8.10	
		Amplitud intercuartil	3.83	
		Asimetría	.291	.687
		Curtosis	-.135	1.334
	8	Media	1121.8900	.76890
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1120.1506
			Límite superior	1123.6294
		Media recortada al 5%	1122.0111	
		Mediana	1122.2500	
		Varianza	5.912	
		Desv. típ.	2.43148	
		Mínimo	1116.70	
		Máximo	1124.90	
		Rango	8.20	
		Amplitud intercuartil	3.65	
		Asimetría	-.949	.687
		Curtosis	1.189	1.334
	12	Media	893.8100	.67863
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	892.2748
			Límite superior	895.3452
		Media recortada al 5%	893.8167	
		Mediana	893.6500	
		Varianza	4.605	
		Desv. típ.	2.14603	
		Mínimo	890.70	
		Máximo	896.80	
		Rango	6.10	
		Amplitud intercuartil	3.90	
		Asimetría	-.040	.687
		Curtosis	-1.425	1.334
	15	Media	567.7600	.83483
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	565.8715

			Límite superior	569.6485	
		Media recortada al 5%		567.8444	
		Mediana		567.9500	
		Varianza		6.969	
		Desv. típ.		2.63995	
		Mínimo		562.20	
		Máximo		571.80	
		Rango		9.60	
		Amplitud intercuartil		3.08	
		Asimetría		-.712	.687
		Curtosis		1.367	1.334
Resistencia a la deformación (tráfico medio-ocre férrico)	4	Media		1397.6600	.49871
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1396.5318	
			Límite superior	1398.7882	
		Media recortada al 5%		1397.6389	
		Mediana		1397.4500	
		Varianza		2.487	
		Desv. típ.		1.57706	
		Mínimo		1395.50	
		Máximo		1400.20	
		Rango		4.70	
		Amplitud intercuartil		2.90	
		Asimetría		.246	.687
		Curtosis		-1.292	1.334
	8	Media		1317.4800	.96768
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1315.2910	
			Límite superior	1319.6690	
		Media recortada al 5%		1317.5389	
		Mediana		1317.5000	
		Varianza		9.364	
		Desv. típ.		3.06007	
Mínimo		1312.70			
Máximo		1321.20			
Rango		8.50			

		Amplitud intercuartil		5.50	
		Asimetría		-.373	.687
		Curtosis		-1.168	1.334
	12	Media		1091.3100	.60378
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1089.9442	
			Límite superior	1092.6758	
		Media recortada al 5%		1091.3000	
		Mediana		1091.5000	
		Varianza		3.645	
		Desv. típ.		1.90930	
		Mínimo		1088.50	
		Máximo		1094.30	
		Rango		5.80	
		Amplitud intercuartil		3.43	
		Asimetría		.090	.687
		Curtosis		-.938	1.334
		15	Media		764.6800
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	763.1712	
			Límite superior	766.1888	
	Media recortada al 5%		764.7778		
	Mediana		765.1500		
	Varianza		4.448		
	Desv. típ.		2.10913		
	Mínimo		760.30		
	Máximo		767.30		
	Rango		7.00		
	Amplitud intercuartil		2.90		
Asimetría			-.961	.687	
Curtosis			.666	1.334	
Resistencia a la deformación (tráfico ligero-ocre férrico)	4		Media		1194.1000
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1192.1296	
			Límite superior	1196.0704	
		Media recortada al 5%		1194.0111	

		Mediana	1193.1000	
		Varianza	7.587	
		Desv. típ.	2.75439	
		Mínimo	1191.40	
		Máximo	1198.40	
		Rango	7.00	
		Amplitud intercuartil	5.45	
		Asimetría	.723	.687
		Curtosis	-1.144	1.334
	8	Media	1117.7800	.88604
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1115.7756
			Límite superior	1119.7844
		Media recortada al 5%	1117.6444	
		Mediana	1116.9500	
		Varianza	7.851	
		Desv. típ.	2.80190	
		Mínimo	1115.20	
		Máximo	1122.80	
		Rango	7.60	
		Amplitud intercuartil	4.13	
		Asimetría	1.207	.687
		Curtosis	.216	1.334
	12	Media	894.0600	.57372
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	892.7622
			Límite superior	895.3578
		Media recortada al 5%	894.0222	
		Mediana	893.8500	
		Varianza	3.292	
		Desv. típ.	1.81426	
		Mínimo	892.20	
		Máximo	896.60	
		Rango	4.40	
		Amplitud intercuartil	3.45	
		Asimetría	.147	.687
		Curtosis	-2.197	1.334

15	Media		566.6900	.70419
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	565.0970	
		Límite superior	568.2830	
	Media recortada al 5%		566.7222	
	Mediana		567.0500	
	Varianza		4.959	
	Desv. típ.		2.22683	
	Mínimo		562.60	
	Máximo		570.20	
	Rango		7.60	
	Amplitud intercuartil		3.05	
	Asimetría		-.285	.687
	Curtosis		.115	1.334

Fuente: Elaboración propia – SPSS 21

Tabla N° 98 Prueba Normalidad (Óxido Férrico)

Pruebas de normalidad							
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-chormafér férrico)	4	.116	10	.200 <sup>*</sup>	.974	10	.922
	8	.158	10	.200 <sup>*</sup>	.916	10	.327
	12	.258	10	.059	.882	10	.136
	15	.240	10	.107	.850	10	.057
Resistencia a la deformación (tráfico medio-chromafer férrico)	4	.153	10	.200 <sup>*</sup>	.947	10	.635
	8	.170	10	.200 <sup>*</sup>	.928	10	.424
	12	.199	10	.200 <sup>*</sup>	.927	10	.415
	15	.140	10	.200 <sup>*</sup>	.948	10	.645
Resistencia a la deformación (tráfico ligero chromafer férrico)	4	.149	10	.200 <sup>*</sup>	.943	10	.589
	8	.201	10	.200 <sup>*</sup>	.929	10	.440
	12	.183	10	.200 <sup>*</sup>	.878	10	.124
	15	.209	10	.200 <sup>*</sup>	.911	10	.289
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-ocre férrico)	4	.103	10	.200 <sup>*</sup>	.985	10	.985
	8	.151	10	.200 <sup>*</sup>	.929	10	.442
	12	.156	10	.200 <sup>*</sup>	.949	10	.653
	15	.177	10	.200 <sup>*</sup>	.950	10	.674
	4	.149	10	.200 <sup>*</sup>	.951	10	.686

Resistencia a la deformación (tráfico medio-ocre férrico)	8	.176	10	.200 <sup>*</sup>	.926	10	.411
	12	.141	10	.200 <sup>*</sup>	.965	10	.843
	15	.186	10	.200 <sup>*</sup>	.930	10	.445
Resistencia a la deformación (tráfico ligero-ocre férrico)	4	.242	10	.101	.850	10	.059
	8	.226	10	.161	.814	10	.022
	12	.290	10	.017	.808	10	.018
	15	.141	10	.200 <sup>*</sup>	.979	10	.959

Fuente: Elaboración propia – SPSS 21

Tabla N° 99 Análisis estadístico descriptivo de los resultados de investigación (Estabilidad Oxido Cromo)

Resumen del procesamiento de los casos							
Porcentaje de pigmento (óxido de cromo)		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-chromafer cromo)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Resistencia a la deformación (tráfico medio-chromafer cromo)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Resistencia a la deformación (tráfico ligero chromafer cromo)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-ocre cromo)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Resistencia a la deformación (tráfico medio-ocre cromo)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%

Resistencia a la deformación (tráfico ligero-ocre cromo)	4	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	8	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	12	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
	15	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%

Fuente: Elaboración propia – SPSS 21

Tabla N° 100 Análisis descriptivo de resultado de experimento (Estabilidad – Óxido de Cromo)

Descriptivos					
Porcentaje de pigmento (óxido de cromo)				Estadístico	Error típ.
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-chormofer cromo)	4	Media		1748.8300	.94939
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1746.6823	
			Límite superior	1750.9777	
		Media recortada al 5%		1748.9222	
		Mediana		1748.4000	
		Varianza		9.013	
		Desv. típ.		3.00224	
		Mínimo		1743.20	
		Máximo		1752.80	
		Rango		9.60	
		Amplitud intercuartil		4.48	
		Asimetría		-.378	.687
		Curtosis		-.319	1.334
		8	Media		1687.2500
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	1685.7075	
			Límite superior	1688.7925	
	Media recortada al 5%		1687.2556		
	Mediana		1687.4000		
	Varianza		4.649		
	Desv. típ.		2.15626		
	Mínimo		1684.20		
	Máximo		1690.20		
Rango			6.00		
Amplitud intercuartil		4.23			

		Asimetría		.027	.687
		Curtosis		-1.706	1.334
	12	Media		1440.5800	.81156
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1438.7441	
			Límite superior	1442.4159	
		Media recortada al 5%		1440.4000	
		Mediana		1439.5000	
		Varianza		6.586	
		Desv. típ.		2.56636	
		Mínimo		1438.10	
		Máximo		1446.30	
		Rango		8.20	
		Amplitud intercuartil		2.90	
		Asimetría		1.453	.687
		Curtosis		1.808	1.334
		15	Media		1063.1700
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	1061.7078	
			Límite superior	1064.6322	
	Media recortada al 5%		1063.0833		
	Mediana		1062.8500		
	Varianza		4.178		
	Desv. típ.		2.04399		
	Mínimo		1060.60		
	Máximo		1067.30		
	Rango		6.70		
	Amplitud intercuartil		3.10		
	Asimetría		.856	.687	
Curtosis			.485	1.334	
Resistencia a la deformación (tráfico medio-chromafer cromo)	4	Media		1405.6300	.78146
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1403.8622	
			Límite superior	1407.3978	
		Media recortada al 5%		1405.4444	
		Mediana		1404.5500	



		Varianza	6.107	
		Desv. típ.	2.47119	
		Mínimo	1403.30	
		Máximo	1411.30	
		Rango	8.00	
		Amplitud intercuartil	3.05	
		Asimetría	1.492	.687
		Curtosis	2.228	1.334
	8	Media	1370.9700	.78160
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1369.2019
			Límite superior	1372.7381
		Media recortada al 5%	1370.8556	
		Mediana	1370.2000	
		Varianza	6.109	
		Desv. típ.	2.47164	
		Mínimo	1368.50	
		Máximo	1375.50	
		Rango	7.00	
		Amplitud intercuartil	3.85	
		Asimetría	.812	.687
		Curtosis	-.550	1.334
	12	Media	1102.5300	.84749
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1100.6129
			Límite superior	1104.4471
		Media recortada al 5%	1102.6667	
		Mediana	1103.2500	
		Varianza	7.182	
		Desv. típ.	2.67999	
		Mínimo	1097.10	
		Máximo	1105.50	
		Rango	8.40	
		Amplitud intercuartil	4.65	
		Asimetría	-.924	.687
		Curtosis	.268	1.334
	15	Media	972.1400	.75251

		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	970.4377		
			Límite superior	973.8423		
		Media recortada al 5%			972.0722	
		Mediana			971.2500	
		Varianza			5.663	
		Desv. típ.			2.37964	
		Mínimo			969.60	
		Máximo			975.90	
		Rango			6.30	
		Amplitud intercuartil			4.77	
		Asimetría			.699	.687
		Curtosis			-1.301	1.334
		Resistencia a la deformación (tráfico ligero chromafer cromo)	4	Media		
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior			1269.3780		
	Límite superior			1271.9420		
Media recortada al 5%				1270.6167		
Mediana				1270.5500		
Varianza				3.212		
Desv. típ.				1.79208		
Mínimo				1268.30		
Máximo				1273.80		
Rango				5.50		
Amplitud intercuartil				2.95		
Asimetría				.283	.687	
Curtosis				-.858	1.334	
8	Media			1129.4900	.70781	
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	1127.8888		
			Límite superior	1131.0912		
	Media recortada al 5%			1129.5778		
	Mediana			1129.9000		
	Varianza			5.010		
	Desv. típ.			2.23828		
Mínimo			1125.50			

		Máximo		1131.90	
		Rango		6.40	
		Amplitud intercuartil		3.68	
		Asimetría		-.620	.687
		Curtosis		-.849	1.334
	12	Media		923.6000	.77589
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	921.8448	
			Límite superior	925.3552	
		Media recortada al 5%		923.6222	
		Mediana		923.6000	
		Varianza		6.020	
		Desv. típ.		2.45357	
		Mínimo		920.10	
		Máximo		926.70	
		Rango		6.60	
		Amplitud intercuartil		4.73	
		Asimetría		-.067	.687
		Curtosis		-1.028	1.334
	15	Media		752.8300	.57233
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	751.5353	
			Límite superior	754.1247	
		Media recortada al 5%		752.8944	
		Mediana		753.1000	
		Varianza		3.276	
		Desv. típ.		1.80988	
		Mínimo		749.30	
		Máximo		755.20	
		Rango		5.90	
		Amplitud intercuartil		2.93	
		Asimetría		-.651	.687
		Curtosis		-.037	1.334
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-ocre cromo)	4	Media		1696.9300	.56668
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1695.6481	

			Límite superior	1698.2119	
		Media recortada al 5%		1696.9500	
		Mediana		1697.1500	
		Varianza		3.211	
		Desv. típ.		1.79199	
		Mínimo		1694.40	
		Máximo		1699.10	
		Rango		4.70	
		Amplitud intercuartil		3.45	
		Asimetría		-.297	.687
		Curtosis		-1.678	1.334
	8	Media		1619.7000	.69522
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1618.1273	
			Límite superior	1621.2727	
		Media recortada al 5%		1619.7500	
		Mediana		1620.7500	
		Varianza		4.833	
		Desv. típ.		2.19848	
		Mínimo		1616.70	
		Máximo		1621.80	
		Rango		5.10	
		Amplitud intercuartil		4.50	
		Asimetría		-.509	.687
		Curtosis		-1.846	1.334
	12	Media		1388.1400	.84238
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1386.2344	
			Límite superior	1390.0456	
		Media recortada al 5%		1388.0278	
		Mediana		1387.0000	
		Varianza		7.096	
		Desv. típ.		2.66383	
		Mínimo		1385.40	
		Máximo		1392.90	
		Rango		7.50	

		Amplitud intercuartil		4.37	
		Asimetría		.682	.687
		Curtosis		-.986	1.334
	15	Media		1064.0500	.84712
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1062.1337	
			Límite superior	1065.9663	
		Media recortada al 5%		1064.0944	
		Mediana		1064.7500	
		Varianza		7.176	
		Desv. típ.		2.67883	
		Mínimo		1060.60	
		Máximo		1066.70	
		Rango		6.10	
		Amplitud intercuartil		5.75	
		Asimetría		-.314	.687
Curtosis		-2.005	1.334		
Resistencia a la deformación (tráfico medio-ocre cromo)	4	Media		1396.1600	.53608
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1394.9473	
			Límite superior	1397.3727	
		Media recortada al 5%		1396.0611	
		Mediana		1395.5000	
		Varianza		2.874	
		Desv. típ.		1.69522	
		Mínimo		1394.50	
		Máximo		1399.60	
		Rango		5.10	
		Amplitud intercuartil		2.00	
		Asimetría		1.263	.687
	Curtosis		.741	1.334	
	8	Media		1316.6100	.80808
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1314.7820	
			Límite superior	1318.4380	
		Media recortada al 5%		1316.6333	

		Mediana	1317.5500	
		Varianza	6.530	
		Desv. típ.	2.55536	
		Mínimo	1312.30	
		Máximo	1320.50	
		Rango	8.20	
		Amplitud intercuartil	4.18	
		Asimetría	-.299	.687
		Curtosis	-.871	1.334
	12	Media	1091.9800	.63084
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1090.5529
			Límite superior	1093.4071
		Media recortada al 5%	1091.9778	
		Mediana	1092.4500	
		Varianza	3.980	
		Desv. típ.	1.99488	
		Mínimo	1089.50	
		Máximo	1094.50	
		Rango	5.00	
		Amplitud intercuartil	4.08	
		Asimetría	-.174	.687
		Curtosis	-1.992	1.334
	15	Media	764.8100	.51993
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	763.6338
			Límite superior	765.9862
		Media recortada al 5%	764.8222	
		Mediana	764.9000	
		Varianza	2.703	
		Desv. típ.	1.64415	
		Mínimo	762.30	
		Máximo	767.10	
		Rango	4.80	
		Amplitud intercuartil	2.98	
		Asimetría	-.077	.687
		Curtosis	-1.560	1.334

Resistencia a la deformación (tráfico ligero-ocre cromo)	4	Media		1195.8500	.40886
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1194.9251	
			Límite superior	1196.7749	
		Media recortada al 5%		1195.8611	
		Mediana		1196.1000	
		Varianza		1.672	
		Desv. típ.		1.29293	
		Mínimo		1193.90	
		Máximo		1197.60	
		Rango		3.70	
		Amplitud intercuartil		2.35	
		Asimetría		-.279	.687
		Curtosis		-1.287	1.334
		8	Media		1117.6300
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	1116.0240	
			Límite superior	1119.2360	
	Media recortada al 5%		1117.5333		
	Mediana		1117.2500		
	Varianza		5.040		
	Desv. típ.		2.24502		
	Mínimo		1115.30		
	Máximo		1121.70		
	Rango		6.40		
	Amplitud intercuartil		3.27		
	Asimetría		1.058	.687	
	Curtosis		.147	1.334	
	12		Media		894.6000
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	893.5628	
			Límite superior	895.6372	
		Media recortada al 5%		894.5444	
		Mediana		894.2500	
		Varianza		2.102	
		Desv. típ.		1.44990	

		Mínimo	892.60	
		Máximo	897.60	
		Rango	5.00	
		Amplitud intercuartil	2.03	
		Asimetría	.960	.687
		Curtosis	.922	1.334
	15	Media	567.5600	.80003
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	565.7502
			Límite superior	569.3698
		Media recortada al 5%	567.5333	
		Mediana	567.9000	
		Varianza	6.400	
		Desv. típ.	2.52991	
		Mínimo	564.30	
		Máximo	571.30	
		Rango	7.00	
		Amplitud intercuartil	4.45	
		Asimetría	.004	.687
		Curtosis	-1.765	1.334

Fuente: Elaboración propia – SPSS 21

Tabla N° 101 Prueba de Normalidad para resultados de (Óxido de Cromo)

Pruebas de normalidad							
Porcentaje de pigmento (óxido de cromo)		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la deformación (tráfico pesado-chromafer cromo)	4	.147	10	.200 <sup>*</sup>	.950	10	.671
	8	.205	10	.200 <sup>*</sup>	.908	10	.270
	12	.249	10	.080	.845	10	.051
	15	.175	10	.200 <sup>*</sup>	.947	10	.635
Resistencia a la deformación (tráfico medio-chromafer cromo)	4	.247	10	.086	.848	10	.055
	8	.210	10	.200 <sup>*</sup>	.889	10	.163
	12	.169	10	.200 <sup>*</sup>	.916	10	.323
	15	.238	10	.114	.856	10	.069
Resistencia a la deformación (tráfico ligero chromafer cromo)	4	.184	10	.200 <sup>*</sup>	.947	10	.636
	8	.190	10	.200 <sup>*</sup>	.911	10	.291
	12	.173	10	.200 <sup>*</sup>	.901	10	.226
	15	.144	10	.200 <sup>*</sup>	.957	10	.751



Resistencia a la deformación (tráfico pesado-ocre cromo)	4	.206	10	.200 <sup>*</sup>	.894	10	.186
	8	.252	10	.070	.808	10	.018
	12	.243	10	.096	.884	10	.144
	15	.231	10	.139	.812	10	.060
Resistencia a la deformación (tráfico medio-ocre cromo)	4	.229	10	.145	.844	10	.049
	8	.221	10	.180	.938	10	.528
	12	.246	10	.088	.861	10	.078
	15	.185	10	.200 <sup>*</sup>	.929	10	.439
Resistencia a la deformación (tráfico ligero-ocre cromo)	4	.165	10	.200 <sup>*</sup>	.942	10	.572
	8	.241	10	.104	.854	10	.065
	12	.227	10	.152	.930	10	.452
	15	.229	10	.148	.897	10	.205

Fuente: Elaboración propia – SPSS 21

#### 4.4.2 CONCLUSIÓN DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS ESPECÍMENES ENSAYADOS EN LABORATORIO

En la evaluación de la prueba de normalidad a los especímenes que fueron sometidos a ensayos mecánicos de estabilidad y volumétricos de porcentaje de vacíos como resultado en base al análisis que los datos muestran una distribución normal, expresados por el análisis numérico de que para muestras ensayadas los resultados de normalidad se obtuvieron una sig. > 0.05 lo cual indica distribución normal de los datos.

La prueba de hipótesis se realizó mediante el análisis de la prueba de correlación de rangos de Person, una prueba paramétrica debido que se encuentra distribución normal

Si el valor sig. < 0.05, Rechazamos la hipótesis nula

Si el valor sig. >0.05, Aceptamos la hipótesis nula

#### 4.4.3 PRUEBA DE HIPOTESIS N°1 PARA LAS VARIABLES OXIDO FERRICO Y ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PIGMENTADA

H0: No existe relación al aumentar el porcentaje de óxido férrico en la reducción significativa de la estabilidad de las mezclas asfáltica pigmentada

H1: Si existe relación al aumentar el porcentaje de óxido férrico en la reducción significativa de la estabilidad de las mezclas asfálticas pigmentada.

Tabla N° 102 Prueba de hipótesis para Chomafer Oxido Férrico

Correlaciones					
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)			Resistencia a la deformación (tráfico pesado-chormafer férrico)	Resistencia a la deformación (tráfico medio-chromafer férrico)	Resistencia a la deformación (tráfico ligero chromafer férrico)
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)	Correlación de Pearson	1	-.964**	-.963**	-.970**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000
	N	40	40	40	40

Fuente: Elaboración propia – SPSS 21

Tabla N° 103 Prueba de hipótesis para Ocre Oxido Férrico

Correlaciones					
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)			Resistencia a la deformación (tráfico pesado-ocre férrico)	Resistencia a la deformación (tráfico medio-ocre férrico)	Resistencia a la deformación (tráfico ligero-ocre férrico)
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)	Correlación de Pearson	1	-.966**	-.968**	-.966**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000
	N	40	40	40	40

Fuente: Elaboración propia – SPSS 21

Considerando que existe suficiente evidencia de muestra se concluye que existe relación entre las variables, se reduce significativamente la estabilidad de la mezcla asfáltica pigmentada cuando se aumenta el porcentaje de óxido férrico a la mezcla.

#### 4.4.4 PRUEBA DE HIPOTESIS N°2 PARA LAS VARIABLES OXIDO CROMO Y ESTABILIDAD DE LA MEZCLA PIGMENTADA

H0: No existe relación al aumentar el porcentaje de óxido cromo en la reducción significativa de la estabilidad de las mezclas asfáltica pigmentada

H1: Si existe relación al aumentar el porcentaje de óxido cromo en la reducción significativa de la estabilidad de las mezclas asfálticas pigmentada.

Tabla N° 104 Prueba de Hipótesis para Chromafer Óxido de Cromo

Correlaciones					
Porcentaje de pigmento (óxido cromo)			Resistencia a la deformación (tráfico pesado-chormofer cromo)	Resistencia a la deformación (tráfico medio-chromafer cromo)	Resistencia a la deformación (tráfico ligero chromafer cromo)
Porcentaje de pigmento (óxido de cromo)	Correlación de Pearson	1	-.956**	-.965**	-.998**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000
	N	40	40	40	40

Fuente: Elaboración propia – SPSS 21

Tabla N° 105 Prueba de hipótesis Ocre Oxido Cromo

Correlaciones					
Porcentaje de pigmento (oxido cromo)			Resistencia a la deformación (tráfico ligero-ocre cromo)	Resistencia a la deformación (tráfico medio-ocre cromo)	Resistencia a la deformación (tráfico pesado-ocre cromo)
Porcentaje de pigmento (oxido cromo)	Correlación de Pearson	1	-.967**	-.967**	-.968**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000
	N	40	40	40	40

Fuente: Elaboración propia – SPSS 21

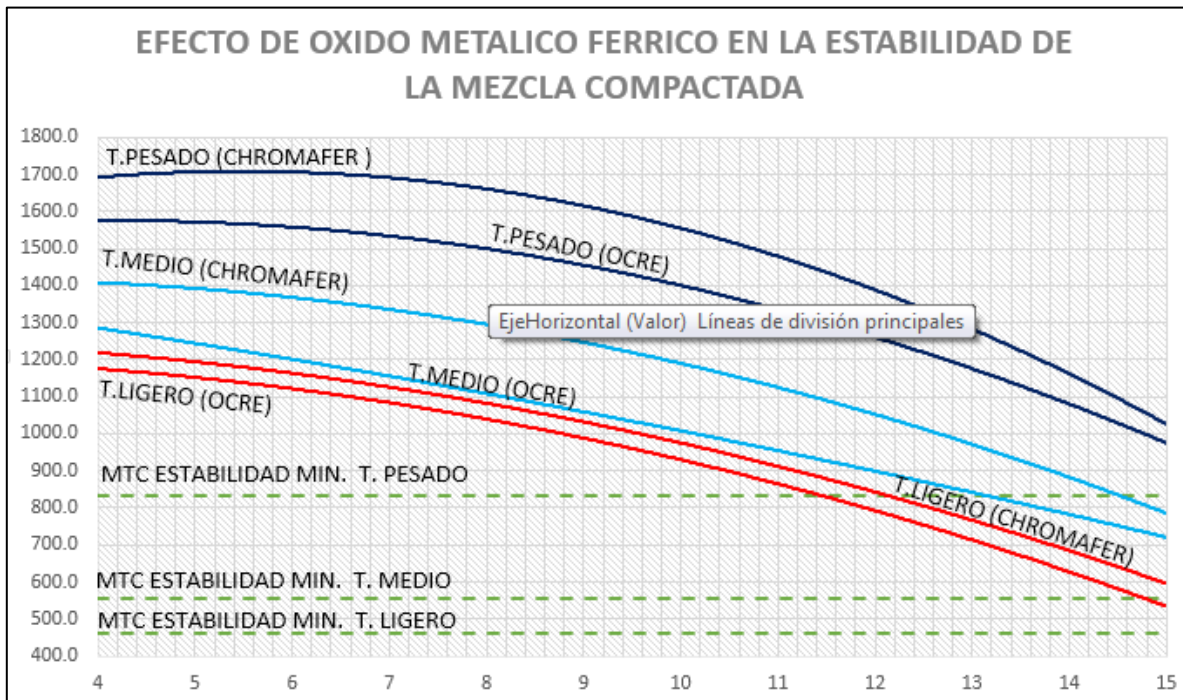
Considerando que existe suficiente evidencia de muestra se concluye que existe relación entre las variables, se reduce significativamente la estabilidad de la mezcla asfáltica pigmentada cuando se aumenta el porcentaje del óxido de cromo a la mezcla.

#### 4.4.5 PRUEBA DE HIPOTESIS N°3 PARA EL DISEÑO ÓPTIMO

Mediante las figuras N° 149, 150, 151 y 152 se concluye que fue factible encontrar el porcentaje optimo y tipo de pigmento (ocre o chromafer) requerido para la pigmentación de las mezclas asfálticas en caliente, mediante la relación de la estabilidad, flujo y porcentaje óptimo de asfalto, que cumplieron los parámetros de las propiedades mecánicas normativos del MTC EG-2013, debido a que no era viable realizar una prueba estadística.

## 4.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.5.1 DISCUSIÓN 1

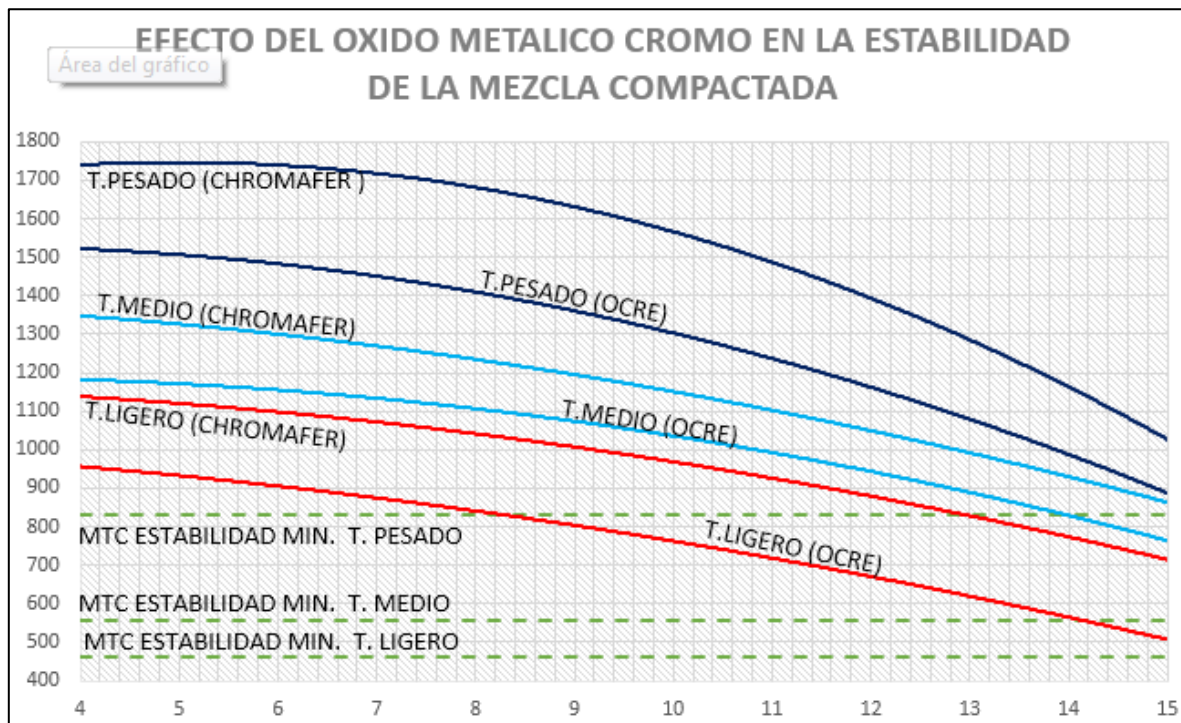


Correlaciones					
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)			Resistencia a la deformación (tráfico pesado-chromafer férrico)	Resistencia a la deformación (tráfico medio-chromafer férrico)	Resistencia a la deformación (tráfico ligero chromafer férrico)
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)	Correlación de Pearson	1	-.964**	-.963**	-.970**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000
	N	40	40	40	40

Mediante el análisis estadístico se determina de acuerdo al valor P (-0.970), que a mayor porcentaje de pigmento óxido férrico (Chromafer) menor es la estabilidad, este resultado es equivalente al determinado mediante graficas que las estabilidades disminuyen con el aumento de porcentaje de pigmento a la mezcla, para diferenciación de flujos de tráfico.

Correlaciones					
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)			Resistencia a la deformación (tráfico pesado-ocre férrico)	Resistencia a la deformación (tráfico medio-ocre férrico)	Resistencia a la deformación (tráfico ligero-ocre férrico)
Porcentaje de pigmento (óxido férrico)	Correlación de Pearson	1	-.966**	-.968**	-.966**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000
	N	40	40	40	40

#### 4.5.2 DISCUSION 2



Correlaciones					
Porcentaje de pigmento (óxido de cromo)			Resistencia a la deformación (tráfico pesado-chromafer cromo)	Resistencia a la deformación (tráfico medio-chromafer cromo)	Resistencia a la deformación (tráfico ligero chromafer cromo)
Porcentaje de pigmento (óxido de cromo)	Correlación de Pearson	1	-.956**	-.965**	-.998**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000
	N	40	40	40	40

Correlaciones					
Porcentaje de pigmento (óxido cromo)			Resistencia a la deformación (tráfico ligero-ocre cromo)	Resistencia a la deformación (tráfico medio-ocre cromo)	Resistencia a la deformación (tráfico pesado-ocre cromo)
Porcentaje de pigmento (óxido cromo)	Correlación de Pearson	1	-.967**	-.967**	-.968**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000
	N	40	40	40	40

Mediante el análisis estadístico se determina de acuerdo al valor P (-0.970), que a mayor porcentaje de pigmento óxido cromo (Chromafer) menor es la estabilidad, este resultado es equivalente al determinado mediante gráficas que las estabilidades disminuyen con el aumento de porcentaje de pigmento a la mezcla, para diferenciación de flujos de tráfico.

## 5 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1.1 CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en el capítulo IV, se determinó que existe un efecto de óxidos metálicos férrico empleados como pigmentación para mezclas asfálticas en caliente en las propiedades mecánicas, mediante una relación proporcional inversa. Se concluye que a mayor porcentaje de óxidos, menor es la estabilidad, lo cual genera que se requiera mayor porcentaje de asfalto, por tal motivo la deformación de las mezclas asfálticas pigmentadas son excesivas, cuando mayor es el porcentaje de pigmento. Además de acuerdo a la evaluación experimental se concluye que el uso de pigmento Chromafer Férrico proporciona mayor estabilidad respecto al uso del pigmento Ocre.

- Para un tráfico pesado , el uso de óxido metálico férrico (Chromafer) para la pigmentación de mezclas asfálticas en caliente, se diferencia en un 129 Kg más aproximadamente en la estabilidad, respecto a la mezclas asfálticas pigmentadas con oxido férrico (Ocre), para un límite de 8% de pigmento
- Para un tráfico medio, el uso de óxido metálico férrico (Chromafer) para la pigmentación de mezclas asfálticas en caliente, se diferencia en un 195 Kg más aproximadamente en la estabilidad, respecto a la mezclas asfálticas pigmentadas con oxido férrico (Ocre), para un límite de 8% de pigmento.
- Para un tráfico ligero, el uso de óxido metálico férrico (Chromafer) para la pigmentación de mezclas asfálticas en caliente, se diferencia en un 124 Kg más aproximadamente en la estabilidad, respecto a la mezclas asfálticas pigmentadas con oxido férrico (Ocre), para un límite de 8% de pigmento

2. De acuerdo a los resultados obtenidos en el capítulo IV, se determinó que existe un efecto de óxidos metálicos cromo empleado como pigmentación para mezclas asfálticas en caliente en las propiedades mecánicas, mediante una relación proporcional indirecta. Se concluye que a mayor porcentaje de óxidos, menor es la estabilidad, lo cual genera que se requiera mayor porcentaje de asfalto, por tal motivo la deformación de las mezclas asfálticas pigmentadas son excesivas, cuando mayor es el porcentaje de pigmento. Además de acuerdo a la evaluación experimental se concluye que el uso de pigmento Chromafer-Cromo proporciona mayor estabilidad respecto al uso del pigmento Ocre.



- Para un tráfico pesado, el uso de óxido metálico cromo (Chromafer) para la pigmentación de mezclas asfálticas en caliente, se diferencia en un 254 Kg más aproximadamente en la estabilidad, respecto a la mezclas asfálticas pigmentadas con oxido férrico (Ocre), para un límite de 8% de pigmento.
- Para un tráfico medio, el uso de óxido metálico cromo (Chromafer) para la pigmentación de mezclas asfálticas en caliente, se diferencia en un 96.5 Kg más aproximadamente en la estabilidad, respecto a la mezclas asfálticas pigmentadas con oxido férrico (Ocre), para un límite de 8% de pigmento.
- Para un tráfico ligero, el uso de óxido metálico cromo (Chromafer) para la pigmentación de mezclas asfálticas en caliente, se diferencia en un 222.4 Kg más en la estabilidad, respecto a la mezclas asfálticas pigmentadas con oxido férrico (Ocre), para un límite de 8% de pigmento.

3. De acuerdo a los resultados de la investigación, se determinó que el uso de pigmento Chromafer sea óxido metálico férrico o cromo producen mayor estabilidad en la mezcla asfáltica siendo el óptimo material para pigmentación de mezclas, además los porcentajes óptimo de óxido metálicos (férrico y cromo) máximos que se puedan emplear para pigmentar mezclas asfálticas en caliente, sea para tipo de tráfico (pesado-medio-ligero), en base a la relación que se determinó con la estabilidad, fluencia y porcentaje óptimo de cemento asfáltico, se concluye que el rango de porcentajes de 4% - 8% cumplen con las especificaciones mínimas requeridas de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente para pavimento flexible, normados por el MTC-EG2013, además de la coloración de la mezcla asfáltica.

### 5.1.2 RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados el empleo de ocre y de pigmento industrializado Chromafer 1330 no llega un color claro debido a la dificultad de pigmentar el ligante asfáltico llegando a tonalidades oscuras, el óxido férrico rojo es el pigmento de color más resaltante para la pigmentación por tal motivo es recomendable el uso de ligante sintético claro para la obtención de colores más resaltantes. Respecto a la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente se recomienda emplear el pigmento oxido metálicos (férrico y cromo) de tipo industrializado (Chromafer), para pigmentar mezclas asfálticas en caliente.
2. Se recomienda para pavimentos de zonas oscuras es decir en túneles que son de flujos pesados utilizar ligante sintético claro para la pigmentación ya que permite obtener colores más resaltantes a diferencia del uso de ocre o Chromafer. Para zonas de pistas atléticas, vías de recreación o ciclo vías el uso del Chromafer como pigmentación ya que cumple con las propiedades mecánicas y se llega a un color óptimo para estos tipos de ambientes de coloración rojiza y de flujo liviano.
3. Se recomienda como parte de iniciativa al Ministerio de Transporte y Comunicaciones, ampliar normativas peruanas, respecto a mezclas asfálticas en caliente pigmentadas, con la finalidad de mitigar los pavimentos flexibles de coloración negra y contribuir con la sostenibilidad del medio ambiente.
4. Se recomienda utilizar pavimentos pigmentados con el uso de los oxidos metálicos industrializados CHROMAFER, con el objetivo de proporcionar vías de mayor visibilidad y seguridad tanto para el peatón como el conductor.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AUTOPISTAS, ADMINISTRACION FEDERAL DE. 1982.** PRINCIPIOS DE CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS DE MEZCLA EN CALIENTE. 1982.

**COLORS, G&C SA. 2015.** Aglomerado Asfáltico coloreado. Madrid, España : s.n., 2015.

**Fidias, G. Arias. 2006.** El proyecto de Investigacion. Carcas, Venezuela : s.n., 2006.

**Gonzales Castro, Abel, Oseda Gago, Dulio, Ramirez Rosales, Felisicimo G. 2011.** ¿Como aprender y enseñar investigacion cientifica? Huancavelica, Peru : s.n., 2011.

**Hernandez, Roberto Sampieri. 2014.** Metodologia de la Investigacion. Mexico : s.n., 2014.

**Horacio Delgado Alamilla, Paul Garnica Anguas, Gilber Mario VillatoroMendez, Giovanni Rodriguez Oropeza. 2006.** Influencia de la Granulometria en las Propiedades Volumetricas de la Mezcla Asfaltica. Distrito Federal, Mexico : s.n., 2006.

**Institute, Asphalt. 1996.** Manual SP-2 Superpave Mix Desing. Kentucky, Estados Unidos : s.n., 1996.

**Jorge, Cepeda Aldape. 2002.** Analisis del comportamiento de mezclas asfalticas a fisuracion por fatiga mediante la aplicacion de un nuevo ensayo dinamico a traccion directa. Barcelona, España : s.n., 2002.

**LanammeUCR, Laboratorio Nacional de Material y Modelos Estructurales. 2009.** Analisis de los porcentajes de vacios de la mezcla asfaltica para la Consesion de la Carretera San Jose-Caldera. 2009.

**LanammeUCR, Laboratorio Nacional de Materiales Y Modelos Estructurales. 2015.** Evaluacion de la Influencia de la Gravedad Especifica de los Agregados en los Parametros de la Mezcla. San Jose, Costa Rica : s.n., 2015.

**MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2013.** Manual de Carrteras de Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion. Lima, Peru : s.n., 2013.

**Paul Garnica Anguas, Mayra Flores Flores, Jose Antonio Gomez Lopez Horacio Delgado Alamilla. 2005.** Caracterizacion Geotecnica de Mezclas Asfalticas. Distriti Federal, Mexico : s.n., 2005.

**Ruben Serratos Ochoa, Pedro Limon Covarrubias, Jesus Alonso Mota. 2011.** Estudio de la Proporcion de Polvo y Tipo de Filler de una Mezcla Asfaltica. Mexico : s.n., 2011.

**SILENE MINAYA GONZALES, ABEL ORDOÑEZ HUAMAN. 2001. MANUAL DE LABORATORIO ENSAYOS PARA PAVIMENTOS. LIMA, PERU : s.n., 2001.**

**UMSS, Facultad de Ciencias Y Tecnologia. 2012. Manual Completo de Diseño de Pavimentos. Mexico : s.n., 2012.**

**Zuñiga, Alonso. 3° Edicion. Pavimentos. Lima, Peru : Instituto de la Construccion y Gerencia, 3° Edicion.**

## **7 ANEXOS**

## **7.1 CERTIFICADOS DE LABORATORIO**

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% OXIDO FERRICO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler) - OXIDO FERRICO	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1239.0</b>	<b>1250.0</b>	<b>1238.2</b>	<b>1229.4</b>	<b>1246.1</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1243.3</b>	<b>1256.3</b>	<b>1245.3</b>	<b>1233.2</b>	<b>1250.1</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>739.1</b>	<b>747.7</b>	<b>749.6</b>	<b>740.6</b>	<b>750.8</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	504.2	508.6	495.7	492.6	499.3
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.457</b>	<b>2.458</b>	<b>2.498</b>	<b>2.496</b>	<b>2.496</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>8.1</b>	<b>7.3</b>	<b>5.0</b>	<b>4.3</b>	<b>3.5</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>12.8</b>	<b>13.3</b>	<b>12.3</b>	<b>12.9</b>	<b>13.3</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	36.9	45.0	59.4	66.6	73.7
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>2.32</b>	<b>2.80</b>	<b>3.40</b>	<b>3.60</b>	<b>3.80</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1421</b>	<b>1553.5</b>	<b>1705</b>	<b>1599.0</b>	<b>1555</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1421</b>	<b>1554</b>	<b>1705</b>	<b>1599</b>	<b>1555</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>6126</b>	<b>5548</b>	<b>5014</b>	<b>4442</b>	<b>4093</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		75				

PROYECTO: "Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% OXIDO FERRICO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler) - OXIDO FERRICO	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1246.3</b>	<b>1244.2</b>	<b>1235.4</b>	<b>1244.3</b>	<b>1243.1</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1254.5</b>	<b>1248.6</b>	<b>1240.2</b>	<b>1249.2</b>	<b>1247.3</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>766.9</b>	<b>759.6</b>	<b>753.5</b>	<b>760.0</b>	<b>764.5</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	487.6	489.0	486.7	489.2	482.8
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.556</b>	<b>2.544</b>	<b>2.539</b>	<b>2.543</b>	<b>2.575</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2041)	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.4</b>	<b>7.0</b>	<b>6.4</b>	<b>5.4</b>	<b>3.4</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>8.7</b>	<b>9.6</b>	<b>10.3</b>	<b>10.6</b>	<b>10.0</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	15.3	27.2	37.9	49.1	65.9
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61
25	Flujo	mm	<b>2.45</b>	<b>3.00</b>	<b>3.40</b>	<b>3.45</b>	<b>3.70</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1468</b>	<b>1507.3</b>	<b>1548</b>	<b>1572.9</b>	<b>1522</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1468</b>	<b>1507</b>	<b>1548</b>	<b>1573</b>	<b>1522</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>5993</b>	<b>5024</b>	<b>4554</b>	<b>4559</b>	<b>4112</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara						75



PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

**MAC - 12% ÓXIDO FERRICO (OCRE)**

Propiedades mecánicas y volumétricas de MAC		N°	1	2	3	4	5
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler) - ÓXIDO FERRICO	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1246.5</b>	<b>1248.1</b>	<b>1254.2</b>	<b>1249.4</b>	<b>1257.3</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1255.2</b>	<b>1254.2</b>	<b>1257.3</b>	<b>1256.3</b>	<b>1258.4</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>786.1</b>	<b>785.6</b>	<b>785.0</b>	<b>783.5</b>	<b>786.2</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	469.1	468.6	472.3	472.8	472.2
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.657</b>	<b>2.663</b>	<b>2.656</b>	<b>2.642</b>	<b>2.663</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.4</b>	<b>6.3</b>	<b>5.7</b>	<b>5.3</b>	<b>3.7</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>5.1</b>	<b>5.3</b>	<b>6.1</b>	<b>7.1</b>	<b>6.9</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-45.6	-17.8	6.8	25.1	46.1
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21
25	Flujo	mm	<b>7.30</b>	<b>7.50</b>	<b>7.60</b>	<b>8.10</b>	<b>8.50</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1114</b>	<b>1186.3</b>	<b>1258</b>	<b>1289.7</b>	<b>1183</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1114</b>	<b>1186</b>	<b>1258</b>	<b>1290</b>	<b>1183</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1526</b>	<b>1582</b>	<b>1655</b>	<b>1592</b>	<b>1392</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		75				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO FERRICO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler) - OXIDO FERRICO	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	Peso especifico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso especifico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso especifico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso especifico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso especifico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1245.7</b>	<b>1253.4</b>	<b>1250.2</b>	<b>1248.3</b>	<b>1251.4</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1248.2</b>	<b>1255.2</b>	<b>1254.8</b>	<b>1253.9</b>	<b>1254.2</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>793.7</b>	<b>800.7</b>	<b>799.9</b>	<b>796.3</b>	<b>796.3</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	454.5	454.5	454.9	457.6	457.9
16	Peso especifico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.741</b>	<b>2.758</b>	<b>2.748</b>	<b>2.728</b>	<b>2.733</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	<b>2.95</b>	<b>2.92</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.2</b>	<b>5.7</b>	<b>5.1</b>	<b>4.9</b>	<b>3.8</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
20	V.M.A.	%	<b>2.0</b>	<b>1.9</b>	<b>2.7</b>	<b>4.0</b>	<b>4.3</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-263.7	-202.8	-87.1	-23.6	11.3
22	Peso especifico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18
25	Flujo	mm	<b>7.40</b>	<b>7.70</b>	<b>8.00</b>	<b>8.30</b>	<b>8.70</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1009</b>	<b>1026.0</b>	<b>1049</b>	<b>1066.3</b>	<b>1036</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>66.7</b>	<b>65.1</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>65.1</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.93</b>	<b>0.96</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>0.96</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>938</b>	<b>985</b>	<b>1049</b>	<b>1066</b>	<b>994</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1268</b>	<b>1279</b>	<b>1312</b>	<b>1285</b>	<b>1143</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		75				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% OXIDO FERRICO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.0</b>	<b>1245.0</b>	<b>1233.2</b>	<b>1224.0</b>	<b>1241.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1240.0</b>	<b>1248.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1243.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>746.9</b>	<b>752.7</b>	<b>734.8</b>	<b>736.0</b>	<b>745.7</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	493.1	495.3	492.2	491.0	497.3
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.503</b>	<b>2.513</b>	<b>2.506</b>	<b>2.493</b>	<b>2.495</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>6.4</b>	<b>5.2</b>	<b>4.7</b>	<b>4.4</b>	<b>3.5</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>11.2</b>	<b>11.3</b>	<b>12.0</b>	<b>13.0</b>	<b>13.3</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	43.0	54.0	61.0	66.0	73.6
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>2.32</b>	<b>2.80</b>	<b>3.20</b>	<b>3.50</b>	<b>3.60</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1532</b>	<b>1674.0</b>	<b>1692</b>	<b>1720.7</b>	<b>1524</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1532</b>	<b>1674</b>	<b>1759</b>	<b>1721</b>	<b>1585</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>6603</b>	<b>5979</b>	<b>5498</b>	<b>4916</b>	<b>4403</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		75				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% OXIDO FERRICO (CROMAFER)</b>								
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80	
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20	
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660	
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710	
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1241.0</b>	<b>1241.0</b>	<b>1215.7</b>	<b>1243.0</b>	<b>1240.0</b>	
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1242.8</b>	<b>1272.0</b>	<b>1219.0</b>	<b>1255.0</b>	<b>1242.0</b>	
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>755.2</b>	<b>783.2</b>	<b>740.6</b>	<b>767.3</b>	<b>761.4</b>	
15	Volumen de briqueta	c.c.	487.6	488.8	478.4	487.7	480.6	
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.545</b>	<b>2.539</b>	<b>2.541</b>	<b>2.549</b>	<b>2.580</b>	
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2041)	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>	
18	Vacios (MTC E-505)	%	<b>7.8</b>	<b>7.2</b>	<b>6.3</b>	<b>5.2</b>	<b>3.2</b>	
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	
20	V.M.A.	%	<b>9.1</b>	<b>9.8</b>	<b>10.2</b>	<b>10.4</b>	<b>9.8</b>	
21	Vacios llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	14.6	26.7	38.3	50.1	67.3	
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61	
25	Flujo	mm	<b>2.70</b>	<b>3.30</b>	<b>3.60</b>	<b>3.60</b>	<b>3.80</b>	
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1568</b>	<b>1607.0</b>	<b>1648</b>	<b>1672.0</b>	<b>1621</b>	
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1568</b>	<b>1607</b>	<b>1714</b>	<b>1739</b>	<b>1621</b>	
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>5806</b>	<b>4870</b>	<b>4760</b>	<b>4830</b>	<b>4265</b>	
31	Compactación, numero de golpes por cara		75					

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 12% OXIDO FERRICO (CROMAFER)</b>								
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80	
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20	
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660	
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710	
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.2</b>	<b>1248.0</b>	<b>1224.2</b>	<b>1245.0</b>	<b>1231.0</b>	
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.2</b>	<b>1255.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1264.0</b>	<b>1253.0</b>	
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>769.7</b>	<b>784.4</b>	<b>765.5</b>	<b>791.3</b>	<b>791.6</b>	
15	Volumen de briqueta	c.c.	467.5	470.6	461.5	472.7	461.4	
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.640</b>	<b>2.652</b>	<b>2.653</b>	<b>2.634</b>	<b>2.668</b>	
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>	
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>8.0</b>	<b>6.7</b>	<b>5.8</b>	<b>5.6</b>	<b>3.5</b>	
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	
20	V.M.A.	%	<b>5.7</b>	<b>5.8</b>	<b>6.2</b>	<b>7.4</b>	<b>6.7</b>	
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-40.4	-16.5	6.7	24.0	47.5	
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09	
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21	
25	Flujo	mm	<b>7.30</b>	<b>7.50</b>	<b>7.60</b>	<b>8.10</b>	<b>8.50</b>	
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1268</b>	<b>1306.8</b>	<b>1371</b>	<b>1413.4</b>	<b>1393</b>	
27	Altura de la briqueta	mm	<b>61.9</b>	<b>61.9</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	
28	Factor de estabilidad		<b>1.04</b>	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1318</b>	<b>1359</b>	<b>1425</b>	<b>1413</b>	<b>1393</b>	
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1806</b>	<b>1812</b>	<b>1875</b>	<b>1745</b>	<b>1639</b>	
31	Compactación, numero de golpes por cara		75					

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO FERRICO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	Peso especifico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso especifico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso especifico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso especifico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso especifico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1229.4</b>	<b>1243.0</b>	<b>1231.2</b>	<b>1248.0</b>	<b>1239.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1242.8</b>	<b>1253.0</b>	<b>1240.0</b>	<b>1272.0</b>	<b>1243.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>794.2</b>	<b>802.3</b>	<b>794.4</b>	<b>817.4</b>	<b>788.7</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	448.6	450.7	445.6	454.6	454.3
16	Peso especifico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.741</b>	<b>2.758</b>	<b>2.763</b>	<b>2.745</b>	<b>2.727</b>
17	Peso especifico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2041)	gr/cc	<b>2.95</b>	<b>2.92</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>
18	Vacios (MTC E-505)	%	<b>7.2</b>	<b>5.7</b>	<b>4.6</b>	<b>4.3</b>	<b>4.0</b>
19	Peso especifico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
20	V.M.A.	%	<b>2.0</b>	<b>1.9</b>	<b>2.2</b>	<b>3.4</b>	<b>4.5</b>
21	Vacios llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-263.7	-202.8	-107.8	-28.0	10.8
22	Peso especifico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18
25	Flujo	mm	<b>7.40</b>	<b>7.70</b>	<b>8.00</b>	<b>8.30</b>	<b>8.70</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1062</b>	<b>1062.6</b>	<b>1079</b>	<b>1090.2</b>	<b>1032</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>66.7</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.93</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>988</b>	<b>1063</b>	<b>1079</b>	<b>1090</b>	<b>1032</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1335</b>	<b>1380</b>	<b>1348</b>	<b>1313</b>	<b>1186</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		75				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% OXIDO CROMO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.0</b>	<b>1245.0</b>	<b>1233.2</b>	<b>1224.0</b>	<b>1241.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1240.0</b>	<b>1248.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1243.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>738.3</b>	<b>742.5</b>	<b>734.3</b>	<b>736.5</b>	<b>747.3</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	501.7	505.5	492.7	490.5	495.7
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.460</b>	<b>2.463</b>	<b>2.503</b>	<b>2.496</b>	<b>2.504</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>8.0</b>	<b>7.1</b>	<b>4.8</b>	<b>4.3</b>	<b>3.2</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>12.7</b>	<b>13.1</b>	<b>12.1</b>	<b>12.9</b>	<b>13.0</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	37.3	45.8	60.5	66.6	75.5
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>2.00</b>	<b>3.10</b>	<b>3.40</b>	<b>3.60</b>	<b>3.80</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1322</b>	<b>1553.5</b>	<b>1705</b>	<b>1599.0</b>	<b>1445</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1322</b>	<b>1491</b>	<b>1637</b>	<b>1535</b>	<b>1445</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>6611</b>	<b>4811</b>	<b>4814</b>	<b>4264</b>	<b>3803</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		75				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% OXIDO CROMO (OCRE)</b>								
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80	
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20	
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660	
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710	
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1241.0</b>	<b>1241.0</b>	<b>1215.7</b>	<b>1243.0</b>	<b>1240.0</b>	
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1242.8</b>	<b>1272.0</b>	<b>1219.0</b>	<b>1255.0</b>	<b>1242.0</b>	
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>758.3</b>	<b>786.9</b>	<b>741.1</b>	<b>766.3</b>	<b>762.4</b>	
15	Volumen de briqueta	c.c.	484.5	485.1	477.9	488.7	479.6	
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.562</b>	<b>2.558</b>	<b>2.544</b>	<b>2.543</b>	<b>2.586</b>	
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>	
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.2</b>	<b>6.5</b>	<b>6.2</b>	<b>5.4</b>	<b>3.0</b>	
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	
20	V.M.A.	%	<b>8.5</b>	<b>9.1</b>	<b>10.1</b>	<b>10.6</b>	<b>9.6</b>	
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	15.7	28.9	38.7	49.1	68.8	
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61	
25	Flujo	mm	<b>2.70</b>	<b>3.40</b>	<b>3.60</b>	<b>3.70</b>	<b>4.00</b>	
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1368</b>	<b>1407.7</b>	<b>1448</b>	<b>1472.9</b>	<b>1422</b>	
27	Altura de la briqueta	mm	<b>66.7</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>66.7</b>	
28	Factor de estabilidad		<b>0.93</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.93</b>	
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1273</b>	<b>1351</b>	<b>1390</b>	<b>1414</b>	<b>1322</b>	
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>4713</b>	<b>3975</b>	<b>3862</b>	<b>3822</b>	<b>3305</b>	
31	Compactación, numero de golpes por cara		75					



PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

**MAC - 12% OXIDO CROMO (OCRE)**

Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC		Nº	1	2	3	4	5
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.2</b>	<b>1248.0</b>	<b>1224.2</b>	<b>1245.0</b>	<b>1231.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.2</b>	<b>1255.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1264.0</b>	<b>1253.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>774.7</b>	<b>785.9</b>	<b>768.4</b>	<b>796.8</b>	<b>790.2</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	462.5	469.1	458.6	467.2	462.8
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.668</b>	<b>2.661</b>	<b>2.670</b>	<b>2.665</b>	<b>2.660</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.0</b>	<b>6.4</b>	<b>5.2</b>	<b>4.5</b>	<b>3.8</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>4.7</b>	<b>5.4</b>	<b>5.6</b>	<b>6.3</b>	<b>7.0</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-49.8	-17.4	7.5	28.5	45.4
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21
25	Flujo	mm	<b>7.10</b>	<b>7.60</b>	<b>7.90</b>	<b>8.30</b>	<b>8.40</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1114</b>	<b>1141.2</b>	<b>1258</b>	<b>1289.7</b>	<b>1183</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>65.1</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>0.96</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1070</b>	<b>1141</b>	<b>1258</b>	<b>1290</b>	<b>1136</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1507</b>	<b>1502</b>	<b>1592</b>	<b>1554</b>	<b>1352</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		75				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO CROMO (OCRE)</b>								
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20	
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660	
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710	
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1229.4</b>	<b>1243.0</b>	<b>1231.2</b>	<b>1248.0</b>	<b>1239.0</b>	
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1242.8</b>	<b>1253.0</b>	<b>1240.0</b>	<b>1272.0</b>	<b>1243.0</b>	
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>795.2</b>	<b>802.3</b>	<b>791.6</b>	<b>814.0</b>	<b>789.2</b>	
15	Volumen de briqueta	c.c.	447.6	450.7	448.4	458.0	453.8	
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.747</b>	<b>2.758</b>	<b>2.746</b>	<b>2.725</b>	<b>2.730</b>	
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.95</b>	<b>2.92</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.0</b>	<b>5.7</b>	<b>5.2</b>	<b>5.0</b>	<b>3.9</b>	
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	
20	V.M.A.	%	<b>1.8</b>	<b>1.9</b>	<b>2.8</b>	<b>4.1</b>	<b>4.4</b>	
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-295.9	-202.8	-83.8	-23.0	11.0	
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18	
25	Flujo	mm	<b>7.40</b>	<b>7.70</b>	<b>8.00</b>	<b>8.30</b>	<b>8.70</b>	
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>839</b>	<b>885.1</b>	<b>950</b>	<b>966.2</b>	<b>894</b>	
27	Altura briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>66.7</b>	
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.93</b>	
29	Estabilidad corregida	kg	<b>806</b>	<b>850</b>	<b>912</b>	<b>928</b>	<b>832</b>	
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1089</b>	<b>1104</b>	<b>1140</b>	<b>1118</b>	<b>956</b>	
31	Compactación, numero de golpes por cara		75					

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.0</b>	<b>1245.0</b>	<b>1233.2</b>	<b>1224.0</b>	<b>1241.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1240.0</b>	<b>1248.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1243.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>752.6</b>	<b>753.7</b>	<b>735.9</b>	<b>738.1</b>	<b>745.8</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	487.4	494.3	491.1	488.9	497.2
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.532</b>	<b>2.519</b>	<b>2.511</b>	<b>2.503</b>	<b>2.496</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>5.3</b>	<b>5.0</b>	<b>4.5</b>	<b>4.0</b>	<b>3.5</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>10.2</b>	<b>11.1</b>	<b>11.9</b>	<b>12.6</b>	<b>13.3</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	48.0	55.1	62.1	68.2	73.7
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>2.34</b>	<b>3.00</b>	<b>3.20</b>	<b>3.70</b>	<b>4.21</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1678</b>	<b>1813.2</b>	<b>1834</b>	<b>1750.2</b>	<b>1612</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1678</b>	<b>1813</b>	<b>1908</b>	<b>1750</b>	<b>1677</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>7172</b>	<b>6044</b>	<b>5961</b>	<b>4730</b>	<b>3983</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		75				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>								
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80	
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20	
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660	
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710	
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1241.0</b>	<b>1241.0</b>	<b>1215.7</b>	<b>1243.0</b>	<b>1240.0</b>	
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1242.8</b>	<b>1272.0</b>	<b>1219.0</b>	<b>1255.0</b>	<b>1242.0</b>	
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>762.0</b>	<b>789.5</b>	<b>744.7</b>	<b>773.4</b>	<b>762.4</b>	
15	Volumen de briqueta	c.c.	480.8	482.5	474.3	481.6	479.6	
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.581</b>	<b>2.572</b>	<b>2.563</b>	<b>2.581</b>	<b>2.586</b>	
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>	
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>6.5</b>	<b>6.0</b>	<b>5.5</b>	<b>4.0</b>	<b>3.0</b>	
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	
20	V.M.A.	%	<b>7.8</b>	<b>8.6</b>	<b>9.4</b>	<b>9.3</b>	<b>9.6</b>	
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	17.2	30.6	41.8	56.9	68.8	
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61	
25	Flujo	mm	<b>2.40</b>	<b>3.20</b>	<b>3.50</b>	<b>3.55</b>	<b>3.80</b>	
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1490</b>	<b>1620.1</b>	<b>1650</b>	<b>1604.1</b>	<b>1501</b>	
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1490</b>	<b>1620</b>	<b>1716</b>	<b>1668</b>	<b>1501</b>	
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>6209</b>	<b>5063</b>	<b>4902</b>	<b>4699</b>	<b>3951</b>	
31	Compactación, numero de golpes por cara		75					

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 12% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>								
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80	
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20	
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660	
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710	
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.2</b>	<b>1248.0</b>	<b>1224.2</b>	<b>1245.0</b>	<b>1231.0</b>	
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.2</b>	<b>1255.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1264.0</b>	<b>1253.0</b>	
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>777.2</b>	<b>787.9</b>	<b>765.5</b>	<b>795.3</b>	<b>794.0</b>	
15	Volumen de briqueta	c.c.	460.0	467.1	461.5	468.7	459.0	
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.683</b>	<b>2.672</b>	<b>2.653</b>	<b>2.656</b>	<b>2.682</b>	
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>	
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>6.5</b>	<b>6.0</b>	<b>5.8</b>	<b>4.8</b>	<b>3.0</b>	
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	
20	V.M.A.	%	<b>4.2</b>	<b>5.0</b>	<b>6.2</b>	<b>6.6</b>	<b>6.2</b>	
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-56.3	-18.9	6.7	27.1	51.5	
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09	
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21	
25	Flujo	mm	<b>4.00</b>	<b>4.70</b>	<b>5.30</b>	<b>5.80</b>	<b>6.00</b>	
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1143</b>	<b>1148.3</b>	<b>1325</b>	<b>1465.2</b>	<b>1250</b>	
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1143</b>	<b>1194</b>	<b>1325</b>	<b>1465</b>	<b>1250</b>	
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>2858</b>	<b>2541</b>	<b>2499</b>	<b>2526</b>	<b>2083</b>	
31	Compactación, numero de golpes por cara		75					

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>								
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20	
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660	
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710	
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1229.4</b>	<b>1243.0</b>	<b>1231.2</b>	<b>1248.0</b>	<b>1239.0</b>	
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1242.8</b>	<b>1253.0</b>	<b>1240.0</b>	<b>1272.0</b>	<b>1243.0</b>	
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>799.0</b>	<b>800.8</b>	<b>789.2</b>	<b>812.5</b>	<b>791.1</b>	
15	Volumen de briqueta	c.c.	443.8	452.2	450.8	459.5	451.9	
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.770</b>	<b>2.749</b>	<b>2.731</b>	<b>2.716</b>	<b>2.742</b>	
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.95</b>	<b>2.92</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>6.2</b>	<b>6.0</b>	<b>5.7</b>	<b>5.3</b>	<b>3.5</b>	
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	
20	V.M.A.	%	<b>0.9</b>	<b>2.2</b>	<b>3.3</b>	<b>4.4</b>	<b>4.0</b>	
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-571.4	-173.4	-70.6	-21.3	12.2	
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18	
25	Flujo	mm	<b>5.00</b>	<b>6.30</b>	<b>6.70</b>	<b>7.00</b>	<b>7.50</b>	
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>954</b>	<b>975.3</b>	<b>1053</b>	<b>1086.1</b>	<b>1053</b>	
27	Altura briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>66.7</b>	
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.93</b>	
29	Estabilidad corregida	kg	<b>916</b>	<b>936</b>	<b>1011</b>	<b>1043</b>	<b>980</b>	
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1832</b>	<b>1486</b>	<b>1509</b>	<b>1490</b>	<b>1306</b>	
31	Compactación, numero de golpes por cara		75					

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% OXIDO FERRICO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1243.6</b>	<b>1248.5</b>	<b>1253.2</b>	<b>1255.5</b>	<b>1243.8</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1250.3</b>	<b>1251.3</b>	<b>1255.9</b>	<b>1257.1</b>	<b>1248.4</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>744.2</b>	<b>749.3</b>	<b>750.5</b>	<b>753.5</b>	<b>750.6</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	506.1	502.0	505.4	503.6	497.8
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.457</b>	<b>2.487</b>	<b>2.479</b>	<b>2.493</b>	<b>2.498</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>8.1</b>	<b>6.2</b>	<b>5.7</b>	<b>4.4</b>	<b>3.4</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>12.8</b>	<b>12.2</b>	<b>13.0</b>	<b>13.0</b>	<b>13.2</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	36.9	49.4	56.1	66.0	74.3
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>1.50</b>	<b>2.50</b>	<b>3.00</b>	<b>3.60</b>	<b>4.10</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1246</b>	<b>1267.4</b>	<b>1285</b>	<b>1298.7</b>	<b>1265</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1246</b>	<b>1267</b>	<b>1285</b>	<b>1298.7</b>	<b>1265</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>8307</b>	<b>5070</b>	<b>4282</b>	<b>3608</b>	<b>3085</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% OXIDO FERRICO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1243.9</b>	<b>1247.2</b>	<b>1252.1</b>	<b>1255.2</b>	<b>1242.2</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1245.7</b>	<b>1253.2</b>	<b>1255.7</b>	<b>1257.3</b>	<b>1248.9</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>757.5</b>	<b>762.5</b>	<b>763.5</b>	<b>763.8</b>	<b>765.5</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	488.2	490.7	492.2	493.5	483.4
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.548</b>	<b>2.542</b>	<b>2.544</b>	<b>2.543</b>	<b>2.570</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.7</b>	<b>7.1</b>	<b>6.2</b>	<b>5.4</b>	<b>3.6</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>9.0</b>	<b>9.7</b>	<b>10.1</b>	<b>10.6</b>	<b>10.2</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	14.7	26.9	38.7	49.1	64.6
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61
25	Flujo	mm	<b>2.70</b>	<b>3.00</b>	<b>3.20</b>	<b>3.40</b>	<b>3.80</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1046</b>	<b>1056.2</b>	<b>1089</b>	<b>1103.4</b>	<b>1070</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1046</b>	<b>1056</b>	<b>1133</b>	<b>1103</b>	<b>1070</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>3872</b>	<b>3521</b>	<b>3540</b>	<b>3245</b>	<b>2817</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				



PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 12% OXIDO FERRICO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.2</b>	<b>1248.0</b>	<b>1224.2</b>	<b>1245.0</b>	<b>1231.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.2</b>	<b>1255.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1264.0</b>	<b>1253.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>771.2</b>	<b>785.4</b>	<b>767.5</b>	<b>795.3</b>	<b>789.7</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	466.0	469.6	459.5	468.7	463.3
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.648</b>	<b>2.658</b>	<b>2.664</b>	<b>2.656</b>	<b>2.657</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.7</b>	<b>6.5</b>	<b>5.4</b>	<b>4.8</b>	<b>3.9</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>5.4</b>	<b>5.6</b>	<b>5.8</b>	<b>6.6</b>	<b>7.1</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-42.9	-17.1	7.2	27.1	44.7
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21
25	Flujo	mm	<b>7.40</b>	<b>7.60</b>	<b>7.70</b>	<b>8.20</b>	<b>8.40</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>946</b>	<b>991.3</b>	<b>1059</b>	<b>1093.0</b>	<b>984</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>66.7</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>66.7</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>0.93</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.93</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>908</b>	<b>922</b>	<b>1017</b>	<b>1049</b>	<b>915</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1227</b>	<b>1213</b>	<b>1320</b>	<b>1280</b>	<b>1089</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO FERRICO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1243.6</b>	<b>1245.7</b>	<b>1251.6</b>	<b>1248.4</b>	<b>1253.1</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1247.3</b>	<b>1250.2</b>	<b>1255.2</b>	<b>1253.6</b>	<b>1255.1</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>797.1</b>	<b>798.5</b>	<b>799.8</b>	<b>797.9</b>	<b>795.7</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	450.2	451.7	455.4	455.7	459.4
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.762</b>	<b>2.758</b>	<b>2.748</b>	<b>2.739</b>	<b>2.727</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.95</b>	<b>2.92</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>6.5</b>	<b>5.7</b>	<b>5.1</b>	<b>4.5</b>	<b>4.0</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
20	V.M.A.	%	<b>1.2</b>	<b>1.9</b>	<b>2.7</b>	<b>3.6</b>	<b>4.5</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-437.1	-202.8	-87.1	-26.4	10.8
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18
25	Flujo	mm	<b>8.00</b>	<b>8.30</b>	<b>8.70</b>	<b>9.00</b>	<b>0.20</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>709</b>	<b>726.0</b>	<b>750</b>	<b>766.7</b>	<b>736</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>681</b>	<b>697</b>	<b>720</b>	<b>736</b>	<b>707</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>851</b>	<b>840</b>	<b>828</b>	<b>818</b>	<b>35328</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% ÓXIDO FERRICO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecánicas y volumétricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.0</b>	<b>1245.0</b>	<b>1233.2</b>	<b>1224.0</b>	<b>1241.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1240.0</b>	<b>1248.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1243.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>748.5</b>	<b>751.6</b>	<b>733.3</b>	<b>739.6</b>	<b>747.8</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	491.5	496.4	493.7	487.4	495.2
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.511</b>	<b>2.508</b>	<b>2.498</b>	<b>2.511</b>	<b>2.506</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>6.1</b>	<b>5.4</b>	<b>5.0</b>	<b>3.7</b>	<b>3.1</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>10.9</b>	<b>11.5</b>	<b>12.3</b>	<b>12.3</b>	<b>13.0</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	44.3	53.0	59.4	70.0	76.1
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>1.50</b>	<b>2.50</b>	<b>3.00</b>	<b>3.60</b>	<b>4.10</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1364</b>	<b>1400.0</b>	<b>1392</b>	<b>1421.7</b>	<b>1404</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1364</b>	<b>1400</b>	<b>1448</b>	<b>1422</b>	<b>1404</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>9093</b>	<b>5600</b>	<b>4826</b>	<b>3949</b>	<b>3424</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% ÓXIDO FERRICO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecánicas y volumétricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1241.0</b>	<b>1241.0</b>	<b>1215.7</b>	<b>1243.0</b>	<b>1240.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1242.8</b>	<b>1272.0</b>	<b>1219.0</b>	<b>1255.0</b>	<b>1242.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>757.8</b>	<b>783.8</b>	<b>741.1</b>	<b>766.3</b>	<b>761.9</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	485.0	488.2	477.9	488.7	480.1
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.559</b>	<b>2.542</b>	<b>2.544</b>	<b>2.543</b>	<b>2.583</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.3</b>	<b>7.1</b>	<b>6.2</b>	<b>5.4</b>	<b>3.1</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>8.6</b>	<b>9.7</b>	<b>10.1</b>	<b>10.6</b>	<b>9.7</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	15.5	26.9	38.7	49.1	68.0
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61
25	Flujo	mm	<b>2.50</b>	<b>2.70</b>	<b>3.10</b>	<b>3.60</b>	<b>4.00</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1164</b>	<b>1205.3</b>	<b>1296</b>	<b>1318.3</b>	<b>1223</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1164</b>	<b>1205</b>	<b>1296</b>	<b>1318</b>	<b>1223</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>4655</b>	<b>4464</b>	<b>4181</b>	<b>3662</b>	<b>3056</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 12% OXIDO FERRICO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
7	Peso especifico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso especifico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso especifico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso especifico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.2</b>	<b>1248.0</b>	<b>1224.2</b>	<b>1245.0</b>	<b>1231.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.2</b>	<b>1255.0</b>	<b>1227.0</b>	<b>1264.0</b>	<b>1253.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>772.2</b>	<b>786.9</b>	<b>766.5</b>	<b>792.3</b>	<b>790.7</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	465.0	468.1	460.5	471.7	462.3
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.654</b>	<b>2.666</b>	<b>2.658</b>	<b>2.640</b>	<b>2.663</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.5</b>	<b>6.2</b>	<b>5.6</b>	<b>5.4</b>	<b>3.7</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>5.2</b>	<b>5.2</b>	<b>6.0</b>	<b>7.2</b>	<b>6.9</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-44.7	-18.2	7.0	24.8	46.1
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21
25	Flujo	mm	<b>7.30</b>	<b>7.50</b>	<b>7.60</b>	<b>8.10</b>	<b>8.50</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1663</b>	<b>1674.0</b>	<b>1692</b>	<b>1720.7</b>	<b>1702</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1663</b>	<b>1674</b>	<b>1692</b>	<b>1721</b>	<b>1702</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>2279</b>	<b>2232</b>	<b>2226</b>	<b>2124</b>	<b>2002</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO FERRICO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	Peso especifico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso especifico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso especifico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso especifico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1229.4</b>	<b>1243.0</b>	<b>1231.2</b>	<b>1248.0</b>	<b>1239.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1242.8</b>	<b>1253.0</b>	<b>1240.0</b>	<b>1272.0</b>	<b>1243.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>797.1</b>	<b>804.6</b>	<b>793.9</b>	<b>816.4</b>	<b>789.2</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	445.7	448.4	446.1	455.6	453.8
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.758</b>	<b>2.772</b>	<b>2.760</b>	<b>2.739</b>	<b>2.730</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.95</b>	<b>2.92</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>6.6</b>	<b>5.2</b>	<b>4.7</b>	<b>4.5</b>	<b>3.9</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
20	V.M.A.	%	<b>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>2.3</b>	<b>3.6</b>	<b>4.4</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-390.4	-281.7	-102.9	-26.4	11.0
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18
25	Flujo	mm	<b>2.32</b>	<b>3.20</b>	<b>3.60</b>	<b>3.80</b>	<b>4.21</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>764</b>	<b>769.0</b>	<b>794</b>	<b>804.0</b>	<b>776</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>764</b>	<b>769</b>	<b>794</b>	<b>804</b>	<b>776</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>3292</b>	<b>2403</b>	<b>2206</b>	<b>2116</b>	<b>1843</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% OXIDO CROMO (OCRE)</b>								
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10	
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50	
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	
7	Peso especifico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	
8	Peso especifico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660	
9	Peso especifico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710	
10	Peso especifico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1237.3</b>	<b>1343.1</b>	<b>1243.6</b>	<b>1247.2</b>	<b>1239.1</b>	
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1242.1</b>	<b>1245.3</b>	<b>1247.2</b>	<b>1251.1</b>	<b>1243.2</b>	
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>744.5</b>	<b>706.4</b>	<b>747.8</b>	<b>750.8</b>	<b>752.8</b>	
15	Volumen de briqueta	c.c.	497.6	538.9	499.4	500.3	490.4	
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.487</b>	<b>2.492</b>	<b>2.490</b>	<b>2.493</b>	<b>2.527</b>	
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>	
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.0</b>	<b>6.0</b>	<b>5.3</b>	<b>4.4</b>	<b>2.3</b>	
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	
20	V.M.A.	%	<b>11.8</b>	<b>12.1</b>	<b>12.6</b>	<b>13.0</b>	<b>12.2</b>	
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	40.7	50.3	57.9	66.0	81.2	
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01	
25	Flujo	mm	<b>2.10</b>	<b>2.80</b>	<b>3.00</b>	<b>3.40</b>	<b>3.90</b>	
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1246</b>	<b>1267.4</b>	<b>1285</b>	<b>1298.7</b>	<b>1265</b>	
27	Altura briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1246</b>	<b>1267</b>	<b>1285</b>	<b>1299</b>	<b>1265</b>	
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>5933</b>	<b>4526</b>	<b>4282</b>	<b>3820</b>	<b>3243</b>	
31	Compactación, numero de golpes por cara		50					

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% OXIDO CROMO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
7	Peso especifico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso especifico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso especifico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso especifico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso especifico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1243.5</b>	<b>1237.5</b>	<b>1241.2</b>	<b>1250.2</b>	<b>1237.5</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1248.2</b>	<b>1241.3</b>	<b>1249.5</b>	<b>1254.1</b>	<b>1243.8</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>762.8</b>	<b>756.0</b>	<b>761.1</b>	<b>764.6</b>	<b>766.2</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	485.4	485.3	488.4	489.5	477.6
16	Peso especifico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.562</b>	<b>2.550</b>	<b>2.541</b>	<b>2.554</b>	<b>2.591</b>
17	Peso especifico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>
18	Vacios (MTC E-505)	%	<b>7.2</b>	<b>6.8</b>	<b>6.3</b>	<b>5.0</b>	<b>2.8</b>
19	Peso especifico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>8.5</b>	<b>9.4</b>	<b>10.2</b>	<b>10.2</b>	<b>9.4</b>
21	Vacios llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	15.7	27.9	38.3	51.1	70.3
22	Peso especifico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61
25	Flujo	mm	<b>2.80</b>	<b>3.30</b>	<b>3.40</b>	<b>3.60</b>	<b>4.00</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>999</b>	<b>1000.2</b>	<b>1076</b>	<b>1110.8</b>	<b>1057</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>66.7</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>0.93</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>959</b>	<b>1000</b>	<b>1076</b>	<b>1111</b>	<b>983</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>3423</b>	<b>3031</b>	<b>3165</b>	<b>3086</b>	<b>2457</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				



PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 12% OXIDO CROMO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1245.3</b>	<b>1243.2</b>	<b>1247.1</b>	<b>1250.2</b>	<b>1244.1</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1247.3</b>	<b>1249.1</b>	<b>1251.8</b>	<b>1255.2</b>	<b>1247.3</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>778.1</b>	<b>779.8</b>	<b>783.2</b>	<b>787.0</b>	<b>779.6</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	469.2	469.3	468.6	468.2	467.7
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.654</b>	<b>2.649</b>	<b>2.661</b>	<b>2.670</b>	<b>2.660</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>
18	Vacios (MTC E-505)	%	<b>7.5</b>	<b>6.8</b>	<b>5.5</b>	<b>4.3</b>	<b>3.8</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>5.2</b>	<b>5.9</b>	<b>5.9</b>	<b>6.1</b>	<b>7.0</b>
21	Vacios llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-44.7	-16.2	7.1	29.5	45.4
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21
25	Flujo	mm	<b>7.20</b>	<b>7.40</b>	<b>7.70</b>	<b>8.00</b>	<b>8.30</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>942</b>	<b>977.7</b>	<b>1045</b>	<b>1078.4</b>	<b>970</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>876</b>	<b>909</b>	<b>972</b>	<b>1003</b>	<b>902</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1216</b>	<b>1229</b>	<b>1262</b>	<b>1254</b>	<b>1087</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO CROMO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1243.2</b>	<b>1239.2</b>	<b>1241.6</b>	<b>1250.1</b>	<b>1245.2</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1247.3</b>	<b>1244.2</b>	<b>1249.3</b>	<b>1257.2</b>	<b>1255.2</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>794.7</b>	<b>790.5</b>	<b>793.9</b>	<b>799.4</b>	<b>798.7</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	452.6	453.7	455.4	457.8	456.5
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.747</b>	<b>2.731</b>	<b>2.726</b>	<b>2.731</b>	<b>2.727</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.95</b>	<b>2.92</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.0</b>	<b>6.6</b>	<b>5.9</b>	<b>4.8</b>	<b>4.0</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
20	V.M.A.	%	<b>1.8</b>	<b>2.8</b>	<b>3.5</b>	<b>3.9</b>	<b>4.5</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-295.8	-134.1	-67.2	-24.3	10.8
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18
25	Flujo	mm	<b>7.50</b>	<b>7.80</b>	<b>8.10</b>	<b>8.40</b>	<b>8.80</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>695</b>	<b>712.5</b>	<b>737</b>	<b>753.7</b>	<b>722</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>647</b>	<b>663</b>	<b>685</b>	<b>701</b>	<b>672</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>862</b>	<b>850</b>	<b>846</b>	<b>834</b>	<b>763</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1241.2</b>	<b>1247.2</b>	<b>1252.1</b>	<b>1245.2</b>	<b>1251.7</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1248.3</b>	<b>1253.6</b>	<b>1254.2</b>	<b>1250.3</b>	<b>1254.3</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>750.7</b>	<b>752.1</b>	<b>752.9</b>	<b>752.9</b>	<b>755.4</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	497.6	501.5	501.3	497.4	498.9
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.495</b>	<b>2.487</b>	<b>2.498</b>	<b>2.503</b>	<b>2.509</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>6.7</b>	<b>6.2</b>	<b>5.0</b>	<b>4.0</b>	<b>3.0</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>11.5</b>	<b>12.2</b>	<b>12.3</b>	<b>12.6</b>	<b>12.9</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	41.8	49.4	59.4	68.2	76.7
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>1.20</b>	<b>2.30</b>	<b>2.60</b>	<b>3.10</b>	<b>4.50</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1335</b>	<b>1506.2</b>	<b>1603</b>	<b>1409.4</b>	<b>1301</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>65.1</b>	<b>66.7</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>0.96</b>	<b>0.93</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1282</b>	<b>1506</b>	<b>1603</b>	<b>1353</b>	<b>1210</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>10681</b>	<b>6549</b>	<b>6167</b>	<b>4365</b>	<b>2689</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.5</b>	<b>1228.0</b>	<b>1232.5</b>	<b>1245.0</b>	<b>1220.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1236.2</b>	<b>1237.0</b>	<b>1236.3</b>	<b>1249.0</b>	<b>1224.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>763.4</b>	<b>764.5</b>	<b>759.4</b>	<b>764.1</b>	<b>752.2</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	472.8	472.5	476.9	484.9	471.8
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.611</b>	<b>2.599</b>	<b>2.585</b>	<b>2.568</b>	<b>2.586</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>5.4</b>	<b>5.0</b>	<b>4.7</b>	<b>4.5</b>	<b>3.0</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>6.8</b>	<b>7.7</b>	<b>8.7</b>	<b>9.8</b>	<b>9.6</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	20.2	34.9	45.8	53.9	68.8
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61
25	Flujo	mm	<b>2.20</b>	<b>2.70</b>	<b>3.20</b>	<b>3.60</b>	<b>4.00</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1289</b>	<b>1376.4</b>	<b>1500</b>	<b>1300.1</b>	<b>1233</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>63.5</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>68.3</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>1.00</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.89</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1238</b>	<b>1376</b>	<b>1440</b>	<b>1248</b>	<b>1097</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>5626</b>	<b>5098</b>	<b>4500</b>	<b>3467</b>	<b>2742</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 12% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1248.2</b>	<b>1244.1</b>	<b>1242.5</b>	<b>1246.3</b>	<b>1242.5</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1256.3</b>	<b>1256.1</b>	<b>1249.1</b>	<b>1259.3</b>	<b>1256.0</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>797.1</b>	<b>796.4</b>	<b>787.1</b>	<b>792.6</b>	<b>787.9</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	459.2	459.7	462.0	466.7	468.1
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.718</b>	<b>2.706</b>	<b>2.689</b>	<b>2.670</b>	<b>2.654</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>
18	Vacios (MTC E-505)	%	<b>5.3</b>	<b>4.8</b>	<b>4.5</b>	<b>4.3</b>	<b>4.0</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>2.9</b>	<b>3.8</b>	<b>4.9</b>	<b>6.1</b>	<b>7.2</b>
21	Vacios llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-81.9	-25.2	8.6	29.5	44.1
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21
25	Flujo	mm	<b>3.20</b>	<b>6.00</b>	<b>6.40</b>	<b>7.30</b>	<b>7.60</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>932</b>	<b>992.3</b>	<b>1084</b>	<b>1136.5</b>	<b>1045</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>932</b>	<b>992</b>	<b>1084</b>	<b>1137</b>	<b>1045</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>2913</b>	<b>1654</b>	<b>1694</b>	<b>1557</b>	<b>1375</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1233.2</b>	<b>1234.5</b>	<b>1231.2</b>	<b>1244.1</b>	<b>1223.7</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1241.2</b>	<b>1243.5</b>	<b>1240.0</b>	<b>1259.3</b>	<b>1228.2</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>792.2</b>	<b>800.1</b>	<b>793.9</b>	<b>805.1</b>	<b>779.5</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	449.0	443.4	446.1	454.2	448.7
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.747</b>	<b>2.784</b>	<b>2.760</b>	<b>2.739</b>	<b>2.727</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.95</b>	<b>2.92</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.0</b>	<b>4.8</b>	<b>4.7</b>	<b>4.5</b>	<b>4.0</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
20	V.M.A.	%	<b>1.8</b>	<b>0.9</b>	<b>2.3</b>	<b>3.6</b>	<b>4.5</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-295.8	-407.3	-102.9	-26.4	10.8
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18
25	Flujo	mm	<b>8.00</b>	<b>8.30</b>	<b>8.70</b>	<b>9.00</b>	<b>0.20</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>667</b>	<b>746.1</b>	<b>911</b>	<b>931.7</b>	<b>843</b>
27	Altura briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>667</b>	<b>746</b>	<b>911</b>	<b>932</b>	<b>843</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>834</b>	<b>899</b>	<b>1047</b>	<b>1035</b>	<b>42150</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		50				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% OXIDO FERRICO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1243.3</b>	<b>1239.7</b>	<b>1245.1</b>	<b>1238.4</b>	<b>1245.3</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1247.2</b>	<b>1244.2</b>	<b>1246.3</b>	<b>1243.7</b>	<b>1248.1</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>744.5</b>	<b>746.8</b>	<b>745.7</b>	<b>753.1</b>	<b>752.7</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	502.7	497.4	500.6	490.6	495.4
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.473</b>	<b>2.492</b>	<b>2.487</b>	<b>2.524</b>	<b>2.514</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.5</b>	<b>6.0</b>	<b>5.4</b>	<b>3.2</b>	<b>2.8</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>12.3</b>	<b>12.1</b>	<b>12.7</b>	<b>11.9</b>	<b>12.7</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	38.9	50.3	57.5	73.0	77.9
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.40</b>	<b>3.80</b>	<b>4.50</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1146</b>	<b>1167.4</b>	<b>1184</b>	<b>1198.3</b>	<b>1165</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>65.1</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>0.96</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1146</b>	<b>1167</b>	<b>1232</b>	<b>1198</b>	<b>1118</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>5731</b>	<b>3891</b>	<b>3623</b>	<b>3153</b>	<b>2485</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% OXIDO FERRICO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
7	Peso especifico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso especifico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso especifico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso especifico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1236.0</b>	<b>1227.2</b>	<b>1227.4</b>	<b>1227.2</b>	<b>1211.1</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1239.4</b>	<b>1230.1</b>	<b>1236.3</b>	<b>1232.1</b>	<b>1214.5</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>755.3</b>	<b>749.9</b>	<b>753.8</b>	<b>751.6</b>	<b>746.1</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	484.1	480.2	482.5	480.5	468.4
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.553</b>	<b>2.555</b>	<b>2.544</b>	<b>2.554</b>	<b>2.586</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.5</b>	<b>6.6</b>	<b>6.2</b>	<b>5.0</b>	<b>3.0</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>8.8</b>	<b>9.2</b>	<b>10.1</b>	<b>10.2</b>	<b>9.6</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	15.1	28.5	38.7	51.1	68.8
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61
25	Flujo	mm	<b>2.70</b>	<b>3.00</b>	<b>3.20</b>	<b>3.40</b>	<b>3.80</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>901</b>	<b>956.7</b>	<b>1029</b>	<b>1000.3</b>	<b>935</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>901</b>	<b>957</b>	<b>1070</b>	<b>1000</b>	<b>935</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>3337</b>	<b>3189</b>	<b>3343</b>	<b>2942</b>	<b>2462</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				



PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 12% ÓXIDO FERRICO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecánicas y volumétricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.5</b>	<b>1233.2</b>	<b>1229.3</b>	<b>1235.3</b>	<b>1237.4</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.2</b>	<b>1243.2</b>	<b>1233.4</b>	<b>1249.2</b>	<b>1248.2</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>774.6</b>	<b>779.2</b>	<b>773.9</b>	<b>784.2</b>	<b>783.5</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	462.6	464.0	459.5	465.0	464.7
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.668</b>	<b>2.658</b>	<b>2.675</b>	<b>2.656</b>	<b>2.663</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.0</b>	<b>6.5</b>	<b>5.0</b>	<b>4.8</b>	<b>3.7</b>
19	Peso específico Bulk combinación de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>4.7</b>	<b>5.6</b>	<b>5.4</b>	<b>6.6</b>	<b>6.9</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-49.8	-17.1	7.8	27.1	46.1
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21
25	Flujo	mm	<b>7.40</b>	<b>7.60</b>	<b>7.70</b>	<b>8.20</b>	<b>8.40</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>807</b>	<b>822.4</b>	<b>916</b>	<b>949.5</b>	<b>814</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>61.9</b>	<b>66.7</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>	<b>0.93</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>807</b>	<b>822</b>	<b>953</b>	<b>987</b>	<b>757</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1091</b>	<b>1082</b>	<b>1238</b>	<b>1204</b>	<b>901</b>
31	Compactación, número de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO FERRICO (OCRE)</b>								
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20	
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660	
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710	
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.5</b>	<b>1241.0</b>	<b>1229.3</b>	<b>1236.0</b>	<b>1233.0</b>	
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.2</b>	<b>1253.0</b>	<b>1233.4</b>	<b>1241.0</b>	<b>1238.0</b>	
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>791.6</b>	<b>803.9</b>	<b>785.7</b>	<b>788.4</b>	<b>785.9</b>	
15	Volumen de briqueta	c.c.	445.6	449.1	447.7	452.6	452.1	
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.770</b>	<b>2.764</b>	<b>2.746</b>	<b>2.731</b>	<b>2.727</b>	
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.95</b>	<b>2.92</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>6.2</b>	<b>5.5</b>	<b>5.2</b>	<b>4.8</b>	<b>4.0</b>	
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	
20	V.M.A.	%	<b>0.9</b>	<b>1.7</b>	<b>2.8</b>	<b>3.9</b>	<b>4.5</b>	
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-571.4	-228.4	-83.8	-24.3	10.8	
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18	
25	Flujo	mm	<b>7.40</b>	<b>7.70</b>	<b>8.00</b>	<b>8.30</b>	<b>8.70</b>	
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>561</b>	<b>571.0</b>	<b>585</b>	<b>597.7</b>	<b>574</b>	
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	
29	Estabilidad corregida	kg	<b>561</b>	<b>571</b>	<b>609</b>	<b>598</b>	<b>574</b>	
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>758</b>	<b>742</b>	<b>761</b>	<b>720</b>	<b>660</b>	
31	Compactación, numero de golpes por cara		35					

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% OXIDO FERRICO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1228.6</b>	<b>1227.0</b>	<b>1232.2</b>	<b>1226.3</b>	<b>1228.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1234.2</b>	<b>1236.2</b>	<b>1236.8</b>	<b>1232.1</b>	<b>1233.4</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>739.6</b>	<b>740.2</b>	<b>742.5</b>	<b>744.3</b>	<b>743.8</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	494.6	496.0	494.3	487.8	489.6
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.484</b>	<b>2.474</b>	<b>2.493</b>	<b>2.514</b>	<b>2.508</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.1</b>	<b>6.7</b>	<b>5.2</b>	<b>3.6</b>	<b>3.0</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>11.9</b>	<b>12.7</b>	<b>12.5</b>	<b>12.2</b>	<b>12.9</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	40.3	47.3	58.4	70.6	76.6
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>2.30</b>	<b>3.00</b>	<b>3.20</b>	<b>3.60</b>	<b>4.70</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1164</b>	<b>1176.7</b>	<b>1192</b>	<b>1289.7</b>	<b>1204</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1164</b>	<b>1177</b>	<b>1240</b>	<b>1290</b>	<b>1204</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>5059</b>	<b>3922</b>	<b>3875</b>	<b>3582</b>	<b>2562</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% ÓXIDO FERRICO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecánicas y volumétricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1236.0</b>	<b>1227.2</b>	<b>1227.4</b>	<b>1227.2</b>	<b>1211.1</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1239.4</b>	<b>1230.1</b>	<b>1236.3</b>	<b>1232.1</b>	<b>1214.5</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>752.2</b>	<b>746.8</b>	<b>753.3</b>	<b>750.6</b>	<b>745.1</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	487.2	483.3	483.0	481.5	469.4
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.537</b>	<b>2.539</b>	<b>2.541</b>	<b>2.549</b>	<b>2.580</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>8.1</b>	<b>7.2</b>	<b>6.3</b>	<b>5.2</b>	<b>3.2</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>9.4</b>	<b>9.8</b>	<b>10.2</b>	<b>10.4</b>	<b>9.8</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	14.1	26.7	38.3	50.1	67.3
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61
25	Flujo	mm	<b>2.30</b>	<b>3.10</b>	<b>3.60</b>	<b>4.50</b>	<b>4.70</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>1064</b>	<b>1105.7</b>	<b>1147</b>	<b>1170.7</b>	<b>1124</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>65.1</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>0.96</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>1064</b>	<b>1106</b>	<b>1193</b>	<b>1171</b>	<b>1079</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>4628</b>	<b>3567</b>	<b>3314</b>	<b>2601</b>	<b>2297</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 12% OXIDO FERRICO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.5</b>	<b>1233.2</b>	<b>1229.3</b>	<b>1235.3</b>	<b>1237.4</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.2</b>	<b>1243.2</b>	<b>1233.4</b>	<b>1249.2</b>	<b>1248.2</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>771.6</b>	<b>778.2</b>	<b>770.5</b>	<b>780.2</b>	<b>785.4</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	465.6	465.0	462.9	469.0	462.8
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.651</b>	<b>2.652</b>	<b>2.656</b>	<b>2.634</b>	<b>2.674</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.6</b>	<b>6.7</b>	<b>5.7</b>	<b>5.6</b>	<b>3.3</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>5.3</b>	<b>5.8</b>	<b>6.1</b>	<b>7.4</b>	<b>6.5</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-43.8	-16.5	6.8	24.0	49.0
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21
25	Flujo	mm	<b>3.50</b>	<b>4.00</b>	<b>4.30</b>	<b>4.60</b>	<b>5.30</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>764</b>	<b>827.0</b>	<b>904</b>	<b>998.2</b>	<b>877</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>66.7</b>
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>0.93</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>764</b>	<b>827</b>	<b>940</b>	<b>998</b>	<b>815</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>2182</b>	<b>2068</b>	<b>2187</b>	<b>2170</b>	<b>1538</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO FERRICO (CHROMAFER)</b>								
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>	
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20	
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660	
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710	
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650	
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.5</b>	<b>1241.0</b>	<b>1229.3</b>	<b>1236.0</b>	<b>1233.0</b>	
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.2</b>	<b>1253.0</b>	<b>1233.4</b>	<b>1241.0</b>	<b>1238.0</b>	
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>784.8</b>	<b>802.0</b>	<b>784.7</b>	<b>789.8</b>	<b>785.9</b>	
15	Volumen de briqueta	c.c.	452.4	451.0	448.7	451.2	452.1	
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.729</b>	<b>2.752</b>	<b>2.740</b>	<b>2.739</b>	<b>2.727</b>	
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2	gr/cc	<b>2.95</b>	<b>2.92</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.6</b>	<b>5.9</b>	<b>5.4</b>	<b>4.5</b>	<b>4.0</b>	
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	
20	V.M.A.	%	<b>2.4</b>	<b>2.1</b>	<b>3.0</b>	<b>3.6</b>	<b>4.5</b>	
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-216.4	-182.2	-78.0	-26.4	10.8	
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18	
25	Flujo	mm	<b>7.40</b>	<b>7.70</b>	<b>8.00</b>	<b>8.30</b>	<b>8.70</b>	
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>561</b>	<b>571.0</b>	<b>585</b>	<b>597.7</b>	<b>574</b>	
27	Altura de la briqueta	mm	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	<b>61.9</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>	
28	Factor de estabilidad		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	
29	Estabilidad corregida	kg	<b>561</b>	<b>571</b>	<b>609</b>	<b>598</b>	<b>574</b>	
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>758</b>	<b>742</b>	<b>761</b>	<b>720</b>	<b>660</b>	
31	Compactación, numero de golpes por cara		35					

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% ÓXIDO CROMO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecánicas y volumétricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.7</b>	<b>1236.1</b>	<b>1243.2</b>	<b>1241.1</b>	<b>1243.2</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1235.6</b>	<b>1239.2</b>	<b>1246.2</b>	<b>1244.2</b>	<b>1247.3</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>733.7</b>	<b>737.3</b>	<b>741.0</b>	<b>747.4</b>	<b>753.8</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	501.9	501.9	505.2	496.8	493.5
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.460</b>	<b>2.463</b>	<b>2.461</b>	<b>2.498</b>	<b>2.519</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>8.0</b>	<b>7.1</b>	<b>6.4</b>	<b>4.2</b>	<b>2.6</b>
19	Peso específico Bulk combinación de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>12.7</b>	<b>13.1</b>	<b>13.6</b>	<b>12.8</b>	<b>12.5</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	37.3	45.8	53.0	67.1	79.2
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>3.30</b>	<b>3.70</b>	<b>4.10</b>	<b>4.60</b>	<b>5.20</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>933</b>	<b>945.2</b>	<b>988</b>	<b>1000.4</b>	<b>969</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>895</b>	<b>907</b>	<b>949</b>	<b>960</b>	<b>930</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>2713</b>	<b>2452</b>	<b>2314</b>	<b>2088</b>	<b>1788</b>
31	Compactación, número de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% OXIDO CROMO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1239.3</b>	<b>1232.1</b>	<b>1235.2</b>	<b>1233.2</b>	<b>1234.2</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1242.3</b>	<b>1237.8</b>	<b>1239.1</b>	<b>1235.2</b>	<b>1240.1</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>755.9</b>	<b>753.1</b>	<b>752.5</b>	<b>752.4</b>	<b>760.3</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	486.4	484.7	486.6	482.8	479.8
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.548</b>	<b>2.542</b>	<b>2.539</b>	<b>2.554</b>	<b>2.572</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2041)	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.7</b>	<b>7.1</b>	<b>6.4</b>	<b>5.0</b>	<b>3.5</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>9.0</b>	<b>9.7</b>	<b>10.3</b>	<b>10.2</b>	<b>10.1</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	14.7	26.9	37.9	51.1	65.2
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61
25	Flujo	mm	<b>3.40</b>	<b>4.10</b>	<b>4.40</b>	<b>4.70</b>	<b>5.10</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>799</b>	<b>813.0</b>	<b>876</b>	<b>910.8</b>	<b>857</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>743</b>	<b>756</b>	<b>815</b>	<b>847</b>	<b>797</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>2184</b>	<b>1844</b>	<b>1852</b>	<b>1802</b>	<b>1562</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				



PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 12% OXIDO CROMO (OCRE)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1235.2</b>	<b>1234.2</b>	<b>1235.6</b>	<b>1237.1</b>	<b>1233.2</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.3</b>	<b>1239.8</b>	<b>1237.6</b>	<b>1240.1</b>	<b>1235.2</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>770.9</b>	<b>773.9</b>	<b>772.3</b>	<b>772.4</b>	<b>771.6</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	466.4	465.9	465.3	467.7	463.6
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.648</b>	<b>2.649</b>	<b>2.656</b>	<b>2.645</b>	<b>2.660</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>7.7</b>	<b>6.8</b>	<b>5.7</b>	<b>5.2</b>	<b>3.8</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>5.4</b>	<b>5.9</b>	<b>6.1</b>	<b>7.0</b>	<b>7.0</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-42.9	-16.2	6.8	25.5	45.4
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21
25	Flujo	mm	<b>7.30</b>	<b>7.50</b>	<b>7.60</b>	<b>8.10</b>	<b>8.50</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>642</b>	<b>677.7</b>	<b>745</b>	<b>778.4</b>	<b>670</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>616</b>	<b>651</b>	<b>715</b>	<b>747</b>	<b>643</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>844</b>	<b>867</b>	<b>941</b>	<b>923</b>	<b>757</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

**MAC - 15% OXIDO CROMO (OCRE)**

Propiedades mecánicas y volumétricas de MAC		Nº	1	2	3	4	5
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	1233.2	1240.4	1235.1	1237.2	1234.9
13	Peso de la briqueta saturada	gr	1237.8	1244.1	1238.9	1240.1	1239.2
14	Peso de la briqueta en agua	gr	787.8	794.8	790.0	789.9	786.4
15	Volumen de briqueta	c.c.	450.0	449.3	448.9	450.2	452.8
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	2.741	2.761	2.751	2.748	2.727
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	2.95	2.92	2.90	2.87	2.84
18	Vacios (MTC E-505)	%	7.2	5.6	5.0	4.2	4.0
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
20	V.M.A.	%	2.0	1.8	2.6	3.3	4.5
21	Vacios llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-263.6	-214.9	-90.6	-29.0	10.8
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18
25	Flujo	mm	7.50	7.60	7.90	8.40	8.60
26	Estabilidad sin corregir	kg	495	512.5	537	553.7	522
27	Altura briqueta	mm	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1
28	Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
29	Estabilidad corregida	kg	475	492	515	532	502
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	634	647	652	633	583
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 4% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10
3	Piedra chancada de 3/4"	%	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
4	Arena chancada	%	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50
5	Arena zarandeada	%	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
6	Material muy fino (filler)	%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1228.6</b>	<b>1227.0</b>	<b>1232.2</b>	<b>1226.3</b>	<b>1228.0</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1234.2</b>	<b>1236.2</b>	<b>1236.8</b>	<b>1232.1</b>	<b>1233.4</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>749.0</b>	<b>749.1</b>	<b>747.6</b>	<b>744.3</b>	<b>743.9</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	485.2	487.1	489.2	487.8	489.5
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.532</b>	<b>2.519</b>	<b>2.519</b>	<b>2.514</b>	<b>2.509</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	<b>2.67</b>	<b>2.65</b>	<b>2.63</b>	<b>2.61</b>	<b>2.59</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>5.3</b>	<b>5.0</b>	<b>4.2</b>	<b>3.6</b>	<b>3.0</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20	V.M.A.	%	<b>10.2</b>	<b>11.1</b>	<b>11.6</b>	<b>12.2</b>	<b>12.9</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	48.0	55.1	63.7	70.6	76.7
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
24	Cemento asfáltico efectivo	%	1.97	2.48	2.99	3.50	4.01
25	Flujo	mm	<b>3.10</b>	<b>4.00</b>	<b>4.30</b>	<b>4.60</b>	<b>6.00</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>602</b>	<b>866.2</b>	<b>1197</b>	<b>1041.3</b>	<b>633</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>	<b>65.1</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>578</b>	<b>832</b>	<b>1149</b>	<b>1000</b>	<b>607</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1865</b>	<b>2079</b>	<b>2672</b>	<b>2173</b>	<b>1012</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 8% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecánicas y volumétricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1236.0</b>	<b>1227.2</b>	<b>1227.4</b>	<b>1227.2</b>	<b>1211.1</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1239.4</b>	<b>1230.1</b>	<b>1236.3</b>	<b>1232.1</b>	<b>1214.5</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>766.9</b>	<b>758.0</b>	<b>760.9</b>	<b>754.7</b>	<b>746.1</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	472.5	472.1	475.4	477.4	468.4
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.616</b>	<b>2.599</b>	<b>2.582</b>	<b>2.570</b>	<b>2.586</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-2041)	gr/cc	<b>2.76</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>2.69</b>	<b>2.67</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>5.2</b>	<b>5.0</b>	<b>4.8</b>	<b>4.4</b>	<b>3.0</b>
19	Peso específico Bulk combinación de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>6.6</b>	<b>7.7</b>	<b>8.8</b>	<b>9.7</b>	<b>9.6</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	20.7	34.9	45.3	54.4	68.8
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
24	Cemento asfáltico efectivo	%	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61
25	Flujo	mm	<b>3.00</b>	<b>3.60</b>	<b>4.00</b>	<b>4.70</b>	<b>5.00</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>803</b>	<b>924.5</b>	<b>1141</b>	<b>1168.0</b>	<b>935</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>746</b>	<b>860</b>	<b>1061</b>	<b>1086</b>	<b>870</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>2488</b>	<b>2388</b>	<b>2653</b>	<b>2311</b>	<b>1739</b>
31	Compactación, número de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 12% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecanicas y volumetricas de MAC</b>		<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	<b>4.00</b>	<b>4.50</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>	<b>6.00</b>
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
4	Arena chancada	%	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	<b>1234.5</b>	<b>1233.2</b>	<b>1229.3</b>	<b>1235.3</b>	<b>1237.4</b>
13	Peso de la briqueta saturada	gr	<b>1237.2</b>	<b>1243.2</b>	<b>1233.4</b>	<b>1249.2</b>	<b>1248.2</b>
14	Peso de la briqueta en agua	gr	<b>781.0</b>	<b>785.1</b>	<b>773.4</b>	<b>785.6</b>	<b>783.9</b>
15	Volumen de briqueta	c.c.	456.2	458.1	460.0	463.6	464.3
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	<b>2.706</b>	<b>2.692</b>	<b>2.673</b>	<b>2.665</b>	<b>2.665</b>
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	<b>2.87</b>	<b>2.84</b>	<b>2.82</b>	<b>2.79</b>	<b>2.76</b>
18	Vacíos (MTC E-505)	%	<b>5.7</b>	<b>5.3</b>	<b>5.1</b>	<b>4.5</b>	<b>3.6</b>
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
20	V.M.A.	%	<b>3.3</b>	<b>4.3</b>	<b>5.5</b>	<b>6.3</b>	<b>6.8</b>
21	Vacíos llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-70.7	-22.2	7.6	28.5	46.8
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-0.89	-0.36	0.16	0.69	1.21
25	Flujo	mm	<b>4.00</b>	<b>4.60</b>	<b>5.00</b>	<b>5.80</b>	<b>6.00</b>
26	Estabilidad sin corregir	kg	<b>800</b>	<b>895.2</b>	<b>987</b>	<b>1015.2</b>	<b>812</b>
27	Altura de la briqueta	mm	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>	<b>66.7</b>
28	Factor de estabilidad		<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>
29	Estabilidad corregida	kg	<b>744</b>	<b>833</b>	<b>918</b>	<b>944</b>	<b>755</b>
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	<b>1860</b>	<b>1810</b>	<b>1836</b>	<b>1628</b>	<b>1259</b>
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				

PROYECTO:

"Efecto de los óxidos metálicos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas pigmentadas para diferenciación de flujo en vías"

AUTOR: CRISTIAN JANZ MOLINA PACHECO

<b>MAC - 15% OXIDO CROMO (CHROMAFER)</b>							
<b>Propiedades mecánicas y volumétricas de MAC</b>		<b>Nº</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
2	Piedra chancada de 1/2"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
3	Piedra chancada de 3/4"	%	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
4	Arena chancada	%	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
5	Arena zarandeada	%	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
6	Material muy fino (filler)	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020
8	Peso específico de piedra chancada 3/4"		2.660	2.660	2.660	2.660	2.660
9	Peso específico de piedra chancada 1/2"	gr/cc	2.710	2.710	2.710	2.710	2.710
10	Peso específico de arena chancada		2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
11	Peso específico arena zarandeada	gr/cc	2.650	2.650	2.650	2.650	2.650
12	Peso de la briqueta al aire	gr	1234.5	1241.0	1229.3	1236.0	1233.0
13	Peso de la briqueta saturada	gr	1237.2	1253.0	1233.4	1241.0	1238.0
14	Peso de la briqueta en agua	gr	787.7	803.9	786.1	788.4	785.9
15	Volumen de briqueta	c.c.	449.5	449.1	447.3	452.6	452.1
16	Peso específico Bulk de la briqueta compactada	gr/cc	2.747	2.764	2.748	2.731	2.727
17	Peso específico T. máximo (MTC E-508 ASTM D-204)	gr/cc	2.95	2.92	2.90	2.87	2.84
18	Vacios (MTC E-505)	%	7.0	5.5	5.1	4.8	4.0
19	Peso específico Bulk combinacion de agregados (Gsb)	gr/cc	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
20	V.M.A.	%	1.8	1.7	2.7	3.9	4.5
21	Vacios llenos con cemento asfáltico (VFA)	%	-295.8	-228.4	-87.1	-24.3	10.8
22	Peso específico efectivo agregado total (Gse)	gr/cc	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
23	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19
24	Cemento asfáltico efectivo	%	-1.94	-1.41	-0.88	-0.35	0.18
25	Flujo	mm	6.00	6.30	6.80	7.20	8.00
26	Estabilidad sin corregir	kg	577	631.2	758	876.3	776
27	Altura briqueta	mm	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7
28	Factor de estabilidad		0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
29	Estabilidad corregida	kg	537	587	705	815	722
30	Estabilidad - Flujo	kg/cm	895	932	1036	1132	902
31	Compactación, numero de golpes por cara		35				

## 7.2 PANEL FOTOGRÁFICO

**Anexo N° 1 Mezcla asfáltica en caliente**





**Anexo N° 2 Compactación de la mezcla asfáltica pigmentada en caliente**



**Anexo N° 3 Ensayo estabilidad de Marshall y flujo**



**Anexo N° 4 Peso específico saturado de la briqueta**



**Anexo N° 5 Granulometría de los materiales pétreos**



**Anexo N° 6 Mezcla asfáltica en caliente pigmentada de penetración de 85-100**



**Anexo N° 7 Mezcla asfáltica en caliente pigmentada**

