

ANEXOS

ANEXOS A-1:

FOTOGRAFÍCOS

1. RECOLECCION DE LOS AGREGADOS Y MATERIALES EN LA PLANA DE ISCAYACHI- TARIJA



Figura 1.1: Planta de SEDECA en Iscayachi- Tarija.



Figura 1.2: Preparación de arena con filler.



Figura 1.3: Empaquetado de muestras.



Figura 1.4: Recolección de muestra de cemento asfáltico.



Figura 1.5: Toma de muestra de grava y gravilla.

2. ENSAYOS DE LOS AGREGADOS



Figura 2.1: Granulometría de arena.



Figura 2.2: Cuarteado de agregado grueso



Figura 2.3: Peso específico de arena.



Figura 2.4: Peso específico arena, extracción para llevado al horno.



Figura 2.5: Saturado total de grava y gravilla para peso específico.



Figura 2.6: Secado superficial de gravilla p.e.



Figura 2.7: Peso de muestra de gravilla.



Figura 2.8: Calibrado de balanza.



Figura 2.9: Vertimiento de esferas en la Máquina de los Ángeles.



Figura 2.10: Tamizado de gravilla luego del Desgaste.



Figura 2.11: Reposo de 5 min de la muestra en Equivalente de arena.



Figura 2.12: Extracción de vacíos para el Equivalente de arena.

3. ENSAYOS DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS



Figura 3.1: Ensayo de Penetración.
Específico.



Figura 3.2: Ensayo de Peso



Figura3.3: Ensayo de Punto de Inflamación

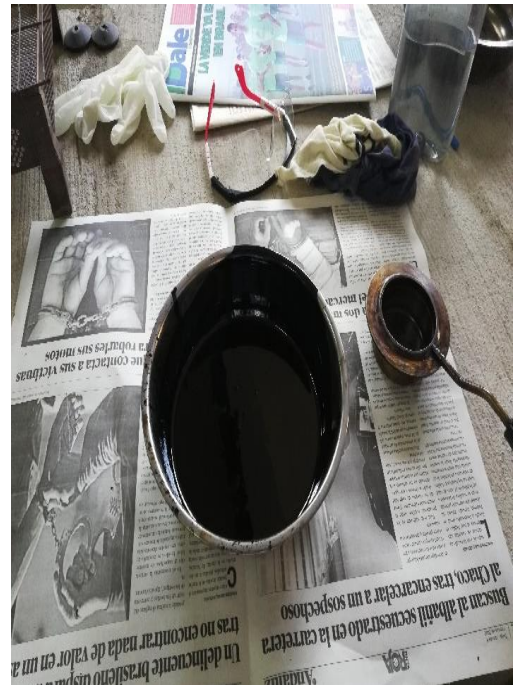


Figura 3.4: Vaceado de asfalto en la
copa de Cleaveland.



Figura 3.5: Toma de temperatura Ductilidad.
Ductilidad



Figura 3.6: Ensayo de



Figura 3.7: Ensayo de P. de Ablandamiento



Figura 3.8: Ensayo de
Viscosidad

4. ELABORACIÓN DE MEZCLA TRADICIONAL Y ROTURA DE BRIQUETAS



Figura 4.1: Pesaje de agregado.



Figura 4.2: Peso de mezcla para Briqueta.



Figura 4.3: Desencofrado de briqueta.



Figura 4.4: Secado de briqueta.



Figura 4.5: Ajuste para rotura en Marshall.



Figura 4.6: Briquetas rotas.

5. PRODUCCIÓN DEL CEMENTO ASFÁLTICO ESPUMADO



Figura 5.1: Lectura de temperatura del Asfalto.



Figura 5.2: Inyección del agua para espumar.



Figura 5.3: Asfalto espumado.



Figura 5.4: Lectura de altura de espumado

6. ELABORACIÓN DE MEZCLA CON CEMENTO ASFÁLTICO ESPUMADO Y ROTURA DE BRIQUETAS



Figura 6.1: Producción del Asfalto
Espumado.



Figura 6.2: Pesaje de mezcla con
asfalto espumado.



Figura 6.3: Sumergido en agua por 5 min a
25°C.



Figura 6.4: Secado de briquetas para
pesaje



Figura 6.5: Sumergido de briquetas por 30 min a 60°C.



Figura 6.6: Calibración del Equipo Marshall.



Figura 6.7: Rotura de Briquetas.

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESITENCIA DE MATERIALES	
	PROYECTO: “DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS CON CEMENTO ASFALTICO ESPUMADO”	
	AGREGADO: Grava	PROCEDENCIA: Planta el Molino
	MUESTRA: N°1	FECHA: Noviembre de 2020

ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

TABLA ASTM C-131 de requerimiwnto según el tamaño de material que se tenga.

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25	2500±10 2500±10		
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10			
1/2"	3/8"	1250±10		2500±10	
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4				5000±10
N°4	N°8				
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
N°DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		15	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN B		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2500

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
B	5000	3579.2	28.42	35% MAX

Univ. Madelin Higuera
 s Fernández
 LABORATORISTA

Ing. Moisés Diaz Ayarde
 RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESITENCIA DE MATERIALES	
	PROYECTO: “DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS CON CEMENTO ASFALTICO ESPUMADO”	
	AGREGADO: Gravilla	PROCEDENCIA: Planta el Molino
	MUESTRA: N°1	FECHA: Noviembre de 2020

ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

TABLA ASTM C-131 de requerimiento según el tamaño de material que se tenga.

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
N°DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		15	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN C		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
3/8"	1/4"	2500
1/4"	N°4	2500

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
C	5000	3793.4	24.13	35% MAX

Univ. Madelin Higuera
 s Fernández
 LABORATORISTA

Ing. Moisés Diaz Ayarde
 RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO: " DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON CEMENTO ASFÁLTICO ESPUMADO"

ELABORADO POR: Univ. Madelin Higuera Fernández

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Planta el Molino

FECHA: Noviembre del 2020

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

N° de Muestra	H1 (cm)	H2 (cm)	Equivalente de Arena (%)
1	15.60	9.40	60.26
2	15.10	8.50	56.29
3	14.50	9.70	66.90
		Promedio	61.15

$$E.A. = \frac{H_1}{H_2} * 100$$

Equivalente de Arena (%)	NORMA
61.15	> 50%

Univ.
LABORATORISTA

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

 UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEI SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES
PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena) PROYECTO: " DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON CEMENTO ASFÁLTICO ESPUMADO" ELABORADO POR: Univ. Madelin Higuera Fernández PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Planta el Molino FECHA: Noviembre del 2020

DETERMINACION N°	Muestra - 1	Muestra - 2	Muestra - 3	PROMEDIO
Matraz	1	2	3	
Temperatura	23	23	23	
Peso de la muestra	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr	
Peso del matraz	235.50 gr	235.50 gr	235.50 gr	
Peso del matraz + agua + muestra	1055.70 gr	1053.90 gr	1049.40 gr	
W (Peso del agua agregado al matraz)	320.20 gr	318.40 gr	313.90 gr	
A (Peso de la muestra secada al horno)	489.90 gr	483.40 gr	486.90 gr	
V (Volumen del matraz)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr	
P. E. a Granel (gr/cm3)	2.72 gr/cm3	2.66 gr/cm3	2.62 gr/cm3	2.67 gr/cm3
P. E. Saturado con sup. seca (gr/cm3)	2.78 gr/cm3	2.75 gr/cm3	2.69 gr/cm3	2.74 gr/cm3
P. E. Aparente (gr/cm3)	2.89 gr/cm3	2.93 gr/cm3	2.81 gr/cm3	2.88 gr/cm3
(%) PORCENTAJE DE ABSORCION	2.06 %	3.43 %	2.69 %	2.73 %

P.E. a Granel = A / (V-W)

P. E. Saturado con sup. seca = 500 / (V-W)

FORMULAS:

P. E. Aparente = A/((V-W)-(500-A))

Abs = ((500-A)/A)*100

OBSERVACIONES: Material para pavimento rigido de Chancadora Charaja

Univ. Madelin Higuera Fernández
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
ENCARGADO DEL LAB. DE HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAE SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: " DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON CEMENTO ASFÁLTICO ESPUMADO"

ELABORADO POR: Univ. Madelin Higuera Fernández

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Planta el Molino

FECHA: Noviembre del 2020

DETERMINACION	Muestra - 1	Muestra - 2	Muestra - 3	PROMEDIO
A (Peso en el aire de la muestra seca)	4944.10	4945.60	4947.30	
B (Peso en el aire muestra saturada-superficie seca)	5000.00	5000.00	5000.00	
Peso canastillo + muestra sumergida en agua	3125.00	3122.00	3123.00	
Peso canastillo sumergido en agua	0.00	0.00	0.00	
C (Peso sumergido en agua de la muestra saturada)	3125.00	3122.00	3123.00	
D = B - C	1875.00	1878.00	1877.00	
E = A - C	1819.10	1823.60	1824.30	
F = B - A	55.90	54.40	52.70	
Peso Espesifico Aparente (Gr/cm3)	2.72	2.71	2.71	
Peso Espesifico a Granel (Gr/cm3)	2.64	2.63	2.64	2.71 gr/cm3
Peso Espesifico Saturado y Superficie Seca (Gr/cm3)	2.67	2.66	2.66	2.64 gr/cm3
(%) PORCENTAJE DE ABSORCION	1.13	1.10	1.07	2.66 gr/cm3
				1.10 %

Peso Espesifico Aparente = A / E P. Espesifico a Granel = A / D

FORMULAS

P. Espesifico Saturado y Sup. Seca = B / D Abs = F * 100 / A

OBSERVACIONES: Material para Pavimento Rígido de la Chancadora de Charaja

Univ. Madelin Higuera Fernández
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
ENCARGADO DEL LAB. DE HORMIGONES Y R.M.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO: " DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON CEMENTO ASFÁLTICO ESPUMADO"

ELABORADO POR: Univ. Madelin Higuera Fernández

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Planta el Molino

FECHA: Noviembre del 2020

Muestra N°	Peso muestra Seca "A"	Peso muestra Saturada con sup. Seca "B"	Peso muestra Saturada dentro del agua "C"	Peso especifico a granel (gr/cm3)	Peso especifico saturada con sup. Seca	Peso especifico aparente (gr/cm3)	Porcentaje de absorcion (%)
1	2948.90	3000.00	1873.00	2.62	2.66	2.74	1.73
2	2949.60	3000.00	1874.00	2.62	2.66	2.74	1.71
3	2951.10	3000.00	1876.00	2.63	2.67	2.74	1.66
PROMEDIO				2.62	2.67	2.74	1.70

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.

Univ. Madelin Higuera Fernández
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
ENCARGADO DEL LAB. DE HORMIGONES Y R.M.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: “.DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS CON CEMENTO ASFALTICO ESPUMADO”

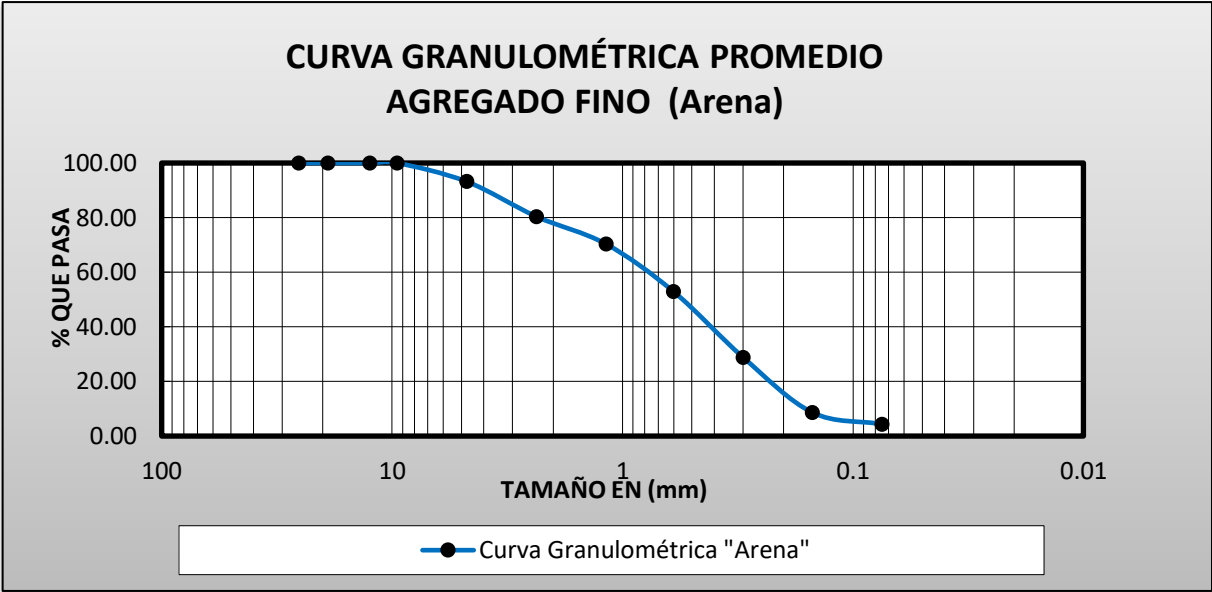
ELABORADO POR Univ.Madelin Higuera Fernández

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Planta el Molino

FECHA: Noviembre del 2020

AGREGADO FINO (Arena)
GRANULOMETRÍA PROMEDIO

Peso Total (gr.)			1000		
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	67.90	67.90	6.79	93.21
Nº8	2.36	128.43	196.33	19.63	80.37
Nº16	1.18	100.33	296.67	29.67	70.33
Nº30	0.60	174.50	471.17	47.12	52.88
Nº50	0.30	240.23	711.40	71.14	28.86
Nº100	0.15	202.33	913.73	91.37	8.63
Nº200	0.075	42.40	956.13	95.61	4.39
BASE	-	24.20	980.33	98.03	1.97
SUMA		980.3			
PÉRDIDAS		19.7			
MF =		2.90			



Univ.Madelin Higuera Fernández
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
ENC. LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: “.DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS CON CEMENTO ASFALTICO ESPUMADO”

ELABORADO POR Univ.Madelin Higuera Fernández

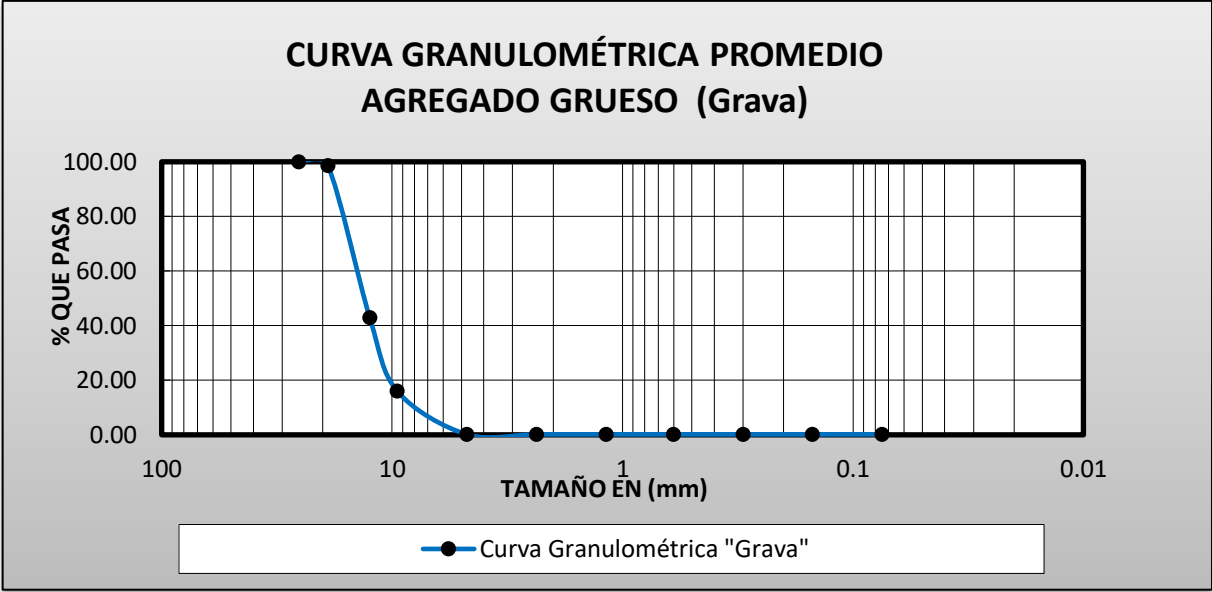
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Planta el Molino

FECHA: Noviembre del 2020

AGREGADO GRUESO (Grava)

GRANULOMETRÍA PROMEDIO

Peso Total (gr.)			5000		
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	72.90	72.90	1.46	98.54
1/2"	12.5	2783.80	2856.70	57.13	42.87
3/8"	9.50	1343.07	4199.77	84.00	16.00
Nº4	4.75	791.43	4991.20	99.82	0.18
Nº8	2.36	0.00	4991.20	99.82	0.18
Nº16	1.18	0.00	4991.20	99.82	0.18
Nº30	0.60	0.00	4991.20	99.82	0.18
Nº50	0.30	0.00	4991.20	99.82	0.18
Nº100	0.15	0.00	4991.20	99.82	0.18
Nº200	0.075	0.00	4991.20	99.82	0.18
BASE	-	0.00	4991.20	99.82	0.18
SUMA		4991.2			
PÉRDIDAS		8.8			
MF =		6.83			



Univ.Madelin Higuera Fernández
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
ENC. LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.