



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DESGASTE DE AGREGADOS PÉTREOS, CANTO RODADO Y
TRITURADO DE LA PARTE BAJA DE LA PROVINCIA DE EL ORO Y
GUAYAS.

NIEBLA JAYA MIGUEL ALFONSO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DESGASTE DE AGREGADOS PÉTREOS, CANTO RODADO Y
TRITURADO DE LA PARTE BAJA DE LA PROVINCIA DE EL ORO
Y GUAYAS.

NIEBLA JAYA MIGUEL ALFONSO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DESGASTE DE AGREGADOS PÉTREOS, CANTO RODADO Y TRITURADO DE LA
PARTE BAJA DE LA PROVINCIA DE EL ORO Y GUAYAS.

NIEBLA JAYA MIGUEL ALFONSO
INGENIERO CIVIL

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

MACHALA, 01 DE MARZO DE 2023

MACHALA
01 de marzo de 2023

MIGUEL NIEBLA

por Miguel Niebla

Fecha de entrega: 22-feb-2023 12:08p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2020537560

Nombre del archivo: MIGUEL_NIEBLA.docx (480.56K)

Total de palabras: 1841

Total de caracteres: 9616

MIGUEL NIEBLA

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

documents.mx

Fuente de Internet

1%

2

macaulay.webarchive.hutton.ac.uk

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.upse.edu.ec

Fuente de Internet

1%

4

Leidy Indira Hinestroza Còrdoba. "Aplicación de tecnologías sostenibles para el desarrollo de alimentos nutritivos y saludables dirigidos a mejorar el estado nutricional de la población del departamento del Chocó (Colombia)", Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

<1%

5

dspace.uniss.edu.cu

Fuente de Internet

<1%

6

es.khanacademy.org

Fuente de Internet

<1%

7

louisvuittonoutletellyn.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

8

rraae.cedia.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

9

virtual.umng.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

10

www.tortuga.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, NIEBLA JAYA MIGUEL ALFONSO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DESGASTE DE AGREGADOS PÉTREOS, CANTO RODADO Y TRITURADO DE LA PARTE BAJA DE LA PROVINCIA DE EL ORO Y GUAYAS., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

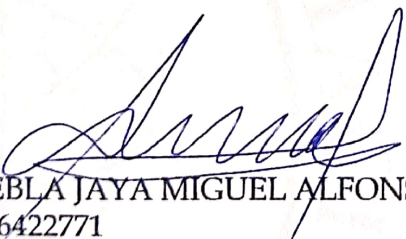
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 01 de marzo de 2023



NIEBLA JAYA MIGUEL ALFONSO
0706422771

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado al forjador de mi camino, por la energía y sabiduría que me brinda día a día para continuar.

A mis padres por ser quienes me han guiado a lo largo de este camino, brindándome siempre consejos y ayuda para los momentos más difíciles. A mis hermanos por estar ahí apoyándome en cada situación y por nunca dejar que me rinda.

A mi familia que de cualquier manera me han brindado su apoyo incondicional y nunca han permitido que decaiga.

A mis verdaderos amigos que siempre han creído en mí y nunca me abandonaron en los momentos más complejos.

Un saludo al cielo para quienes me cuidan desde allá, solo me queda decirles “Lo logré”.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por toda la fuerza, sabiduría y salud que me ha brindado día a día para desarrollar este proceso de ser un profesional.

A mis padres y hermanos, por ser el motor de me impulsaba a continuar en cada momento difícil y que sin duda me brindaban su mano para no decaer en el camino.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, por despertar el espíritu de lucha social que me ha caracterizado durante todo este proceso. Por los grandes desafíos que he tenido a lo largo de esta lucha constante, con el único objetivo de ver una universidad de progreso y encaminada al desarrollo de la región y el país.

RESUMEN

El presente trabajo previo a la obtención del título tiene como objetivo el análisis de los materiales pétreos que podemos encontrar en las canteras de la parte baja de la provincia de El Oro y comparar con una cantera de la Provincia del Guayas, teniendo en consideración que los materiales para su análisis son los agregados gruesos correspondiente a canto rodado y triturado, los cuales se utilizan constantemente para la elaboración de concreto.

Por concerniente se procedió a la toma de muestras de las diferentes canteras que previamente fueron seleccionadas y bajo un adecuado proceso se le aplicaron los ensayos de laboratorio tal como el de control de desgaste en base a la norma NTE INEN 860, con el objetivo de conseguir características de los materiales y manejar un adecuado control de calidad de los materiales que se encuentran a disponibilidad en la provincia.

Se procede a una comparación entres si al obtener los resultados de cada cantera para poder dar evidencia de la calidad de los materiales que constantemente se en encuentran en el mercado constructivo, para esto se requiere que con bases a los estándares de las normas ASTM – C131 y NTE INEN – 872 den cumplimiento a las especificaciones y requerimientos mínimos que estas plantean.

PALABRAS CLAVES:

Materiales pétreos, agregado grueso, abrasión, degradación.

ABSTRACT

The objective of this work prior to obtaining the title is to analyze the stone materials that we can find in the quarries in the lower part of the province of El Oro and to compare them with a quarry in the Province of Guayas, taking into consideration that the Materials for its analysis are the coarse aggregates corresponding to rolled and crushed stones, which are constantly used for the preparation of concrete.

Concerningly, samples were taken from the different quarries that were previously selected and, under an appropriate process, laboratory tests were applied, such as wear control based on the NTE INEN 860 standard, with the aim of achieving characteristics of the materials and manage an adequate quality control of the materials that are available in the province.

A comparison is made between them when obtaining the results of each quarry to be able to give evidence of the quality of the materials that are constantly found in the construction market, for this it is required that based on the standards of the ASTM - C131 and NTE INEN – 872 comply with the specifications and minimum requirements that they pose.

KEYWORDS:

Stone materials, coarse aggregate, abrasion, degradation

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. DEFINICIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO..	10
1.2. OBJETIVOS:	10
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.3. UBICACIÓN.....	11
2. DESARROLLO	12
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	12
2.1.1. AGREGADOS	12
2.1.2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	12
2.1.3. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS	13
2.1.4. ENSAYO DE DESGASTE O ABRASIÓN	13
2.1.5. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE DESGASTE O ABRASIÓN..	13
2.1.6. UTILIZACIÓN DE LOS AGREGADOS EN LA CONSTRUCCIÓN....	15
3. RESULTADOS	16
4. CONCLUSIONES	17
5. RECOMENDACIONES.....	17
BIBLIOGRAFÍA	18
ANEXOS	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Máquina de los Ángeles	13
-----------------------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Canteras seleccionadas para la toma de muestras.....	11
Tabla 2. Requerimientos de tamizado del agregado grueso	12
Tabla 3. Especificación para la carga – Ensayo de abrasión	14
Tabla 4. Gradación de la muestra – Ensayo de abrasión	14
Tabla 5. Cuadro general de resultados.....	16
Tabla 6. Desgaste de los agregados gruesos	19

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Toma de muestras en las canteras	20
Anexo 2. Ensayo de desgaste	21

1. INTRODUCCIÓN

Desde las civilizaciones más remotas la ingeniería civil ha venido jugando un papel importante en el desarrollo de las sociedades. Siendo un pilar fundamental en cada siglo que ha transcurrido, dejando nuevas técnicas o metodologías de trabajo con el pasar del tiempo. Siendo así una de las ciencias que mayor evolución ha tenido constantemente.

El enfoque principal de esta investigación es el análisis de los materiales pétreos tales como el agregado grueso, materia prima necesaria para la creación de concreto y fundición de edificaciones. La provincia de El Oro por su riqueza natural tiene a disposición diferentes canteras las cuales se encargan de extraer y generar materiales pétreos, sin embargo, por la diferencia de su extracción hay canteras que lo hacen de ríos o lechos naturales y otras que lo hacen por medio de la explotación del suelo y subsuelo.

Las industrias que ejecutan esta actividad usan piedras, gravas, arenas y otros materiales provenientes de ríos y canteras que en la mayoría estos agregados son expuestos a un proceso de trituración con el objetivo de comercializarlos como materia prima para la producción de concreto y asfalto, así como también para la producción de bases y sub-bases para la construcción de vías. [1]

Entre los agregados pétreos como la arena y la grava, vemos como estos son ampliamente utilizados en los diferentes procesos constructivos, ya que tienen varias aplicaciones en el campo de la ingeniería y la infraestructura. Ante la industrialización y el desarrollo constante de la sociedad, la demanda de los agregados ha aumentado exponencialmente en los últimos años. [2]

Sin embargo, la constante extracción de este recurso tiene como resultado varias problemáticas con respecto al medio ambiente. Durante el procedimiento de extracción se retira la capa vegetal para encontrar la roca madre, proceso que interviene y afecta considerablemente los flujos del agua en el subsuelo y como consecuencias se visibilizan problemas de erosión. [3]

Teniendo en consideración que los agregados pétreos cumplen un rol fundamental en cada proceso constructivo, surge la responsabilidad de que estos se encuentren enmarcados dentro de lo permitido según las normas nacionales e internacionales.

1.1. DEFINICIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

Los materiales pétreos en general tienen un uso frecuente en las diferentes actividades de la ingeniería civil, específicamente en el área constructiva. La zona de influencia de estas canteras es amplia y abarca a varios sectores de la provincia de El Oro.

El agregado grueso como canto rodado y triturado son elementos de vital importancia en concretos hidráulicos y en otras actividades, por lo cual se necesita realizar constantemente ensayos que certifiquen la calidad de las propiedades físicas y mecánicas.

El ensayo de abrasión o de desgaste tiene como principal objetivo hallar el porcentaje que la masa inicial de un material ha perdido, definiendo así la calidad del material para determinar si es apto o no para su uso.

Los agregados pétreos tienen una influencia muy grande en lo que corresponde a la calidad del hormigón, al igual que el tipo cemento que se elija, tomando en cuenta siempre las características y factores como lo es el módulo de finura para el agregado fino y el porcentaje de abrasión para el agregado grueso conocido como desgaste. [4]

Para determinar la clasificación de los agregados estos deben ser expuestos a un proceso de tamizado y se definen en agregados finos y agregados gruesos. Teniendo de referencia el tamiz número cuatro, equivalente a 4,76 mm, todo aquel material que pasa este tamiz es considerado agregado fino, y aquel material que se retiene es denominado agregado grueso. [5]

1.2. OBJETIVOS:

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar las propiedades mecánicas de los agregados pétreos de las canteras referentes en la parte baja de la provincia de El Oro, así como su similar más cercano de la provincia del Guayas para comparar sus características entre sí.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar los ensayos en laboratorio de desgaste del agregado grueso, tales como canto rodado y triturado, teniendo como referencia las normas NTE INEN 860.
- Plantear las comparativas adecuadas entre canteras, señalando las especificaciones técnicas máximas y mínimas.

1.3. UBICACIÓN

En el presente estudio se realizaron la selección de 3 canteras, 2 principales de la parte baja de la provincia de El Oro y la más cercana ubicada en Tenguel, Provincia del Guayas.

Tabla 1. Canteras seleccionadas para la toma de muestras

UBICACIONES DE LAS CANTERAS		
NOMBRE	UBICACIÓN	MATERIALES
BELTRÁN	La Avanzada, Santa Rosa	Canto Rodado: NO STOCK
		Triturado: 1" – 3/4" – 3/8"
TUCO LEÓN	Pasaje	Canto Rodado: NO STOCK
		Triturado: 1" – 3/4" – 3/8"
VENPETROS	Tenguel, Guayaquil	Canto Rodado: 1" – 3/4" – 3/8"
		Triturado: NO STOCK

Fuente: El Autor

2. DESARROLLO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. AGREGADOS

Los agregados pétreos a bien convenir se debe realizar un estudio de origen y naturaleza, considerando que todas las partículas son provenientes de una masa mayor que a su vez pudo haberse fragmentado bajo condiciones naturales o mecánicas, y que en su gran mayoría las características dependerán de la roca madre. [6]

2.1.2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Entre las propiedades físicas de los agregados podemos observar: la porosidad, la resistencia, la absorción, la adherencia, la densidad y las formas y texturas de las partículas, etc. Al igual que lo mencionado anteriormente que también el tamaño es un indicador para su clasificación. [7]

Adicionalmente los agregados deberán cumplir con una gradación específica.

Tabla 2. Requerimientos de tamizado del agregado grueso

Número de tamaño	Tamaño nominal (Tamices con aberturas cuadradas) (mm)	Porcentaje acumulado en masa que debe pasar cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas)													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	300 µm
1	de 90 a 37,5	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
2	de 63 a 37,5	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
3	de 50 a 25,0	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
357	de 50 a 4,75	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---	---
4	de 37,5 a 19,0	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---
467	de 37,5 a 4,75	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---
5	de 25,0 a 12,5	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	---
56	de 25,0 a 9,5	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	---
57	de 25,0 a 4,75	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---	---
6	de 19,0 a 9,5	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	---
67	de 19,0 a 4,75	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	de 12,5 a 4,75	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---
8	de 9,5 a 2,36	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	---
89	de 9,5 a 1,18	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 ^A	de 4,75 a 1,18	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

^A Al árido con número de tamaño 9, se lo define en la NTE INEN 694 como árido fino. Se lo incluye como árido grueso cuando está combinado con un material con número de tamaño 8 para crear el número de tamaño 89, que es árido grueso según se define en la NTE INEN 694.

Fuente: ASTM C33

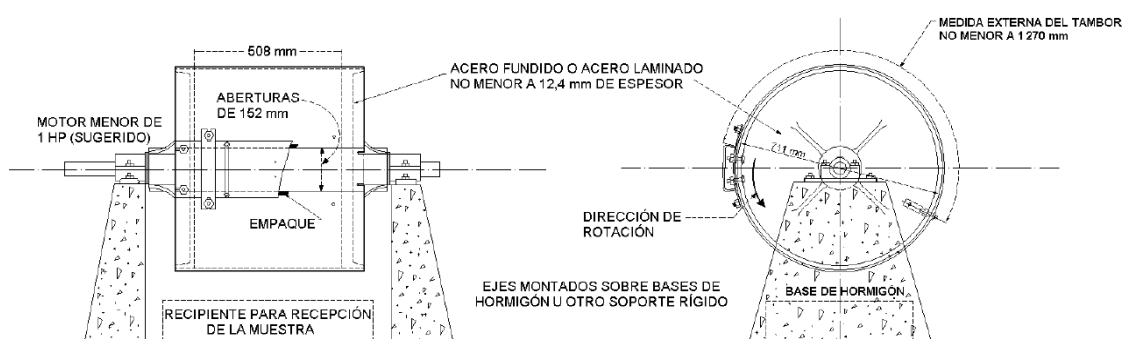
2.1.3. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

La resistencia mecánica en rocas no labradas la aplicación del ensayo ASTM 5731 es un excelente indicador para determinar la resistencia a la compresión, lo cual nos permite clasificar las rocas y especificar su uso adecuado. [8]

2.1.4. ENSAYO DE DESGASTE O ABRASIÓN

El ensayo de abrasión o ensayo de desgaste de los agregados, se emplea para determinar el porcentaje de desgaste que tiene el material. Principalmente el ensayo trata de colocar en un cilindro que rota las cargas de acero y el material pétreo, haciendo girar el cilindro por un tiempo específico. Luego se procede a pesar el material retenido en el tamiz número 12 y mediante una fórmula establecida se calcula el desgaste sufrido, el cual no deberá mostrar una pérdida mayor al 50%. [9]

Figura 1. Máquina de los Ángeles



Fuente: NTE INEN 860

2.1.5. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE DESGASTE O ABRASIÓN

EQUIPOS Y MATERIALES:

- Muestra del material según gradación
- Máquina de los Ángeles
- Balanzas con sensibilidad de 0.1%
- Bandejas metálicas para las muestras
- Tamiz #12
- Carga (12 esferas de acero)

PROCEDIMIENTO:

- Colocar la muestra y la carga para el ensayo en la máquina de Los Ángeles.
- Configurar la máquina de Los Ángeles para que realice 500 revoluciones a una velocidad entre 30 r/min y 33 r/min.
- Descargar el material de la máquina, excluyendo las esferas de acero.
- Separar la muestra mediante el tamiz #12 y calcular el porcentaje de desgaste.
- El material retenido en el tamiz #12 debe ser lavado y secado en el horno a una temperatura comprendida entre 105 °C y 110 °C.

Tabla 3. Especificación para la carga – Ensayo de abrasión

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: NTE INEN 860

Tabla 4. Gradación de la muestra – Ensayo de abrasión

Tamaño de las aberturas de tamiz (mm) (aberturas cuadradas)		Masa por tamaños indicada (g)			
Pasante de	Retenido en	Gradación			
		A	B	C	D
37,5	25,0	1 250 ± 25	---	---	---
25,0	19,0	1 250 ± 25	---	---	---
19,0	12,5	1 250 ± 10	2 500 ± 10	---	---
12,5	9,5	1 250 ± 10	2 500 ± 10	---	---
9,5	6,3	---	---	2 500 ± 10	---
6,3	4,75	---	---	2 500 ± 10	---
4,75	2,36	---	---	---	5 000 ± 10
	Total	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Fuente: NTE INEN 860

CÁLCULOS:

Para el cálculo del porcentaje de desgaste aplicamos la siguiente fórmula según lo indica la norma NTE INEN 860:

$$D = \frac{B - C}{B} \times 100$$

Donde:

D = valor de la degradación, en porcentaje

B = masa inicial de la muestra de ensayo

C = masa de la muestra retenida en el tamiz de 1.70 mm, después del ensayo

2.1.6. UTILIZACIÓN DE LOS AGREGADOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Los materiales pétreos son sin duda un fundamental componente para el concreto hidráulico, el concreto asfáltico y de las bases granulares. Posee características indispensables para el objetivo de los procesos constructivos, teniendo en consideración que este siempre o en su mayoría ocupa entre el 70% y 80% del volumen de la mezcla. Por eso se debería realizar una óptima explotación para preservar calidad del material y ser más cuidadoso con el medio ambiente. [10]

3. RESULTADOS

3.1. RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABRASIÓN

Tabla 5. Cuadro general de resultados

ENSAYO DE DESGASTE			
Diámetro	Canteras		
	Tuco León	Beltrán	Venpetros
Canto Rodado			
1"	x	x	14.28 %
3/4"	x	x	13.86 %
3/8"	x	x	13.88 %
Triturado			
1"	12.26 %	16.96 %	x
3/4"	14.94 %	20.38 %	x
3/8"	31.02 %	35.52 %	x

4. CONCLUSIONES

- Luego de los análisis correspondientes se puede concluir que con respecto al canto rodado al tener un solo referente como la Cantera Venpetros se ha obtenido los resultados correspondientes que cumplen la normativa y son aptos para cualquier proceso constructivo. Con referencia al triturado podemos observar que la Cantera denominada Tuco León obtuvo los porcentajes de desgaste más bajos en comparación a la de Beltrán. Sin embargo ambas cumplen con la normativa y sus valores se encuentran enmarcados por debajo del porcentaje de desgaste máximo.
- Al tener cumplimiento a las normativas ASTM C- 33 y NTE INEN 872 donde indica que el porcentaje de desgaste no deberá ser mayor al 50%, el material se lo considera idóneo para su uso y aplicación.

5. RECOMENDACIONES



- Tener en consideración la pureza de las muestras e impedir que estas se encuentran afectadas por algún contaminante que pueda alterar los resultados de los ensayos, así mismo verificar el origen de los materiales para adjudicar un comentario optimo acerca de su resultado.
- Optimizar los procesos que corresponden a los ensayos, mediante la utilización de los equipos adecuados y pertinentes acorde al estudio o investigación que se esté realizando.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. A. R. Godoy and M. F. P. Hernández, “Agregados pétreos en Colombia: ¿una industria que crea valor?,” *REVISTA TENDENCIAS*, vol. 19, no. 2, pp. 22–44, 2018.
- [2] M. V. Podimata and P. C. Yannopoulos, “A conceptual approach to model sand-gravel extraction from rivers based on a game theory perspective,” *J. Environ. Planning Manage.*, vol. 59, no. 1, pp. 120–141, 2016.
- [3] A. V. Hernandez, L. F. B. Botero, and y. D. C. Arango, “Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional,” *Ingeniería y Ciencia*, vol. 11, pp. 197–220, 2015.
- [4] J. Santamaría, B. Adame, and C. Bermeo, “Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen,” *Novasinergia*, vol. 4, no. 1, pp. 91–101, Jun. 2021.
- [5] O. P. León, A. C. Porras, and Y. L. V. Castiblanco, “EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO OBTENIDO DE AGREGADOS NATURALES Y RECICLADOS,” *Tecnura*, vol. 21, no. 53, pp. 96–106, Jul. 2017.
- [6] O. J. Reyes-Ortiz, J. F. Camacho-Tauta, and A. Londoño León, “Caracterización mecánica de mezclas asfálticas en función del origen y gradación del agregado pétreo,” *Revista Científica General José María Córdova*, vol. 11, no. 12, pp. 215–232, 2013.
- [7] J. L. Chan Yam, R. Solís Carcaño, and É. I. Moreno, “Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto,” *Ingeniería*, vol. 7, no. 2, pp. 39–46, 2003.
- [8] M. Navarrete *et al.*, “Caracterización de propiedades físico-mecánicas de rocas ígneas utilizadas en obras de infraestructura,” *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, vol. 3, no. 2, pp. 133–143, 2013.
- [9] R. A. S. G. J. R. Luna Aroche, “Aggregate quality studies for concrete (in Guatemala). Applying ASTM C-33, C-131, C-295 and C-289 | [Estudios de calidad de agregados para concreto (en Guatemala), aplicando las normas ASTM C-33, C-131, C-295 y C-289],” *Boletín Geológico y Minero*, vol. 117, pp. 687–694, 2006.
- [10] M. P. León and F. Ramírez, “Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes,” *Rev. ing. constr.*, vol. 25, no. 2, pp. 215–240, 2010.

ANEXOS

Tabla 6. Desgaste de los agregados gruesos

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE DISEÑO DE HORMIGONES </div>  </div>				
ENSAYO DE ABRASIÓN DE MATERIAL PÉTREO GRUESO				
Cantera:	BELTRÁN - SANTA ROSA		Material:	TRITURADO
DIAMETRO	PESO INICIAL DE LA MUESTRA (g)	PESO FINAL DE LA MUESTRA (g)	RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12 (g)	VALOR DE LA DEGRADACIÓN (%)
1 pulgada	5000	5000	4152	16,96%
3/4 pulgada	5000	5000	3981	20,38%
3/8 pulgada	5000	5000	3224	35,52%
Cantera:	VENPETROS - TENGUEL		Material:	CANTO RODADO
DIAMETRO	PESO INICIAL DE LA MUESTRA	PESO FINAL DE LA MUESTRA	RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12	VALOR DE LA DEGRADACIÓN
1 pulgada	2500	2500	2143	14,28%
3/4 pulgada	5000	5000	4307	13,86%
3/8 pulgada	2500	2500	2153	13,88%
Cantera:	TUCO LEÓN - PASAJE		Material:	TRITURADO
DIAMETRO	PESO INICIAL DE LA MUESTRA	PESO FINAL DE LA MUESTRA	RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12	VALOR DE LA DEGRADACIÓN
1 pulgada	5000	5000	4387	12,26%
3/4 pulgada	5000	5000	4253	14,94%
3/8 pulgada	5000	5000	3449	31,02%

Fuente: El Autor

Anexo 1. Toma de muestras en las canteras



Cantera Vanpetros



Cantera Beltrán



Cantera Tuco León

Anexo 2. Ensayo de desgaste



Peso de la muestra



Material post-ensayo



Máquina de los Ángeles



Material retenido y pasante del tamiz N°12