

ANT.: Res. Ex. N° 6/Rol N° D-036-2016,
de 14 de marzo de 2017.

REF.: Expediente Sancionatorio Rol N°
D-036-2016.

MAT.: Acompaña documento.

Santiago, 24 de marzo de 2017



Señora
Maura Torres Cepeda
Fiscal Instructora de la División de Sanción y Cumplimiento
Superintendencia del Medio Ambiente
Presente

Por medio de la presente, **Cecilia Urbina Benavides**, en representación de **Sociedad Pétreos S.A.**, ambos domiciliados para estos efectos en calle Badajoz N° 45, oficina N° 801-b, Comuna de Las Condes, Región Metropolitana, en procedimiento sancionatorio Rol N° D-036-2016 y en conformidad a lo establecido en el artículo 17 f) y 35 de la Ley N° 19.880, que Establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado, y del artículo 50 de la Ley N° 20.417 Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, y teniendo presente lo indicado en el Considerando N° 8 de la Res. Ex. N° 6/Rol D-036-2016, por el que se insta a Sociedad Pétreos S.A. a acreditar los hechos alegados en sus descargos acompañando derechamente los instrumentos que sustentan sus alegaciones, se acompaña en este acto el Informe "**Evaluación comparativa de densidades de material pétreo, Río Aconcagua, Sociedad Pétreos S.A.**", elaborado por **IDIAM (Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructura y Materiales)**, de la **Universidad de Chile**.

El citado Informe analiza las diferencias entre la densidad del material dispuesto en terreno (densidad in situ) y la densidad del material extraído (densidad sobre camión) desde el Río Aconcagua, la que se encuentra entre un 15 y un 22%, lo que equivale a un factor de esponjamiento de entre 1,17 y 1,28.

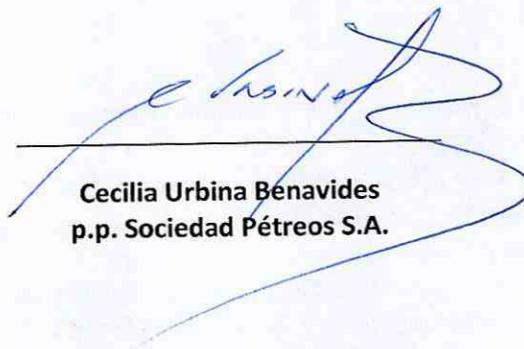
Lo anterior resulta esencial para determinar la cantidad exacta de material extraído desde el Río Aconcagua pues dado el tenor expreso del art. 3, letra i.5.2 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 40/2012, del Ministerio del Medio Ambiente), el límite de ingreso de esta actividad está determinada por la cantidad a extraer de material de un cuerpo o curso de agua, medido en metros cúbicos, no pudiendo incluirse el volumen adicional que se produce con posterioridad a la extracción.

Así, se logra acreditar que, tal como se ha señalado en los descargos presentados, el umbral de ingreso al SEIA no puede ni debe ser evaluado en base al volumen extraído transportado (o esponjado), pues primero debe realizarse la debida corrección por esponjamiento del material (criterio conocido técnicamente, y aplicado por la autoridad ambiental en la evaluación de impacto ambiental de los proyectos de extracción de áridos).

Dado lo anterior, Sociedad Pétreos no ha debido contar con resolución de calificación ambiental favorable para ejecutar las faenas de extracción de áridos objeto de este procedimiento dado que lo efectivamente extraído no ha superado los límites impuestos por el Reglamento para que se considere como una actividad de extracción de áridos de dimensiones industriales.

POR TANTO, solicito a Ud. se sirva tener por presentado el informe antes individualizado, así como tener presente las consideraciones efectuadas respecto de ello, para todos los efectos legales que correspondan.

Sin otro particular se despide atentamente,



Cecilia Urbina Benavides
p.p. Sociedad Pétreos S.A.

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE
DENSIDADES DE MATERIAL PÉTREO

RÍO ACONCAGUA

SOCIEDAD PÉTREOS S.A.



ididem

Investigación, Desarrollo
e Innovación de Estructuras
y Materiales

División Hormigones Ingeniería

Sección Hormigones Ingeniería

Ejemplar N° 01	N° Páginas 20	Revisión N° 1
Informe N° 1.190.579	Ref.: SHI.2017.C-016	
NOMBRE		FECHA
Elaborado por:	Pablo Sandoval B.	23-03-2017
Revisado por:	Jacques Bornand A. David Silva S.	24-03-2017
Aprobado por:	Fernando Yáñez U.	24-03-2017
Destinatario:	Jesús Rodríguez M.	24-03-2017

CONTENIDO

1.	ALCANCE	3
2.	ANTECEDENTES	3
3.	INTRODUCCIÓN	3
4.	METODOLOGÍA	4
4.1.	Revisión de antecedentes	4
4.2.	Prospección con calicatas	4
4.3.	Evaluación comparativa de las densidades in situ y sobre camión	4
4.4.	Ensayos de caracterización del material extraído	4
5.	REVISIÓN DE ANTECEDENTES	5
6.	PROSPECCIÓN CON CALICATAS	7
6.1.	Ubicación de las calicatas prospectadas	7
6.2.	Metodología de prospección	7
6.3.	Estratigrafía de las calicatas	10
7.	EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS DENSIDADES IN SITU Y SOBRE CAMIÓN	13
7.1.	Determinación de la densidad sobre camión	13
7.2.	Determinación de la densidad in situ	14
7.3.	Evaluación comparativa de densidades in situ y sobre camión	16
8.	ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL EXTRAÍDO	17
8.1.	Ensayos en terreno	17
8.1.1.	Macro granulometría	17
8.2.	Ensayos en laboratorio	19
9.	CONCLUSIÓN	20

1. ALCANCE

A petición de la empresa Sociedad Pétreos S.A., por intermedio del Sr. Jesús Rodríguez M., se realizó una evaluación comparativa de densidades de material pétreo extraído en el río Aconcagua, comuna de Limache, V Región.

El objetivo del trabajo fue cuantificar el efecto de esponjamiento de los áridos a partir de una comparación de las densidades del material in situ y del material dispuesto sobre camión, además de realizar ensayos en terreno y en laboratorio para la caracterización general del material extraído.

2. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de este estudio se consultaron los siguientes antecedentes:

1. Grupo Polpaico S.A., "Informe de Control de Calidad de Integrales", archivo digital .XLSX proporcionado por Jesús Rodríguez. Fecha: 15-07-2017.

3. INTRODUCCIÓN

Sociedad Pétreos S.A. extrajo durante los años 2013 y 2016 áridos en ciertas zonas de la ribera del Río Aconcagua, entre los kilómetros 14,5 y 15. Estos áridos fueron utilizados luego de ser procesados en la planta de esta empresa ubicada en las cercanías del río, en la comuna de Limache, V región, a unos 140 km al noroeste de la ciudad de Santiago (ver Figura 3.1).

El material extraído se encuentra dispuesto en bancos que contienen materiales de diversos tamaños, encontrándose desde gravas con tamaño máximo de 8 a 9 pulgadas hasta arenas finas. Dada su condición de depositación natural, este material contiene cierta densidad que está relacionada al tipo, forma, tamaño y distribución de las partículas pétreas, así también a otros factores, como la humedad que presenta el material in situ.

Para la extracción del material, se utilizaron métodos de excavación mecánica con excavadora, mientras que el transporte desde el lugar de obtención a la planta de procesamiento se realizó sobre camiones tolva. Este proceso (excavación, carguío y transporte) modifica la densidad aparente del material extraído, producto del reordenamiento de las partículas.

Dado lo anterior, la empresa Sociedad Pétreos S.A., encargó a IDIEM realizar una evaluación de la densidad del material pétreo de la ribera del río Aconcagua, comparando la densidad del material extraído (sobre camión) con respecto al material en su estado natural.



Figura 3.1: Planta procesadora Río Aconcagua

4. METODOLOGÍA

4.1. Revisión de antecedentes

Se revisaron los antecedentes que se tuvieron a la vista, relacionados con el control del material extraído por la empresa en la ribera del río Aconcagua. En particular, se revisó el registro del control granulométrico proporcionado por el solicitante, de muestras extraídas en distintos sectores de la ribera del río, con los datos obtenidos entre los años 2013 y 2016 (Antecedente N° 1).

4.2. Prospección con calicatas

Se realizaron prospecciones a partir de 3 calicatas excavadas en terreno, con el objetivo de realizar la estratigrafía del material dispuesto, realizar ensayos en terreno y tomar las muestras para ensayos de laboratorio.

4.3. Evaluación comparativa de las densidades in situ y sobre camión

Se realizó una evaluación comparativa de las densidades del material obtenido in situ y del material dispuesto sobre un camión tolva. Por una parte, se realizaron ensayos de macro densidad in situ para determinar la densidad del material dispuesto en el terreno, y por otra, se realizó el pesaje de los camiones cargados con el material extraído en la prospección de las calicatas, de manera de cuantificar la diferencia entre estas densidades del material.

4.4. Ensayos de caracterización del material extraído

Se realizaron tanto ensayos en terreno como en laboratorio a las muestras extraídas, con el objetivo de realizar una caracterización geotécnica básica del material extraído por la empresa.

De esta manera, en terreno se realizó en las calicatas una estratigrafía, granulometría y toma de muestras, para posteriormente determinar las características geotécnicas del material en laboratorio, incluyendo análisis granulométrico, peso específico, índice de plasticidad, entre otros.

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE DENSIDADES DE MATERIAL PÉTREO

5. REVISIÓN DE ANTECEDENTES

Se revisó el control granulométrico histórico del material extraído por la empresa (Antecedente N°1), el cual contiene el registro de 17 análisis granulométricos realizados entre los años 2013 y 2016. Las muestras analizadas en este control, provienen de distintos sectores del río Aconcagua y se encuentran distribuidas en las zonas de extracción de la empresa en la ribera sur de este río.

Los sectores de donde se tomaron las muestras para el control de la granulometría realizado por el solicitante se muestran a continuación.

Tabla 5.1: Lugares de obtención de las muestras del control granulométrico (Antecedente N° 1)

Muestra	Fecha	Lugar de obtención
1	6-feb-13	Integral Módulo 4 acopio de producción planta
2	6-mar-13	Acopio Producción
3	20-mar-13	Acopio Producción
4	27-feb-14	Acopio integral pozo
5	24-jul-14	Integral acopio planta Módulo 4
6	13-may-15	Integral extraído pozo
7	9-jul-15	Integral sector Norte acopio planta
8	10-nov-15	Integral sector norte, extraída de diferentes puntos del acopio
9	13-nov-15	Integral acopio sector Norte
10	29-ene-16	Integral acopio sector Sur
11	3-feb-16	Foster
12	29-feb-16	Foster
13	11-mar-16	Integral acopio sector Sur
14	15-abr-16	Integral acopio sector Sur
15	27-abr-16	Foster
16	19-may-16	Foster
17	4-jul-16	Foster

La Figura 5.1 muestra las curvas granulométricas que fueron confeccionadas en base al registro histórico proporcionado por el mandante. Los registros obtenidos siguen un patrón de curva similar, y el porcentaje de pasada varía levemente entre una curva y otra. En la Tabla 5.2, se muestran los límites de las bandas granulométricas históricas, con su promedio y desviación estándar.

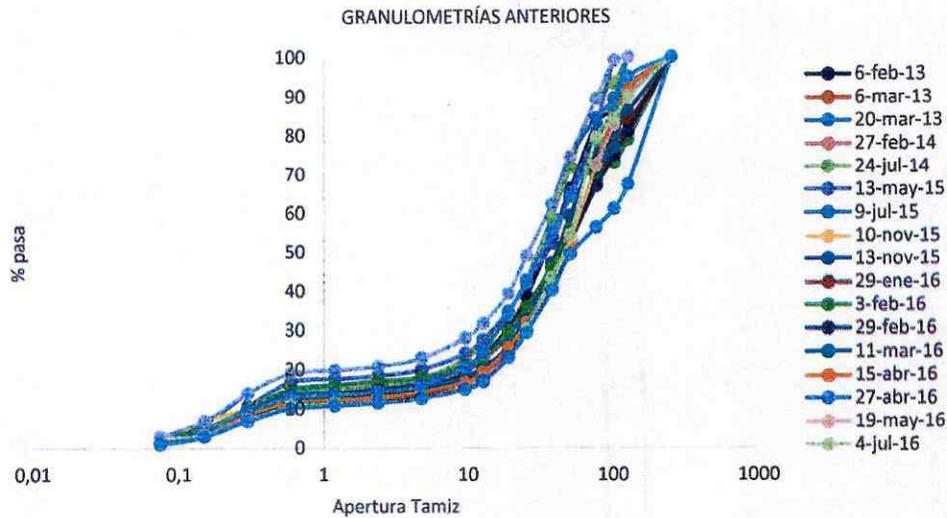


Figura 5.1: Curvas granulométricas históricas (2013-2016) (Obtenida a partir de Antecedente N° 1)

Tabla 5.2: Límites de bandas granulométricas históricas

Tamiz (")	Tamiz ASTM	Mínimo (% que pasa)	Máximo (% que pasa)	Promedio (% que pasa)	Desv Est (% que pasa)
20"	20	100	100	100	0
15"	15	100	100	100	0
10"	10	100	100	100	0
5"	5	67	100	90	9
4"	4	61	99	83	9
3"	3	56	89	75	8
2"	2	49	75	59	7
1 1/2"	1,5	40	62	48	7
1"	1	29	49	36	6
3/4"	0,75	23	39	29	5
1/2"	0,5	17	32	23	4
3/8"	0	15	28	20	3
5	4	13	23	16	3
2,5	8	12	21	15	3
1,25	16	11	20	14	3
0,63	30	10	19	13	2
0,32	50	7	14	9	2
0,160	100	3	7	4	1
0,080	200	1	3	2	1

Lo anterior permite visualizar que el material presente en la zona de extracción correspondería a un mismo tipo de material pétreo y no presenta variaciones significativas en los distintos puntos de donde se realizan las extracciones en términos granulométricos.

6. PROSPECCIÓN CON CALICATAS

Se realizaron prospecciones de 3 calicatas a lo largo de un área de extracción de material pétreo espaciadas en aproximadamente 70 m entre sí. La zona de prospección con calicatas se encuentra aproximadamente a 7,5 km al oriente de la planta procesadora, aguas arriba del río Aconcagua (ver Figura 6.1).



Figura 6.1: Ubicación de calicatas y planta procesadora

6.1. Ubicación de las calicatas prospectadas

La ubicación de las calicatas prospectadas se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 6.1: Coordenadas geográficas de las calicatas prospectadas

Calicata	Latitud (grados, minutos, segundos)	Longitud (grados, minutos, segundos)
C-1	32° 55' 32.102" S	71° 21' 28.533" O
C-2	32° 55' 33.046" S	71° 21' 26.099" O
C-3	32° 55' 31.116" S	71° 21' 30.747" O



Figura 6.2: Ubicación de calicatas

6.2. Metodología de prospección

La metodología de prospección se presenta a continuación.

1) Escarpe del terreno

Se realizó una limpieza superficial del terreno, de manera de eliminar posibles contaminaciones (basura, ramas, plantas, etc.) u otros materiales que no representen el material que se encuentra depositado (material pétreo meteorizado, con menor presencia de finos, alteraciones, etc.). Lo anterior se realizó hasta una profundidad aproximada de 20 cm.

2) Excavación de las calicatas

Una vez realizada la limpieza superficial se ejecutó la excavación de las calicatas. Las dimensiones de éstas fueron aproximadamente 3,5 m de ancho x 6,0 m de largo x 2,0 m de profundidad. La profundidad de excavación consideró la profundidad máxima de extracción de acuerdo a lo indicado por el solicitante. En la excavación de la calicata se dejó una meseta en aproximadamente la mitad de la profundidad de excavación, con el objetivo de realizar los ensayos de densidad in situ, y que estos resultados representen la condición de compactación del material en estado natural (ver Figura 6.4).



Figura 6.3: Excavación calicata y carguío de camión

Un esquema de la forma tipo de las calcatas prospectadas se muestra a continuación:

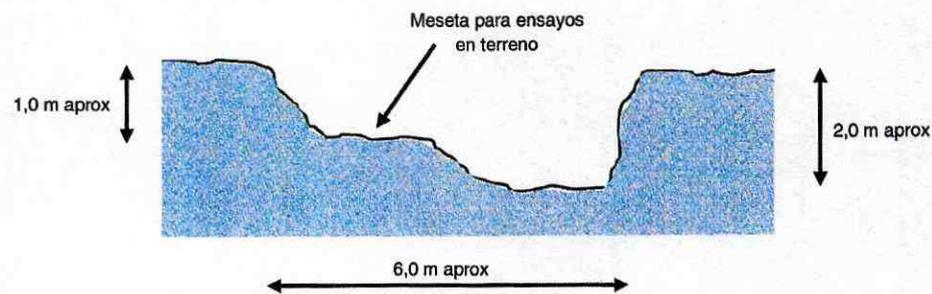


Figura 6.4: Perfil de excavación de las calcatas prospectadas



Figura 6.5: Calcata excavada

6.3. Estratigrafía de las calicatas

A continuación se presenta la estratigrafía de cada calicata prospectada con su respectiva fotografía.

Tabla 6.2: estratigrafía calicata C-1

Calicata C-1			
Horizonte	Cotas (m) - (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
H-1	0,00 - 2,20	2,20	Grava arenosa color gris, graduación uniforme, estructura homogénea, humedad media, compacidad media a alta, contiene algunas raicillas. Gravas de cantos redondeados y sub redondeados, tamaño máximo 9".
* No se detecta presencia de nivel freático a las fechas prospectadas (31 de enero del 2017)			

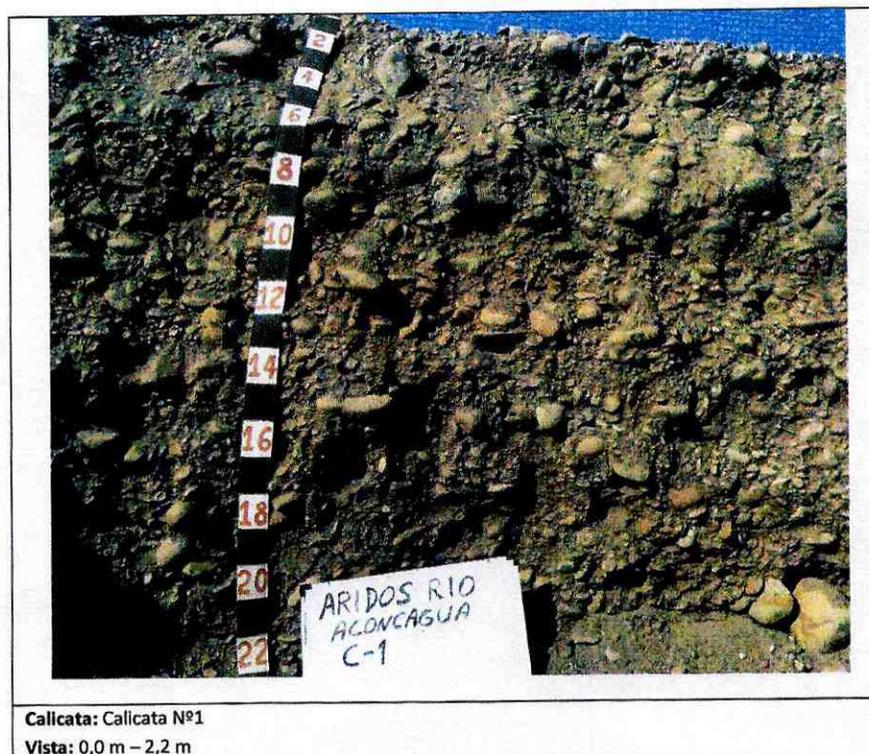


Figura 6.7: Registro fotográfico de calicata C-1

Tabla 6.3: estratigrafía calicata C-1

Calicata C-2			
Horizonte	Cotas (m) - (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
H-1	0,00 - 2,30	2,30	Grava arenosa color gris, graduación uniforme, estructura homogénea, humedad baja, compacidad media a alta, contiene bastantes raíces. Las gravas de cantos redondeados y sub redondeados, tamaño máximo 9".

* No se detecta presencia de nivel freático a las fechas prospectadas (1 de febrero del 2017)



Calicata: Calicata N°2
Vista: 0,0 m – 2,3 m

Figura 6.8: Registro fotográfico de calicata C-1

Tabla 6.4: estratigrafía calicata C-1

Calicata C-3			
Horizonte	Cotas (m) - (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
H-1	0,00 - 2,30	2,30	Grava arenosa color gris, graduación uniforme, estructura homogénea, humedad media, compacidad media a alta, contiene algunas raíces. Gravas de cantos redondeados y sub redondeados, tamaño máximo 9".

* No se detecta presencia de nivel freático a las fechas prospectadas (1 de febrero del 2017)



Calicata: Calicata N°2
Vista: 0,0 m – 2,3 m

Figura 6.9: Registro fotográfico de calicata C-1

A partir de las estratigrafías realizadas en las 3 calicatas, es posible indicar que el material presenta las mismas características en los 3 puntos de prospección. En efecto, sólo se distingue 1 horizonte en los 3 puntos prospectados, mientras que las características de forma, tamaño y distribución son equivalentes.

7. EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS DENSIDADES IN SITU Y SOBRE CAMIÓN

7.1. Determinación de la densidad sobre camión

El material extraído en la excavación de las calicatas fue dispuesto sobre un camión por cada calicata prospectada. El método de excavación y carguío fue el que se ejecuta habitualmente en la extracción del material de la ribera del río, según lo indicado por el solicitante.

Una vez cargado el camión, el material fue distribuido manualmente sobre la tolva, enrasando el material con pala, hasta completar el volumen de la tolva cubicado previamente, con el objetivo de completar la totalidad del volumen nominal de la tolva con el material pétreo.



Figura 7.1: Carga de camión con material extraído



Figura 7.2: Material enrasado sobre tolva del camión

Una vez llenado el camión en su totalidad y enrasado el material, éste fue pesado en la romana ubicada en la planta procesadora. Inmediatamente después del pesaje, el camión vació el material pétreo y fue pesado nuevamente. De esta manera, la diferencia de peso corresponde al material cargado.

La operación anterior se repitió para las 3 calicatas prospectadas.

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE DENSIDADES DE MATERIAL PÉTREO

El camión utilizado para esta evaluación, corresponde a un camión marca Truck, placa patente WB 9861, y con una capacidad nominal de 14,190 m³, determinada en terreno por personal de IDIEM mediante cubicación en terreno.

El resultado de los pesajes de los camiones se muestra a continuación:

Tabla 7.1: Pesaje camiones por calicata

Calicata	Peso bruto (camión + material) (ton)	Tara (camión) (ton)	Peso Neto (material) (ton)
C-1	41,140	14,230	26,910
C-2	40,390	14,230	26,160
C-3	42,310	14,190	28,120

Los tickets de pesaje de los camiones pueden ser consultados en el Anexo B de este informe.

De esta manera, es posible obtener la densidad aparente del material dispuesto sobre camión, la cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 7.2: Densidad aparente del material sobre camión

Calicata	Densidad aparente húmeda (ton/m ³)
C-1	1,90
C-2	1,84
C-3	1,98

7.2. Determinación de la densidad in situ

Para la determinación de la densidad in situ del material se realizó una excavación manual en el interior de las calicatas prospectadas. Todo el material extraído fue pesado in situ en la condición de humedad que presentó al momento de ser excavado. El volumen que ocupaba el material extraído fue determinado completando el volumen de la excavación con agua. De esta manera, la densidad en terreno se obtiene como el cociente entre el peso del material extraído y el volumen de éste.



Figura 7.3: Excavación para la determinación de la densidad in situ



Figura 7.4: Determinación del volumen de la excavación

Los resultados de la densidad in situ determinada a partir del peso del material extraído de la excavación y del volumen de ésta, se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 7.3: Densidad in situ del material en estado natural

Calicata	Densidad in situ húmeda (ton/m ³)
C-1	2,33
C-2	2,36
C-3	2,32

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE DENSIDADES DE MATERIAL PÉTREO

7.3. Evaluación comparativa de densidades in situ y sobre camión

A continuación se presenta la comparación entre ambas densidades obtenidas in situ y sobre camión, para las 3 calicatas prospectadas.

Tabla 7.4: Comparación de densidades in situ y sobre camión

Calicata	Densidad aparente húmeda sobre camión (ton/m ³)	Densidad in situ húmeda (ton/m ³)	Diferencia (%)
C-1	1,90	2,33	18
C-2	1,84	2,36	22
C-3	1,98	2,32	15

8. ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL EXTRAÍDO

8.1. Ensayos en terreno

8.1.1. Macro granulometría

A las tres calicatas excavadas se le realizaron ensayos de macro granulometría en terreno al material retenido en la malla de 3 pulgadas, los resultados de éstos se presentan en la Tabla 8.1.

Tabla 8.1: Macro granulometrías de calicatas

Tamaño de partícula [mm]	[%] que pasa		
	Calicata C-1 1,6 [m]	Calicata C-2 1,4 [m]	Calicata C-3 1,5 [m]
254	100	100	100
203,2	100	97	98
152,4	95	94	97
101,6	89	84	89
76,2	83	72	83
63,5	78	63	78
50,8	67	55	74
38,1	56	49	69
25,4	41	39	61
19	36	34	55
9,52	29	24	38
4,76	26	19	30
2	24	18	27
0,84	23	17	25
0,42	17	14	21
0,25	7	8	10
0,11	1	3	2
0,07	1	2	2

Nota: La tabla anterior incluye la granulometría completa del material, considerando la granulometría realizada tanto en terreno como en laboratorio.

La Figura 8.1 muestra las curvas granulométricas de las 3 calicatas contrastadas con las bandas granulométricas máxima y mínima del registro histórico.

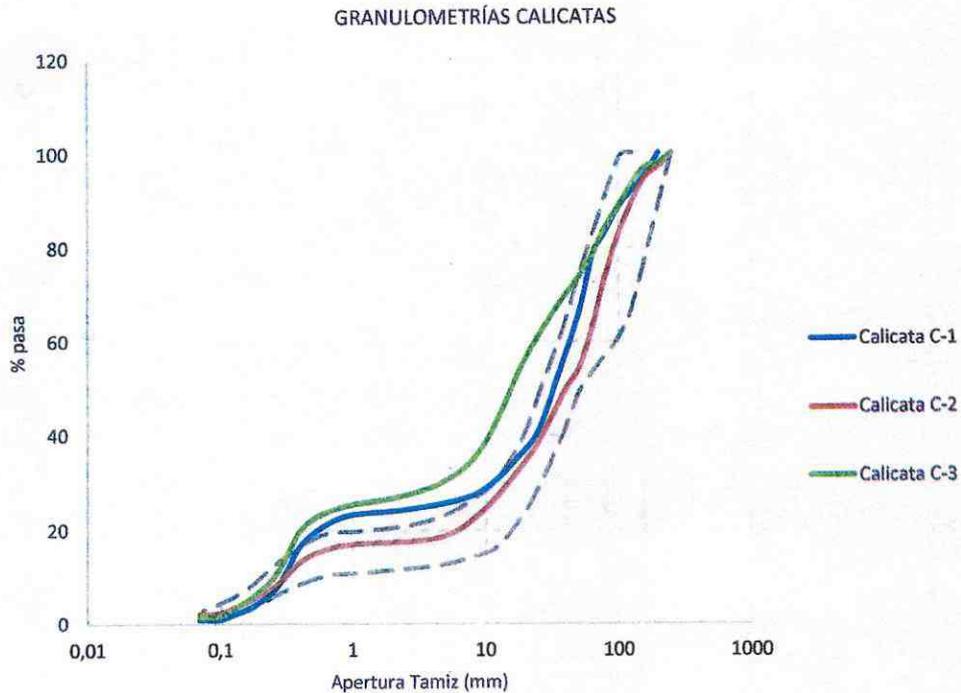


Figura 8.1: Granulometría calicatas y bandas granulométricas

En la Figura 8.1, se muestran las curvas granulométricas de las calicatas prospectadas y su comparación con los límites de las granulometrías históricas revisadas anteriormente. Se observa que las granulometrías de las calicatas C1 y C2 se ajustan a los límites de las bandas. Por otra parte, la granulometría de la calicata C3, se encuentra por sobre los límites, correspondiendo a un árido con mayor contenido de arena.

Lo anterior implica que este material podría tener una mayor densidad aparente suelta, dado el menor grado de esponjamiento que presentan las arenas con respecto a las gravas.

8.2. Ensayos en laboratorio

En la **Tabla 8.2** y **Tabla 8.3** se presentan los resultados de los ensayos en laboratorio realizados al material extraído.

Los resultados de las humedades obtenidas en los lugares donde se determinó la densidad se muestran a continuación:

Tabla 8.2: humedad muestras tamizadas bajo 3"

Muestra	Humedad [%]
C-1 densidad in situ	1,36
C-1 densidad sobre camión	1,67
C-2 densidad in situ	0,80
C-2 densidad sobre camión	0,78
C-3 densidad in situ	1,45
C-3 densidad sobre camión	1,00

De la tabla anterior, se observa que la humedad del material al que se determinó la densidad húmeda in situ y sobre camión son similares para las calicatas prospectadas. Lo anterior permite realizar la evaluación comparativa sin corrección por humedad, considerando la densidad húmeda con el grado de saturación presente en el terreno en la fecha de prospección.

Adicionalmente, los resultados de la clasificación geotécnica realizada al material extraído se muestra a continuación:

Tabla 8.3: clasificación USCS de las muestras de suelo

Muestra	Clasificación USCS	% de finos	Límite Líquido (LL) (*)	Límite Plástico (LP) (*)	Índice de Plasticidad (IP)	Gravedad específica (Gs)
C-1	GP	1,1	-	-	NP	2,82
C-2	GP	3,0	-	-	NP	2,85
C-3	GP	1,9	-	-	NP	2,82

(*) Dada la condición granular del material, no es posible determinar el límite líquido o límite plástico, dado que no presenta plasticidad ni comportamiento como suelo fino.

De la tabla anterior, se tiene que el material excavado corresponde a una "Grava mal graduada, mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos (GP)" según la clasificación USCS. Adicionalmente, se tiene que el suelo no presenta plasticidad, siendo un suelo no arcilloso, y correspondiendo así a un conjunto de materiales pétreos de tamaño y forma estable. Por último, la gravedad específica (equivalente a la densidad real), corresponde a un valor típico para este tipo de material.

9. CONCLUSIÓN

De acuerdo a la evaluación realizada es posible concluir que:

1. Las diferencias entre la densidad del material dispuesto en terreno (densidad in situ) y la densidad del material extraído (densidad sobre camión) para las 3 calicatas evaluadas, se encuentran entre un 15% y un 22% menores a las densidades del material en su estado natural, lo que equivale a un factor de esponjamiento entre 1,17 y 1,28.
2. En la zona de extracción se observó un material homogéneo, en términos granulométricos, a lo largo del tiempo y en los distintos puntos examinados. El material corresponde a un material pétreo de partículas con forma y tamaño estable, sin plasticidad, con 1 horizonte de depositación estratigráfica y granulometrías similares entre sí.



David Silva S.
Jefe División Hormigones Ingeniería

FYU/DSS/LRC/JBA/psb



Fernando Yáñez U.
Director

