

ANEXO 1
CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS
PÉTREOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

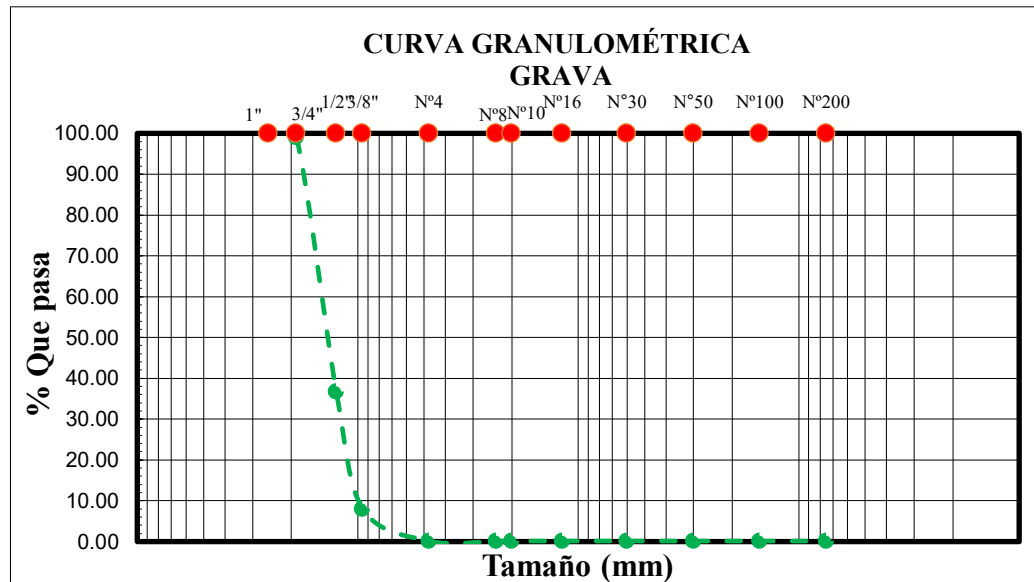
(Basado en ASTM C136-05)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 31/03/2021

Agregado: Grava 3/4" **Procedencia:** Chancadora Charajas

Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 1

Masa total= 5001 gr		A.S.T.M			
Tamices		Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
(pulg)	(mm)				
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	44.60	44.60	0.89	99.11
1/2"	12.5	3121.00	3165.60	63.30	36.70
3/8"	9.50	1431.70	4597.30	91.93	8.07
N°4	4.75	397.10	4994.40	99.87	0.13
N°8	2.36	0.00	4994.40	99.87	0.13
N°10	2.00	0.00	4994.40	99.87	0.13
N°16	1.18	0.00	4994.40	99.87	0.13
N°30	0.60	0.00	4994.40	99.87	0.13
N°50	0.30	0.00	4994.40	99.87	0.13
N°100	0.15	0.00	4994.40	99.87	0.13
N°200	0.075	0.00	4994.40	99.87	0.13
BASE	-	5.90	5000.30	99.99	0.01
Suma		5000.30	-	-	-
Pérdidas		0.70	-	-	-





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

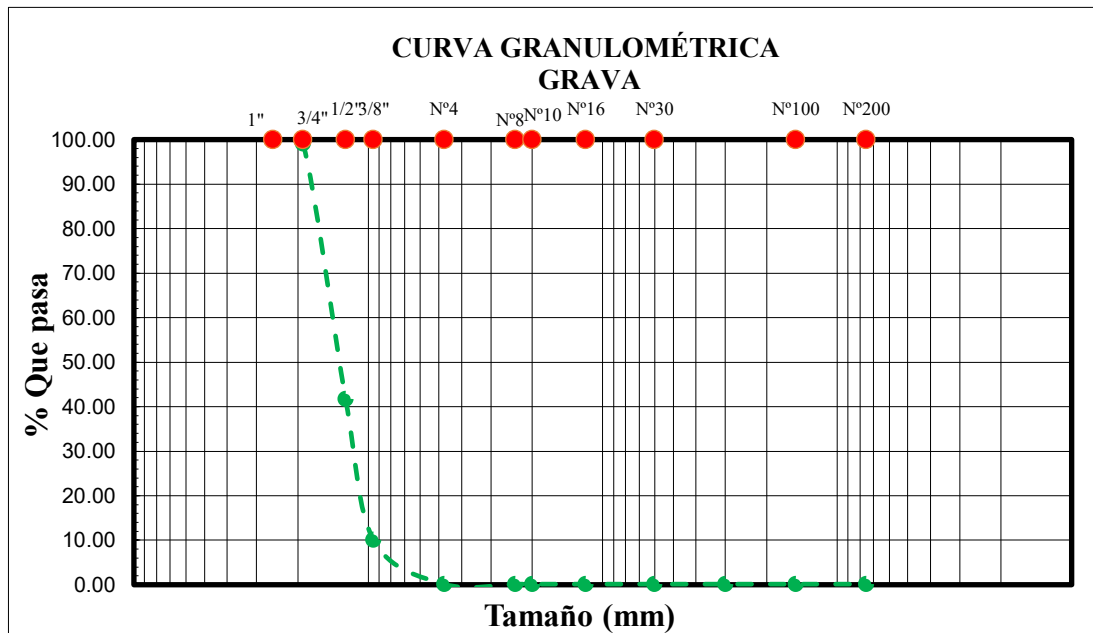
(Basado en ASTM C136-05)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 31/03/2021

Agregado: Grava 3/4" **Procedencia:** Chancadora Charajas

Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 2

Masa total= 5000 gr		A.S.T.M			
Tamices		Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
(pulg)	(mm)				
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	43.00	43.00	0.86	99.14
1/2"	12.5	2870.90	2913.90	58.28	41.72
3/8"	9.50	1582.90	4496.80	89.94	10.06
N°4	4.75	496.20	4993.00	99.86	0.14
N°8	2.36	0.00	4993.00	99.86	0.14
N°10	2.00	0.00	4993.00	99.86	0.14
N°16	1.18	0.00	4993.00	99.86	0.14
N°30	0.60	0.00	4993.00	99.86	0.14
N°50	0.30	0.00	4993.00	99.86	0.14
N°100	0.15	0.00	4993.00	99.86	0.14
N°200	0.075	0.00	4993.00	99.86	0.14
BASE	-	3.00	4999.10	99.86	0.02
Suma		4999.10	-	-	-
Pérdidas		0.90	-	-	-





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
 (Basado en ASTM C136-05)

Proyecto:

Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos

Fecha de ensayo:

01/04/2021

Agregado:

Grava 3/4"

Procedencia:

Chancadora Charajas

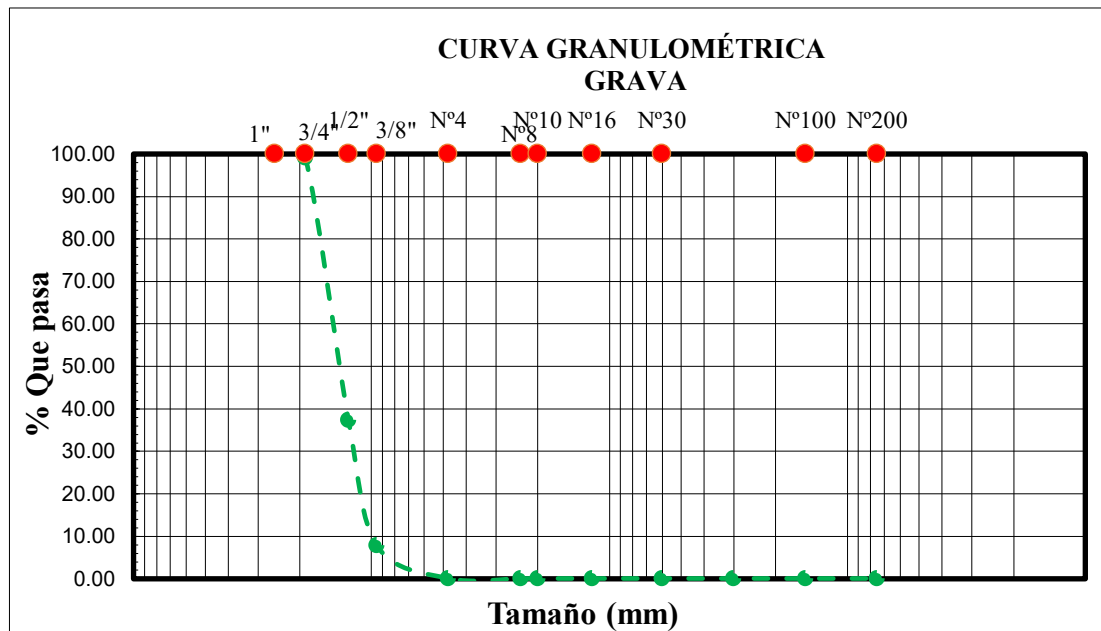
Laboratorista:

Jorge Luis Choque Alvarado

Muestra N°:

3

Masa total= 5000 gr		A.S.T.M			
Tamices		Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
(pulg)	(mm)				
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	39.30	39.30	0.79	99.21
1/2"	12.5	3089.70	3129.00	62.58	37.42
3/8"	9.50	1477.20	4606.20	92.12	7.88
N°4	4.75	389.90	4996.10	99.92	0.08
N°8	2.36	0.00	4996.10	99.92	0.08
N°10	2.00	0.00	4996.10	99.92	0.08
N°16	1.18	0.00	4996.10	99.92	0.08
N°30	0.60	0.00	4996.10	99.92	0.08
N°50	0.30	0.00	4996.10	99.92	0.08
N°100	0.15	0.00	4996.10	99.92	0.08
N°200	0.075	0.00	4996.10	99.92	0.08
BASE	-	3.40	4999.50	99.98	0.02
Suma		4999.50	-	-	-
Pérdidas		0.80	-	-	-



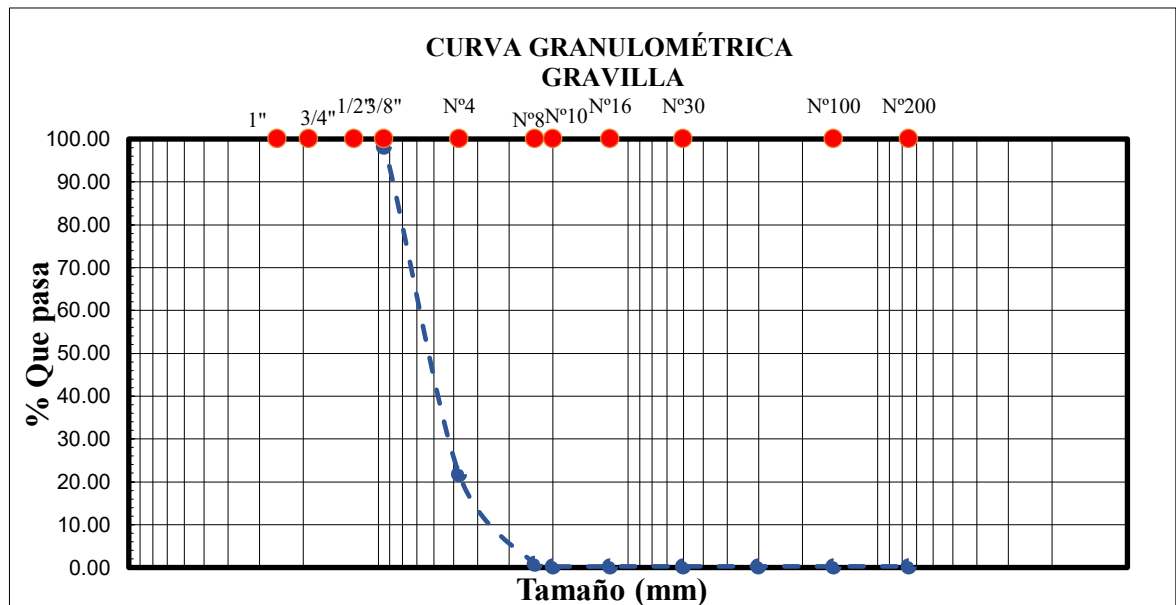


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
 (Basado en ASTM C136-05)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos
Agregado: Grava 3/8"
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado

Fecha de ensayo: 06/04/2021
Procedencia: Chancadora Charajas
Muestra N°: 1

Masa total= 2000 gr		A.S.T.M			
Tamices		Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
(pulg)	(mm)				
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	5.50	5.50	0.22	99.78
3/8"	9.50	39.40	44.90	1.79	98.21
N°4	4.75	1913.30	1958.20	78.27	21.73
N°8	2.36	522.90	2481.10	99.16	0.84
N°10	2.00	14.30	2495.40	99.74	0.26
N°16	1.18	0.00	2495.40	99.74	0.26
N°30	0.60	0.00	2495.40	99.74	0.26
N°50	0.30	0.00	2495.40	99.74	0.26
N°100	0.15	0.00	2495.40	99.74	0.26
N°200	0.075	0.00	2495.40	99.74	0.26
BASE	-	6.50	2495.40	100.00	0.00
Suma		2501.90	-	-	-
Pérdidas		0.10	-	-	-





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
 (Basado en ASTM C136-05)

Proyecto:

Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos

Fecha de ensayo:

06/04/2021

Agregado:

Grava 3/8"

Procedencia:

Chancadora Charajas

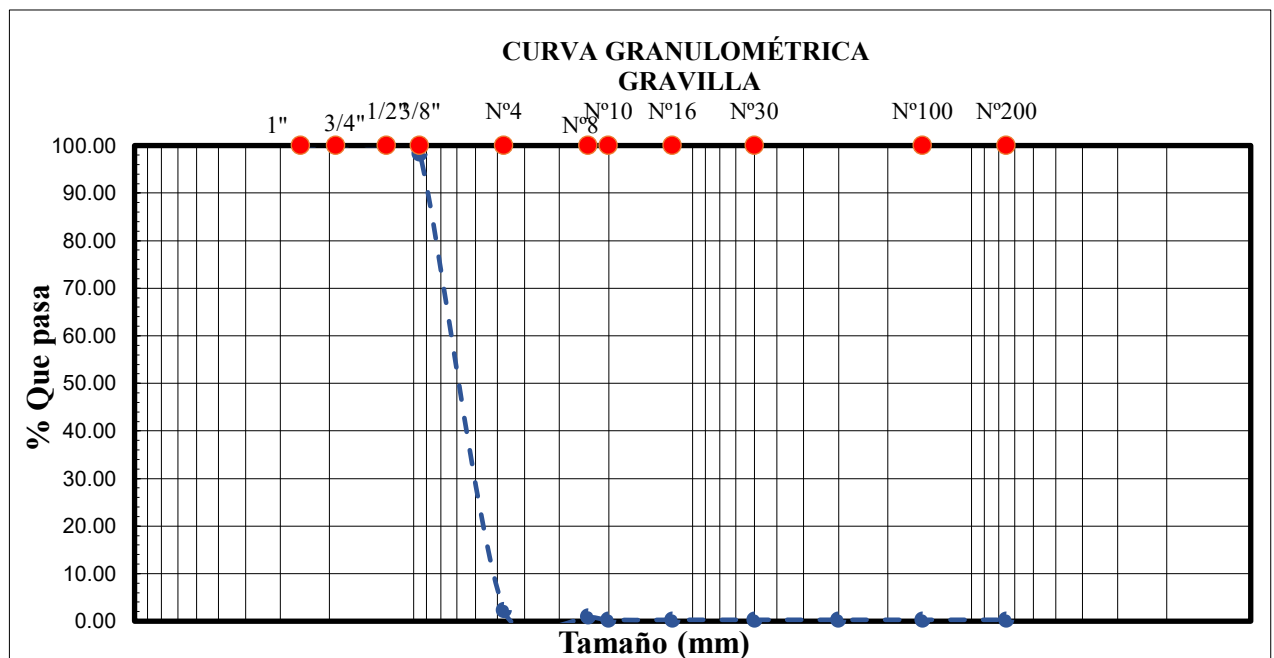
Laboratorista:

Jorge Luis Choque Alvarado

Muestra N°:

2

Masa total= 2000 gr		A.S.T.M			
Tamices		Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
(pulg)	(mm)				
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	2.14	2.14	0.09	99.91
3/8"	9.50	40.70	42.84	1.71	98.29
N°4	4.75	2398.50	2441.34	97.65	2.35
N°8	2.36	35.70	2477.04	99.08	0.92
N°10	2.00	15.70	2492.74	99.71	0.29
N°16	1.18	0.00	2492.74	99.71	0.29
N°30	0.60	0.00	2492.74	99.71	0.29
N°50	0.30	0.00	2492.74	99.71	0.29
N°100	0.15	0.00	2492.74	99.71	0.29
N°200	0.075	0.00	2492.74	99.71	0.29
BASE	-	7.10	2499.84	99.99	0.01
Suma		2499.84	-	-	-
Pérdidas		0.16	-	-	-

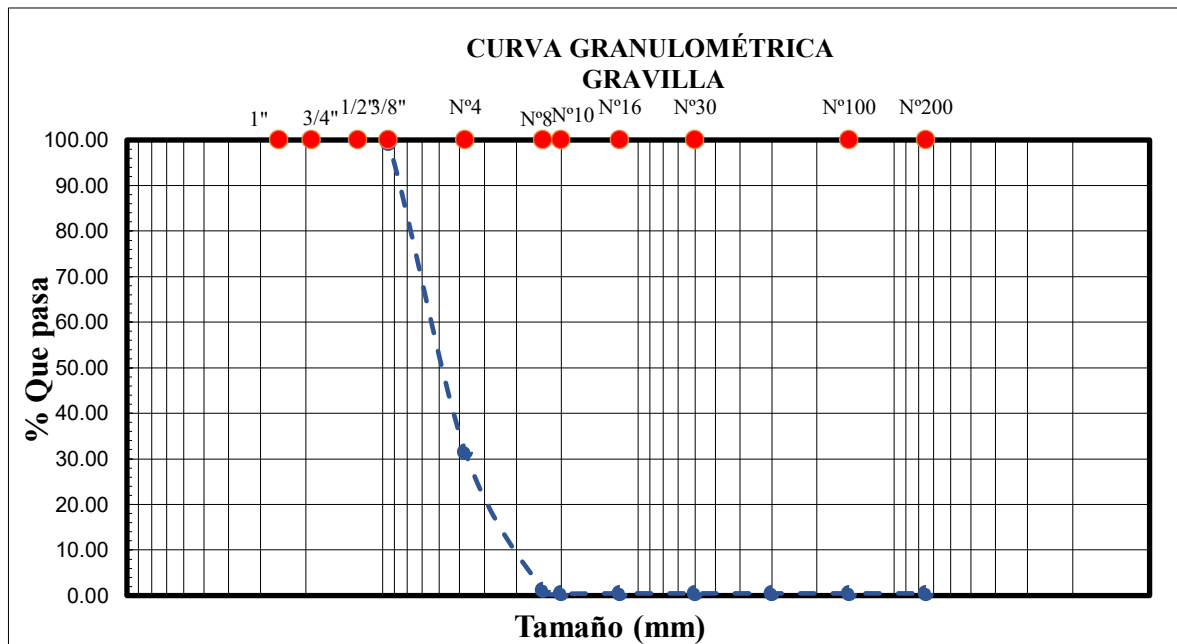




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
 (Basado en ASTM C136-05)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 09/04/2021
Agregado: Grava 3/8" **Procedencia:** Chancadora Charajas
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 3

Masa total= 2501 gr		A.S.T.M			
Tamices		Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
(pulg)	(mm)				
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	4.94	4.94	0.20	99.80
3/8"	9.50	13.40	18.34	0.73	99.27
N°4	4.75	1693.90	1712.24	68.46	31.54
N°8	2.36	758.70	2470.94	98.80	1.20
N°10	2.00	18.10	2489.04	99.52	0.48
N°16	1.18	0.00	2489.04	99.52	0.48
N°30	0.60	0.00	2489.04	99.52	0.48
N°50	0.30	0.00	2489.04	99.52	0.48
N°100	0.15	0.00	2489.04	99.52	0.48
N°200	0.075	0.00	2489.04	99.52	0.48
BASE	-	11.50	2500.54	99.98	0.02
Suma		2500.54	-	-	-
Pérdidas		-	-	-	-





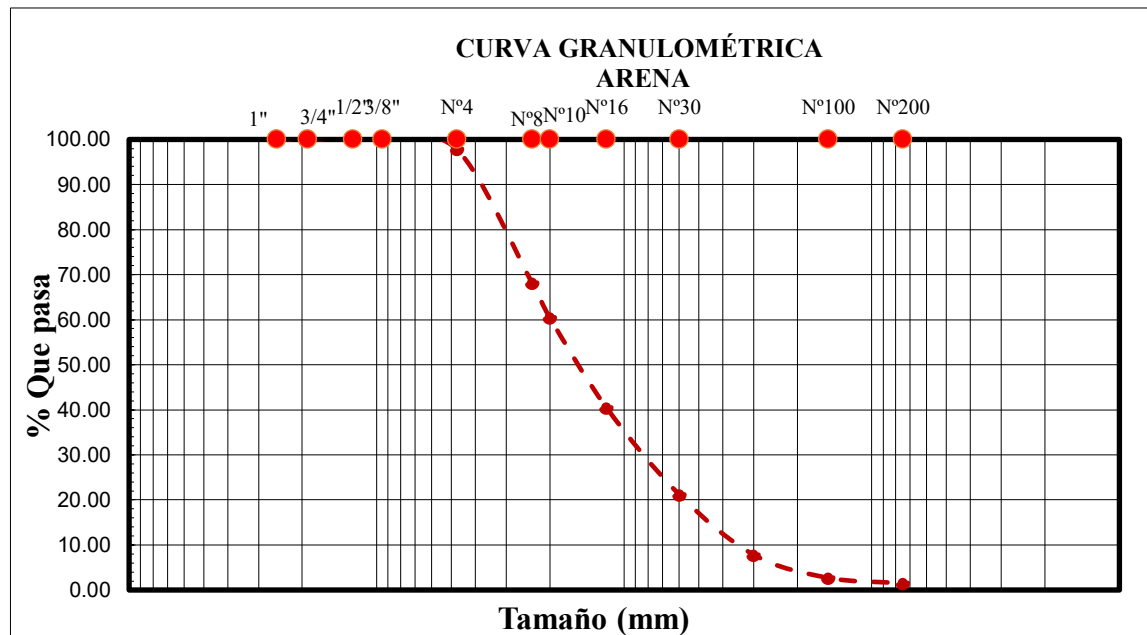
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
 (Basado en ASTM C136-05)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 14/04/2021

Agregado: Arena **Procedencia:** Chancadora Charajas

Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 1

Masa total= 502 gr		A.S.T.M			
Tamices		Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
(pulg)	(mm)				
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
N°4	4.75	10.90	10.90	2.17	97.83
N°8	2.36	148.70	159.60	31.79	68.21
N°10	2.00	38.80	198.40	39.52	60.48
N°16	1.18	100.40	298.80	59.52	40.48
N°30	0.60	96.80	395.60	78.80	21.20
N°50	0.30	67.10	462.70	92.17	7.83
N°100	0.15	25.70	488.40	97.29	2.71
N°200	0.075	6.10	494.50	98.51	1.49
BASE	-	6.80	501.30	99.86	0.14
Suma		501.30	-	-	-
Pérdidas		0.70	-	-	-





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

**ENSAYO ABRASIÓN DE AGREGADO GRUESO MÁQUINA DE
 LOS ÁNGELES**

(Basado en ASTM E 131 - AASHTO T96-99)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 28/04/2021
Agregado: Grava 3/4" **Procedencia:** Chancadora Charajas
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 1

Tabla ASTM E 131 de requerimiento según el tamaño de material que se tenga

Gradación		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear (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
Número de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación		15	15	15	15

Gradación	Retenido tamiz	Peso retenido (gr)	Carga abrasiva
B	1/2"	2500.10	11 esferas a 32.5 Rpm 500 revoluciones
	3/8"	2500.10	

Retenido tamiz N° 12 (1.7 mm)	Diferencia (gr)	Desgaste (%)	Especificación
3799.20	1201	24.02	Máximo 35 %



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

**ENSAYO ABRASIÓN DE AGREGADO GRUESO MÁQUINA DE
 LOS ÁNGELES**

(Basado en ASTM E 131 - AASHTO T96-99)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 29/04/2021
Agregado: Gravilla 3/8" **Procedencia:** Chancadora Charajas
Laboralista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 1

Tabla ASTM E 131 de requerimiento según el tamaño de material que se tenga

Gradación		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear (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
Número de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación		15	15	15	15

Gradación	Retenido tamiz	Peso retenido (gr)	Carga abrasiva
C	1/4"	2500.10	8 esferas a 32.5 Rpm 500 revoluciones
	N° 4	2500.20	

Retenido tamiz N° 12 (1.7 mm)	Diferencia (gr)	Desgaste (%)	Especificación
3696.90	1303.30	26.07	Máximo 35 %



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

**ENSAYO DE ÍNDICE DE APLANAMIENTO DE LOS
 AGREGADOS GRUESOS**

(Basado en ASTM D 4791)

Proyecto:	Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos	Fecha de ensayo:	03/09/2021
Agregado:	Grava y Gravilla	Procedencia:	Chancadora Charajas
Laboratorista:	Jorge Luis Choque Alvarado	Muestra N°:	1

Tamiz	Peso retenido (Ri)	% retenido	Peso de partículas que pasan (mi)	Índice de aplanamiento % (IAi)	Índice de aplanamiento global % (IA)
1 1/2" - 1"		0,00			10,11
1" - 3/4"		0,00			
3/4" - 1/2"	1377,40	68,87	145,00	10,53	
1/2" - 3/8"	557,90	27,90	53,20	9,54	
3/8" - 1/4"	63,60	3,18	3,90	6,13	
Fondo	1,10	0,06			
Total	2000		-	-	-

Índice de aplanamiento	Especificación
10,00	Máximo 10 %



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

ENSAYO DE ÍNDICE DE APLANAMIENTO DE LOS
AGREGADOS GRUESOS

(Basado en ASTM D 4791)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 03/09/2021
Agregado: Grava y Gravilla **Procedencia:** Chancadora Charajas
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 2

Tamiz	Peso retenido (Ri)	% retenido	Peso de partículas retenidas (ni)	Índice de alargamiento % (ILi)	Índice de alargamiento global % (IL)
1 1/2" - 1"		0,00			10,27
1" - 3/4"		0,00			
3/4" - 1/2"	1377,40	68,87	148,70	10,80	
1/2" - 3/8"	557,90	27,90	52,00	9,32	
3/8" - 1/4"	63,60	3,18	4,50	7,08	
Base	1,10	0,06			
Total	2000		-	-	-

Índice de alargamiento	Especificación
10,00	Máximo 10 %



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE
COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
**ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO EN EL AGREGADO
GRUESO**

(Basado en ASTM E 127 - AASHTO T85-91)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 09/04/2021
Agregado: Grava **Procedencia:** Chancadora Charajas
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 1

Ensayos	1	2	3
Peso muestra seca "A" (gr)	4952.70	4941.00	4945.90
Peso muestra Sat. con sup. seca "B" (gr)	5007.60	5000.00	5000.60
Peso muestra Sat. dentro del agua "C" (gr)	3114.00	3108.00	3104.00

Ensayos	1	2	3	Promedio
Peso específico SH (gr/cm ³)	2.62	2.61	2.61	2.61
Peso específico S.S.S (gr/cm ³)	2.64	2.64	2.64	2.64
Peso específico aparente (gr/cm ³)	2.69	2.70	2.69	2.69
Absorción (%)	1.11	1.19	1.11	1.14



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE
COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
**ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO EN EL AGREGADO
GRUESO**

(Basado en ASTM E 127 - AASHTO T85-91)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 09/04/2021
Agregado: Gravilla **Procedencia:** Chancadora Charajas
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 1

Ensayos	1	2	3
Peso muestra seca "A" (gr)	4876.90	4891.60	4883.20
Peso muestra Sat. con sup. seca "B" (gr)	5000.20	5000.00	5000.00
Peso muestra Sat. dentro del agua "C" (gr)	3074.00	3081.00	3071.00

Ensayos	1	2	3	Promedio
Peso específico SH (gr/cm ³)	2.53	2.55	2.53	2.54
Peso específico S.S.S (gr/cm ³)	2.60	2.61	2.59	2.60
Peso específico aparente (gr/cm ³)	2.71	2.70	2.69	2.70
Absorción. %	2.53	2.22	2.39	2.38



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

(Basado en ASTM E 128 - AASHTO T84-00)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 08/04/2021
Agregado: Arena **Procedencia:** Chancadora Charajas
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 1

Ensayos	1	2	3
Peso muestra seca al horno "A" (gr)	489.40	488.30	490.90
Peso matraz + agua "B" (gr)	737.00	737.00	737.00
Peso muestra + matraz + agua "C" (gr)	1036.30	1041.30	1040.20
Peso muestra Sat. Seca "S" (gr)	500.00	500.00	500.00
Peso matraz (gr)	237.00	237.00	237.00

Ensayos	1	2	3	Promedio
Peso específico SH (gr/cm ³)	2.44	2.50	2.49	2.47
Peso específico S.S.S (gr/cm ³)	2.49	2.55	2.54	2.53
Peso específico aparente (gr/cm ³)	2.57	2.65	2.62	2.61
Absorción. %	2.19	2.40	1.89	2.16



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

EQUIVALENTE DE ARENA

(Basado en ASTM D 2419 - AASHTO T176-00)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos	Fecha de ensayo: 29/04/2021
Agregado: Arena	Procedencia: Chancadora Charajas
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado	Muestra N°: 1

Descripción	Ensayo		
	1	2	3
Lectura Nivel Superior (H1)	9.20	8.50	9.50
Lectura Nivel Inferior (H2)	10.20	9.40	10.40

Descripción	Ensayo		
	1	2	3
Equivalente de arena (%)	90.20	90.43	91.35
Promedio (%)	90.66		

Equivalente de arena	Especificación
90.66	Mínimo 45 %

NOTA: El laboratorio de asfaltos de la UAJMS no se hace responsable de los ensayos realizados en el presente documento. todo corre bajo responsabilidad del tesista.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

(Basado en ASTM C 29)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos
Agregado: Grava
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado

Fecha de ensayo: 21/04/2021
Procedencia: Chancadora Charajas
Muestra N°: 1

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	5725.00	9866.71	19570.00	13845.00	1.40
2	5725.00	9866.71	19525.00	13800.00	1.40
3	5725.00	9866.71	19520.00	13795.00	1.40
Promedio					1.40

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	5725.00	9866.71	20390.00	14665.00	1.49
2	5725.00	9866.71	20510.00	14785.00	1.50
3	5725.00	9866.71	20415.00	14690.00	1.49
Promedio					1.49

Univ. Jorge Luis Choque Alvarado
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
DOC. RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

(Basado en ASTM C 29)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 21/04/2021
Agregado: Gravilla **Procedencia:** Chancadora Charajas
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 1

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	5725.00	9866.71	19050.00	13325.00	1.35
2	5725.00	9866.71	19125.00	13400.00	1.36
3	5725.00	9866.71	19105.00	13380.00	1.36
Promedio					1.35

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	5725.00	9866.71	20200.00	14475.00	1.47
2	5725.00	9866.71	20320.00	14595.00	1.48
3	5725.00	9866.71	20322.00	14597.00	1.48
Promedio					1.48



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

PESO UNITARIO AGREGADO FINO

(Basado en ASTM C 29)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 22/04/2021
Agregado: Arena **Procedencia:** Chancadora Charajas
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 1

PESO UNITARIO SUELTO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm3)
1	2605.00	3030.45	7305.00	4700.00	1.55
2	2605.00	3030.45	7330.00	4725.00	1.56
3	2605.00	3030.45	7250.00	4645.00	1.53
Promedio					1.55

PESO UNITARIO COMPACTADO

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm3)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm3)
1	2605.00	3030.45	7625.00	5020.00	1.66
2	2605.00	3030.45	7700.00	5095.00	1.68
3	2605.00	3030.45	7635.00	5030.00	1.66
Promedio					1.67



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

DURABILIDAD DE SULFATOS

(Basado en ASTM C 3744)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 27/02/2021
Agregado: Grava y Gravilla **Procedencia:** Chancadora Charajas
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado **Muestra N°:** 1

Tamices		Tamaño (mm)	Peso antes del ensayo (gr)	Peso después del ensayo (gr)	Pérdida (gr)	Perdida (%)
Inf.	Sup.					
1"	1 1/2"	25,40	0,00	0,00	0,00	0,00
3/4"	1"	19,05	499,50	170,10	329,40	65,95
1/2"	3/4"	12,70	674,30	626,70	47,60	7,06
3/8"	1/2"	9,50	332,60	309,10	23,50	7,07
N°4	3/8"	4,80	304,50	289,00	15,50	5,09
			1810,90	1394,90		
DESGASTE PROMEDIO %=						21,29

Tamices		Tamaño (mm)	Peso antes del ensayo (gr)	Peso después del ensayo (gr)	Pérdida (gr)	Perdida (%)
Inf.	Sup.					
1"	1 1/2"	25,40	0,00	0,00	0,00	0,00
3/4"	1"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00
1/2"	3/4"	12,70	320,30	280,70	39,60	12,36
3/8"	1/2"	9,50	324,90	237,80	87,10	26,81
N°4	3/8"	4,80	304,90	280,70	24,20	7,94
			950,10	799,20		
DESGASTE PROMEDIO %=						15,70

Univ. Jorge Luis Choque Alvarado
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
DOC. RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

CONTENIDO DE HUMEDAD

(Basado en ASTM D 2216)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos
Agregado: Grava y Gravilla
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado

Fecha de ensayo: 27/02/2021
Procedencia: Chancadora Charajas
Muestra N°: 1

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Peso recip. + muestra húmeda (gr)	Peso recip. + muestra seca (gr)	% Humedad
1	22,00	5000,00	4993,50	0,13
2	20,00	5000,20	4993,80	0,13
3	19,50	5000,00	4992,90	0,14
Promedio				0,13

Univ. Jorge Luis Choque Alvarado
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
DOC. RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.

ANEXO 2
CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO
HIDRÁULICO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO

(Basado en ASTM D 71 - AASHTO T 229-97)

Proyecto: Correlación Entre la Permeabilidad y la Resistencia de los Pavimentos de Concretos Porosos **Fecha de ensayo:** 05/09/2019
Material: Cemento hidráulico **Muestra N°:** 1
Laboratorista: Jorge Luis Choque Alvarado

Muestra N°	Peso cemento (gr)	Volumen inicial (cm3)	Volumen final (cm3)	P.E
1	64,00	300,00	320,10	3,18
2	64,00	300,00	320,20	3,17
3	64,00	300,00	320,30	3,15
Promedio				3,17
Corrección: T= 25°C		$\gamma = 0,99707$		3,18

Tabla corrección por temperatura:

T °C	Densidad relativa del agua (gr/cm3)	T °C	Densidad relativa del agua (gr/cm3)
10	0.99973	21	0.99820
11	0.99963	22	0.99780
12	0.99952	23	0.99757
13	0.99940	24	0.99733
14	0.99927	25	0.99707
15	0.99913	26	0.99681
16	0.99897	27	0.99654
17	0.99880	28	0.99626
18	0.99862	29	0.99597
19	0.99843	30	0.99586
20	0.99823	-	-

Peso específico	Especificación
3,18	-

Univ. Jorge Luis Choque Alvarado
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
DOC. RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.

ANEXO 3
PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto : Carpeta de concreto poroso 15%				Item N°	1
Actividad: Colocado de carpeta			CANTIDAD :	1.00	
Unidad : m ³			MONEDA :	Bs	
				Tipo de cambio Bs/\$us:	6.91
Descripción	Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total	
1.- MATERIALES					
Grava triturada (grava,gravilla)	m ³	0.5943	162.00	96.28	
Cemento	kg	0.1436	145.00	20.82	
Agua	lts	0.2084	6.00	1.25	
TOTAL MATERIALES				118.35	
2.- MANO DE OBRA					
Chofer de volqueta	hr	0.0012	16.44	0.02	
Operador de equipo pesado	hr	0.8201	23.28	19.09	
Operador de equipo compactador rodillo liso	hr	0.0820	18.30	1.50	
Operador de planta	hr	0.0900	23.28	2.10	
Ayudante de maquinaria y equipo	hr	0.0280	15.14	0.42	
Capataz	hr	1.8000	22.60	40.68	
Peón	hr	0.0720	12.50	0.90	
SUBTOTAL MANO DE OBRA				64.71	
BENEFICIOS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			71.18%	46.06	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO = (% SUBTOTAL M.O. + CARGAS SOCIAL)			14.94%	16.55	
TOTAL MANO DE OBRA				127.32	
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Cargador frontal de ruedas	hr	0.0001	422.27	0.04	
Compactador rodillo liso autopropulsado	hr	0.0350	301.36	10.55	
Volqueta ≥ 12 m ³	hr	0.0010	223.06	0.22	
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA)			5,00 %	6.37	
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				17.18	
4.- GASTOS GENERALES					
GASTOS GENERALES = % DE (1+2+3)			15.50%	40.74	
TOTAL GASTOS GENERALES				40.74	
5.- UTILIDAD					
UTILIDADES = % (de 1+2+3+4)			10.00%	30.36	
TOTAL UTILIDAD				30.36	
6.- IMPUESTOS					
IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES = % DE (de 1+2+3+4+5)			3.09%	10.32	
TOTAL IMPUESTOS				10.32	
TOTAL PRECIO UNITARIO				344.27	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
Proyecto : Carpeta de concreto poroso 17,5%			Item N°	1
Actividad: Colocado de carpeta		CANTIDAD :	1.00	
Unidad : m ³		MONEDA :	Bs	
			Tipo de cambio Bs/\$us:	6.91
Descripción	Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1.- MATERIALES				
Grava triturada (grava,gravilla)	m ³	0.6130	162.00	99.30
Cemento	kg	0.1322	145.00	19.17
Agua	lts	0.1948	6.00	1.17
TOTAL MATERIALES				119.64
2.- MANO DE OBRA				
Chofer de volqueta	hr	0.0012	16.44	0.02
Operador de equipo pesado	hr	0.8201	23.28	19.09
Operador de equipo compactador rodillo liso	hr	0.0820	18.30	1.50
Operador de planta	hr	0.0900	23.28	2.10
Ayudante de maquinaria y equipo	hr	0.0280	15.14	0.42
Capataz	hr	1.8000	22.60	40.68
Peón	hr	0.0720	12.50	0.90
SUBTOTAL MANO DE OBRA				64.71
BENEFICIOS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			71.18%	46.06
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO = (% SUBTOTAL M.O. + CARGAS SOCIAL)			14.94%	16.55
TOTAL MANO DE OBRA				127.32
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
Cargador frontal de ruedas	hr	0.0001	422.27	0.04
Compactador rodillo liso autopropulsado	hr	0.0350	301.36	10.55
Volqueta ≥ 12 m ³	hr	0.0010	223.06	0.22
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA)			5,00 %	6.37
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				17.18
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES = % DE (1+2+3)			15.50%	40.94
TOTAL GASTOS GENERALES				40.94
5.- UTILIDAD				
UTILIDADES = % (de 1+2+3+4)			10.00%	30.51
TOTAL UTILIDAD				30.51
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES = % DE (de 1+2+3+4+5)			3.09%	10.37
TOTAL IMPUESTOS				10.37
TOTAL PRECIO UNITARIO				345.96

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
Proyecto : Carpeta de concreto poroso 20%			Item N°	1
Actividad: Colocado de carpeta		CANTIDAD : 1.00		
Unidad : m ³		MONEDA : Bs		
Tipo de cambio Bs/\$us:				6.91
Descripción	Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1.- MATERIALES				
Grava triturada (grava,gravilla)	m ³	0.6261	162.00	101.43
Cemento	kg	0.1242	145.00	18.01
Agua	lts	0.1852	6.00	1.11
TOTAL MATERIALES				120.55
2.- MANO DE OBRA				
Chofer de volqueta	hr	0.0012	16.44	0.02
Operador de equipo pesado	hr	0.8201	23.28	19.09
Operador de equipo compactador rodillo liso	hr	0.0820	18.30	1.50
Operador de planta	hr	0.0900	23.28	2.10
Ayudante de maquinaria y equipo	hr	0.0280	15.14	0.42
Capataz	hr	1.8000	22.60	40.68
Peón	hr	0.0720	12.50	0.90
SUBTOTAL MANO DE OBRA				64.71
BENEFICIOS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			71.18%	46.06
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO = (% SUBTOTAL M.O. + CARGAS SOCIAL)			14.94%	16.55
TOTAL MANO DE OBRA				127.32
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
Cargador frontal de ruedas	hr	0.0001	422.27	0.04
Compactador rodillo liso autopropulsado	hr	0.0350	301.36	10.55
Volqueta ≥ 12 m ³	hr	0.0010	223.06	0.22
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA)			5,00 %	6.37
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				17.18
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES = % DE (1+2+3)			15.50%	41.08
TOTAL GASTOS GENERALES				41.08
5.- UTILIDAD				
UTILIDADES = % (de 1+2+3+4)			10.00%	30.61
TOTAL UTILIDAD				30.61
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES = % DE (de 1+2+3+4+5)			3.09%	10.41
TOTAL IMPUESTOS				10.41
TOTAL PRECIO UNITARIO				347.15

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
Proyecto : Carpeta de concreto poroso 22,5%			Item N°	1
Actividad: Colocado de carpeta		CANTIDAD :	1.00	
Unidad : m ³		MONEDA :	Bs	
Tipo de cambio Bs/\$us:				6.91
Descripción	Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1.- MATERIALES				
Grava triturada (grava,gravilla)	m ³	0.6398	162.00	103.64
Cemento	kg	0.1159	145.00	16.81
Agua	lts	0.1752	6.00	1.05
TOTAL MATERIALES				121.50
2.- MANO DE OBRA				
Chofer de volqueta	hr	0.0012	16.44	0.02
Operador de equipo pesado	hr	0.8201	23.28	19.09
Operador de equipo compactador rodillo liso	hr	0.0820	18.30	1.50
Operador de planta	hr	0.0900	23.28	2.10
Ayudante de maquinaria y equipo	hr	0.0280	15.14	0.42
Capataz	hr	1.8000	22.60	40.68
Peón	hr	0.0720	12.50	0.90
SUBTOTAL MANO DE OBRA				64.71
BENEFICIOS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			71.18%	46.06
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO = (% SUBTOTAL M.O. + CARGAS SOCIAL)			14.94%	16.55
TOTAL MANO DE OBRA				127.32
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
Cargador frontal de ruedas	hr	0.0001	422.27	0.04
Compactador rodillo liso autopropulsado	hr	0.0350	301.36	10.55
Volqueta ≥ 12 m ³	hr	0.0010	223.06	0.22
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA)			5,00 %	6.37
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				17.18
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES = % DE (1+2+3)			15.50%	41.23
TOTAL GASTOS GENERALES				41.23
5.- UTILIDAD				
UTILIDADES = % (de 1+2+3+4)			10.00%	30.72
TOTAL UTILIDAD				30.72
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES = % DE (de 1+2+3+4+5)			3.09%	10.44
TOTAL IMPUESTOS				10.44
TOTAL PRECIO UNITARIO				348.39

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto : Carpeta de concreto poroso 25%				Item N°	1
Actividad: Colocado de carpeta			CANTIDAD :	1.00	
Unidad : m ³			MONEDA :	Bs	
				Tipo de cambio Bs/\$us:	6.91
Descripción	Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total	
1.- MATERIALES					
Grava triturada (grava,gravilla)	m ³	0.6614	162.00	107.15	
Cemento	kr	0.1027	145.00	14.89	
Agua	lts	0.1594	6.00	0.96	
				TOTAL MATERIALES	123.00
2.- MANO DE OBRA					
Chofer de volqueta	hr	0.0012	16.44	0.02	
Operador de equipo pesado	hr	0.8201	23.28	19.09	
Operador de equipo compactador rodillo liso	hr	0.0820	18.30	1.50	
Operador de planta	hr	0.0900	23.28	2.10	
Ayudante de maquinaria y equipo	hr	0.0280	15.14	0.42	
Capataz	hr	1.8000	22.60	40.68	
Peón	hr	0.0720	12.50	0.90	
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	64.71
BENEFICIOS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			71.18%	46.06	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO = (% SUBTOTAL M.O. + CARGAS SOCIAL)			14.94%	16.55	
				TOTAL MANO DE OBRA	127.32
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Cargador frontal de ruedas	hr	0.0001	422.27	0.04	
Compactador rodillo liso autopropulsado	hr	0.0350	301.36	10.55	
Volqueta ≥ 12 m ³	hr	0.0010	223.06	0.22	
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA)			5,00 %	6.37	
				TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	17.18
4.- GASTOS GENERALES					
GASTOS GENERALES = % DE (1+2+3)			15.50%	41.46	
				TOTAL GASTOS GENERALES	41.46
5.- UTILIDAD					
UTILIDADES = % (de 1+2+3+4)			10.00%	30.90	
				TOTAL UTILIDAD	30.90
6.- IMPUESTOS					
IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES = % DE (de 1+2+3+4+5)			3.09%	10.50	
				TOTAL IMPUESTOS	10.50
				TOTAL PRECIO UNITARIO	350.36

ANEXO 4
FOTOGRAFÍAS

En la caracterización de los agregados pétreos se realizó los siguientes ensayos en el laboratorio.

Extracción de materiales de la chancadora Charajas:

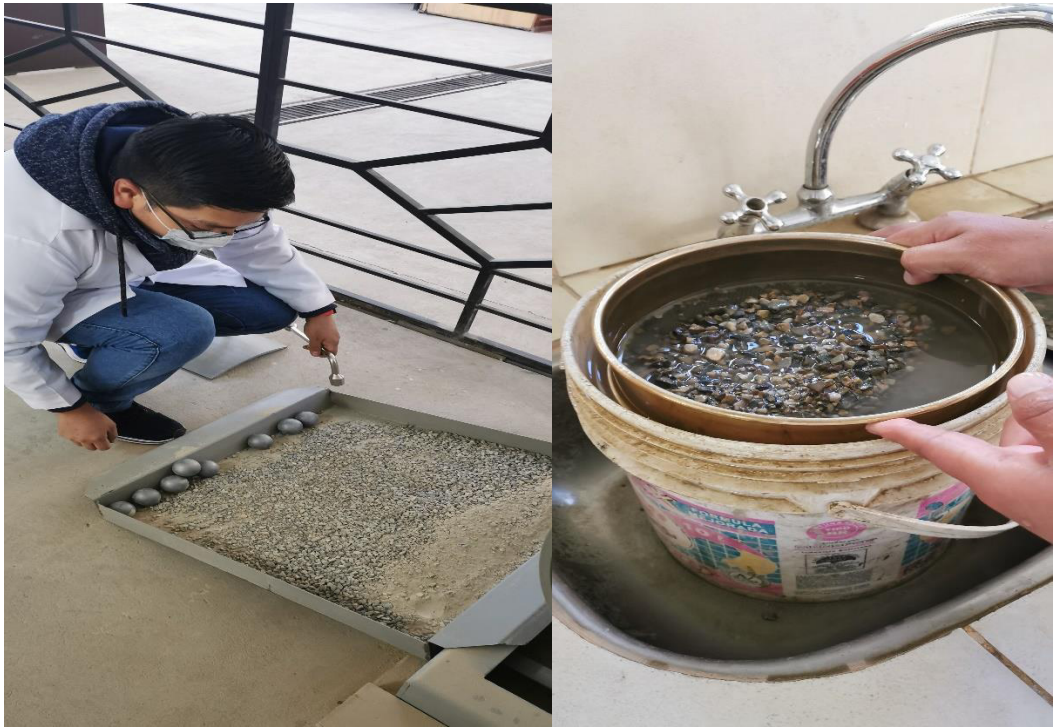


Realización del ensayo de granulometría del agregado grueso y fino:





Realización del ensayo de desgaste máquina de los Ángeles:



Realización del ensayo de peso específico en el agregado grueso:



Realización del ensayo de peso específico en el agregado fino:



Realización del ensayo de equivalente de arena:



Realización del peso unitario del agregado grueso:



Realización del peso unitario del agregado fino:



DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO POROSO

Pesaje de los materiales para la preparación de la mezcla



Mezcla de los agregados pétreos con el cemento hidráulico



Ensayo cono de Abrams y vaciado en los moldes cilíndricos y vigas





Desenfofrado de las probetas cilíndricas y las vigas



Pesaje de las vigas y cilindros



Rotura de las probetas cilíndricas a compresión y las vigas a flexión



Medición de la permeabilidad

