



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS:**

**“CLASIFICACIÓN DE AGREGADOS PARA EL  
MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL  
CONCRETO EN EL DISTRITO DE  
HUANCAVELICA 2016”.**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER:**

**ANIBAL PEÑA PALOMINO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**HUANCAVELICA-PERÚ**

**2016**

**DEDICATORIA:**

Este Trabajo está dedicado a mi familia, quienes todo el tiempo están pendientes ofreciéndome su apoyo incondicional cuando más lo requiero, por ellos sigo adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

Muchas gracias Dios mío por haberme dado salud y vida para poder conseguir esta meta y sobre todo gracias por tener conmigo a mi madre Margarita para darle esta inmensa alegría de que gracias a ella soy quien soy y estoy donde estoy.

Gracias especiales a mi esposa Blanca quien estuvo conmigo en momentos decisivos de mi vida universitaria y personal.

Gracias a mis hijos Diego, Anibal, Steven, Pierre. Por haberme dado ese impulso que necesitaba para encaminarme también esa sonrisa que alumbra y da sentido a mi vida, los amo mucho.

Gracias a mi familia y amigos, por brindarme su amistad y ayudarme siempre que lo necesito.

Gracias al Dr. Máximo Tunque por su tutoría y sobre todo paciencia.

Gracias a todos, GRACIAS ETERNAS.

## RESUMEN

La presente tesis, denominada: Clasificación de Agregados para el Mejoramiento de la Calidad del Concreto en el Distrito de Huancavelica 2016, Se desarrollo en el rio Ichu, bajo el estudio de cuatro canteras: Cantera Quichcacucho, Cantera Montecucho, Cantera Badopampa y Cantera Sachapampa, las mismas que abastecen de material pétreo para la construcción de obras civiles en la ciudad de Huancavelica y sus alrededores.

A nivel local, los agregados que se explotan en la rivera del río Ichu, presentan estudios inconsecuentes, los cuales no garantizan que los agregados cumplan con las normas técnicas vigentes.

La presente tesis tiene como objetivo general, Determinar la relación entre clasificación de agregados y la calidad del concreto en el distrito de Huancavelica 2016. Asimismo para verificar la hipótesis denominada: la relación entre clasificación de agregados y la calidad del concreto es significativa en el distrito de Huancavelica 2016. Fueron necesarios realizar ensayos de laboratorio concernientes a la materia de investigación, los cuales fueron efectivos.

Aseverando que Las canteras investigadas cumplen con los parámetros establecidos para el diseño de mezcla de concretos hidráulicos.

El trabajo se realizó con mucho entusiasmo y dedicación, esperando que sirva como material de consulta a estudiantes de pregrado o posgrado.

## **ABSTRACT**

This thesis, called: Classification of aggregates for the improvement of the quality of the concrete in the district of Huancavelica 2016, development in the Rio Ichu, under the study of four quarries: Quarry Quichcacucho, quarry Badopampa, quarry Montecucho, and quarry Sachapampa, the same that supply of stone materials for the construction of civil works in the city of Huancavelica and its surroundings.

At the local level, the aggregates that are exploited in the Rivera of the Río Ichu, present studies inconsequential, which do not guarantee that the aggregates comply with the technical standards in force.

This thesis has as a general objective, to determine the relationship between the classification of aggregates and the quality of the concrete in the district of Huancavelica 2016. In addition to test the hypothesis called: the relationship between the classification of aggregates and the quality of the concrete is significant in the district of Huancavelica 2016. Were required to perform laboratory tests concerning the matter of research, which were effective. Asserting that the quarries investigated comply with the parameters established for the design of hydraulic concrete mixture.

The work was carried out with a lot of enthusiasm and dedication, we hope it will serve as reference materials to students of undergraduate or graduate.

## INTRODUCCIÓN

Anteriormente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas del mismo. La tecnología moderna establece que siendo este material el de mayor porcentaje de participación dentro de la unidad cúbica de concreto, sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades a largo en la elaboración del concreto.

A nivel local, los agregados que se explotan en las riberas de los ríos y otras canteras, presentan estudios inconsecuentes los cuales no garantizan que los agregados cumplan con las normas técnicas vigentes.

Según los estudios en aulas en los cursos de Mecánica de Suelos I y II, que la configuración estratigráfica cambia radicalmente a cada metro, y que los agregados acumulados en los lechos de río no son generalmente iguales porque son restos de diferentes rocas que tienen diferente compresión y resistencia, a la vez estos son arrastrados como sedimentos, por lo tanto son parte de los suelos residuales y son traídos desde las partes más altas de la cuenca por las corrientes de los ríos Ichu.

Por lo dicho anteriormente el presente trabajo de investigación busca adicionar y mejorar la calidad del concreto mediante la clasificación de los

agregados, previa clasificación y ensayos; buscando que los proveedores de agregados tengan en cuenta la correcta clasificación para concretos de alta resistencia.

La presente tesis se divide en V capítulos, los cuales se describe brevemente a continuación:

**El capítulo I Problema**, en este capítulo se muestra el planteamiento y la formulación del problema en la tesis; hipótesis, variables, objetivos y la justificación de la investigación.

**El capítulo II Marco Teórico**, comienza haciendo una descripción de los estudios, tesis realizadas dentro de la región Huancavelica, mostrando sus objetivos principales y las conclusiones llegadas. Este capítulo también define conceptos teóricos acerca de la calidad de concreto y la explotación de canteras ya afines a estos.

**El capítulo III Marco Metodológico**, este capítulo se sigue describiendo la metodología empleada para la investigación en la tesis, es decir el tipo, nivel, métodos y diseño de la investigación, toma de muestras representativas y el procedimiento de análisis de dichas muestras.

**El capítulo IV Análisis e Interpretación de los Resultados**, muestra el cálculo y los valores numéricos de los resultados de los diferentes ensayos realizados en la presente tesis, para contrastar y verificar el resultado de la tesis.

**El capítulo V Conclusiones y Recomendaciones**, en las conclusiones nos muestran las conclusiones que nos deja la presente tesis resumiendo así todo el trabajo de investigación realizada y recomendaciones para poder tomarlas en

cuenta para poder fabricar un concreto de calidad teniendo en consideración la correcta calcificación de los agregados.

**Referencias bibliográficas**, en este capítulo se cita a los textos, tesis y documentos descritos que sirvieron para la elaboración de la presente tesis.

**Anexos**, muestra los planos, panel fotográfico y otros documentos más resaltantes, en la elaboración de la presente tesis.



**“CLASIFICACIÓN DE AGREGADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE HUANCVELICA 2016”.**

**TABLA DE CONTENIDOS**

|  |             |
|--|-------------|
| <b>DEDICATORIA:</b> .....                  | <b>i</b>    |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....               | <b>ii</b>   |
| <b>RESUMEN</b> .....                       | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                      | <b>iv</b>   |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                  | <b>v</b>    |
| <b>TABLA DE CONTENIDOS</b> .....           | <b>viii</b> |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....             | <b>xi</b>   |
| <b>CAPÍTULO I: PROBLEMA</b> .....          | <b>1</b>    |
| 1.1 Planteamiento del problema .....       | 1           |
| 1.2 Formulación del problema .....         | 3           |
| 1.3 Objetivos generales y específicos..... | 3           |
| 1.4 Justificación e importancia .....      | 4           |
| <b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....    | <b>8</b>    |
| 2.1. Antecedentes .....                    | 8           |
| 2.2. Bases teóricas .....                  | 17          |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3. Hipótesis .....  | 22        |
| 2.4. Definición de términos .....   | 22        |
| 2.5. Identificación de variables.....   | 25        |
| 2.6. Operacionalización de variables e indicadores. ....  | 26        |
| <b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....</b>  | <b>27</b> |
| 3.1. Tipo de investigación .....  | 27        |
| 3.2. Nivel de investigación .....   | 27        |
| 3.3. Método de investigación .....  | 27        |
| 3.4. Diseño de investigación .....  | 28        |
| 3.5. Población, muestra y muestreo.....   | 28        |
| 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....  | 29        |
| 3.7. Procedimiento de recolección de datos .....  | 29        |
| 3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....   | 30        |
| 3.9. Ámbito de estudio .....  | 31        |
| <b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>  | <b>32</b> |
| 4.1. Presentación de resultados .....   | 32        |
| 4.1.1. Determinar la relación entre el agregado fino y la calidad del concreto en el<br>distrito de Huancavelica 2016 ..... | 32        |
| 4.1.1.1. Pruebas y resultados del análisis granulométrico.....  | 32        |
| 4.1.1.2. Pruebas y resultados de los análisis de impurezas orgánicas.....   | 38        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.1.2. Determinar la relación entre el agregado grueso y la calidad del concreto en el distrito de Huancavelica 2016 ..... | 40        |
| 4.1.2.1. Pruebas y resultados del ensayo de abrasión los ángeles .....   | 40        |
| 4.1.2.2. Pruebas y resultados del ensayo de índice de impacto y durabilidad de los agregados .....                         | 44        |
| 4.2. Prueba de hipótesis .....   | 47        |
| 4.2.1. Para la primera hipótesis específica: .....   | 47        |
| 4.2.2. Para la segunda hipótesis específica:.....  | 47        |
| <b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>48</b> |
| Conclusiones... ..   | 48        |
| Recomendaciones.....   | 49        |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>  | <b>50</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>52</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figura 1. Operalización de variables e indicadores..</b> .....     | <b>26</b> |
| <b>Figura 2. Lista de canteras en investigación. ....</b>             | <b>28</b> |
| <b>Figura 3. Límites de la granulométrica según ASTM. ....</b>        | <b>34</b> |
| <b>Figura 4. Análisis granulométrico cantera Quichcacucho. ....</b>   | <b>34</b> |
| <b>Figura 5. Curva granulométrica cantera Quichcacucho. ....</b>      | <b>34</b> |
| <b>Figura 6. Análisis granulométrico cantera Quichcacucho. ....</b>   | <b>34</b> |
| <b>Figura 7. Curva granulométrica cantera Quichcacucho .....</b>      | <b>35</b> |
| <b>Figura 8. Análisis granulométrico cantera Badopampa .....</b>      | <b>36</b> |
| <b>Figura 9. Curva granulométrica cantera Badopampa .....</b>         | <b>36</b> |
| <b>Figura 10. Análisis granulométrico cantera Sachapampa.....</b>     | <b>37</b> |
| <b>Figura 11. curva granulométrica cantera Sachapampa. ....</b>       | <b>37</b> |
| <b>Figura 12. Ensayo de abrasión de la cantera Quichcacucho .....</b> | <b>41</b> |
| <b>Figura 13. Ensayo de abrasión cantera Montecucho.....</b>          | <b>41</b> |
| <b>Figura 14. Ensayo de abrasión cantera Badopampa. ....</b>          | <b>42</b> |
| <b>Figura 15. Ensayo de abrasión cantera Sachapampa.....</b>          | <b>42</b> |
| <b>Figura 16. Resultado promedio del Ensayo de abrasión.....</b>      | <b>42</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figura 17. Ensayo de durabilidad cantera Quichcacucho .....</b>   | <b>44</b> |
| <b>Figura 18. Ensayo de durabilidad cantera Montecucho.....</b>      | <b>45</b> |
| <b>Figura 19. Ensayo de durabilidad cantera Badopampa .....</b>      | <b>45</b> |
| <b>Figura 20. Ensayo de durabilidad cantera Sachapampa.....</b>      | <b>46</b> |
| <b>Figura 21. Resultado de ensayo durabilidad de agregados. ....</b> | <b>46</b> |

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

A nivel local, los agregados que se explotan en las riberas de los ríos y otras canteras presentan estudios inconsecuentes, los cuales no garantizan que los agregados cumplan con las normas técnicas vigentes. Según las recomendaciones hechas en las tesis incluidas en el marco teórico, Matamoros (2011) recomienda realizar ensayos periódicos de los agregados de las canteras en investigación, con la finalidad de ir recopilando información y así tener un mayor conocimiento de las características de estos. De acuerdo a las asignaturas de Mecánica de Suelos I y II, se conoce que la configuración estratigráfica cambia radicalmente a cada metro, y que los agregados acumulados en los lechos de río no son generalmente iguales, porque son restos de diferentes rocas que tienen diferente compresión y resistencia, y a la vez estos son arrastrados como sedimentos; por lo tanto, son parte de los suelos residuales y son traídos desde las partes más altas de la cuenca por las corrientes del Ichu. En ambos casos, no toman en cuenta que los resultados de los ensayos fueron hechos solo para esas muestras. En los estudios de mecánica de suelos suele pasar lo mismo. Por razones de costos y tiempo, no sería rentable realizar dichos estudios a cada metro lineal o metro cuadrado; por lo que se estima o se promedia dichos puntos de extracción de muestra para un área o proyecto determinados. Asimismo, cabe señalar que si un concreto fue bueno para una infraestructura, no garantiza que otro, hecho con el mismo agregado, sea igual que el anterior (considerando que el

cemento tiene las mismas características). De lo expuesto anteriormente, se desprende que la clasificación de los agregados influye en el mejoramiento de la calidad del concreto. Además, se tendría que normar que los proveedores de agregado tengan en cuenta el diseño de mezcla según la resistencia que se desee alcanzar. Al respecto, Durand y Rodríguez (2009) recomiendan implementar un pequeño laboratorio de campo, con los instrumentos necesarios para poder controlar la granulometría del agregado para su utilización en obras de concreto armado.

Reiterando que la granulometría no solo influye en los resultados de un concreto de calidad (concreto armado), sino también es parte de los estudios que se realizan a los agregados, los conocimientos obtenidos en las tesis citadas son insuficientes para recomendar la obtención un concreto de calidad; por lo que debemos añadir otros estudios que nos darán mayor precisión para conseguir un concreto de calidad y/o concreto de alta resistencia (mayores a  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ).

Dentro de estos estudios, tenemos los siguientes:

- Impurezas orgánicas en el agregado fino.
- Desgaste de la maquina los ángeles.
- Índice de impacto, durabilidad de los agregados.
- Inalterabilidad ante el ataque por sulfato de sodio o magnesio.

Conforme a lo expuesto anteriormente, el presente trabajo de investigación busca adicionar y mejorar la calidad del concreto mediante la clasificación de los agregados, previa clasificación y ensayos; buscando que los proveedores de

agregados tengan en cuenta la correcta clasificación para concretos de alta resistencia.

## **1.2 Formulación del problema**

### **Problema principal:**

¿Cuál es la relación entre clasificación de agregados y la calidad del concreto en el distrito de Huancavelica 2016?

### **Problemas específicos:**

1. ¿Cuál es la relación entre agregado fino y la calidad del concreto en el distrito de Huancavelica 2016?

2. ¿Cuál es la relación entre agregado grueso y la calidad del concreto en el distrito de Huancavelica 2016?

## **1.3 Objetivos generales y específicos**

### **Objetivo general:**

Determinar la relación entre clasificación de agregados y la calidad del concreto en el distrito de Huancavelica 2016.

### **Objetivos específicos:**

1.- Determinar la relación entre el agregado fino y la calidad del concreto en el distrito de Huancavelica 2016.



2.- Determinar la relación entre el agregado grueso y la calidad del concreto en el distrito de Huancavelica 2016.

#### **1.4 Justificación e importancia**

##### **Justificación:**

Anteriormente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas del mismo. La tecnología moderna establece que siendo este material el de mayor porcentaje de participación dentro de la unidad cúbica de concreto, sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades a lo largo del proceso de elaboración del concreto. Los agregados en el concreto ocupan alrededor de las tres cuartas partes del volumen, de ahí la justificación para su adecuada clasificación; además que los agregados débiles podrían limitar la resistencia del concreto final (según ensayo de esfuerzo a la resistencia). Por otra parte, son estos elementos los que proporcionan al concreto una estabilidad volumétrica y durabilidad. La influencia de este material en las propiedades del concreto tiene efecto importante, no solo en el acabado y calidad final del concreto, sino también sobre la trabajabilidad y consistencia aun siendo fresco; así como la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto ya endurecido. La norma de concreto E-060 del RNE recomienda que, a pesar que en ciertas circunstancias los agregados que no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado un buen comportamiento en experiencias de obras ejecutadas con anterioridad, esto debe

tenerse en cuenta, ya que un comportamiento satisfactorio en el pasado no garantiza buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones. Por lo que, en la medida de lo posible, se deberá usar agregados que cumplan con las especificaciones del proyecto.

El agregado, dentro del concreto, cumple principalmente las siguientes funciones:

- A.** Como esqueleto o relleno adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo el contenido de pasta en el metro cúbico.
- B.** Proporciona una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste debido al intemperismo, que actúan sobre el concreto.
- C.** Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta. Los agregados finos son comúnmente identificados por un número denominado resultante de la granulometría.

Se justifica la presente investigación puesto que al encontrarse una correlación positiva (directa) entre la clasificación de agregados y la calidad del concreto, debe tenerse muy en cuenta esta relación para obtener concretos de buena calidad. Siendo esto así, las construcciones que se ejecuten con una buena clasificación de agregados, tendrán mejor durabilidad y vulnerabilidad; lográndose de este modo, disminuir pérdidas materiales, económicas e incluso humanas.

**Importancia:**

La importancia en la clasificación de los agregados, radica en el conocimiento de todas las propiedades de los agregados, permitiendo prever y controlar el desempeño del concreto el cual será incorporado en diferentes estructuras. En una mezcla de concreto, el 75% del volumen lo constituyen los agregados; con la cual se elaboran también morteros y concretos especiales, como los concretos ligeros, pesados y de alto rendimiento.

Los agregados no solamente son componentes del concreto; una clasificación sobre su uso, permite hablar de: agregados para concretos y morteros, agregados para concretos asfálticos, agregados para carreteras, agregados para aplicaciones industriales, agregados ligeros, entre otros. Los agregados que cumplen con condiciones deseables, se denominan agregados de calidad y están constituidos por partículas durables, limpias, duras, resistentes, y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pueden afectar la hidratación y la adherencia con la pasta de cemento. La importancia de la clasificación de los agregados radica en:

- A.** La forma y tamaño de las arenas influyen sobre la resistencia y calidad del concreto.
- B.** Los granos de superficie áspera y que forman ángulos se adhieren mejor y dan más resistencia que los de superficie lisa y formas redondeadas; pero las primeras necesitan más agua.

- C.** Las Gravas son más económicas que las piedras chancadas, pero no son muy precisas en tamaño como estas.
- D.** En los concretos armados conviene que sean más pequeñas para tener mayor consistencia y prevenir los vacíos, pero se necesitaría mayor cantidad elevándose los costos en la obra.
- E.** En las canteras se usan las zarandas y las zarandas móviles para el proceso de clasificación de las gravas.
- F.** Las piedras chancadas son más caras, pero sus tamaños son más precisos en la distribución.
- G.** Las piedras chancadas por tener aristas vivas son más adherentes a las mezclas de concreto.
- H.** En los cimientos se usa mucho la combinación de piedras grandes o de base y el hormigón para complementar.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Para el presente trabajo de investigación se halló información sobre el tema, en el ámbito regional, los siguientes antecedentes:

#### Tesis locales:

**2.1.1. Matamoros, J (2011),** realizó una tesis titulada: **Características geotécnicas de los agregados existentes en las canteras del Rio Caputillo – sector Chacapampa – Castrovirreyna; se trazó en el objetivo general: Análisis geotécnico (propiedades físicas y químicas), de dos bancos de agregados utilizados en la industria de la construcción en la ciudad de Castrovirreyna;** en sus objetivos específicos: Determinar el contenido de humedad norma ASTM C – 566, determinar el análisis granulométrico del hormigón norma, ASTM C- 136, determinar el tamaño máximo y tamaño máximo nominal norma ASTM C-33, determinar el peso unitario norma ASTM C- 29, determinar la gravedad específica y absorción del agregado grueso norma ASTM C- 127, determinar la gravedad específica y absorción del agregado fino norma ASTM C-128, determinar las impurezas orgánicas del agregado norma ASTM C- 40, determinar las sales solubles totales, norma ITINTEC 400.14.

Su metodología: Tipo de investigación: tesis básica; Nivel: tecnológico; Método de investigación: método científico; Diseño: por objetivos; Muestra y muestreo: *procedimiento de recolección de datos* (planificación y toma de datos,

prospección del terreno), *técnica de procesamiento y análisis de datos* (estudio de laboratorio, avance de hipótesis, emisión de informe definitivo); en su hipótesis: Con la información almacenada y recopilada de los agregados del río Caputillo, al efectuarse los ensayos de laboratorio, cumplirán las normas vigentes para determinar sus principales características y propiedades de acuerdo a su uso.

En sus conclusiones conforme a la recopilación de los resultados y a la caracterización de los bancos se llegó a las siguientes conclusiones: Que los agregados de las canteras río Caputillo – sector Chacapampa si cumplen en la mayoría de los ensayos realizados con las normas vigentes (ASTM), concerniente a las características geotécnicas (propiedades físicas y químicas) y su empleo es recomendable en la construcción de obras de concreto; Según la curva granulométrica encontrada se observa que a partir de la malla N° 20, se sale del huso granulométrico, esto se debe a que existe mayor presencia de agregado fino. Por lo que según la norma ASTM C- 136. No cumple en lo que se respecta a gradación. Pero esto no es impedimento para no utilizarlo en diseños de mezcla ya que con esta gradación se ingresa al diseño según el método del ACI y simplemente se adiciona más cemento, a la mezcla de acuerdo a las tablas de diseño; de acuerdo a la granulometría realizada con la muestra representativa se concluye que este material combinado presenta 50.98% de agregado grueso y 49.02 de agregado fino; el 2.73 % de la muestra pasa por la malla N° 200, por lo que si cumple con los requisitos del material fino ASTM C – 136, el cual indica que el máximo porcentaje en peso de sustancias dañinas (arcilla, limo, álcalis, mica), que pasa la malla N° 200 es 3 %; la absorción del agregado combinado

(A%) es 8.13 y el contenido de humedad (w%) es 0.89, esto quiere decir que  $A\% > w\%$  entonces en el diseño de mezcla se necesitara más agua. de acuerdo a las tablas establecidas; el tamaño máximo del agregado es 1" y el tamaño máximo nominal es  $\frac{3}{4}$ ", esto influye en la cantidad de aire atrapado en la muestra (1.5%), lo más importante es que este tamaño máximo de agregados si puede entrar en encofrados de elementos estructurales y losas pero con algo de dificultad entre confinamiento de estribos; el peso volumétrico suelto es 1720 kg/m<sup>3</sup>; el peso volumétrico compactado es de 1951 kg/m<sup>3</sup>; la gravedad especifica es 2.46 gr/cm<sup>3</sup>; la cantidad de sulfatos, no presenta; la cantidad de sales solubles es de 25 ppm (0.0025 % p/p); según la norma ITINTEC 400.014 cumple ya que debe ser menor a 1000 ppm. Baja presencia del famoso "salitre"; la cantidad de cloruros es de 120 ppm (0.012 % p/p); según a la norma ITINTEC 400.014 cumple ya que debe ser menor a 1000 ppm; el PH de los agregados es 7.89%; según la norma ITINTEC 400.014 es un valor poco alcalino, pero que tienda a neutro (6.5 y 7.5) el cual indica la poca presencia de corrosión al combinarse con otro material como acero.

En sus recomendaciones: Hacer de conocimiento de los usuarios la calidad de los agregados, publicando en la página de internet de la facultad de ingeniería, un resumen del contenido de este documento, así como brindar una copia del presente a las autoridades correspondientes en el ramo de la construcción de la provincia de Castrovirreyna a fin de que puedan darle el uso adecuado; profundizar en el estudio de estos agregados en la ciudad de Castrovirreyna, ya que es utilizado por muchas personas y esto se debe a que son la alternativa de

menor precio; se recomienda a través del siguiente trabajo de investigación realizar ensayos periódicos de los agregados de la cantera del río Caputillo – sector Chacapampa, con la finalidad de ir recopilando información y así tener un mayor conocimiento de las características de estos. Así mismo investigar nuevas metodologías que permitan el mejoramiento de dichas características lo cual se verá reflejado en la ejecución de obras de mayor calidad; se recomienda el uso de los agregados combinados de esta cantera para el diseño de concreto simple; se recomienda para la utilización de estos agregados en obras de concreto armado, incrementar un pequeño laboratorio de campo, con los instrumentos necesarios para poder controlar la granulometría del agregado.

**2.1.2. Durand, J y Rodríguez, C (2009)**, realizaron una tesis titulada: **Características geotécnicas de los agregados existentes en las canteras del río Ichu sector Callqui Chico – Huancavelica - 2009**; cuyo objetivo general fue: El objetivo del presente trabajo, es el análisis geotécnico de los agregados procedentes de las principales canteras que son usados actualmente en la ciudad de Huancavelica, determinando sus propiedades de acuerdo a su uso; y sus objetivos específicos: Determinar el contenido de humedad norma ASTM D 2216 (NTP 339.127), Determinar el análisis granulométrico del hormigón norma ASTM C136 (NTP 400.012), Determinar el tamaño máximo y tamaño nominal norma ASTM C33, Determinar el peso unitario suelto norma ASTM C29 (ASTM 400.017), Determinar la gravedad específica y absorción del agregado fino norma ASTM C128 (NTP 400.022), Determinar las impurezas orgánicas del agregado norma ASTM C40 (NTP 400.024), Determinar las sales solubles totales norma



ITINTEC 400.014; su metodología: Tipo de investigación: tesis aplicada, Nivel: descriptivo, Método de investigación: método científico, Diseño: por objetivos, Muestra y muestreo: procedimiento de recolección de datos (planificación y toma de datos, prospección del terreno), técnica de procesamiento y análisis de datos (estudio de laboratorio, avance de hipótesis, emisión de informe definitivo); hipótesis: Mediante el análisis geotécnico de los combinados, existentes en las canteras del río Ichu, podemos obtener resultados los cuales comparados con las normas nacionales e internacionales se obtiene las conclusiones que determinan si un agregado que se puede utilizar en las obras civiles en la ciudad de Huancavelica

En sus conclusiones: De acuerdo a la granulometría realizada con la muestra representativa se concluye que este material combinado representa 46% de piedra y 54% de arena gruesa, Según la curva granulométrica encontrada, se observa que a partir de la malla N° 10 se sale del huso granulométrico, esto se debe a que existe mayor presencia de agregado fino. Por lo tanto según la norma ASTM C-136, no cumple en lo que se respecta a gradación. Pero esto no es impedimento para no utilizarlo en diseño de mezcla ya que con esta gradación se ingresa al diseño según el método de ACI, y simplemente se adiciona más cemento, a la mezcla, de acuerdo a las tablas de diseño; el 0.16% de la muestra para la malla N° 200, por lo tanto si cumple con los requisitos del material fino ASTM C-136, el cual indica que el máximo porcentaje en peso de sustancias dañinas (arcilla, limo, álcalis, mica) que pasa por la malla N° 200 es 3%; la absorción del agregado combinado (A%) es de 1.25 y el contenido de humedad (w

%) es 1.10, esto quiere decir que  $A\% > w\%$ , entonces en el diseño de mezcla se necesitara más agua. De acuerdo a las tablas establecidas; el tamaño máximo del agregado es 1½" y el tamaño nominal es 1", esto influye en la cantidad de aire atrapado en la muestra (1.5 %), lo más importante es que este tamaño máximo de agregados si puede entrar en encofrados de elementos estructurales y losas pero con algo de dificultad entre confinamiento de estribos; el peso volumétrico suelto es 1744 kg/m<sup>3</sup> y el peso volumétrico compactado es 1909 kg/m<sup>3</sup>; la gravedad específica es 2.72 gr/cm<sup>3</sup>, El PH de los agregados es 7.2; según la norma ITINTEC 400.014 es un valor neutro y garantiza que el material no es ácido y alcalino, esto indica la poca presencia de corrosión al combinarse con otro material como acero; la cantidad de cloruros es de 125.30 ppm, según la norma ITINTEC 400.014 cumple ya que debe ser menor a 1000 ppm; la cantidad de sulfatos es de 80.00 ppm; según la norma ITINTEC 400.014 cumple ya que debe ser menor a 1000 ppm; la cantidad de sales solubles es de 525.80 ppm, según la norma ITINTEC 400.014 cumple ya que debe ser menor a 1000 ppm. Baja presencia del famoso "salitre"; la cantidad de carbonatos es de 359.80 ppm; según la norma ITINTEC 400.014 cumple ya que debe ser menor a 1000 ppm.

En sus recomendaciones: Exhorta a través del siguiente trabajo de investigación realizar ensayos periódicos de los agregados de la cantera del rio Ichu sector Callqui Chico, con la finalidad de ir recopilando información y así tener un mayor conocimiento de las características de estos. Así mismo investigar nuevas metodologías que permitan el mejoramiento de dichas características, lo cual se verá reflejado en la ejecución de obras de mayor calidad; se recomienda el

uso de los agregados combinados de esta cantera para el diseño de concreto simple; se recomienda para la utilización de estos agregados en obras de concreto armado, incrementar un pequeño laboratorio de campo, con los instrumentos necesarios para poder controlar la granulometría del agregado.

**2.1.3. Chacaliaza, L y Vargas, L (2011)**, en su tesis titulada: **Características del agregado (fino y grueso) de la cantera de Tucsipamapa – Lircay 2011**; en su objetivo general: el objetivo de la presente tesis, es el estudio de las características de los agregados (finos y gruesos) procedentes de la cantera de Tucsipampa que actualmente son usados en la provincia de Angaraes, en las diferentes construcciones que se vienen realizando; en sus objetivos específicos: determinar las características de estos agregados (fino y grueso) de la cantera de Tucsipampa, determinar el contenido de humedad norma ASTM D 2216, determinar el análisis granulométrico del hormigón norma ASTM C136, determinar el tamaño máximo y tamaño máximo nominal norma ASTM C 33, determinar el peso unitario suelto norma ASTM C 29, determinar la gravedad específica y absorción del agregado grueso norma ASTM C 127, determinar la gravedad específica y absorción del agregado fino norma ASTM C 128, determinar las impurezas orgánicas del agregado norma ASTM C 40, determinar el PH norma ITINTEC 400.014, determinar si los agregados (fino y grueso) se encuentran dentro de los límites para hacer un buen diseño de mezcla; en su metodología: tipo de investigación: investigación básica, también llamado fundamental o investigación pura, nivel: explicativo, método de investigación: método general – método experimental, diseño: por objetivos, muestra y muestreo: *procedimiento de*

*recolección de datos* (planificación y toma de datos, prospección del terreno), *técnica de procesamiento y análisis de datos* (estudio de laboratorio, avance de hipótesis, emisión de informe definitivo); en su hipótesis general: el conocimiento de las características del agregado favorecen significativamente en el empleo de los agregados (fino y grueso) de la cantera de Tucsipampa, Hipótesis específica: con las características de los agregados (fino y grueso) de la cantera de Tucsipampa se conocerá la calidad del agregado, evaluar de acuerdo a sus características, si los agregados (fino y grueso) se encuentran dentro de los límites permitidos para hacer un buen diseño de mezcla de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

En sus Conclusiones: de acuerdo a la granulometría realizada con la muestra representativa se concluye que este material combinado presenta 38.1% de piedra y 61.9 de arena gruesa, la granulometría de los agregados, determinada por análisis de tamices de N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N° 4, 3/8", 1/2", 1", 1 1/2", 2", es un elemento importante que nos sirvió, en la determinación del tamaño máximo nominal y por ende, del requerimiento unitario de agua, proporciones del agregado grueso y fino, y de la calidad del cemento para obtener la trabajabilidad deseada, según la curva granulométrica encontrada se observa que a partir de la malla 10, se sale del huso granulométrico, esto se debe a que existe mayor presencia de agregado fino, por lo tanto según la norma ASTM C 136. No cumple en lo que respecta a gradación. Pero no es impedimento para no utilizarlo en diseño de mezclas ya que con esta gradación se ingresa al diseño según método ACI, y simplemente se adiciona más cemento, a la mezcla de acuerdo a las tablas de diseño, el 2.55 de la muestra pasa la malla N° 200, por lo tanto si cumple con

los requisitos del material fino ASTM C-136, el cual indica que el máximo porcentaje en peso de sustancias dañinas (arcilla, limo, álcalis, mica), que pasa por la malla N° 200 es 3%. el tamaño máximo del agregado es 1½" y el tamaño máximo nominal es ¾", esto influye en la calidad de aire atrapado en la muestra (2.00%), lo más importante es que este tamaño máximo de agregado si puede entrar en encofrados de elementos estructurales y losas pero con algo de dificultad entre confinamiento de estribos, ya que el tamaño de agregados que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm, por lo que concluimos que estamos dentro del rango establecido, el módulo de finura no debe ser menor que 2.3 ni mayor que 3.1. la variación del módulo de finura, no debe exceder de 0.2 de la base del módulo para una determinada obra, los agregados finos cuyos módulos de finura varían entre 2.2 y 2.8 se obtienen de buena trabajabilidad y reducida segregación. Los agregados finos cuyos módulos de finura varían entre 2.8 y 3.2 son los más indicados para producir concretos de alta resistencia. Para nuestro caso tenemos el módulo de finura de 2.51. La absorción, prueba realizada para realizar correcciones en las dosificaciones de mezcla de concreto 0.62 y el contenido de humedad (w%) es 5.03, esto quiere decir que  $w% > A%$  entonces en el diseño de mezcla no se necesitara más agua. De acuerdo a las tablas establecidas. La absorción del agregado grueso (A%) es 0.52 y el contenido de humedad (w%) es 0.89, esto quiere decir que  $w% > A%$  entonces en el diseño de mezcla no se necesitara más agua. De acuerdo a las tablas establecidas. El contenido de humedad es una de las propiedades físicas del agregado, que no se encuentran en especificaciones; sin embargo, se puede manifestar que en los agregados finos, el contenido de humedad puede llegar a representar un 8 % o

más. Mientras que en el agregado grueso dichos contenidos pueden representar un 4%.

En sus Recomendaciones: exhorta a través del siguiente trabajo de investigación realizar ensayos periódicos de los agregados de la cantera de Tucupampa, con la finalidad de ir recopilando información y así tener un mayor conocimiento de las características de estos. Así mismo investigar nuevas metodologías que permitan el mejoramiento de dichas características, lo cual se verá reflejado en la ejecución de obras de mayor calidad, Se recomienda el uso de los agregados combinados de esta cantera para el diseño de concreto simple, Se recomienda para la utilización de estos agregados en obras de concreto armado, incrementar un pequeño laboratorio de campo, con los instrumentos necesarios para poder controlar la granulometría del agregado.

## **2.2. Bases teóricas**

**2.2.1. Ing. Castillo, F. (2003);** “Tecnología del concreto”; clasificación de agregados, llamados también áridos, los agregados se clasifican básicamente en dos tipos: agregado fino y agregado grueso, la importancia de la clasificación radica en que constituyan alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta del cemento; Calidad del concreto, la calidad del concreto básicamente prima en la resistencia deseada diseñada y especificada que sea uniforme, impermeable y resistente al clima, al uso de otros agentes destructivos,

además que no se agriete excesivamente al enfriamiento o al secado, asimismo debe ser de menos costo que otros materiales igualmente resistentes y durables; Agregado fino, se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037; Agregado grueso, se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz INTINTEC 4.75 mm (nº 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037, el agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.

**2.2.2. Ing. Biondi, A. (2013);** "Supervisión de obras 11ma edición"; sustancias dañinas, son partículas deleznable, material más fino que la malla nº 200 como carbón lignito e impurezas orgánicas; índice del espesor, proporción de partículas planas en el agregado, perjudiciales para la adecuación trabajabilidad del concreto; desgaste de la máquina los ángeles, este ensayo nos indica el grado de resistencia mecánica del agregado; impacto, Al igual que el ensayo anterior con la diferencia del método en sí, en lugar de atacar por abrasión, se hace por impacto de un pisón metálico sobre las partículas de agregados; inalterabilidad ante el ataque por sulfato de sodio o magnesio, mide también la resistencia del agregado, pero muy relacionada con su porosidad, consiste en someter el agregado a varios ciclos de ataque por soluciones de sulfato, saturándolos y luego llevándolo al horno, para que las soluciones cristalicen, aumentando de volumen tratando de quebrar el agregado, si la pérdida por este concepto supera lo establecido, este agregado se considera no apto para soportar congelación o deshielo.

**2.2.3. Jones, R.C. (1984);** “Materiales de Construcción”; anteriormente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas del mismo.

**2.2.4. UNAM. (1994);** “Manual de tecnología del concreto”; la influencia de este material en las propiedades del concreto tiene efecto importante no sólo en el acabado y calidad final del concreto sino también sobre la trabajabilidad y consistencia aun siendo fresco, así como la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto ya endurecido.

**2.2.5. Ruiz, A.P y Fava, C. (2003);** “Estudio de fuentes de agregados de la República de Argentina”; El agregado dentro del concreto cumple principalmente las siguientes funciones: como esqueleto o relleno adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo el contenido de pasta en el metro cúbico; proporciona una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto; reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta. Los agregados finos son comúnmente identificados por un número denominado.

**2.2.6. De La Rosa, S.J. (1980);** “Pavimentos de concreto compactado con rodillos – CCR”; los agregados no solamente son componentes del concreto; una clasificación sobre su uso, permite hablar de: agregados para concretos y



morteros, agregados para concretos asfálticos, agregados para carreteras, agregados para aplicaciones industriales, agregados ligeros, entre otros.

**2.2.7. Solís, C y Baeza, J. (2005);** “Influencia de las propiedades físicas de los agregados” en la técnica de pulso ultrasónico para predecir la resistencia a la compresión del concreto; los agregados débiles podrían limitar la resistencia del concreto final (según ensayo de esfuerzo a la resistencia); los agregados son elementos los que proporcionan al concreto una estabilidad volumétrica y durabilidad.

**2.2.8. Sánchez, D. (1993);** “Tecnología del concreto y del mortero”; la importancia de la clasificación de los agregados radica en; la forma y tamaño de las arenas influyen sobre la resistencia y calidad del concreto; los granos de superficie áspera y que forman ángulos se adhieren mejor y dan más resistencia que los de superficie lisa y formas redondeadas; pero las primeras necesitan más agua; las Gravas son más económicas que las piedras chancadas, pero no son muy precisas en tamaño como estas, en los armados conviene que sean más pequeñas para tener mayor consistencia y prevenir los vacíos, pero se necesitaría mayor cantidad elevándose los costos en la obra; en las canteras se usan las zarandas y las zarandas móviles para el proceso de clasificación de las gravas; las piedras chancadas son más caras, pero sus tamaños son más precisos en la distribución; las piedras chancadas por tener aristas vivas son más adherentes a las mezclas de concreto; en los cimientos se usa mucho la combinación de piedras grandes o de base y el hormigón para complementar.

**2.2.9. RNE (2009);** “Reglamento nacional de edificaciones”; la norma de concreto E-060 del RNE, recomienda que a pesar que en ciertas circunstancias los agregados que no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado un buen comportamiento en experiencias de obras ejecutadas con anterioridad, este se debe tenerse en cuenta que un comportamiento satisfactorio en el pasado no garantiza buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones, en la medida de lo posible se deberá usar agregados que cumplan con las especificaciones del proyecto.

**2.2.10. ICG (2008);** “Manual de ensayo de materiales (2000)”, Mide también la resistencia del agregado, pero muy relacionada con su porosidad, consiste en someter el agregado a varios ciclos de ataque por soluciones de sulfato, saturándolos y luego llevándolo al horno, para que las soluciones cristalicen, aumentando de volumen tratando de quebrar el agregado, si la pérdida por este concepto supera lo establecido, este agregado se considera no apto para soportar congelación o deshielo. Asimismo establece el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua. Este método sirve para efectuar controles en obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales.

### **2.3. Hipótesis**

#### **Hipótesis general:**

La relación entre clasificación de agregados y la calidad del concreto es significativa en el distrito de Huancavelica 2016.

#### **Hipótesis nula:**

La relación entre clasificación de agregados y la calidad del concreto no es significativa en el distrito de Huancavelica 2016.

### **2.4. Definición de términos**

#### **Variable 1 (clasificación de agregados).**

Llamados también áridos, los agregados se clasifican básicamente en dos tipos: agregado fino y agregado grueso, la importancia de la clasificación radica en que constituyan alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta del cemento.

#### **Variable 2 (Calidad del concreto).**

La calidad del concreto básicamente prima en la resistencia deseada diseñada y especificada que sea uniforme, impermeable y resistente al clima, al uso de otros agentes destructivos, además que no se agriete excesivamente al

enfriamiento o al secado, asimismo debe ser de menos costo que otros materiales igualmente resistentes y durables.

### **Cantera.**

Se llama cantera a la fuente de aprovisionamiento de suelos y rocas necesarias para la construcción de una obra. Una cantera es una explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtiene rocas industriales, ornamentales o áridos. Dependiendo del tipo de material que se busque, puede ser de suelos, de rocas o mixtas.

### **Agregado fino.**

Se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

### **Agregado grueso.**

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz INTINTEC 4.75 mm (nº 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037 , el agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.

### **Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.**

Se utiliza para determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura

cuadrada. Determina también la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

### **Sustancias dañinas e impurezas orgánicas en el agregado fino.**

Son partículas deleznable, material más fino que la malla nº 200 como carbón lignito e impurezas orgánicas. También tiene por objeto establecer el procedimiento que debe seguirse para determinar la presencia y el contenido de materia orgánica en el agregado fino usado en la preparación de morteros o concretos de cemento.

### **Desgaste de la maquina los ángeles.**

Este ensayo nos indica el grado de resistencia mecánica del agregado, este método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva.

### **Índice de Impacto y durabilidad de los agregados.**

Al igual que el ensayo anterior con la diferencia del método en sí, en lugar de atacar por abrasión, se hace por impacto de un pisón metálico sobre las partículas de agregados. Así mismo determina la durabilidad de agregados. El índice de durabilidad es un valor que muestra la resistencia relativa de un agregado para producir finos dañinos, del tipo arcilloso, cuando se somete a los métodos de degradación mecánica que se describen.

## **Durabilidad e inalterabilidad ante el ataque por sulfato de sodio o magnesio y sales solubles.**

Mide también la resistencia del agregado, pero muy relacionada con su porosidad, consiste en someter el agregado a varios ciclos de ataque por soluciones de sulfato, saturándolos y luego llevándolo al horno, para que las soluciones cristalicen, aumentando de volumen tratando de quebrar el agregado, si la pérdida por este concepto supera lo establecido, este agregado se considera no apto para soportar congelación o deshielo. Asimismo establece el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua. Este método sirve para efectuar controles en obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales.

### **2.5. Identificación de variables.**

#### **Variable 1**

X. Clasificación de agregados.

#### **Variable 2**

Y. Calidad del concreto.

## 2.6. Operacionalización de variables e indicadores.

| MATRIZ DE OPERALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES   |   |  |   |
|--|---|--|---|
| VARIABLES  | INDICADORES   | DEFINICION OPERACIONAL   | INSTRUMENTO   |
| <b>Variable 1.</b><br>Clasificación de agregados.<br><br><b>Definición conceptual.</b><br>Llamados también áridos, los agregados se clasifican básicamente en dos tipos: agregado fino y agregado grueso, la importancia de la selección radica en que constituyan alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta del cemento. | 1. Agregado fino  | Se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.   | Ensayos de laboratorio:<br><br>1) Análisis granulométrico.<br><br>2) Impurezas orgánicas en el agregado fino.<br><br>3) Abrasión los ángeles (I.a.) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 ½")<br><br>4) Índice de Impacto y durabilidad de los agregados. |
|  | 2. Agregado grueso  | Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz INTINTEC 4.75 mm (nº 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037 , el agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.   |   |
|  | 3. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.  | Se utiliza para determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada. Determina también la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.   |   |
|  | 4. Sustancias dañinas e impurezas orgánicas en el agregado fino.                                  | Son partículas deleznales, material más fino que la malla nº 200 como carbón lignito e impurezas orgánicas. También tiene por objeto establecer el procedimiento que debe seguirse para determinar la presencia y el contenido de materia orgánica en el agregado fino usado en la preparación de morteros o concretos de cemento.   |   |
| <b>Variable 2.</b><br>Calidad del concreto.<br><br><b>Definición conceptual.</b><br>La calidad del concreto básicamente prima en la resistencia deseada diseñada y especificada que sea uniforme, impermeable y resistente al clima, al uso de otros agentes destructivos, además que no se agriete excesivamente al enfriamiento o al secado, asimismo debe ser de menos costo que otros materiales igualmente resistentes y durables.  | 5. Desgaste de la maquina los ángeles.  | Este ensayo nos indica el grado de resistencia mecánica del agregado, este método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva.  | 5) Durabilidad e inalterabilidad ante el ataque por sulfato de sodio o magnesio y sales solubles.   |
|  | 6. Índice de Impacto y durabilidad de los agregados.  | Al igual que el ensayo anterior con la diferencia del método en sí, en lugar de atacar por abrasión, se hace por impacto de un pisón metálico sobre las partículas de agregados. Así mismo determina la durabilidad de agregados. El índice de durabilidad es un valor que muestra la resistencia relativa de un agregado para producir finos dañinos, del tipo arcilloso, cuando se somete a los métodos de degradación mecánica que se describen.  |   |
|  | 7. Durabilidad e inalterabilidad ante el ataque por sulfato de sodio o magnesio y sales solubles. | Mide también la resistencia del agregado, pero muy relacionada con su porosidad, consiste en someter el agregado a varios ciclos de ataque por soluciones de sulfato, saturándolos y luego llevándolo al horno, para que las soluciones cristalicen, aumentando de volumen tratando de quebrar el agregado, si la pérdida por este concepto supera lo establecido, este agregado se considera no apto para soportar congelación o deshielo. Asimismo establece el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua. Este método sirve para efectuar controles en obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales. |   |

Figura 1. Matriz de operacionalización de variables Fuente: elaboración propia.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo de investigación

**Tipo:** Aplicada.

En este tipo de investigación utiliza los conocimientos de la práctica, para aplicarlos, en este caso, en provecho de la sociedad de Huancavelica.

### 3.2. Nivel de investigación

**Nivel:** Descriptivo correlacional.

Tuvo como finalidad establecer el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Estos se caracterizan porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas y/o instrumentos, se estima la correlación.

### 3.3. Método de investigación

**Método general:** Científico. Inductivo, deductivo.

**Método específico:** Descriptivo.

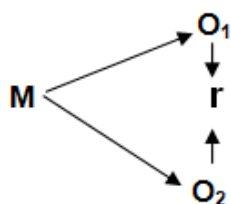
Este método que se basó en la observación, por lo que son de gran importancia los cuatro factores psicológicos (procesos cognitivos): atención, sensación, percepción y reflexión. El problema principal de dicho método reside en el control de las amenazas que contaminan la validez interna y externa de la investigación.



### 3.4. Diseño de investigación

**Diseño:** descriptivo correlacional (no experimental), ex pos facto  $M = v1 \text{ r } v2$ .

El diseño de la presente investigación es la estrategia o plan utilizado para responder al problema de investigación; asimismo se le considera como la base del desarrollo y prueba de hipótesis de una investigación específica.



Donde:

M = Muestra

O<sub>1</sub> = Observación de la V.1.

O<sub>2</sub> = Observación de la V.2.

r = Correlación entre dichas variables.

### 3.5. Población, muestra y muestreo

**Población:**

En el caso de nuestra investigación, la población lo constituyó 04 canteras ubicadas en el distrito de Huancavelica.

| Nº | NOMBRE DE LA CANTERA | CONCESIONADO (a)          | UBICACIÓN     | DIST. DE HVCA |
|----|----------------------|---------------------------|---------------|---------------|
| 01 | SACHAPAMPA           | Lizana Castillo, Maria S. | Yananaco      | 800.00 m.     |
| 02 | QUICHCUCHO           | Soto Martinez, Paulo      | Callqui Chico | 1400.00 m.    |
| 03 | MONTECUCHO           | Ccente de Laura, Julia    | Chuñuranra    | 2100.00 m.    |
| 04 | BADOPAMPA            | Pari Jurado, Maximiliano  | Pomaccoria    | 1500.00 m.    |

**Figura 2.** Lista de las canteras en investigación Fuente: elaboración propia.

**Muestra (n):**

a) La muestra fue real a toda la población de estudio; total población: 4 ua.

**3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Técnicas e instrumento:** Se usó los ensayos de laboratorio como:

- a. Análisis granulométrico.
- b. Impurezas orgánicas en el agregado fino.
- c. Abrasión los ángulos (L.A.) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 ½").
- d. Índice de Impacto y durabilidad de los agregados.

**3.7. Procedimiento de recolección de datos**

Se realizó de acuerdo a estos pasos:

- a. Reconocimiento y descripción de las canteras
- b. Levantamiento topográfico.
- c. Toma de muestras de las canteras.
- d. Ensayos de laboratorio.
- e. Comparación de cantera óptima.
- f. Elaboración de conclusiones y recomendaciones.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

#### **a. Análisis granulométrico de agregados**

Se utilizó para determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada. Se determinó también la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

#### **b. Sustancias dañinas e impurezas orgánicas en el agregado fino**

Son partículas deleznable, material más fino que la malla N° 200 como carbón lignito e impurezas orgánicas. También tuvo por objeto establecer el procedimiento que debe seguirse para determinar la presencia y el contenido de materia orgánica en el agregado fino usado en la preparación de morteros o concretos de cemento.

#### **c. Desgaste de la maquina los ángeles**

Este ensayo nos indicó el grado de resistencia mecánica del agregado, este método se empleó para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva.

#### **d. Índice de Impacto y durabilidad de los agregados**

Al igual que el ensayo anterior con la diferencia del método en sí, en lugar de atacar por abrasión, se hizo por impacto de un pisón metálico sobre las partículas de agregados. Así mismo determino la durabilidad de agregados. El

índice de durabilidad es un valor que muestra la resistencia relativa de un agregado para producir finos dañinos, del tipo arcilloso, cuando se somete a los métodos de degradación mecánica que se describen.

#### **e. Durabilidad e inalterabilidad ante el ataque por sulfato de sodio o magnesio y sales solubles**

Midió también la resistencia del agregado, pero muy relacionada con su porosidad, consistió en someter el agregado a varios ciclos de ataque por soluciones de sulfato, saturándolos y luego llevándolo al horno, para que las soluciones cristalicen, aumentando de volumen tratando de quebrar el agregado, si la pérdida por este concepto supera lo establecido, este agregado se considera no apto para soportar congelación o deshielo. Asimismo estableció el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua. Este método sirve para efectuar controles en obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales.

### **3.9. Ámbito de estudio**

**Departamento** : Huancavelica.

**Provincia** : Huancavelica.

**Distrito** : Huancavelica.

**Lugar** : Huancavelica.

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **4.1. Presentación de resultados**

En las diferentes normas sobre agregados se diferencian hasta 03 tipos de ensayos para verificar la calidad en ellos, los obligatorios son la granulometría y sustancias dañinas (impurezas orgánicas); complementado a ellos el desgaste a la abrasión y durabilidad al sulfato magnesio y sodio (en concretos sujetos a congelación y deshielo) entre otros. Los resultados recolectados a través de los ensayos de laboratorio utilizados en cada indicador fueron registrados en tablas de tal manera de que fuese posible el análisis de cada uno de los mismos, tanto en forma cualitativa y cuantitativa. Se aplicó cuatro ensayos de laboratorio obligatorios y recomendados en cuatro unidades de análisis consistentes en cuatro canteras. Para la presentación de resultados se agrupo los ensayos de laboratorio por cada objetivo específico como sigue:

#### **Agregado fino:**

- Análisis granulométrico (modulo de fineza).
- Impurezas orgánicas en el agregado fino.

#### **Agregado grueso:**

- Desgaste a la abrasión “los ángeles”.
- Durabilidad a los sulfatos de Sodio y Magnesio.

### **4.1.1. Determinar la relación entre el agregado fino y la calidad del concreto en el distrito de Huancavelica 2016**

#### **4.1.1.1. Pruebas y resultados del análisis granulométrico**

Según los ensayos de laboratorio de los análisis granulométricos tanto en el agregado fino de acuerdo a la norma técnica **ASTM C 136 y AASHTOT 27**, realizado 04 muestras por unidad de análisis en las canteras Sintopampa Montecucho, Badopampa, Sachapampa y Quichcacucho, se determinó cuantitativamente los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos, por medio de tamices de abertura cuadrada por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

| Tamaño de la malla |         | Porcentaje que pasa<br>(Acumulativo) |
|--------------------|---------|--------------------------------------|
| 3/8"               | 9.50 mm | - 100                                |
| Nº4                | 4.75 mm | 95 a 100                             |
| Nº8                | 2.36 mm | 80 a 100                             |
| Nº16               | 1.18 mm | 50 a 85                              |
| Nº30               | 600 µm  | 25 a 60                              |
| Nº50               | 300 µm  | 10 a 30                              |
| Nº100              | 150 µm  | 2 a 10                               |

**Figura 3.** Límites de la granulométrica según ASTM. Fuente: Terralab SAC.

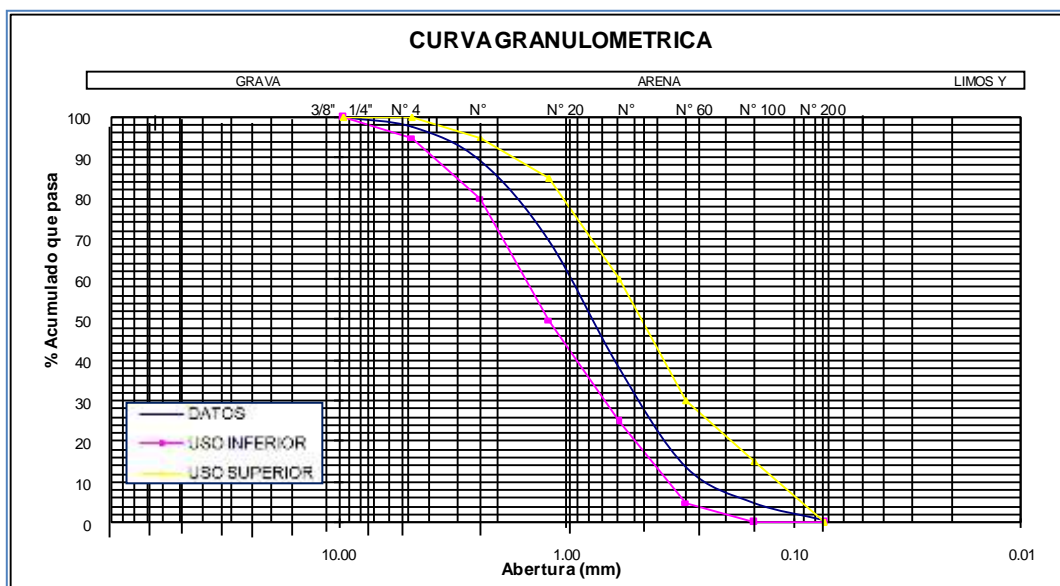
Por otro lado se calculo el módulo de fineza sumando los porcentajes acumulados para cada una de las siguientes mallas, dividiendo la suma de: **(150 µm (Nº 100), 300 µm (Nº 50), 600 µm (Nº 30), 1,18 mm (Nº 16), 2,36 mm (Nº 8), 4,75 mm (Nº 4), 9,5 mm (3/8”), 19,0 mm (3/4”), 37,5 mm (1 ½”))**:100. La norma ASTM estima que las arenas comprendidas entre los módulos de fineza entre 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que están entre 2.8 y 3.1 son más favorables para concretos de alta resistencia, se describen los siguientes resultados:

**A. Quichcacucho:** La curva granulométrica presente para el agregado fino está dentro de los husos granulométricos lo cual da una idea del estado óptimo para su

usó en concretos hidráulicos cuyo módulo de fineza es de 2.87 (se tendrá un concreto de alta resistencia según lo descrito líneas arriba) tamaño máximo del agregado tamiz 4, respecto a la retención se tiene 0.59% valor mínimo lo cual representa un indicador del grado de limpieza existente en dicho material.

| <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:</b> |                  |               |           |                |                            |
|--|------------------|---------------|-----------|----------------|----------------------------|
| Peso Muestra                               |                  | 500.00 grms.  |           |                |                            |
| TAMIZ                                      | PESO<br>RETENIDO | %<br>RETENIDO | %<br>PASA | %<br>ACUMULADO | % QUE PASA<br>LIMITES ASTM |
| 3/8"                                       | 0.00             | 0.00          | 100.00    | 0.00           | 100                        |
| 4  | 12.33            | 2.47          | 97.53     | 2.47           | 95 a 100                   |
| 8  | 40.45            | 8.09          | 89.44     | 10.56          | 80 a 100                   |
| 16   | 99.01            | 19.80         | 69.64     | 30.36          | 50 a 85                    |
| 30   | 157.92           | 31.58         | 38.06     | 61.94          | 25 a 60                    |
| 50   | 121.45           | 24.29         | 13.77     | 86.23          | 10 a 30                    |
| 100  | 43.69            | 8.74          | 5.03      | 94.97          | 02 a 10                    |
| 200  | 22.21            | 4.44          | 0.59      | 99.41          | Max 3.00 %                 |
| FONDO                                      | 2.94             | 0.59          | 0.00      | 100.00         |                            |
| Modulo Fineza                              |                  | 2.87          |           |                |                            |

**Figura 4.** Análisis granulométrico cantera Quichcacucho. Fuente: Terralab SAC.

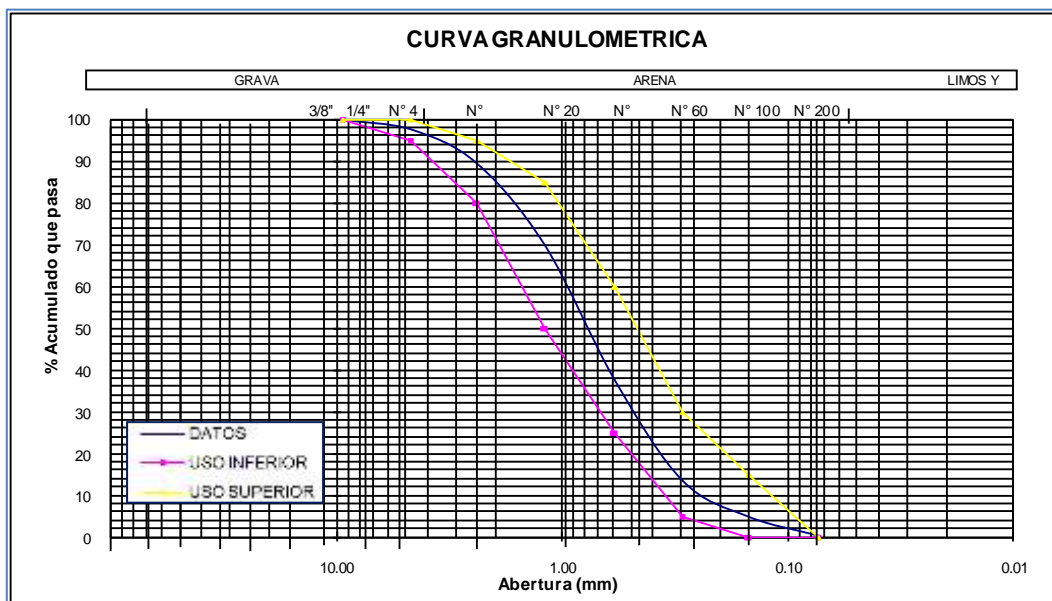


**Figura 5.** Curvagramulométrica cantera Quichcacucho. Fuente: Terralab SAC.

**B. Montecucho:** La curva granulométrica está dentro de los husos granulométricos lo cual da una idea del estado óptimo para su uso, su módulo de fineza es de 2.88, tamaño máximo del agregado tamiz 4, respecto a la retención se tiene 0.19% valor mínimo lo cual representa un indicador del grado de limpieza existente en dicho material.

| <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:</b> |               |              |        |             |                         |
|--|---------------|--------------|--------|-------------|-------------------------|
| Peso Muestra                               |               | 500.00 grms. |        |             |                         |
| TAMIZ                                      | PESO RETENIDO | % RETENIDO   | % PASA | % ACUMULADO | % QUE PASA LIMITES ASTM |
| 3/8"                                       | 0.00          | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 100                     |
| 4  | 12.33         | 2.47         | 97.53  | 2.47        | 95 a 100                |
| 8  | 40.45         | 8.09         | 89.44  | 10.56       | 80 a 100                |
| 16   | 99.01         | 19.80        | 69.64  | 30.36       | 50 a 85                 |
| 30   | 159.92        | 31.98        | 37.66  | 62.34       | 25 a 60                 |
| 50   | 121.45        | 24.29        | 13.37  | 86.63       | 10 a 30                 |
| 100  | 43.69         | 8.74         | 4.63   | 95.37       | 02 a 10                 |
| 200  | 22.21         | 4.44         | 0.19   | 99.81       | Max 3.00 %              |
| FONDO                                      | 0.94          | 0.19         | 0.00   | 100.00      |                         |
| Modulo Fineza                              |               | 2.88         |        |             |                         |

**Figura 6.** Análisis granulométrico cantera Montecucho. Fuente: Terralab SAC.



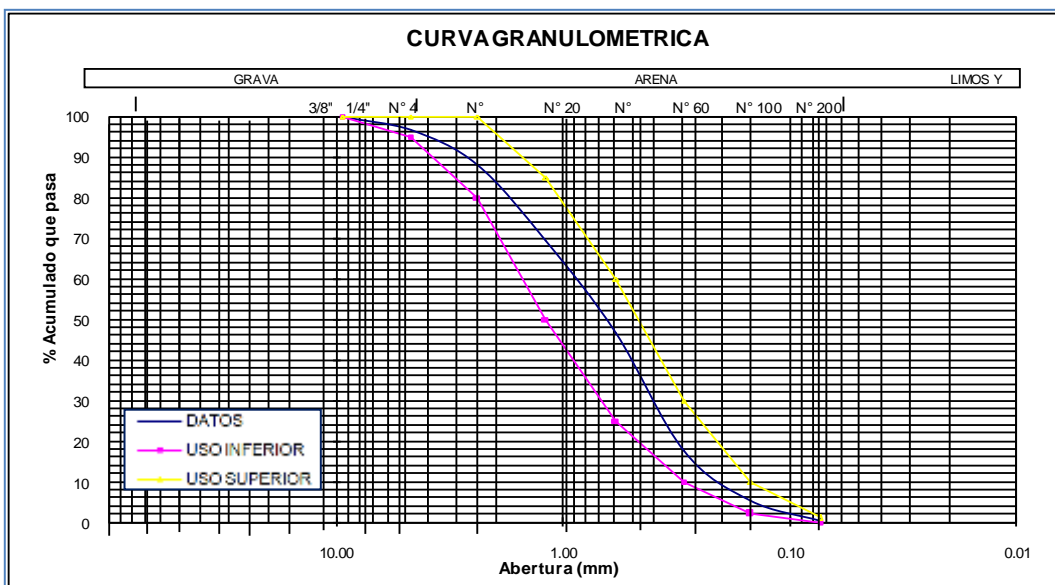
**Figura 7.** Curva granulométrica cantera Montecucho Fuente: Terralab SAC.



**C. Badopampa:** La curva granulométrica presente para el agregado fino está dentro de los usos granulométricos lo cual da una idea del buen estado para su uso en concretos hidráulicos cuyo, su de fineza es de 2.77, tamaño máximo del tamiz 4, respecto a la retención se tiene 0.31% valor mínimo lo cual representa un indicador del grado de limpieza existente en dicho material.

| <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:</b> |                  |               |           |                |                           |
|--|------------------|---------------|-----------|----------------|---------------------------|
| Peso Muestra                               |                  | 1853.00 grms. |           |                |                           |
| TAMIZ                                      | PESO<br>RETENIDO | %<br>RETENIDO | %<br>PASA | %<br>ACUMULADO | % QUE PASA<br>LIMITE ASTM |
| 3/8"                                       | 0.00             | 0.00          | 100.00    | 0.00           | 100                       |
| 4  | 65.01            | 3.51          | 96.49     | 3.51           | 95 a 100                  |
| 8  | 156.50           | 8.45          | 88.05     | 11.95          | 80 a 100                  |
| 16   | 347.00           | 18.73         | 69.32     | 30.68          | 50 a 85                   |
| 30   | 418.35           | 22.58         | 46.74     | 53.26          | 25 a 60                   |
| 50   | 545.00           | 29.41         | 17.33     | 82.67          | 10 a 30                   |
| 100  | 225.05           | 12.15         | 5.19      | 94.81          | 02 a 10                   |
| 200  | 90.41            | 4.88          | 0.31      | 99.69          | Max 3.00 %                |
| FONDO                                      | 5.68             | 0.31          | 0.00      | 100.00         |                           |
| Modulo Fineza                              |                  | 2.77          |           |                |                           |

**Figura 8.** Análisis granulométrico cantera Badopampa. Fuente: Terralab SAC.

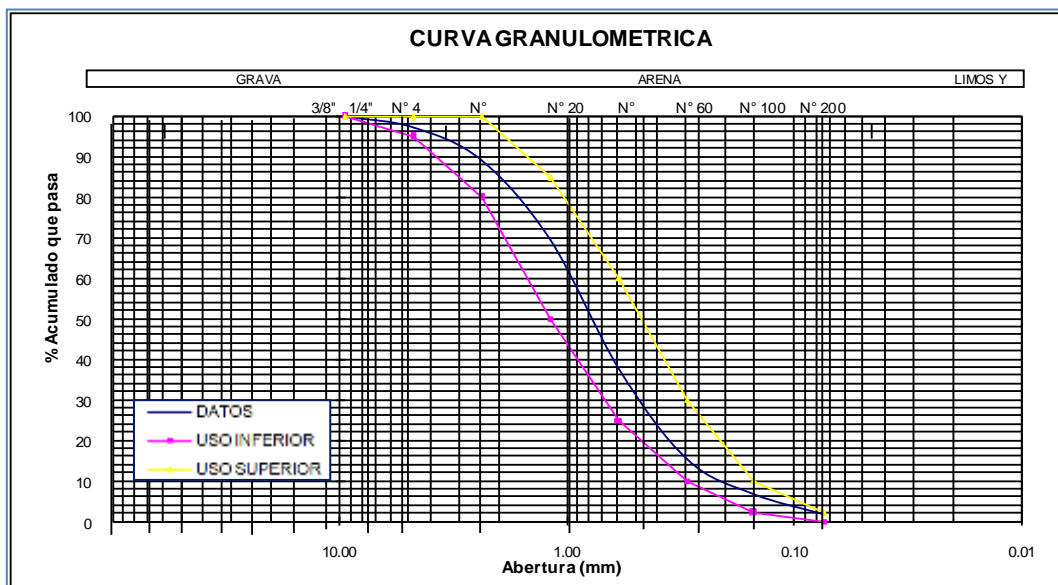


**Figura 9.** Curva granulométrica cantera Badopampa. Fuente: Terralab SAC.

**D. Sachapampa:** La curva granulométrica presente para el agregado fino está dentro de los usos granulométricos lo cual da una idea del estado óptimo para su uso en concretos hidráulicos de alta resistencia, su módulo de fineza es de 2.85, tamaño máximo del tamiz 4, respecto a la retención se tiene 0.03% valor mínimo lo cual representa un indicador del grado de limpieza existente en dicho material.

| <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:</b> |               |              |        |             |                         |
|--|---------------|--------------|--------|-------------|-------------------------|
| Peso Muestra                               |               | 500.00 grms. |        |             |                         |
| TAMIZ                                      | PESO RETENIDO | % RETENIDO   | % PASA | % ACUMULADO | % QUE PASA LIMITES ASTM |
| 3/8"                                       | 8.99          | 1.80         | 100.00 | 0.00        | 100                     |
| 4  | 13.33         | 2.67         | 97.33  | 2.67        | 95 a 100                |
| 8  | 40.45         | 8.09         | 89.24  | 10.76       | 80 a 100                |
| 16   | 99.01         | 19.80        | 69.44  | 30.56       | 50 a 85                 |
| 30   | 159.92        | 31.98        | 37.46  | 62.54       | 25 a 60                 |
| 50   | 111.45        | 22.29        | 15.17  | 84.83       | 10 a 30                 |
| 100  | 41.69         | 8.34         | 6.83   | 93.17       | 02 a 10                 |
| 200  | 25.00         | 5.00         | 1.83   | 98.17       | Max 3.00 %              |
| FONDO                                      | 0.16          | 0.03         | 1.80   | 98.20       |                         |
| Modulo Fineza                              |               | 2.85         |        |             |                         |

**Figura 10.** Análisis granulométrico cantera Sachapampa. Fuente: Terralab SAC.



**Figura 11.** Curva granulométrica cantera Sachapampa. Fuente: Terralab SAC.

#### 4.1.1.2. Pruebas y resultados de los análisis de impurezas orgánicas

Se determino la presencia y el contenido de materia orgánica en el agregado fino usado en la preparación de morteros o concretos de cemento hidráulico. Según el ensayo de laboratorio impurezas orgánicas en el agregado fino de acuerdo a la norma técnica **ASTM C40 AASHTO T21**, realizado 04 ensayos por unidad de análisis: cantera Sintopampa Montecucho, Badopampa, Sachapampa y Quichcacucho, se considera que el agregado fino contiene componentes orgánicos posiblemente perjudiciales cuando el color que sobrenada por encima de la muestra de ensayo es más oscuro que el color normal en referencia, por tratarse de ensayos cualitativos y no cuantitativos, no se requiere establecer la precisión de los efectos; a continuación describimos los siguientes resultados (adjuntando fotos de los resultados en los anexos):

**A. Quichcacucho:** Del Análisis realizado al agregado fino de la Cantera Quichacucho se tiene que la solución Hidróxido de Sodio (NaOH) que sobrenada de la muestra ensayada no presenta oscurecimiento apreciable en relación a la solución patrón. Por lo tanto el agregado de la Cantera Quichacucho presenta mínimos componentes orgánicos posiblemente perjudiciales para la elaboración de Concretos Hidráulicos. Por tratarse de un ensayo cualitativo y no cuantitativo no se requiere establecer la precisión de estos ensayos.

**B. Montecucho:** Del Análisis realizado al agregado fino de la Cantera Sintopampa - Montecucho, se tiene que la solución Hidróxido de Sodio (NaOH) que sobrenada de la muestra ensayada no presenta oscurecimiento apreciable en relación a la solución patrón. Por lo tanto el agregado de la Cantera Sitopampa - Montecucho

presenta mínimos componentes orgánicos posiblemente perjudiciales para la elaboración de Concretos Hidráulicos. Por tratarse de un ensayo cualitativo y no cuantitativo no se requiere establecer la precisión de estos ensayos.

**C. Badopampa:** Del Análisis realizado al agregado fino de la Cantera Badopampa, se tiene que la solución Hidróxido de Sodio (NaOH) que sobrenada de la muestra ensayada no presenta oscurecimiento apreciable en relación a la solución patrón. Por lo tanto el agregado de la Cantera Badopampa presenta mínimos componentes orgánicos posiblemente perjudiciales para la elaboración de Concretos Hidráulicos. Del mismo modo por tratarse de un ensayo cualitativo y no cuantitativo no se requiere establecer la precisión de estos ensayos.

**D. Sachapampa:** Del Análisis realizado al agregado fino de la Cantera Sachapampa, se tiene que la solución Hidróxido de Sodio (NaOH) que sobrenada de la muestra ensayada no presenta oscurecimiento apreciable en relación a la solución patrón. Por lo tanto el agregado de la Cantera Sachapampa presenta mínimos componentes orgánicos posiblemente perjudiciales para la elaboración de Concretos Hidráulicos. Por tratarse de un ensayo cualitativo y no cuantitativo no se requiere establecer la precisión de estos ensayos.

De los ensayos arriba establecidos se concluye parcialmente que los agregados encontrados en las cuatro unidades de análisis de objeto de estudio presentan una buena granulometría y un alto modulo de fineza para la elaboración de concretos de alta resistencia. Asimismo los resultados muestran que en las unidades de análisis se encuentran mínimas impurezas orgánicas por lo que el agregado fino mostrara viables mejoras en la elaboración de un concreto.

#### 4.1.2. Determinar la relación entre el agregado grueso y la calidad del concreto en el distrito de Huancavelica 2016

##### 4.1.2.1. Pruebas y resultados del ensayo de abrasión los ángeles

Este ensayo se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales, empleando la máquina con una carga abrasiva. Según el ensayo de laboratorio de abrasión de los Ángeles en el agregado grueso de acuerdo a la norma técnica **ASTM C 131 AASHTO T96C 535**, realizando un ensayo en cada unidad de análisis: cantera Sintopampa- Montecucho, Badopampa, Sachapampa y Quichcacucho. El resultado del ensayo recibe el nombre de coeficiente de desgaste de los Ángeles, que es la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra ensayada, expresado como tanto por ciento. Calcúlese tal valor así:

$$\% \text{ Desgaste} = 100 (P_1 - P_2) / P_1$$

**P1** = Peso muestra seca antes del ensayo.

**P2** = Peso muestra seca después del ensayo

La carga abrasiva dependerá de la granulometría de ensayo, A, B, C o D, según el peso que se introduzca en la maquina “Los Ángeles”, para nuestro caso es de gradación “A” porque utilizamos 5000 gr. Se sacó el promedio de desgaste de las muestras, las cuales se describen las siguientes figuras, adjuntando los resultados en los anexos.

**A. Quichcacucho:** El desgaste producido por el Ensayo de los Ángeles tiene como resultado del 11.28% haciendo de este un buen agregado, para su uso de concreto hidráulico este podrá generar la resistencia adecuada como soporte principal del concreto hidráulico.

| ENSAYO DE ABRASION             |        |         |        |
|--------------------------------|--------|---------|--------|
| GRADACION                      | "A"    |         |        |
|                                | PASA   | RETIENE | GRAMOS |
|                                | 1 1/2" | 1"      | 1250   |
|                                | 1"     | 3/4"    | 1250   |
|                                | 3/4"   | 1/2"    | 1250   |
|                                | 1/2"   | 3/8"    | 1250   |
|                                |        |         | 5000   |
| 500 revoluciones en 15 minutos |        |         |        |
| Peso que pasa tamiz N° 12      |        |         | 564    |
| DESGASTE                       |        |         | 11.28% |

**Figura 12.** Ensayo de abrasión de la cantera Quichcacucho. Fuente: Terralab SAC.

**B. Montecucho:** El desgaste producido por el Ensayo de los Ángeles tiene como resultado del 28.00% haciendo de este un buen agregado, para su uso de concreto hidráulico este podrá generar la resistencia adecuada como soporte principal del concreto hidráulico.

| ENSAYO DE ABRASION             |        |         |        |
|--------------------------------|--------|---------|--------|
| GRADACION                      | "A"    |         |        |
|                                | PASA   | RETIENE | GRAMOS |
|                                | 1 1/2" | 1"      | 1250   |
|                                | 1"     | 3/4"    | 1250   |
|                                | 3/4"   | 1/2"    | 1250   |
|                                | 1/2"   | 3/8"    | 1250   |
|                                |        |         | 5000   |
| 500 revoluciones en 15 minutos |        |         |        |
| Peso que pasa tamiz N° 12      |        |         | 1400   |
| DESGASTE                       |        |         | 28.00% |

**Figura 13.** Ensayo de abrasión cantera Montecucho. Fuente: Terralab SAC.

**C. Badopampa:** El desgaste producido por el Ensayo de los Ángeles tiene como resultado del 19.94% haciendo de este un buen agregado, para su uso de

concreto hidráulico este podrá generar la resistencia adecuada como soporte principal del concreto hidráulico.

| ENSAYO DE ABRASION             |        |         |        |
|--------------------------------|--------|---------|--------|
| GRADACION                      | "A"    |         |        |
|                                |        |         |        |
|                                | PASA   | RETIENE | GRAMOS |
|                                | 1 1/2" | 1"      | 1250   |
|                                | 1"     | 3/4"    | 1250   |
|                                | 3/4"   | 1/2"    | 1250   |
|                                | 1/2"   | 3/8"    | 1250   |
|                                |        |         | 5000   |
| 500 revoluciones en 15 minutos |        |         |        |
| Peso que pasa tamiz N° 12      |        |         | 997    |
| DESGASTE                       |        |         | 19.94% |

**Figura14.**Ensayo de abrasión cantera Badopampa. Fuente: Terralab SAC.

**D. Sachapampa:** El desgaste producido por el Ensayo de los Ángeles tiene como resultado del 15.68 % haciendo de este un buen agregado, para su uso de concreto hidráulico este podrá generar la resistencia adecuada como soporte principal del concreto hidráulico.

| ENSAYO DE ABRASION             |        |         |        |
|--------------------------------|--------|---------|--------|
| GRADACION                      | "A"    |         |        |
|                                |        |         |        |
|                                | PASA   | RETIENE | GRAMOS |
|                                | 1 1/2" | 1"      | 1250   |
|                                | 1"     | 3/4"    | 1250   |
|                                | 3/4"   | 1/2"    | 1250   |
|                                | 1/2"   | 3/8"    | 1250   |
|                                |        |         | 5000   |
| 500 revoluciones en 15 minutos |        |         |        |
| Peso que pasa tamiz N° 12      |        |         | 784    |
| DESGASTE                       |        |         | 15.68% |

**Figura 15.**Ensayo de abrasión cantera Sachapampa. Fuente: Terralab SAC.

Para agregados con tamaño máximo nominal de 19 mm ( $\frac{3}{4}$ " ), con porcentajes de pérdida entre 10 y 45%, Entonces, resultados de dos ensayos bien ejecutados, sobre muestras del mismo agregado grueso, no deberán diferir el uno del otro en más del 12.7% de su promedio. El coeficiente de variación, se encontró que es del 2%. Entonces, los resultados de dos ensayos bien ejecutados sobre el mismo agregado grueso, no deberán diferir, el uno del otro, en más del 5.7% de su promedio, El Ensayo de abrasión no será mayor del 50% de acuerdo a la NTP 400.019: 2002.

Para los agregados estudiados podemos concluir parcialmente que en promedio presentan una buena resistencia a la abrasión según la figura 16.

| UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS   |                                       |              |            |                     |            |
|---|---------------------------------------|--------------|------------|---------------------|------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  |                                       |              |            |                     |            |
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL   |                                       |              |            |                     |            |
| "CLASIFICACIÓN DE AGREGADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE HUANCVELICA 2016" |                                       |              |            |                     |            |
| RESISTENCIA AL DESGASTE - PRUEBA DE LOS ÁNGELES AGREGADO GRUESO, MTC E 207 - 2000                               |                                       |              |            |                     |            |
| ENSAYADA POR:   | Bach. Anibal Peña Palomino            |              | LUGAR:     | Huancavelica - Perú |            |
| NORMA:  | ASTM C 131, AASHTO T 96 y ASTM C 535. |              |            | FECHA:              | 20/02/2016 |
| DESCRIPCIÓN   | UNIDAD                                | Quichcacucho | Montecucho | Badopampa           | Sachapampa |
| PESO DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO   | gr.                                   | 5000         | 5000       | 5000                | 5000       |
| PESO DE LA MUESTRA DESPUÉS DEL ENSAYO RET. #12  | gr.                                   | 4436         | 3600       | 4003                | 4216       |
| PESO DE LA MUESTRA QUE PASA #12   | gr.                                   | 564          | 1400       | 997                 | 784        |
| % DESGASTE  | %                                     | 11.28%       | 28.00%     | 19.94%              | 15.68%     |
| PROMEDIO  | %                                     | 18.73%       |            |                     |            |

**Figura 16.** Resultado promedio del Ensayo de abrasión. Fuente: Terralab SAC.



#### 4.1.2.2. Pruebas y resultados del ensayo de índice de impacto y durabilidad de los agregados

Este método suministra una información útil para juzgar la calidad de los agregados que han de estar sometidos a la acción de los agentes atmosféricos, sobre todo cuando no se dispone de datos sobre el comportamiento de los materiales que se van a emplear, en malas condiciones climáticas en obra, el rechazo de los agregados que no cumplan las especificaciones pertinentes, no puede darse únicamente con él; se deben confirmar con resultados de otros ensayos más ligados a las características del material. Los valores de porcentaje de pérdidas admisibles, resultantes de aplicar este método. El ensayo de durabilidad de los agregados de acuerdo a la norma técnica **ASTM D3744 AASHTO T210**, realizado 04 ensayos por cada unidad de análisis: cantera Sintopampa Montecucho, Badopampa, Sachapampa y Quichcacucho, se describen en las siguientes figuras:

**A. Quichcacucho:** Se tiene como resultado 10.43% realizado con un ensayo Cuantitativo.

|                          | P INICIAL | PESO FINAL  |  |               |
|--------------------------|-----------|-------------|--|---------------|
| <b>MALLAS</b>            |           |             |  |               |
| N° 4                     | 100.00    | 88.71       |  | 11.29%        |
| N° 8                     | 100.00    | 84.65       |  | 15.35%        |
| N° 16                    | 100.00    | 88.26       |  | 11.74%        |
| N° 30                    | 100.00    | 89.68       |  | 10.32%        |
| N° 50                    | 100.00    | 96.56       |  | 3.44%         |
| <b>PROMEDIO</b>          |           |             |  | <b>10.43%</b> |
| <b>LIMITE PERMISIBLE</b> |           | <b>MAX.</b> |  |               |
| <b>AGREGADO FINO</b>     |           | <b>10%</b>  |  |               |

**Figura 17.** Ensayo de durabilidad cantera Quichcacucho. Fuente: Terralab SAC.

**B. Montecucho:** Se tiene como resultado 10.92% realizado con un ensayo Cuantitativo.

|                          | P INICIAL | PESO FINAL  |                 |               |
|--------------------------|-----------|-------------|-----------------|---------------|
| <b>MALLAS</b>            |           |             |                 |               |
| N° 4                     | 100.00    | 90.25       |                 | 9.75%         |
| N° 8                     | 100.00    | 82.64       |                 | 17.36%        |
| N° 16                    | 100.00    | 92.21       |                 | 7.79%         |
| N° 30                    | 100.00    | 85.97       |                 | 14.03%        |
| N° 50                    | 100.00    | 94.32       |                 | 5.68%         |
|                          |           |             | <b>PROMEDIO</b> | <b>10.92%</b> |
| <b>LIMITE PERMISIBLE</b> |           | <b>MAX.</b> |                 |               |
| <b>AGREGADO FINO</b>     |           | 10%         |                 |               |

**Figura 18.** Ensayo de durabilidad cantera Montecucho. Fuente: Terralab SAC.

**C. Badopampa:** Se tiene como resultado 10.60% realizado con un ensayo Cuantitativo.

|                          | P INICIAL | PESO FINAL  |                 |               |
|--------------------------|-----------|-------------|-----------------|---------------|
| <b>MALLAS</b>            |           |             |                 |               |
| N° 4                     | 100.00    | 91.10       |                 | 8.90%         |
| N° 8                     | 100.00    | 88.37       |                 | 11.63%        |
| N° 16                    | 100.00    | 86.86       |                 | 13.14%        |
| N° 30                    | 100.00    | 90.89       |                 | 9.11%         |
| N° 50                    | 100.00    | 89.77       |                 | 10.23%        |
|                          |           |             | <b>PROMEDIO</b> | <b>10.60%</b> |
| <b>LIMITE PERMISIBLE</b> |           | <b>MAX.</b> |                 |               |
| <b>AGREGADO FINO</b>     |           | 10%         |                 |               |

**Figura 19.** Ensayo de durabilidad cantera Badopampa. Fuente: Terralab SAC.

**D. Sachapampa:** Se tiene como resultado 10.06% realizado con un ensayo Cuantitativo.

|                          | P INICIAL | PESO FINAL      |  |               |
|--------------------------|-----------|-----------------|--|---------------|
| <b>MALLAS</b>            |           |                 |  |               |
| N° 4                     | 100.00    | 87.26           |  | 12.74%        |
| N° 8                     | 100.00    | 90.24           |  | 9.76%         |
| N° 16                    | 100.00    | 85.62           |  | 14.38%        |
| N° 30                    | 100.00    | 92.35           |  | 7.65%         |
| N° 50                    | 100.00    | 94.25           |  | 5.75%         |
|                          |           | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>10.06%</b> |
| <b>LIMITE PERMISIBLE</b> |           | <b>MAX.</b>     |  |               |
| <b>AGREGADO FINO</b>     |           |                 |  | <b>10%</b>    |

**Figura 20.** Ensayo de durabilidad cantera Sachapampa. Fuente: Terralab SAC.

Los límites máximos para el ensayo de durabilidad al sulfato de sodio y magnesio de acuerdo a la normativa NTP 400.016:1999, es de 12% si se utiliza solución de sulfato de sodio y 18% si se utiliza solución de sulfato de magnesio, en ambos casos como valor es el máximo es 18.00%.

| <b>UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS</b>  |                            |                     |                   |                     |                   |
|---|----------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| <b>FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA</b>   |                            |                     |                   |                     |                   |
| <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>  |                            |                     |                   |                     |                   |
| <b>"CLASIFICACIÓN DE AGREGADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE HUANCABELICA 2016"</b> |                            |                     |                   |                     |                   |
| <b>DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO, MTC E 209 – 2000, NTP 400.016</b>                             |                            |                     |                   |                     |                   |
| <b>ENSAYADA POR:</b>  | Bach. Anibal Peña Palomino |                     | <b>LUGAR:</b>     | Huancavelica - Perú |                   |
| <b>NORMA:</b>   | ASTM C 88 y AASHTO T 104.  |                     |                   | <b>FECHA:</b>       | 20/02/2016        |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | <b>UNIDAD</b>              | <b>Quichcacucho</b> | <b>Montecucho</b> | <b>Badopampa</b>    | <b>Sachapampa</b> |
| <b>PESO DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO</b>  | gr.                        | 500.00              | 500.00            | 500.00              | 500.00            |
| <b>PESO DE LA MUESTRA DESPUÉS DEL ENSAYO RET. #12</b>   | gr.                        | 447.86              | 445.39            | 446.99              | 449.72            |
| <b>PESO DE LA MUESTRA QUE PASA #12</b>  | gr.                        | 52.14               | 54.61             | 53.01               | 50.28             |
| <b>% DESGASTE</b>   | %                          | 10.43%              | 10.92%            | 10.60%              | 10.06%            |
| <b>PROMEDIO</b>   | %                          | <b>10.50%</b>       |                   |                     |                   |

**Figura 21.** Resultado de ensayo durabilidad de agregados. Fuente: Terralab SAC.

De los análisis de los ensayos para el agregado grueso, estos se encuentran dentro de los límites permisibles por lo tanto los agregados estudiados son buenos para la elaboración de concretos hidráulicos, asimismo presentan en promedio buena resistencia al desgaste y durabilidad al congelamiento y heladas.

## **4.2. Prueba de hipótesis**

### **4.2.1. Para la primera hipótesis específica:**

**La relación entre agregado fino y la calidad del concreto es significativa en el distrito de Huancavelica 2016.**

De acuerdo a las pruebas encontradas en el presente estudio y a los ensayos de análisis granulométrico e impurezas orgánicas se ha encontrado que las curvas granulométricas está dentro de los husos establecidos por el ACI asimismo no presentan componentes orgánicos posiblemente perjudiciales para la elaboración de concretos hidráulicos, consecuentemente el agregado fino se relaciona de manera significativa con la calidad del concreto.

### **4.2.2. Para la segunda hipótesis específica:**

**La relación entre agregado grueso y la calidad del concreto es significativa en el distrito de Huancavelica 2016.**

De acuerdo a las pruebas encontradas en el presente estudio ya los ensayos de desgaste a la abrasión los ángeles e índice de durabilidad de los agregados, se ha encontrado que este agregado podrá generar la resistencia adecuada para el soporte primordial en la elaboración de concretos hidráulicos, consecuentemente el agregado grueso se relaciona de manera significativa con la calidad del concreto.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

1. Se concluye que el agregado fino de las canteras en estudio son óptimas en la elaboración de los concretos hidráulicos, según la granulometría por no salirse en forma desmedida de los husos establecidos por la norma técnica ASTM C136 y AASHTO T27, presentando a su vez un agregado con óptima gradación y presentar impurezas orgánicas dentro de los estándares permitidos según la norma técnica ASTM C40 AASHTO T21, los cuales no desvirtuaran la elaboración de concretos hidráulicos de calidad.
2. Los ensayos de laboratorio de desgaste a la abrasión los ángeles e índice de durabilidad de los agregados, muy específicamente buscan la dureza y duración de los agregados según las normas técnicas ASTM C131 AASHTO T96 y ASTM D3744 AASHTO T210, realizado los ensayos con nuestros agregados de las canteras en estudio, estos tienen un buen comportamiento frente al desgaste por abrasión e interperismo y como el agregado consta más del 75% dentro de una unidad cubica de concreto, podemos decir que generara una resistencia adecuada para el soporte básico en la elaboración de concretos hidráulicos por lo tanto será un concreto de calidad.

**Recomendaciones:**

1. Se recomienda que por tratarse de un agregado de lecho de río en lo sucesivo se tenga en consideración la combinación de estos para mantener una buena gradación así cumpla mejor con la curva granulométrica dictada según las normas técnicas y por lo tanto tener mejor adherencia con la pasta.
  
2. Según la segunda conclusión, se recomienda o sugiere que el agregado se puede utilizar sin problemas en concretos armados a alturas que superen los 4000 m.s.n.m. evitando así problemas de interperismo debido a las heladas que se dan con mayor presencia en los meses de Mayo a Septiembre a esa altura sobre el nivel del mar, del mismo modo al desgaste provocada por la meteorización y dilatación incitada por el sol.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **Matamoros, J. (2011);** *características geotécnicas de los agregados existentes en las canteras del rio Caputillo – sector Chacapampa – Castrovirreyna 2011.* (tesis de pregrado inédita). Universidad nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- **Durand, J A y Rodríguez, C A. (2009);** *características geotécnicas de los agregados existentes en las canteras del rio Ichu sector Callqui Chico – Huancavelica - 2009.* (tesis de pregrado inédita). Universidad nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- **Chacaliza, I A y Vargas, L. (2011);** *características del agregado (fino y grueso) de la cantera de Tucsipamapa – Ircay 2011.* (tesis de pregrado inédita). Universidad nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- **Abanto, F (2003);** *Tecnología del concreto.* (1ª ed). Perú. Ed. San Marcos.
- **Biondi, A. (2013);** *Supervisión de Obras.* (11ª Ed). Perú. Ed. Fondo Editorial ICG.
- **Jones, R.C. (1984);** *Materiales de Construcción.* (en línea) Recuperado el 26 de julio 2015, disponible en internet.
- **UNAM. (1994);** *Manual de tecnología del concreto.* (en línea) Recuperado el 26 de julio 2015, disponible en internet.
- **Ruiz, A.P. y Fava, C. (2003);** *Estudio de fuentes de agregados de la República de Argentina.* (en línea) Recuperado el 26 de julio 2015, disponible en internet.
- **De La Rosa, S.J. (1980);** *Pavimentos de concreto compactado con rodillos – CCR.* (en línea) Recuperado el 26 de julio 2015, disponible en internet.
- **Solís, C y BAEZA, J. (2005);** *Influencia de las propiedades físicas de los agregados en la técnica de pulso ultrasónico para predecir la resistencia a la*

*compresión del concreto.* (en línea) Recuperado el 26 de julio 2015, disponible en internet.

• **Sánchez, DG. (1993);** *Tecnología del concreto y del mortero.* (en línea) Recuperado el 26 de julio 2015, disponible en internet.

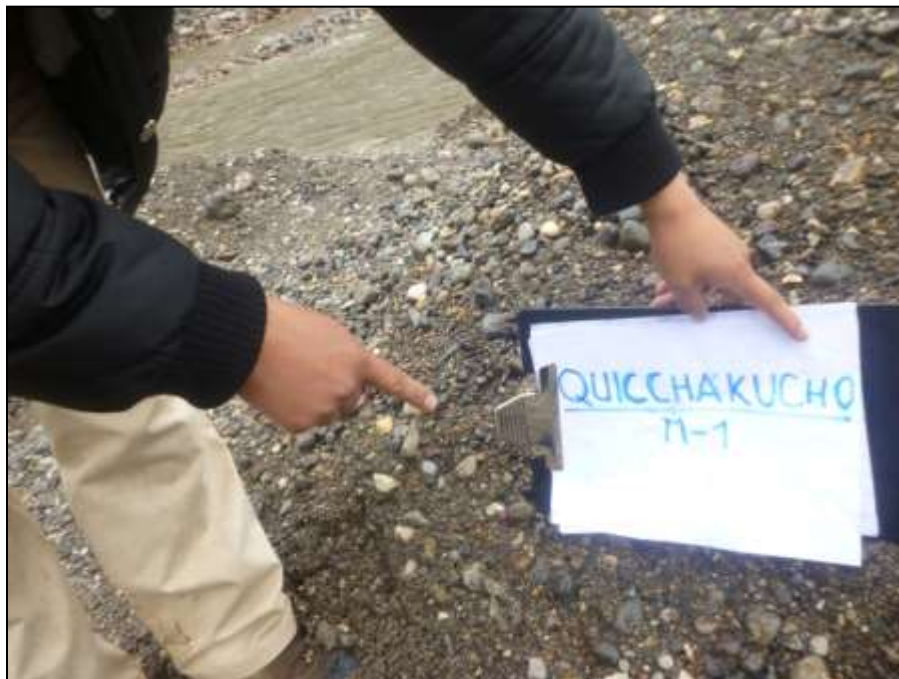
• **RNE (2009);** *Reglamento nacional de Edificaciones.* (2009) Perú.

• **ICG (2008);** *Manual de ensayo de materiales (EM 2000) Perú.*

• **Hernández, R. (2006);** *Metodología de la investigación,* (4<sup>a</sup> ed).México Mc Graw Hill interamericana.



## ANEXOS



**Foto N° 01:** Se muestra la cantera Quichcacucho muestra N° 01 (02/02/2016)



**Foto N° 02:** Se muestra el levantamiento topográfico de la cantera Quichcacucho  
(02/02/2016)



**Foto N° 03:** Se muestra la cantera Montecucho muestra N° 02 (02/02/2016)



**Foto N° 04:** Se muestra el levantamiento topográfico de la cantera Montecucho  
(02/02/2016)



**Foto N° 05:** Se muestra la cantera Badopampa muestra N° 03 (02/02/2016)



**Foto N° 06:** Se muestra el levantamiento topográfico de la cantera Badopampa  
(02/02/2016)



**Foto N° 07:** Se muestra la cantera P. Sachapampa muestra N° 04 (02/02/2016)



**Foto N° 08:** Se muestra el levantamiento topográfico de la cantera P. Sachapampa  
(02/02/2016)



**Foto N° 09:** Se visualiza las muestras llegadas al laboratorio de mecánica de suelos.



**Foto N° 10:** Se visualiza las muestras llegadas al laboratorio de mecánica de suelos



**Foto N° 11:** Se muestra una vez cuarteada y mezclada, se pesan los agregados.



**Foto N° 12:** Se seca la muestra a una temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230^{\circ} \pm 9^{\circ}\text{F}$ ), hasta obtener peso constante.



**Foto N° 13:** Se muestra el vertido del agregado a los tamices listo para realizar el análisis granulométrico.



**Foto N° 14:** Se muestra el realizado del tamizado manual utilizando el martillo de goma.



**Foto N° 15:** Se muestra la clarificación de los agregados divididos por tamaños según los tamices.



**Foto N° 16:** Se muestra el pesado de los agregados para continuar con los cálculos.





**Foto Nº 17:** Se muestra los tamices con los agregados que se utilizarán en el ensayo de impurezas orgánicas en el agregado fino.



**Foto Nº 18:** Se muestra la probeta con los agregados a la vez incorporando los reactivos.



**Foto Nº 19:** Se muestra el contenido que sobresana con impurezas orgánicas, no perjudiciales en la comparación con los colores Gardner.



**Foto Nº 20:** Se muestra los agregados que se utilizarán en el ensayo de abrasión.



**Foto N° 21:** Se muestra la carga abrasiva, parte del equipo de abrasión los ángeles.



**Foto N° 22:** Se muestra el vertido de los agregados para realizar el ensayo.



**Foto N° 23:** Se muestra el proceso del trabajo que realiza el equipo los ángeles.



**Foto N° 24:** Se muestra los agregados ya clasificados que se utilizarán en el ensayo de durabilidad de los agregados.



**Foto N° 25:** Se muestra la incorporación de las soluciones necesarias para la realización del ensayo de durabilidad de los agregados sulfato de sodio y sulfato de magnesio.



**Foto N° 26:** Se muestra los agregados puestos en el horno para mantener una temperatura estable.



**Foto N° 27:** Se muestra la regulación del horno a  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F), teniendo una temperatura estable para realizar el ensayo de durabilidad de los agregados.



**Foto N° 28:** Se muestra la comparación de los agregados fracturados listo para su análisis granulométrico.