



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE ASFALTOS

TABLA GRANULOMÉTRICA FORMADA - DISEÑO MARSHALL

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS.

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: ABRIL DEL 2022

Tamices N°	Tamaño (mm)	Grava	Gravilla	Arena	Grava	Gravilla	Arena	Filler	TOTAL				Especificaciones ASTM D-3515	
		Peso Ret. a 5000 gr	Peso Ret. a 5000 gr	Peso Ret. a 5000 gr	al	al	al	al	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% Que pasa del total	Mínimo	Máximo
					0,27	0,28	0,40	0,05						
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
3/4"	19,0	585,10	0,00	0,00	157,98	0,00	0,00	0,00	157,98	157,98	3,16	96,84	90	100
1/2"	12,5	3246,60	0,00	0,00	876,58	0,00	0,00	0,00	876,58	1034,56	20,69	79,31	-	-
3/8"	9,50	960,40	509,10	0,00	259,31	142,55	0,00	0,00	401,86	1436,42	28,73	71,27	56	80
N°4	4,75	207,90	3748,40	165,60	56,13	1049,55	66,24	0,00	1171,93	2608,34	52,17	47,83	35	65
N°8	2,36	0,00	742,50	771,30	0,00	207,90	308,52	0,00	516,42	3124,76	62,50	37,50	23	49
N°16	1,18	0,00	0,00	2874,30	0,00	0,00	1149,72	0,00	1149,72	4274,48	85,49	14,51	-	-
N°30	0,60	0,00	0,00	712,80	0,00	0,00	285,12	0,00	285,12	4559,60	91,19	8,81	-	-
N°50	0,30	0,00	0,00	148,70	0,00	0,00	59,48	0,00	59,48	4619,08	92,38	7,62	5	19
N°100	0,15	0,00	0,00	223,70	0,00	0,00	89,48	0,00	89,48	4708,56	94,17	5,83	-	-
N°200	0,075	0,00	0,00	103,60	0,00	0,00	41,44	0,00	41,44	4750,00	95,00	5,00	2	8
BASE	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	250,00	250,00	5000,00	100,00	0,00	-	-
SUMA		5000,0	5000,0	5000,0	1350,00	1400,00	2000,00	250,00	5000,0					
PÉRDIDAS		0,0	0,0	0,0										

Ma. Belén

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA


 Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





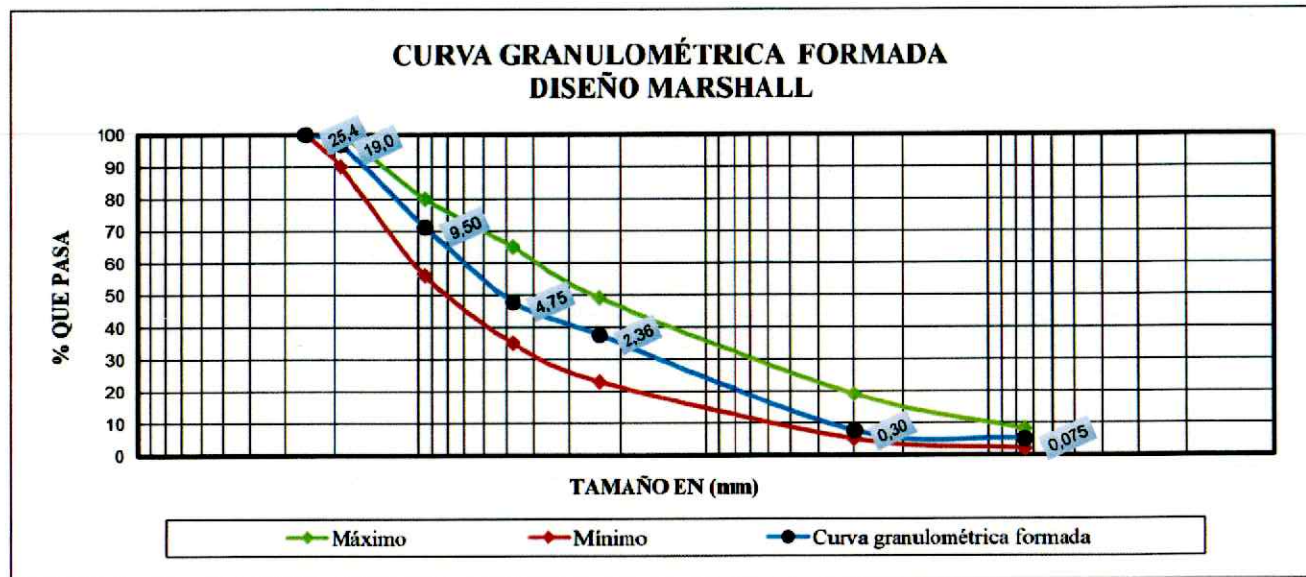
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

CURVA GRANULOMÉTRICA FORMADA - DISEÑO MARSHALL

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS.

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: ABRIL DEL 2022



Maria Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

TABLAS DE CONTENIDO DE LIGANTE SEGÚN LA GRANULOMETRÍA

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

MEZCLA EN CALIENTE
CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA:

GRAVA (%)	27,00
GRAVILLA (%)	28,00
ARENA (%)	40,00
FILLER (gr)	5,00

Peso Total de Briqueta (gr)	1200
Porcentaje de Briqueta (%)	100%

	% DE CEMENTO ASFÁLTICO					
	4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%	7,00%
Porcentaje de Agregado (%)	95,5%	95,0%	94,5%	94,0%	93,5%	93,0%
Peso de Cemento Asfáltico (gr)	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00
GRAVA (gr)	309,42	307,80	306,18	304,56	302,94	301,32
GRAVILLA (gr)	320,88	319,20	317,52	315,84	314,16	312,48
ARENA (gr)	458,40	456,00	453,60	451,20	448,80	446,40
FILLER (gr)	57,30	57,00	56,70	56,40	56,10	55,80
Peso total de la briqueta (gr)	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00

M. B. Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval
Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MÉTODO MARSHALL

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE TARIJA

FECHA: MAYO DEL 2022

LABORATORISTA: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

PESOS ESPECÍFICOS		% de agregado
Mnt. Retenido Tamiz N° 4	2.65	52,17
Mnt. Pasa Tamiz N° 4	2.68	47,83
Peso Especifico Total	2.66	100

NUMERO DE GOLPES 75	
CEMENTO ASFÁLTICO 85-100	
PESO ESPECÍFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228	1,0100

Agregado	P.E.	%
Grava	2.65	27
Gravilla	2.65	28
Arena	2.68	45

N° de probeta	Altura de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta			% de Vacíos			Estabilidad		Fluencia												
		Base Mezcla	Base Agregados	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en agua	Probeta	Densidad real	Densidad promedio	Densidad máxima teórica	% De vacios mezcla total	V.A.M.(vacios agregado mineral)	R.B.V. (relacion betumen vacios)	Carga	Factor de corrección de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	Fluencia real	Fluencia promedio									
		%	%	grs.	grs.	grs.	cc	grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	libras	-	libras	libras	0,01 pulg	0,01 pulg									
1	6.65			1172.7	1174.7	660	515.2	2.28																				
2	6.58	4.50	4.71	1184.8	1186.3	675	511.3	2.32	2.30	2.48	6.98	17.25	59.53	1743	0.934	1627.61	1793.80	11	9.000									
3	6.50			1176.6	1177.4	671	506.9	2.32						1972	0.947	1867.29		8										
4	6.50			1172.5	1174.6	667.5	507.1	2.31						1960	0.963	1886.50		8										
5	6.37	5.00	5.26	1164.7	1166.4	679.5	486.9	2.39	2.36	2.46	4.03	15.71	74.36	1859	0.963	1789.29	1903.13	10	9.333									
6	6.35			1176.8	1177.3	682	495.3	2.38						1980	0.995	1970.10		10										
7	6.41			1172.2	1173.8	687.5	486.3	2.41						1950	1.000	1950.00		8										
8	6.32	5.50	5.82	1176.0	1176.1	684.5	491.6	2.39	2.39	2.44	1.94	14.97	87.07	2052	0.985	2021.22	2060.48	8	10.667									
9	6.41			1189.6	1189.8	689.5	500.3	2.38						2080	1.008	2096.64		14										
10	6.37			1167.6	1169.2	684	485.2	2.41						2095	0.985	2063.58		10										
11	6.49	6.00	6.38	1170.7	1172.5	683.5	489.0	2.39	2.40	2.42	1.06	15.30	93.05	1964	0.995	1954.18	1936.57	13	12.000									
12	6.23			1194.9	1195.5	695.5	500.0	2.39						2013	0.965	1947.37		11										
13	6.37			1176.3	1176.4	678	498.4	2.36						1849	1.032	1908.17		12										
14	6.45	6.50	6.95	1174.4	1176.4	679.8	496.6	2.36	2.38	2.40	1.14	16.44	93.05	1850	0.995	1840.75	1836.63	14	14.333									
15	6.31			1171.5	1171.8	685	486.8	2.41						1763	0.975	1718.93		12										
16	6.23			1154.3	1155.7	658	497.7	2.32						1929	1.011	1950.22		17										
17	6.33	7.00	7.53	1166.3	1166.5	679	487.5	2.39	2.36	2.39	1.27	17.61	92.77	1559	1.032	1608.89	1520.89	19	19.667									
18	6.42			1157.4	1158.8	668	490.8	2.36						1414	1.005	1421.07		22										
											Mínimo			3	13	75				1800				8				
											Máximo			5	-	82											14	

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO	Ensayo		Valor de Diseño	% de C.A.
		Estabilidad Marshall (Lb)		2012,826
	Densidad máxima (gr/cm3)		2,393	5,64
	Vacios de la mezcla (%)		4,000	5,83
	% Porcentaje óptimo de C.A.		Promedio -	5,71

Maria Belén Mahey Quiroz
Univ. Maria belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval
Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. LAB. ASFALTOS - UAJMS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MÉTODO MARSHALL

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

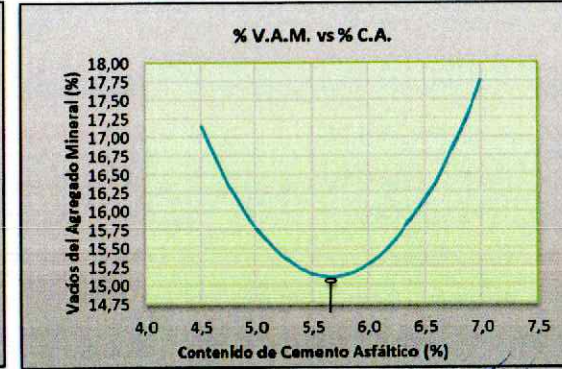
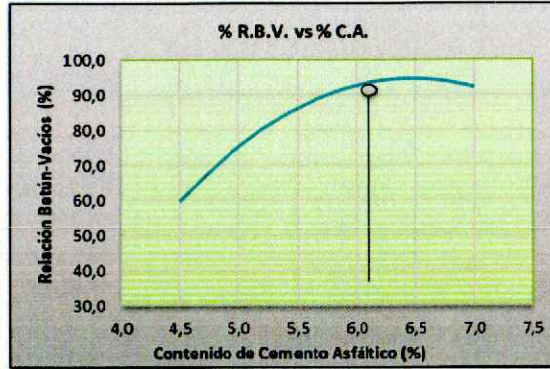
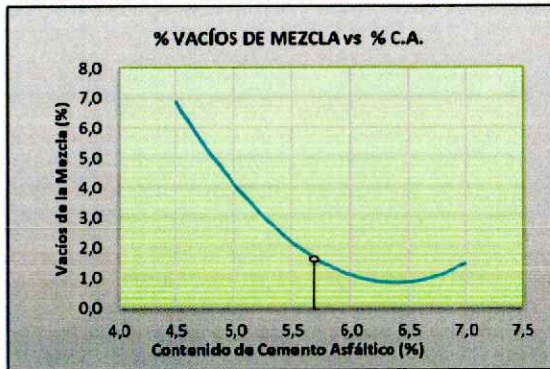
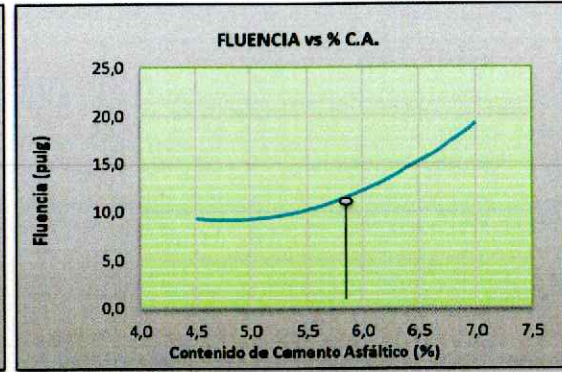
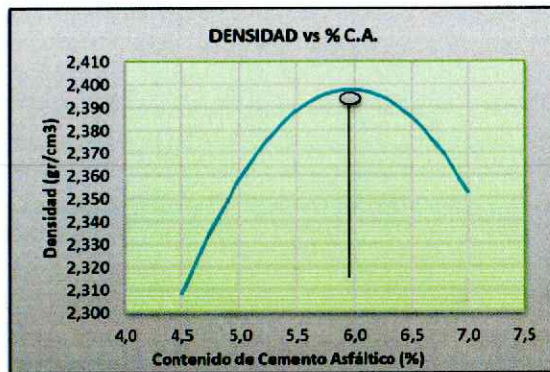
TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C

FECHA: MAYO DEL 2022

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE TARIJA

LABORATORISTA: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

CURVAS MÉTODO MARSHALL MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100



Maria Belén Mahey Quiroz
Univ. Maria belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Avila Sandoval
Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. LAB. ASFALTOS - UAJMS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MÉTODO MARSHALL

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C

FECHA: MAYO DEL 2022

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE TARIJA

LABORATORISTA: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

PESOS ESPECÍFICOS		% de agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,65	52,17
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,68	47,83
Peso Especifico Total	2,66	100

NUMERO DE GOLPES 75	
CEMENTO ASFÁLTICO 85-100	
PESO ESPECÍFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228	1,0100

Agregado	P.E.	%
Grava	2,65	27
Gravilla	2,65	28
Arena	2,68	45

N° de probeta	Altura de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta			% de Vacíos			Estabilidad			Fluencia		
		base Mezcla	Base Agregados	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en agua	Probeta	Densidad real	Densidad promedio	Densidad máxima teórica	% de vacíos mezcla total	V.A.M.(vacíos agregado mineral)	R.B.V. (relacion betumen vacíos)	Carga	Factor de corrección de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	Fluencia real	Fluencia promedio
1	6,33	5,71	6,06	1169,1	1172,3	672,5	499,8	2,34		2,44	3,99	17,22	76,81	1743	1,005	1751,72		11,00	
2	6,36	5,71	6,06	1166,0	1167,8	675,5	492,3	2,37	2,36	2,44	2,79	16,18	82,77	1972	0,998	1967,07	1876,60	8,00	9,00
3	6,45	5,71	6,06	1188,1	1190,0	687,5	502,5	2,36		2,44	2,96	16,32	81,89	1960	0,975	1911,00		8,00	
4	6,39	5,71	6,06	1185,8	1187,2	684,0	503,2	2,36	2,37	2,44	3,28	16,60	80,25	1859	0,990	1840,41	1931,92	10,00	9,33
5	6,35	5,71	6,06	1173,0	1174,7	680,5	494,2	2,37		2,44	2,58	16,00	83,87	1980	1,000	1980,00		10,00	
6	6,3	5,71	6,06	1174,7	1174,9	679,0	495,9	2,37	2,38	2,44	2,77	16,17	82,84	1950	1,013	1975,35		8,00	
7	6,39	5,71	6,06	1173,5	1174,4	680,0	494,4	2,37		2,44	2,58	16,00	83,88	2052	0,990	2031,48	2079,96	8,00	10,67
8	6,32	5,71	6,06	1178,6	1179,1	683,0	496,1	2,38	2,39	2,44	2,49	15,92	84,36	2080	1,008	2096,64		14,00	
9	6,32	5,71	6,06	1169,3	1170,6	680,5	490,1	2,39		2,44	2,08	15,56	86,67	2095	1,008	2111,76		10,00	
10	6,52	5,71	6,06	1195,4	1195,6	692,0	503,6	2,37	2,34	2,44	2,57	15,99	83,91	1964	0,958	1881,71	1892,69	13,00	12,00
11	6,49	5,71	6,06	1188,0	1189,2	675,0	514,2	2,31		2,44	5,17	18,23	71,63	2018	0,965	1947,37		11,00	
12	6,35	5,71	6,06	1185,3	1185,5	681,0	504,5	2,35	2,32	2,44	3,57	16,85	78,82	1849	1,000	1849,00		12,00	
13	6,43	5,71	6,06	1165,7	1166,2	660,0	506,2	2,30		2,44	5,48	18,50	70,37	1850	0,980	1813,00	1788,54	14,00	14,33
14	6,34	5,71	6,06	1186,9	1187,0	680,0	507,0	2,34	2,36	2,44	3,91	17,15	77,17	1763	1,003	1768,29		12,00	
15	6,69	5,71	6,06	1215,9	1217,2	690,0	527,2	2,31		2,44	5,34	18,38	70,95	1929	0,925	1784,33		17,00	
16	6,32	5,71	6,06	1170,2	1170,3	670,0	500,3	2,34	2,36	2,44	4,00	17,22	76,78	1559	1,008	1571,47	1510,20	19,00	19,67
17	6,37	5,71	6,06	1180,6	1181,1	679,5	501,6	2,35		2,44	3,40	16,70	79,67	1414	0,995	1406,93		22,00	
18	6,37	5,71	6,06	1160,3	1161,8	675,0	486,8	2,38		2,44	2,17	15,65	86,13	1560	0,995	1552,20		18,00	

19	6,33	5,71	6,06	1171,5	1172,8	673	500,3	2,34	2,35	2,44	3,89	17,13	77,28	1815	1,005	1824,08	2008,90	13,00	10,33	
20	6,36	5,71	6,06	1192,8	1195,7	691	504,7	2,36		2,44	3,00	16,36	81,68	2097	0,998	2091,76		8,00		
21	6,45	5,71	6,06	1170,2	1172,0	675	497,0	2,35		2,44	3,36	16,67	79,84	2165	0,975	2110,88		10,00		
22	6,39	5,71	6,06	1180,0	1181,2	683,5	497,7	2,37	2,36	2,44	2,69	16,09	83,29	1804	0,990	1840,41	1931,92	8,00	12,00	
23	6,35	5,71	6,06	1181,4	1182,4	680,5	501,9	2,35		2,44	3,39	16,70	79,71	2032	1,000	1980,00		17,00		
24	6,30	5,71	6,06	1147,7	1148,2	663,5	484,7	2,37		2,44	2,81	16,20	82,63	1854	1,013	1975,35		11,00		
25	6,39	5,71	6,06	1195,7	1196,1	694	502,1	2,38	2,37	2,44	2,26	15,72	85,64	1871	0,990	2031,48	2079,96	13,00	11,00	
26	6,32	5,71	6,06	1179,6	1181,0	683,5	497,5	2,37		2,44	2,68	16,09	83,33	2021	1,008	2096,64		11,00		
27	6,32	5,71	6,06	1187,1	1188,0	685,5	502,5	2,36		2,44	3,04	16,39	81,47	1712	1,008	2111,76		9,00		
28	6,52	5,71	6,06	1170,4	1170,5	670,5	500,0	2,34	2,36	2,44	3,92	17,16	77,13	1769	0,958	1881,71	1892,69	9,00	11,67	
29	6,49	5,71	6,06	1179,4	1180,8	679	501,8	2,35		2,44	3,53	16,82	79,00	1189	0,965	1947,37		12,00		
30	6,35	5,71	6,06	1193,1	1193,6	692,5	501,1	2,38		2,44	2,28	15,74	85,54	2639	1,000	1849,00		14,00		
31	6,43	5,71	6,06	1191,6	1195,2	689,5	505,7	2,36	2,36	2,44	3,29	16,61	80,21	2171	0,980	1813,00	1788,54	8,00	12,00	
32	6,34	5,71	6,06	1183,8	1188,2	686,5	501,7	2,36		2,44	3,15	16,49	80,88	3453	1,003	1768,29		8,00		
33	6,69	5,71	6,06	1168,9	1172,4	677	495,4	2,36		2,44	3,16	16,50	80,87	2274	0,925	1784,33		20,00		
34	6,32	5,71	6,06	1191,7	1194,9	681,5	513,4	2,32	2,34	2,44	4,73	17,85	73,51	3175	1,008	1571,47	1489,20	12,00	13,50	
35	6,37	5,71		1173,3	1174,3	675	499,3	2,35		2,44	3,55	16,84	78,91	3075	0,995	1406,93		15,00		
ESPECIFICACIONES				Mínimo						3	13	75						1800		8
				Máximo						5	-	82						-		14

Mra. Belén

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Claudia Ávila
Ing. Seña Claudia Ávila Sandoval
RESP. LAB. ASFALTOS - UAJMS





METODOLOGÍA RAMCODES
POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°1

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - CA}{G_{se}} + \frac{CA}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - CA} \right) * G_{sb}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{Va}{100} \right) * G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{\frac{100}{G_{mm}} + \frac{VFA(100 - CA)}{100 * G_{sb}} - \frac{100 - CA}{G_{sb}}} \right)$$

Gravedades específicas	
G _b (gr/cm ³)	1,01
G _{sb} (gr/ cm ³)	2,663
G _{se} (gr/cm ³)	2,749

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
Va	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

Vértices de las isolneas

Puntos	Pb (%)	G _{mb} (gr/cm ³)
5	4,64	2,436
6	5,15	2,449
7	5,85	2,41
4	5,34	2,398
10	5,03	2,41
5	4,64	2,43

Coordenadas del centroide

n	5
Pb (%)	5,19
G _{mb} (gr/cm ³)	2,414

ma. Buhl

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°1

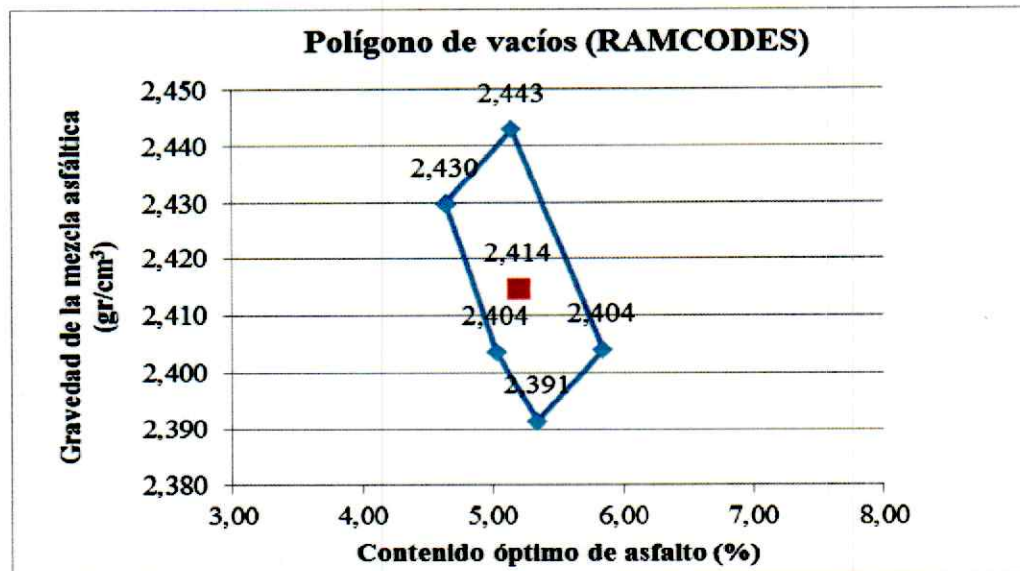
PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARÍA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:

POLÍGONO DE VACÍOS METODOLOGÍA RAMCODES



Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA



Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



METODOLOGÍA RAMCODES
POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°2

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - CA}{G_{se}} + \frac{CA}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - CA} \right) * G_{sb}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{V_a}{100} \right) * G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{G_{mm}} + \frac{VFA(100 - CA)}{100 * G_{sb}} - \frac{100 - CA}{G_{sb}} \right)$$

Gravedades específicas	
G _b (gr/cm ³)	1,01
G _{sb} (gr/ cm ³)	2,663
G _{se} (gr/cm ³)	2,77

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
V _a	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

Vértices de las isolneas

Puntos	P _b (%)	G _{mb} (gr/cm ³)
5	4,9	2,436
6	5,41	2,449
7	6,09	2,41
4	5,59	2,398
10	5,28	2,41
5	4,9	2,43

Coordenadas del centroide

n	5
P _b (%)	5,45
G _{mb} (gr/cm ³)	2,421

Ma. Belén

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA



Ing. Scila Claudia Ávila Sandoval

RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°2

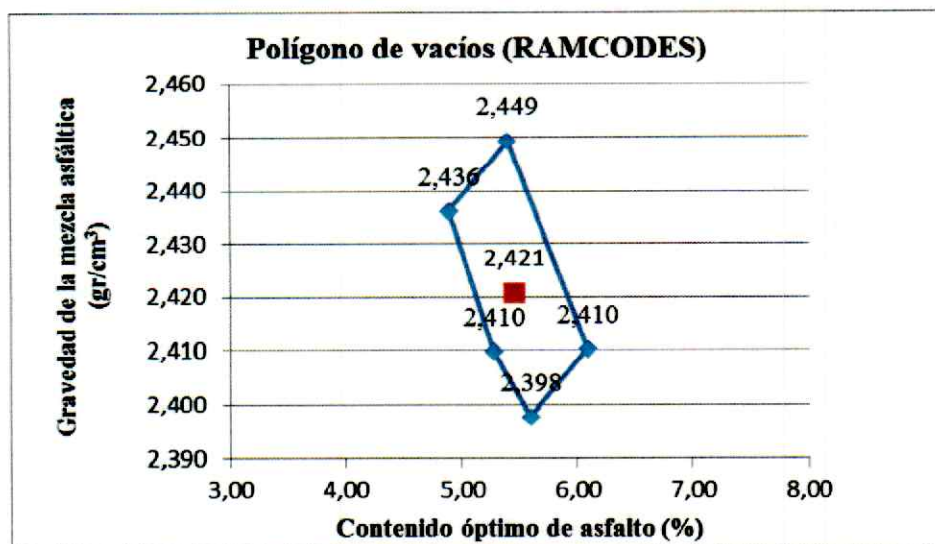
PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:

POLÍGONO DE VACÍOS METODOLOGÍA RAMCODES



Maria Belén Mahey Quiroz

Univ. Maria Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





METODOLOGÍA RAMCODES
POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°3

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - CA}{G_{se}} + \frac{CA}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - CA} \right) * G_{sb}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{Va}{100} \right) * G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{\frac{100}{G_{mm}} + \frac{VFA(100 - CA)}{100 * G_{sb}} - \frac{100 - CA}{G_{sb}}} \right)$$

Gravedades específicas	
G _b (gr/cm ³)	1,010
G _{sb} (gr/cm ³)	2,663
G _{se} (gr/cm ³)	2,791

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
Va	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

Vertices de las isolneas

Puntos	Pb (%)	G _{mb} (gr/cm ³)
5	5,12	2,442
6	5,60	2,456
7	6,31	2,416
4	5,83	2,404
10	5,54	2,414
5	5,12	2,442

Coordenadas del centroide

n	5,00
Pb (%)	5,68
G _{mb} (gr/cm ³)	2,426

ma. Belén

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°3

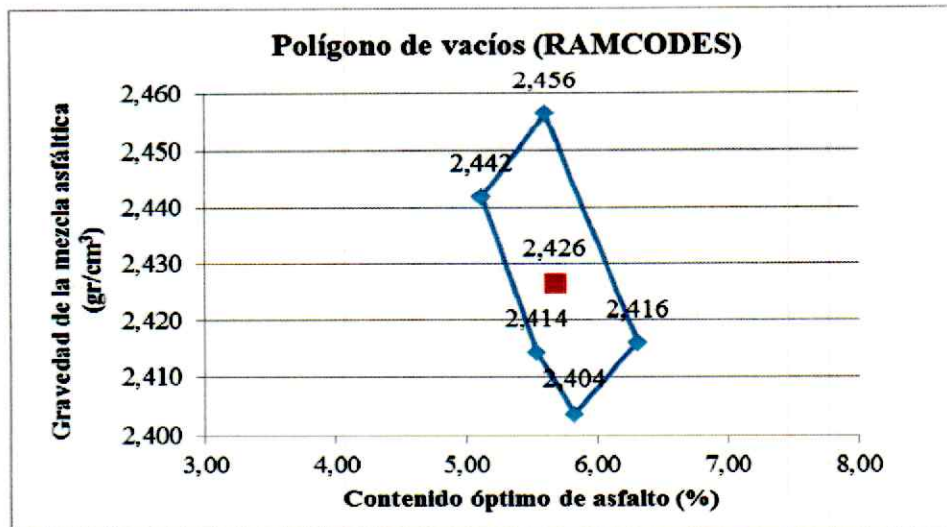
PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:

POLÍGONO DE VACÍOS METODOLOGÍA RAMCODES



M. Belén

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





METODOLOGÍA RAMCODES

POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°4

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100-CA}{G_{se}} + \frac{CA}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100-VAM}{100-CA} \right) * G_{sb}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{Va}{100} \right) * G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{\frac{100}{G_{mm}} + \frac{VFA(100-CA)}{100+G_{sb}} - \frac{100-CA}{G_{sb}}} \right)$$

Gravedades específicas	
G _b (gr/cm ³)	1,010
G _{sb} (gr/ cm ³)	2,663
G _{se} (gr/cm ³)	2,813

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
V _a	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

Vertices de las isolneas

Puntos	P _b (%)	G _{mb} (gr/cm ³)
5	5,4	2,449
6	5,90	2,462
7	6,58	2,423
4	5,09	2,41
10	5,78	2,423
5	5,4	2,449

Coordenadas del centroide

n	5,00
P _b (%)	5,95
G _{mb} (gr/cm ³)	2,433

Maria Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA



Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°4

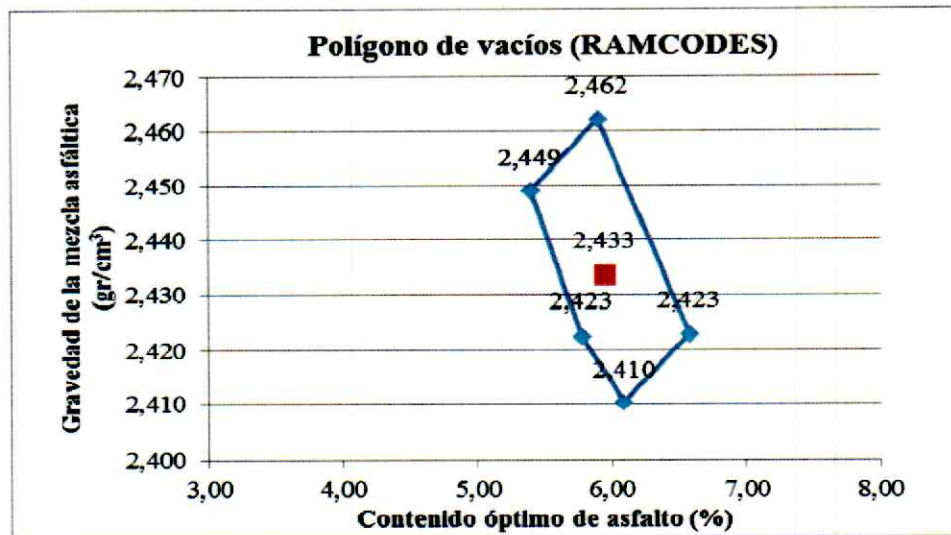
PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:

POLÍGONO DE VACÍOS METODOLOGÍA RAMCODES



Maria Belén

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA



Seila Claudia Ávila Sandoval
Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



METODOLOGÍA RAMCODES
POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°5

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - CA}{G_{se}} + \frac{CA}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - CA} \right) * G_{sb}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{V_a}{100} \right) * G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{\frac{100}{G_{mm}} + \frac{VFA(100 - CA)}{100 * G_{sb}} - \frac{100 - CA}{G_{sb}}} \right)$$

Gravedades específicas	
Gh (gr/cm ³)	1,010
Gsb (gr/ cm ³)	2,663
Gse (gr/cm ³)	2,836

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
Va	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

Vertices de las isolneas

Puntos	Pb (%)	Gmb (gr/cm ³)
5	5,66	2,456
6	6,16	2,469
7	6,83	2,430
4	6,34	2,417
10	6,03	2,429
5	5,66	2,456

Coordenadas del centroide

n	5,00
Pb (%)	6,21
Gmb (gr/cm ³)	2,440

M. Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°5

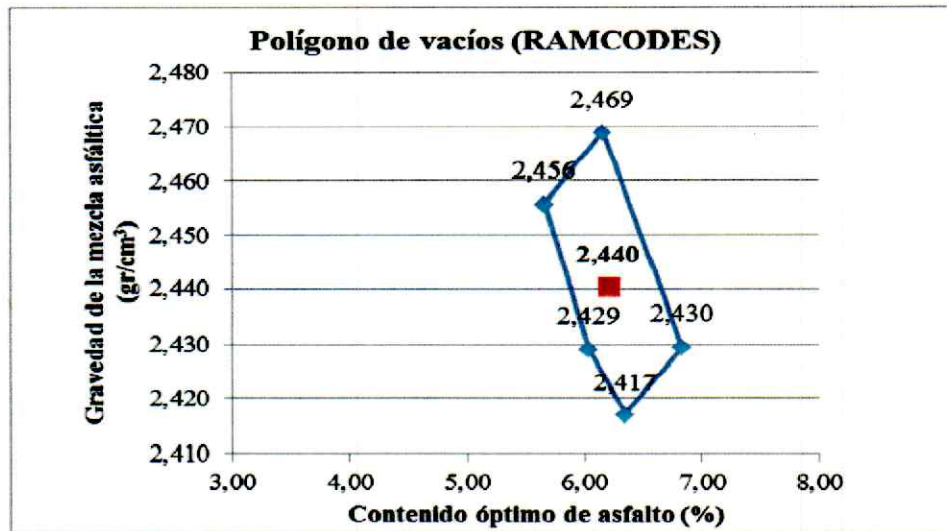
PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:

POLÍGONO DE VACÍOS METODOLOGÍA RAMCODES



Mpa. Buhl.

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



METODOLOGÍA RAMCODES
POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°6

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - CA}{G_{se}} + \frac{CA}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - CA} \right) * G_{sb}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{V_a}{100} \right) * G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{\frac{100}{G_{mm}} + \frac{VFA(100 - CA)}{100 * G_{sb}} - \frac{100 - CA}{G_{sb}}} \right)$$

Gravedades específicas	
G _b (gr/cm ³)	1,010
G _{sb} (gr/ cm ³)	2,663
G _{se} (gr/cm ³)	2,861

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
V _a	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

Vertices de las isolneas

Puntos	P _b (%)	G _{mb} (gr/cm ³)
5	5,93	2,463
6	6,43	2,476
7	7,10	2,437
4	6,62	2,424
10	6,31	2,436
5	5,93	2,463

Coordenadas del centroide

n	5,00
P _b (%)	6,48
G _{mb} (gr/cm ³)	2,447

Maria Belen Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA



Seila Claudia Ávila Sandoval
 Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - MUESTRA N°6

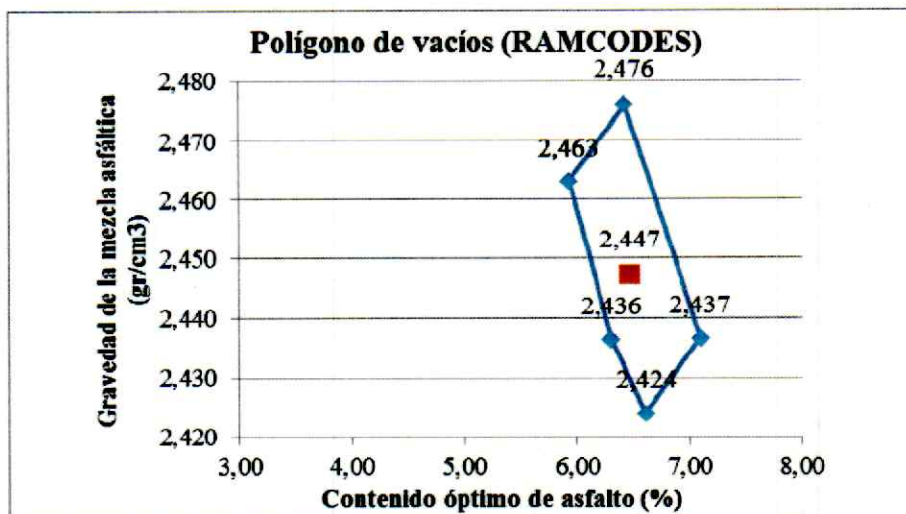
PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: MAYO DEL 2022

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:

POLÍGONO DE VACÍOS METODOLOGÍA RAMCODES



M. B. Mahey Quiroz

Univ. Maria Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



METODOLOGÍA RAMCODES
POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°1

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - P_b}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{Va}{100}\right) \times G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - P_b}\right) \times G_{sb}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{\frac{100}{G_{mm}} + \frac{VFA(100 - P_b)}{100 \times G_{sb}} - \frac{100 - P_b}{G_{sb}}}\right)$$

Gravedades específicas	
G _b (gr/cm ³)	1,010
G _{sb} (gr/ cm ³)	2,663
G _{se} (gr/cm ³)	2,749

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
Va	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS		Especificaciones de vacíos					
		Va%		VAM%		VFA %	
		3	5	13	15	65	75
%Pb	G _{mm} (gr/cm ³)	G _{mb} (gr/cm ³)					
4,50	2,551	2,475	2,424	2,426	2,370	2,440	2,481
5,00	2,531	2,455	2,405	2,439	2,383	2,405	2,452
5,50	2,511	2,436	2,386	2,452	2,395	2,372	2,423
6,00	2,492	2,417	2,367	2,465	2,408	2,340	2,395
6,50	2,472	2,398	2,349	2,478	2,421	2,308	2,368
7,00	2,453	2,380	2,331	2,491	2,434	2,278	2,342

Maria Belén Mahey Quiroz

Univ. Maria Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°1

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

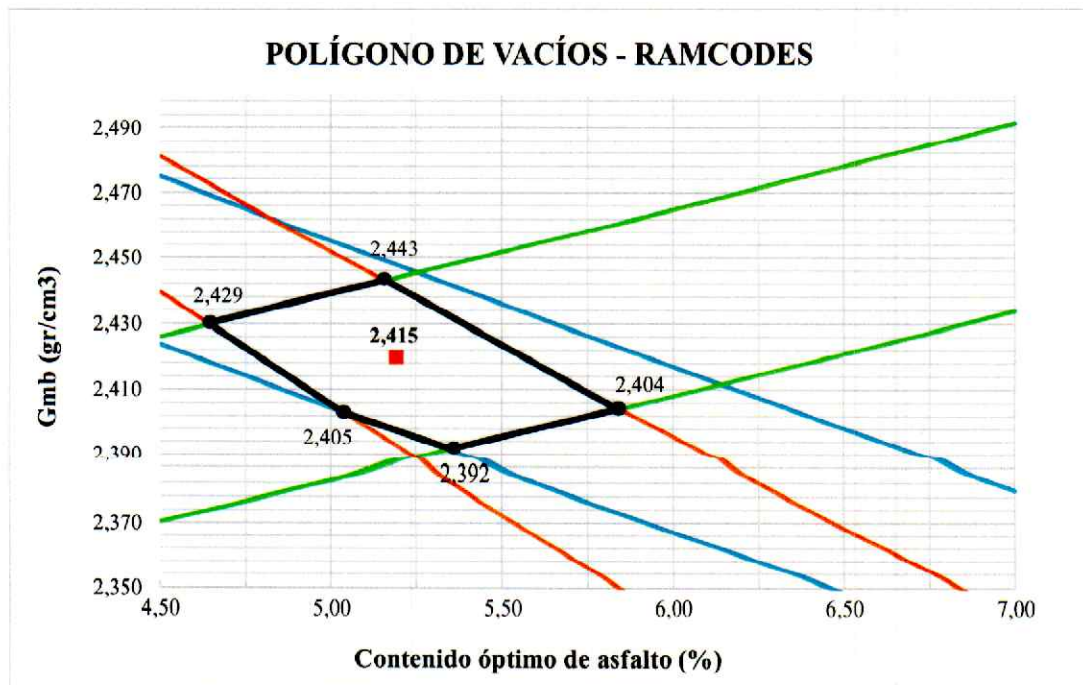
Coordenadas de los vértices del polígono de vacíos

Puntos	Pb (%)	Gmb (gr/cm ³)
1	4,65	2,429
2	5,00	2,405
3	5,32	2,392
4	5,82	2,404
5	5,20	2,443

Coordenadas del centroide

n	5
Pb (%)	5,20
Gmb (gr/cm ³)	2,415

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:



Maria Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval
Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





METODOLOGÍA RAMCODES

POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°2

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - P_b}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{Va}{100}\right) \times G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - P_b}\right) \times G_{sb}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{\frac{VFA}{100} \times G_{mm} + \frac{100 - P_b}{100} \times G_{sb}}{1 + \frac{VFA}{100} \times \left(\frac{G_{mm}}{G_{sb}} - 1\right)}\right)$$

Gravedades específicas	
G _b (gr/cm ³)	1,010
G _{sb} (gr/cm ³)	2,663
G _{se} (gr/cm ³)	2,770

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
Va	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS		Especificaciones de vacíos					
		Va%		VAM%		VFA %	
		3	5	13	15	65	75
%P _b	G _{mm} (gr/cm ³)	G _{mb} (gr/cm ³)					
4,50	2,569	2,492	2,440	2,426	2,370	2,464	2,503
5,00	2,548	2,472	2,421	2,439	2,383	2,429	2,473
5,50	2,528	2,452	2,401	2,452	2,395	2,395	2,444
6,00	2,508	2,433	2,382	2,465	2,408	2,362	2,415
6,50	2,488	2,414	2,364	2,478	2,421	2,330	2,388
7,00	2,469	2,395	2,345	2,491	2,434	2,298	2,360

Maria Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





METODOLOGÍA RAMCODES

POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°2

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

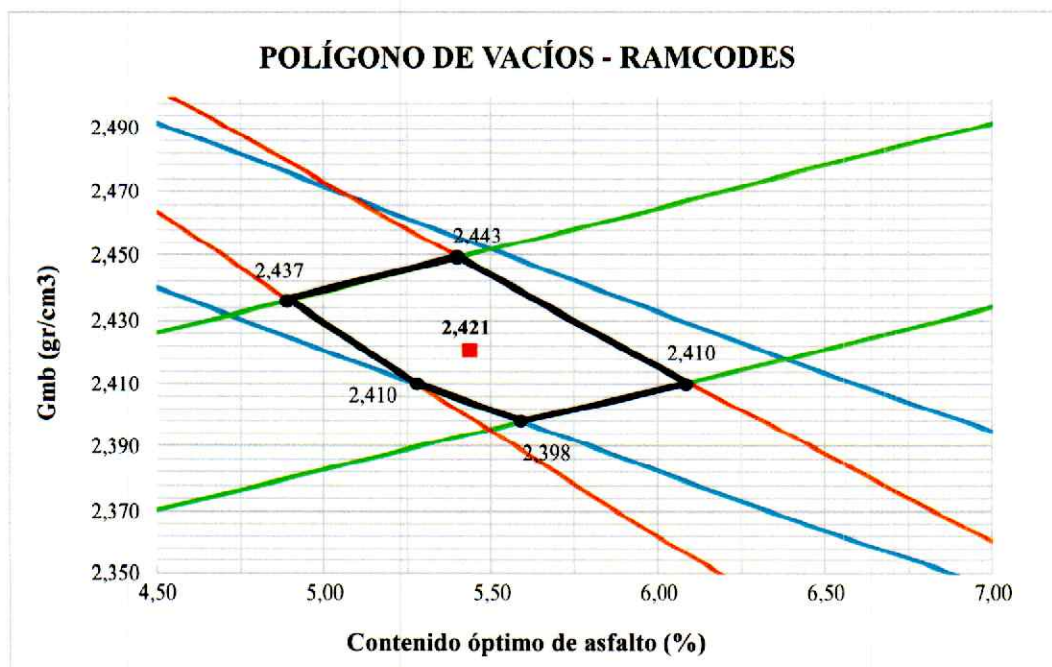
Coordenadas de los vértices del polígono de vacíos

Puntos	Pb (%)	Gmb (gr/cm ³)
1	4,90	2,437
2	5,30	2,410
3	5,55	2,398
4	6,10	2,410
5	5,40	2,448

Coordenadas del centroide

n	5
Pb (%)	5,45
Gmb (gr/cm ³)	2,421

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:



Maria Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval
Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





METODOLOGÍA RAMCODES
POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°3

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - P_b}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{V_a}{100}\right) \times G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - P_b}\right) \times G_{sb}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{\frac{100}{G_{mm}} + \frac{VFA(100 - P_b)}{100 \times G_{sb}} - \frac{100 - P_b}{G_{sb}}}\right)$$

Gravedades específicas	
G _b (gr/cm ³)	1,010
G _{sb} (gr/ cm ³)	2,663
G _{se} (gr/cm ³)	2,791

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
V _a	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS		Especificaciones de vacíos					
		V _a %		VAM%		VFA %	
		3	5	13	15	65	75
%P _b	G _{mm} (gr/cm ³)	G _{mb} (gr/cm ³)					
4,50	2,586	2,508	2,457	2,426	2,370	2,488	2,525
5,00	2,565	2,488	2,437	2,439	2,383	2,453	2,494
5,50	2,544	2,468	2,417	2,452	2,395	2,418	2,464
6,00	2,524	2,448	2,398	2,465	2,408	2,384	2,435
6,50	2,504	2,429	2,379	2,478	2,421	2,351	2,407
7,00	2,484	2,410	2,360	2,491	2,434	2,319	2,379

M. Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval
 Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°3

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

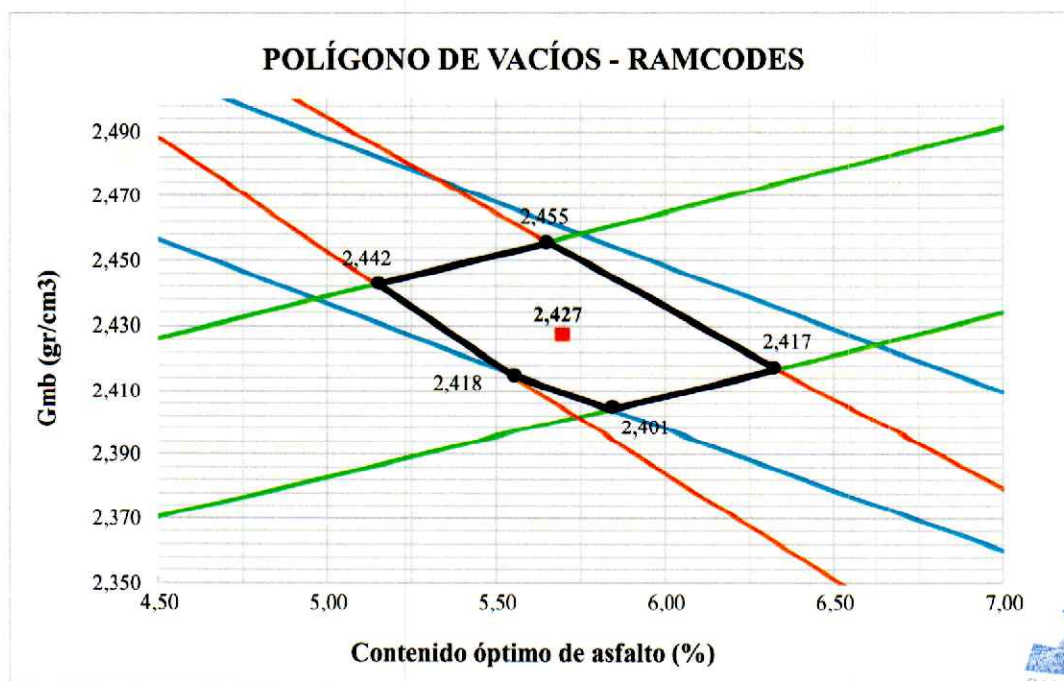
Coordenadas de los vértices del polígono de vacíos

Puntos	Pb (%)	Gmb (gr/cm ³)
1	5,14	2,442
2	5,55	2,418
3	5,72	2,401
4	6,30	2,417
5	5,75	2,455

Coordenadas del centroide

n	5
Pb (%)	5,69
Gmb (gr/cm ³)	2,427

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:



Maria Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Avila Sandoval

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE ASFALTOS

METODOLOGÍA RAMCODES

POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°4

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - P_b}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{Va}{100}\right) \times G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - P_b}\right) \times G_{sb}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{\frac{100}{G_{mm}} + \frac{VFA(100 - P_b)}{100 \times G_{sb}} - \frac{100 - P_b}{G_{sb}}}\right)$$

Gravedades específicas	
Gb (gr/cm3)	1,010
Gsb (gr/ cm3)	2,663
Gse (gr/cm3)	2,813

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
Va	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS		Especificaciones de vacíos					
		Va%		VAM%		VFA %	
		3	5	13	15	65	75
%Pb	Gmm (gr/cm3)	Gmb (gr/cm3)					
4,50	2,604	2,526	2,474	2,426	2,370	2,514	2,548
5,00	2,582	2,505	2,453	2,439	2,383	2,477	2,516
5,50	2,562	2,485	2,433	2,452	2,395	2,442	2,486
6,00	2,541	2,465	2,414	2,465	2,408	2,407	2,456
6,50	2,521	2,445	2,395	2,478	2,421	2,374	2,427
7,00	2,501	2,426	2,376	2,491	2,434	2,341	2,399

Maria Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°4

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

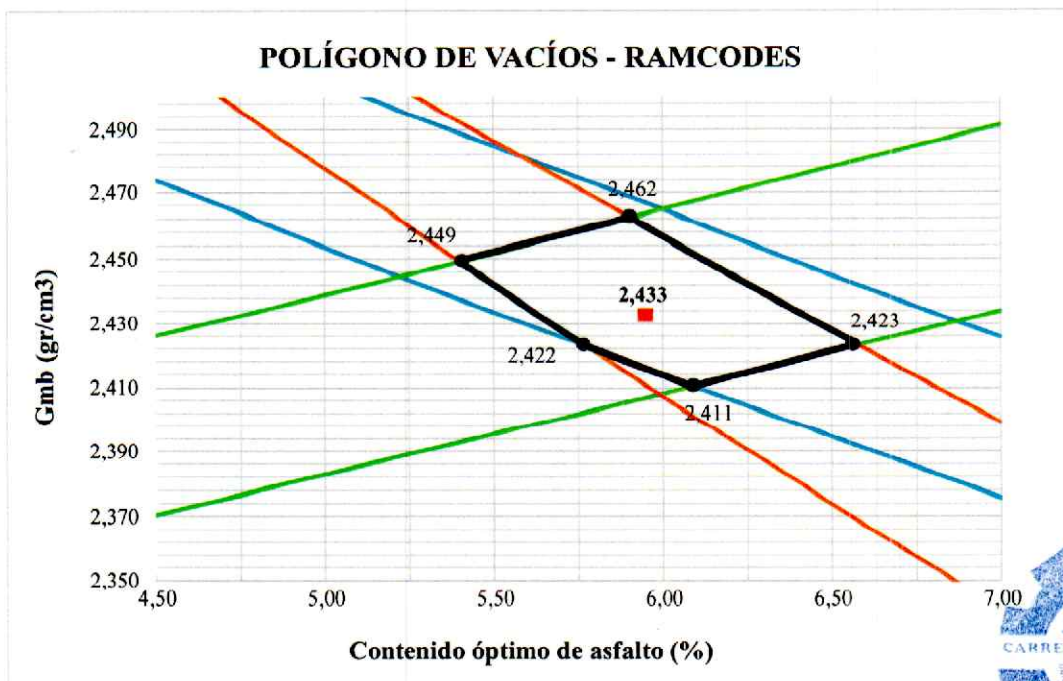
Coordenadas de los vértices del polígono de vacíos

Puntos	Pb (%)	Gmb (gr/cm ³)
1	5,40	2,449
2	5,78	2,422
3	6,10	2,411
4	6,58	2,423
5	5,90	2,462

Coordenadas del centroide

n	5
Pb (%)	5,95
Gmb (gr/cm ³)	2,433

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:



Ma. Belén

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



METODOLOGÍA RAMCODES

POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°5

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - P_b}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{Va}{100}\right) \times G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - P_b}\right) \times G_{sb}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{\frac{100}{G_{mm}} + \frac{VFA(100 - P_b)}{100 \times G_{sb}} - \frac{100 - P_b}{G_{sb}}}\right)$$

Gravedades específicas	
G _b (gr/cm ³)	1,010
G _{sb} (gr/ cm ³)	2,663
G _{se} (gr/cm ³)	2,836

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
Va	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS		Especificaciones de vacíos					
		Va%		VAM%		VFA %	
		3	5	13	15	65	75
%P _b	G _{mm} (gr/cm ³)	G _{mb} (gr/cm ³)					
4,50	2,623	2,544	2,492	2,426	2,370	2,541	2,572
5,00	2,601	2,523	2,471	2,439	2,383	2,504	2,540
5,50	2,580	2,502	2,451	2,452	2,395	2,467	2,509
6,00	2,558	2,482	2,431	2,465	2,408	2,432	2,478
6,50	2,538	2,462	2,411	2,478	2,421	2,397	2,449
7,00	2,517	2,442	2,392	2,491	2,434	2,364	2,420

ma. Belén

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°5

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

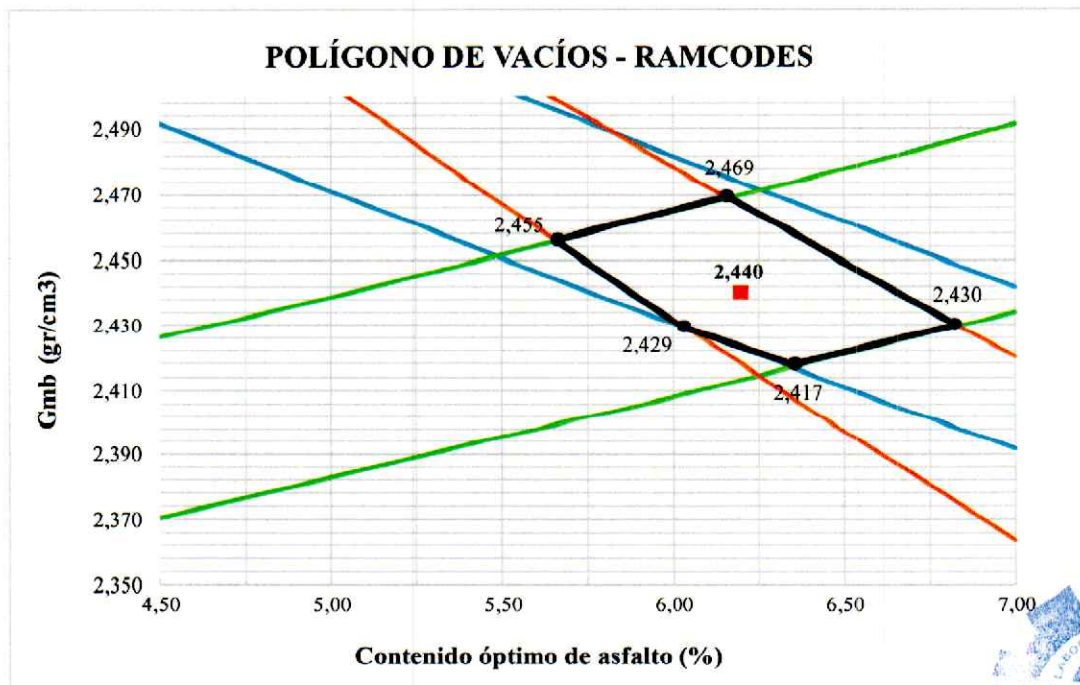
Coordenadas de los vértices del polígono de vacíos

Puntos	Pb (%)	Gmb (gr/cm ³)
1	5,70	2,445
2	6,10	2,429
3	6,35	2,417
4	6,82	2,430
5	6,15	2,469

Coordenadas del centroide

n	5
Pb (%)	6,22
Gmb (gr/cm ³)	2,440

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:



M. B. Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





METODOLOGÍA RAMCODES
POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°6

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

Ecuaciones de la metodología RAMCODES:

Gravedad específica teórica máxima

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{100 - P_b}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Isolneas de vacíos Va

$$G_{mb} = \left(1 - \frac{Va}{100}\right) \times G_{mm}$$

Isolneas de vacíos VAM

$$G_{mb} = \left(\frac{100 - VAM}{100 - P_b}\right) \times G_{sb}$$

Isolneas de vacíos VFA

$$G_{mb} = \left(\frac{VFA}{\frac{100}{G_{mm}} + \frac{VFA(100 - P_b)}{100 \times G_{sb}} - \frac{100 - P_b}{G_{sb}}}\right)$$

Gravedades específicas	
Gb (gr/cm3)	1,010
Gsb (gr/ cm3)	2,663
Gse (gr/cm3)	2,861

Especificaciones de vacíos		
%	Min	Max
Va	3	5
VAM	13	15
VFA	65	75

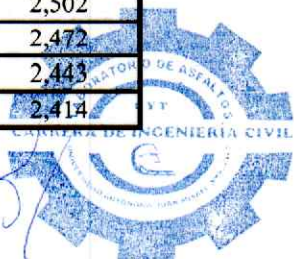
PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS		Especificaciones de vacíos					
		Va%		VAM%		VFA %	
		3	5	13	15	65	75
%Pb	Gmm (gr/cm3)	Gmb (gr/cm3)					
4,50	2,643	2,564	2,511	2,426	2,370	2,571	2,598
5,00	2,621	2,542	2,490	2,439	2,383	2,532	2,565
5,50	2,599	2,521	2,469	2,452	2,395	2,495	2,533
6,00	2,578	2,500	2,449	2,465	2,408	2,458	2,502
6,50	2,556	2,480	2,429	2,478	2,421	2,423	2,472
7,00	2,536	2,460	2,409	2,491	2,434	2,388	2,443
7,50	2,515	2,440	2,390	2,505	2,447	2,355	2,414

mja. B.H.

Univ. María Belén Mahey Quiroz
 LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS





METODOLOGÍA RAMCODES POLÍGONO DE VACÍOS - ELABORACIÓN PROPIA- MUESTRA N°6

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

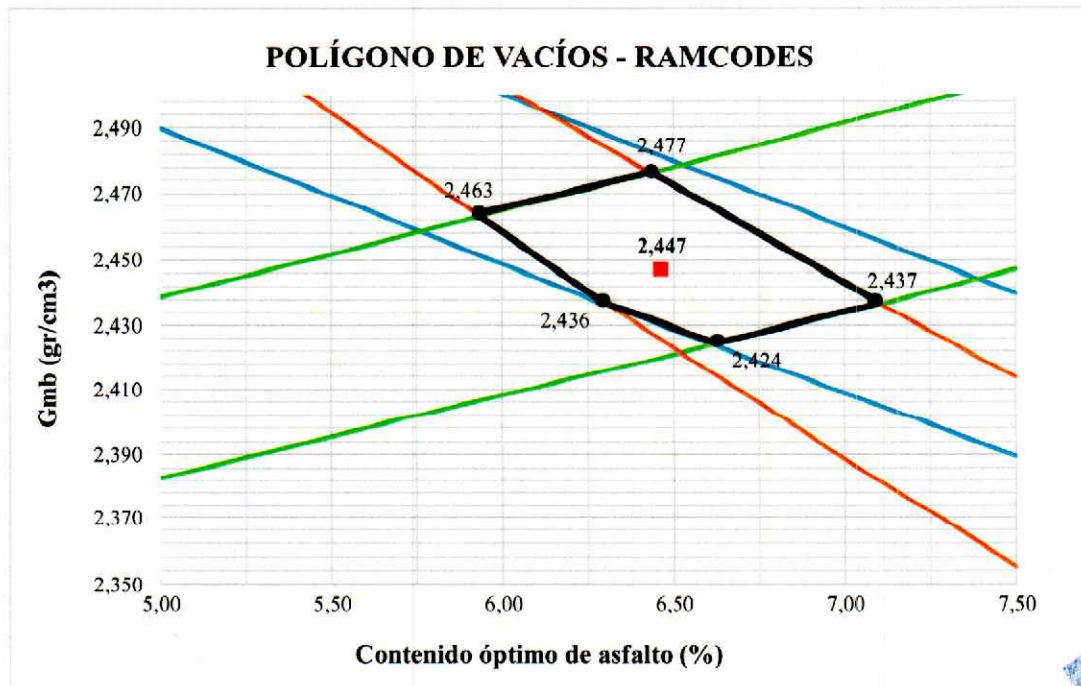
Coordenadas de los vértices del polígono de vacíos

Puntos	Pb (%)	Gmb (gr/cm ³)
1	5,95	2,463
2	6,30	2,436
3	6,62	2,424
4	7,10	2,370
5	6,45	2,477

Coordenadas del centroide

n	5
Pb (%)	6,48
Gmb (gr/cm ³)	2,477

De los cálculos realizados se obtuvo el polígono de vacíos:



Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA



Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval

RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

TABLAS DE CONTENIDO DE LIGANTE SEGÚN LA GRANULOMETRÍA
METODOLOGÍA RAMCODES

PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS MARSHALL Y RAMCODES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y DENSAS

ELABORADO POR: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

FECHA: Mayo del 2022

MEZCLA EN CALIENTE
CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA:

GRAVA (%)	27,00
GRAVILLA (%)	28,00
ARENA (%)	40,00
FILLER (gr)	5,00

Peso Total de Briqueta (gr)	1200
Porcentaje de Briqueta (%)	100%

	% DE CEMENTO ASFÁLTICO					
	5,19%	5,45%	5,68%	5,95%	6,21%	6,48%
Porcentaje de Agregado (%)	94,8%	94,6%	94,3%	94,1%	93,8%	93,5%
Peso de Cemento Asfáltico (gr)	62,28	65,40	68,16	71,40	74,52	77,76
GRAVA (gr)	307,18	306,34	305,60	304,72	303,88	303,00
GRAVILLA (gr)	318,56	317,69	316,92	316,01	315,13	314,23
ARENA (gr)	455,09	453,84	452,74	451,44	450,19	448,90
FILLER (gr)	56,89	56,73	56,59	56,43	56,27	56,11
Peso total de la briqueta (gr)	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00



Maria Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seila Claudia Ávila Sandoval

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MÉTODO MARSHALL PARA LA COMPROBACIÓN DE LA METODOLOGÍA RAMCODES

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C

FECHA: Mayo del 2022

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE TARIJA

LABORATORISTA: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

PESOS ESPECÍFICOS		% de agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.65	52.17
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.68	47.83
Peso Especifico Total	2.66	100

NUMERO DE GOLPES 75	
CEMENTO ASFÁLTICO 85-100	
PESO ESPECÍFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228	1.010

Agregado	P.E.	%
Grava	2.65	27
Gravilla	2.65	28
Arena	2.68	45

N° de probeta	Altura de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta			% de Vacios			Estabilidad			Fluencia			
		base Mezcla	Base Agregados	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en agua		Probeta	Densidad real	Densidad promedio	Densidad máxima teórica	% de vacios mezcla total	V.A.M.(vacios agregado mineral)	R.B.V. (relacion betumen vacios)	Carga	Factor de correccion de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	Fluencia real	Fluencia promedio
		%	%	grs.	grs.	grs.		cc	grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	libras	-	libras	libras	0,01 pulg	0,01 pulg
1	6.65	5.19	5.47	1197.8	1198.9	686	512.9	2.34	2.34	2.46	4.78	16.79	71.55	2030	0.934	1895.614	1932.804	13	12.333	
2	6.58			1170.2	1171.8	674	498.3	2.35						2045	0.947	1936.4105		12		
3	6.30			1206.7	1207.7	690	517.7	2.33						2043	0.963	1966.3875		12		
4	6.30	5.45	5.76	1183.0	1184.3	682.5	501.8	2.36	2.34	2.45	4.37	16.99	74.28	2130	0.963	2050.125	2094.85	14	13.333	
5	6.37			1171.3	1172.4	678.5	493.9	2.37						2115	0.995	2104.425		13		
6	6.35			1186.4	1188.0	669.5	518.5	2.29						2130	1.000	2130		13		
7	6.41	5.68	6.02	1176.4	1177.6	673	504.6	2.33	2.34	2.44	4.17	17.30	75.92	2228	0.985	2194.58	2196.458333	13	13.333	
8	6.32			1181.9	1182.6	668.5	514.1	2.30						2215	1.008	2232.72		14		
9	6.41			1163.3	1164.8	675.5	489.3	2.38						2195	0.985	2162.075		13		
10	6.37	5.95	6.33	1186.6	1187.5	678.5	509.0	2.33	2.32	2.43	4.28	17.97	76.18	2238	0.995	2226.81	2158.764	14	13.667	
11	6.49			1210.0	1211.0	685.5	525.5	2.30						2130	0.965	2055.45		13		
12	6.23			1198.2	1199.1	686.5	512.6	2.34						2126	1.032	2194.032		14		
13	6.37	6.21	6.62	1181.7	1182.2	670.5	522.9	2.26	2.30	2.42	4.74	18.91	74.92	2088	0.995	2077.56	2070.985	13	13.333	
14	6.45			1192.8	1193.4	672.5	509.0	2.34						2095	0.975	2042.625		13		
15	6.31			1180.1	1181.5	673	511.4	2.31						2070	1.011	2092.77		14		
16	6.23	6.48	6.93	1183.7	1184.4	675.5	508.9	2.33	2.29	2.41	4.91	19.61	74.95	1895	1.032	1955.64	1903.0375	13	12.667	
17	6.33			1174.0	1175.1	664	511.1	2.30						1892	1.005	1901.46		13		
18	6.42			1194.6	1195.9	664.5	531.4	2.25						1885	0.983	1852.0125		12		
ESPECIFICACIONES				Mínimo								3	13	65				1800		8
				Máximo								5		75						14

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO	Ensayo		
	Estabilidad Marshall (Lb)	Valor de Diseño	% de C.A.
	Densidad máxima (gr/cm3)	2183.28	5.81
	Vacios de la mezcla (%)	2.34	5.27
	% Porcentaje óptimo de C.A.	4.27	5.94
	Promedio =	5.67	

Ma. Belén

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA



Ing. Sheila Claudia Ávila Sandoval
RESP. LAB. ASFALTOS - UAJMS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MÉTODO MARSHALL PARA LA COMPROBACIÓN DE LA METODOLOGÍA RAMCODES

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

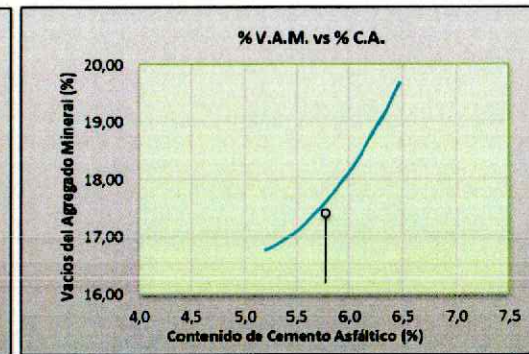
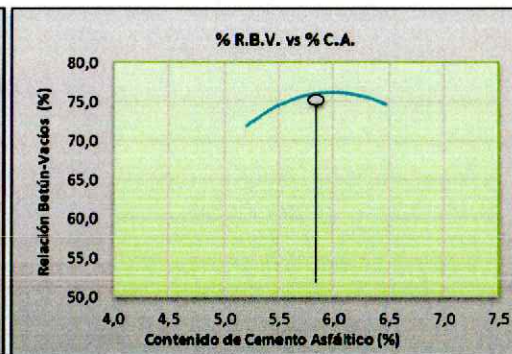
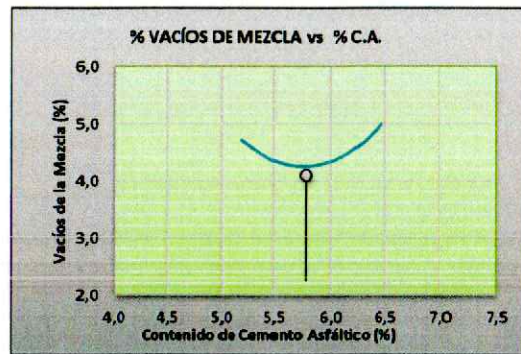
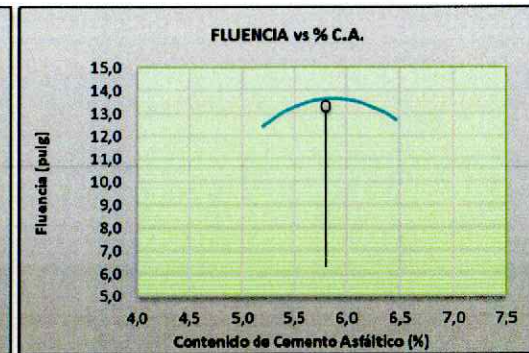
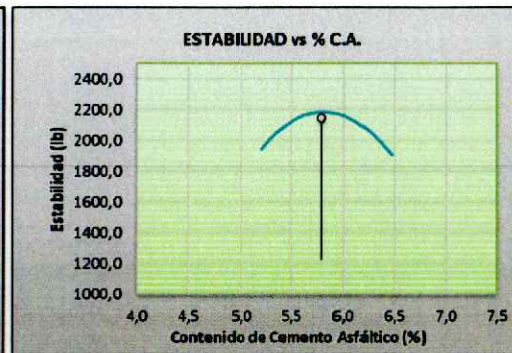
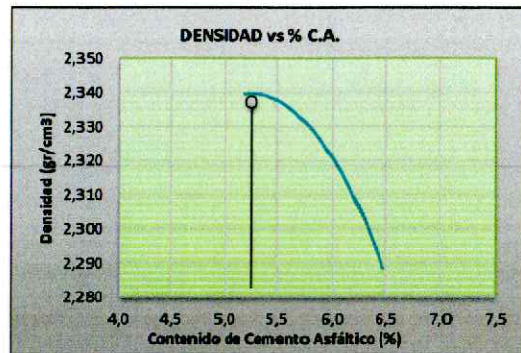
TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C

FECHA: Mayo del 2022

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE TARIJA

LABORATORISTA: MARIA BELEN MAHEY QUIROZ

CURVAS MÉTODO MARSHALL
MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100



M. Belén Mahey Quiroz

Univ. María Belén Mahey Quiroz
LABORATORISTA

Seña Claudia Avila Sandoval
Ing. Seña Claudia Avila Sandoval
RESP. LAB. ASFALTOS - CAJMS

