

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA
PROVINCIA DE ANTA – REGION CUSCO”**

Presentado por:

Br. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO

Para optar al título profesional de
INGENIERO CIVIL

ASESOR:

Ing. Juan Vladimiro Loayza Aguirre.

Dr. Edwards Jesús Aguirre Espinoza.

CUSCO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios por guiar mi camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desfallecer y encarar las adversidades.

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanas

Pamela por estar siempre presente, acompañándome para poderme, realizar siendo mi motivación, inspiración, felicidad y alegría.

Mi hermana Sonia Beatriz mi Ángel que está siempre presente en mi corazón y desde el cielo me ilumina.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

Mileey Gaby.

AGRADECIMIENTO

Mami tu esfuerzo es impresionante y tu amor es para mí invaluable junto a mi padre me has educado, me has proporcionado todo y cada cosa que he necesitado. Tus enseñanzas las aplico cada día; tengo mucho por agradecerte, los amo.

A mis docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y motivación para la culminación de mi estudio profesional.

Al Ing. Juan Vladimiro Loayza Aguirre por su apoyo ofrecido en este trabajo su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de mi formación profesional.

A toda aquella persona que en algún momento a lo largo de estos años de estudio dieron su apoyo y aliento para que pueda finalizar esta etapa de mi vida.

RESUMEN

El presente estudio tiene como propósito u objetivo Determinar el nivel de la Calidad de los Agregados procedentes de la provincia de Anta– Región Cusco. Para la elaboración de concretos utilizados en la Región.

En el presente estudio se analiza y determina la calidad de los agregados procedentes de la Provincia de Anta mediante el acopio o recolección de datos de los ensayos de laboratorio realizados, los cuales nos brindan información precisa y confiable de las características físicas, mecánicas y químicas de los agregados procedentes de la provincia de Anta, utilizados en las diferentes Obras de Ingeniería realizadas en la Región. De este modo comparar los datos obtenidos de los ensayos respectivos con los parámetros dados por las normas ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) y la NTP (Norma Técnica Peruana), también realizar los respectivos diseños de mezclas y posterior pruebas de resistencia a la compresión (rotura de briquetas).

Finalmente de cuyo análisis se concluye que los agregados procedentes de la Provincia de Anta aproximadamente se encuentran dentro de los parámetros que establecen las normas ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) y la NTP (Norma Técnica Peruana), para agregados o áridos idóneos para la elaboración de concretos y las pruebas de resistencia a la compresión alcanzan la resistencia de diseño.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	2
1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS	2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	3
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
UBICACIÓN DEL PROYECTO:.....	4
UBICACION DE APROVISIONAMIENTO:.....	5
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.7. HIPOTESIS	5
CAPÍTULO II.....	6
BASES TEORICAS.....	6
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.2.1. CONCRETO	13
2.2.1.1 GENERALIDADES.....	15
2.2.1.2 CONSIDERACIONES BÁSICAS.....	15
2.2.2. CEMENTO PORTLAND	17
2.2.2.1. ANTECEDENTES DEL CEMENTO.....	19
2.2.2.2. FABRICACIÓN.....	20
2.2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS.....	22
2.2.2.4. ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS	24
2.2.3. CALIDAD DE LOS AGREGADOS	25
2.2.3.1. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS.....	25
2.2.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NORMA ASTM C-33	25
2.2.4.1. AGREGADO FINO	25
2.2.4.1.1. GRADUACIÓN.....	25
2.2.4.1.2. SUSTANCIAS PERJUDICIALES	26

2.2.4.1.3.	IMPUREZAS ORGÁNICAS.....	27
2.2.4.2.	AGREGADO GRUESO	27
2.2.4.2.1.	GRADUACIÓN.....	28
2.2.4.2.2.	SUSTANCIAS PERJUDICIALES	28
2.2.5.	AGUA DE MEZCLA	29
2.2.5.1.	Requisitos.....	29
2.2.5.2.	Funciones.....	30
2.2.5.3.	Recomendaciones.....	30
2.2.6.	DISEÑO DE MEZCLAS	30
2.2.7.	ADITIVOS.....	53
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	55
2.3.1.	AGREGADO	55
2.3.2.	CALIDAD.....	56
CAPITULO III.....		59
METODOLOGIA.....		59
3.1.	TIPO DE INVESTIGACION:	59
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACION	60
3.2.1	UBICACIÓN DE LAS FUENTES DE APROVISIONAMIENTO:.....	61
3.2.1.1.	FUENTE DE APROVISIONAMIENTO ZURITE – ZURITE.....	61
.....	.....	62
3.2.1.2.	FUENTE DE APROVISIONAMIENTO HUILLQUE – ANCAHUASI	64
3.2.1.3.	FUENTE DE APROVISIONAMIENTO PUENTE CUNYAC – LIMATAMBO	66
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	68
3.3.1.	MUESTREO PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	68
3.3.2.	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200).....	79
3.3.3.	PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS	81
3.3.4.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	85
3.3.5.	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS	90
3.3.6.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	95
3.3.7.	ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½")	100
3.3.8.	IMPUREZAS ORGANICAS EN EL AGREGADO FINO	104
3.3.9.	SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES ...	106
CAPITULO IV		110
4.	PRESENTACION DE RESULTADOS.....	110

4.1.	RESULTADOS SEGUN LAS NORMAS ASTM y NTP	112
4.1.1.	AGREGADO FINO	112
4.1.2.	AGREGADO GRUESO	114
4.1.3.	AGREGADO GRUESO	116
4.1.	RESULTADOS DE LA NORMA ASTM C-131 Y NTP 400.019.....	117
4.2.	DISEÑO DE MEZCLAS	118
4.2.1.	RESISTENCIAS DE DISEÑO.....	118
4.2.2.	DISEÑO DE MEZCLAS PARA OBTENCION DE RESISTENCIA DE DISEÑO.....	119
4.2.3.	ELABORACION DE PROBETAS DE CONCRETO.....	120
4.2.4.	CURADO DE PROBETAS DE CONCRETO.....	120
4.2.5.	OBTENCION DE RESULTADOS.	121
4.3.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	121
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	128
	CAPITULO V	130
5.	PROPUESTA	130
5.1	CONCLUSIONES.....	131
5.2	SUGERENCIAS O RECOMENDACIONES	133
5.3	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	134
5.4	ANEXOS	135
	ENSAYOS DE LABORATORIO	135
	CUADRO COMPARATIVOS	144
	PLANOS	151
	PANEL FOTOGRAFICO	152

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación que expongo a continuación, ha sido elaborado con la finalidad de conocer y determinar la calidad de los agregados en la Provincia de Anta tomando como referencia las normas peruanas e internacionales, de este modo conocer las fuentes de aprovisionamiento (canteras) más idóneas y mejorar los niveles de calidad de las obras de Ingeniería en nuestra región, partiendo de una observación previa y la posterior descripción de la problemática, me planteo una interrogante, ¿Cuál es el nivel de calidad de los agregados para la elaboración de concretos en la Región.

El estudio sobre los agregados, como material de construcción es fundamental y de carácter prioritario, debido al masivo uso que se le otorga en las diferentes Obras de Ingeniería en la Provincia de Anta y por ende en la Región del Cusco. También por ser un recurso obtenido de la naturaleza en su totalidad, debemos poner hincapié en el tema medio ambiental y hacer de este recurso natural sostenible y duradero en el tiempo.

La problemática inicial que inspiró la realización de esta investigación está relacionada con la calidad de los agregados utilizados en las Obras de Ingeniería en la Provincia de Anta. Al profundizar en el tema se puede observar que la mayoría de Obras de Ingeniería realizadas en la Provincia de Anta se desarrolla con agregados obtenidos de las canteras ubicadas, que se encuentran circunscritos en los límites de La Provincia de Anta.

Se ha desarrollado el estudio, teniendo en cuenta métodos y ensayos de laboratorio según las normas ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) y la NTP (Norma Técnica Peruana), realizados a cada una de las fuentes de aprovisionamiento de material en la Provincia de Anta, que me permitieron recolectar adecuadamente los datos, para así poder procesar y elaborar conclusiones y recomendaciones en base a las variables en estudio.

En el Capítulo I Se enfoca en los aspectos generales de la investigación como por ejemplo planteamiento de problemas, formulación de problema, justificación,

objetivos de la investigación, delimitación de la investigación, entre otros aspectos, etc.

En el Capítulo II Expongo todas las definiciones y conceptos de cada una de las variables necesarias para la sustentación de los objetivos y la elaboración de los resultados de manera concreta y confiable.

En el Capítulo III Se define el tipo de investigación realizada, así como también las técnicas e instrumentos de investigación elegidos para dicho estudio. Finalmente las técnicas que se utilizarán para el análisis de los resultados en base a los ensayos realizados.

Capítulo IV Se presentan los resultados debidamente diagnosticados y verificados los cuales servirán para validar mi propuesta técnica.

Capítulo V Finalmente en este capítulo presento mi propuesta técnica que es la culminación de toda la investigación realizada durante este estudio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las obras de ingeniería que se realizan en la mayoría de los países desarrollados o en vías de desarrollado, utilizan como parte del material de construcción los agregados en sus diversas formas. Como consecuencia debido al volumen de materiales que se extraen procesan, elaboran y consumen, el impacto ambiental que se genera es importante y si se considera la cantidad de material inservible, producto de la deficiente explotación de las fuentes de aprovisionamiento es mucho mayor.

En la actualidad la creciente actividad constructora en la región debido a los beneficios económicos otorgados por el canon y sobre canon gasífero ha traído consigo la creciente demanda de agregados para las diferentes Obras de Ingeniería, que se desarrollaron y se ejecutaran en la Provincia de Anta, por ende se ha visto perjudicado en gran medida a la industria de la construcción, debido a que no se toman criterios técnicos en la selección del agregado y solo se guían por experiencias sin tomar en cuenta las recomendaciones dadas por las normas internacionales ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) y las normas peruanas NTP (Norma Técnica Peruana), por tal motivo pueden existir problemas en la correcta funcionalidad de las obras.

La gravedad de la situación radica en las consecuencias que trae consigo la utilización de material de mala calidad en las Obras de Ingeniería y los problemas que esto implicará en el futuro con la funcionalidad y utilidad de las obras. Debido a esto se pueden encontrar las denominadas patologías del concreto, daños que puede sufrir el concreto en servicio. Podemos mencionar el ataque por sulfatos trayendo consigo la fisura del elemento estructural, de la misma forma una inadecuada granulometría afecta a la resistencia del concreto, etc. Debido a que el concreto está compuesto por varios ítems cada una de estas presenta una patología diferente.

Podemos solucionar este tema, diagnosticando y evaluando cada una de las fuentes de aprovisionamiento de material granular, para poder determinar la calidad de cada una de estas. La mejor manera de realizarlo es con los respectivos ensayos de laboratorio a cada una de las fuentes de aprovisionamiento. Realizando esta evaluación podemos plantear que un determinado material es idóneo para un trabajo específico.

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el nivel de calidad de los Agregados para concreto armado en la Provincia de Anta?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

- a) ¿Cuáles son las fuentes de aprovisionamiento granular más óptimas para las obras de ingeniería de la Provincia de Anta?
- b) ¿Cuáles son las características del Agregado para concreto armado de las canteras de la Provincia de Anta?
- c) ¿Cuál es su funcionabilidad del Agregado en concreto armado de las canteras de la Provincia de Anta?
- d) ¿Cuáles son las consecuencias de la utilización de Agregados para concreto armado en las Obras de Ingeniería en la Provincia de Anta?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar y determinar los estudios de calidad de los Agregados para concreto armado en la Provincia de Anta.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

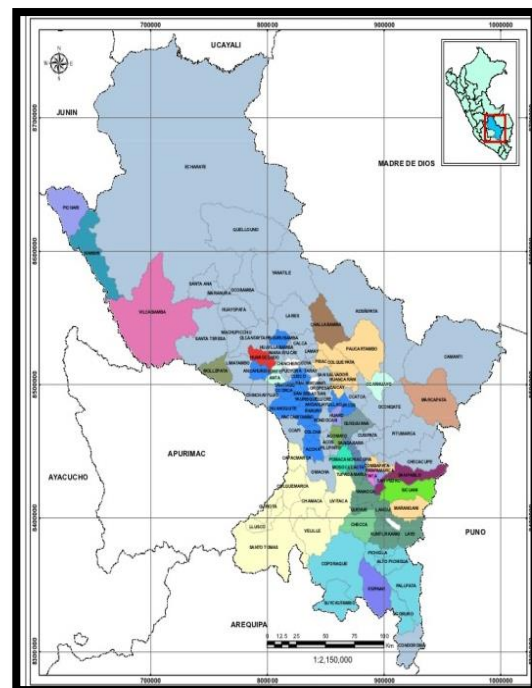
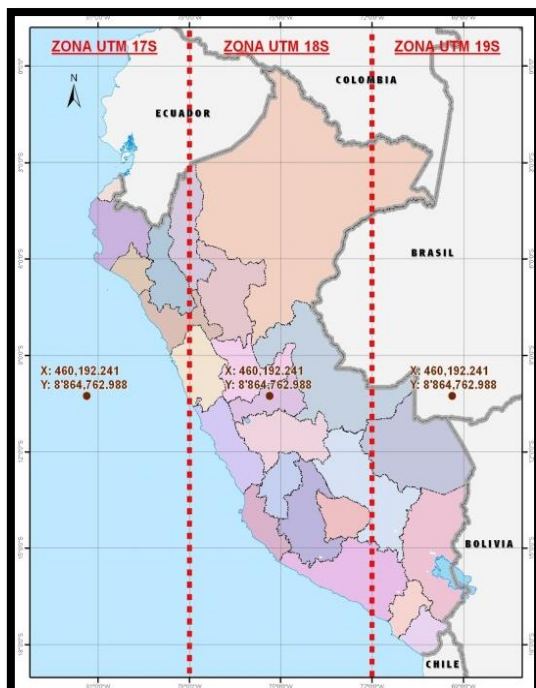
- a) Ubicar y determinar las fuentes de aprovisionamiento granular más óptimas para las obras de ingeniería en la Provincia de Anta.
- b) Analizar las características de un Agregado para concreto de la Provincia de Anta
- c) Determinar la funcionabilidad del agregado en concreto armado en la Provincia de Anta.
- d) Determinar las consecuencias de la utilización de Agregados para concreto armado en las Obras de Ingeniería en la Provincia de Anta.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Este problema se justifica en la necesidad de determinar la calidad de los agregados, para acrecentar la funcionalidad y utilidad de las obras de Ingeniería, reduciendo las obras paupérrimas y con esto reducir gastos económicos en el mantenimiento de las mismas, ya que esta investigación servirá para obtener datos reales y verificables que ayudara a los futuros ingenieros civiles a diseñar, ejecutar obras con un alto grado de calidad.

1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio por el área geográfica queda circunscrita en:





UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACION GEOGRAFICA: La Provincia de Anta pertenece a la región Cusco. Su capital provincial se encuentra a tan solo 25 kilómetros y al noroeste de la ciudad de Cusco. Geográficamente está ubicada entre la coordenada UTM:

- **Zona:** 18 L
- **Este:** 809307
- **Norte:** 8509643
- **Altura:** 3356 m.s.n.m
- **DATUM:** WGS – 84
- **Altitud mínima:** 1700 msnm
- **Altitud máxima:** 5850 msnm
- **Superficie:** 2414,29 km²
- **Densidad poblacional:** 24 hab. /km

El territorio de la provincia se halla circunscrito dentro de las cuencas del Vilcanota y el Apurímac, y forma zonas de vida de ceja de selva y sierra.

LIMITES POLITICOS:

- **Por el Norte:** Con las provincias de La Convención y Urubamba.
- **Por el Sur:** Con la provincia de Paruro y la región de Apurímac.

- **Por el Oeste:** Con la región de Apurímac.
- **Por el Este:** Con las provincias de Cusco y Urubamba.

DIVISION POLITICA Y EXTENSION TERRITORIAL: Anta es una de las 13 provincias de la región Cusco. Está dividido en 9 distritos con una superficie de 2,414.29 Km².

UBICACION DE APROVISIONAMIENTO:

DISTRITO	SUPERFICIE Km2	CUENCA			ALTITUD
			LEY	FECHA	
Ancahuasi	123,58	vilcanota	S.I	S.I	3337
Zurite	52,33	vilcanota	S.I	02/01/1857	3391
LIMATAMBO	512,92	Apurimac	ecopa indep.	S.I	2554

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio presenta como limitación las unidades de análisis y los medios técnicos y científicos que no se haya al alcance del investigador, lo que permitirá la profundidad del estudio por lo que los resultados serán generalizables solo para el ámbito de estudio.

Una de las principales limitaciones del presente estudio fue la accesibilidad a los documentos relacionados con resultados anteriores y actuales sobre las pruebas de resistencia a la compresión. Resultados que deben de ser parte de la documentación de obra, esto nos indica que no existe un adecuado control de esta información.

1.7. HIPOTESIS

El nivel de calidad de los agregados para concreto armado es alto en la Provincia de Anta.

Hipótesis Independiente: Calidad de los agregados.

Hipótesis Dependiente: Resistencia del concreto empleado en la construcciones de obras civiles.

CAPÍTULO II

BASES TEORICAS

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los antecedentes incluyen toda la información previa disponible relacionada con el tema de investigación, se presenta la teoría y los procedimientos normados de ensayo sobre los cuales se sustenta el análisis de calidad de agregados, con base en las normas ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) y la NTP (Norma Técnica Peruana).

Los ensayos que se realizaran para obtener datos fidedignos para la correcta dosificación en el diseño de mezclas serán los siguientes:

- Extracción y Preparación de Muestras (NTP 400.010 – MTC E 201-2000)
- Cantidad de Material Fino que pasa por el Tamiz 200 (NTP 400.018 – MTC E 202-2000)
- Peso Unitario y Vacíos de los agregados (NTP 400.017 – MTC E 203-2000)
- Análisis Granulométrico (NTP 400.012 – MTC E 204-2000)
- Peso Específico y Absorción de Agregados Finos (MTC E 205-2000)
- Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos (NTP 400.021 – MTC E 206-2000)
- Abrasión los Ángeles (l.a.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños menores de 37.5 mm (1 ½") (MTC E 207-2000)

Los estudios realizados con anterioridad, acerca de las fuentes de aprovisionamiento granular en La Provincia de Anta son muy limitados o escasos para poder cotejar propiedades del agregados y el análisis de los resultados obtenidos en el diseño de mezclas.

Existe un estudio realizado en Ecuador y así mismo tome como referencia dos estudios realizados a nivel de la ciudad del cusco en cual me brindo un modelo o guía para realizar de mejor manera el proyecto de investigación.

El primer titulado "La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la Resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles" realizado por los Bach. ORTEGA CASTRO ALBERTO. Es

fundamental e indispensable conocer la calidad de los agregados que se emplean en la industria de la construcción para la elaboración de hormigón, debido a que forman gran parte del volumen final del mismo y si estos son de buena calidad entonces darán lugar a hormigones de resistencia estable, durables y económicos. Esta investigación se desarrolla con la finalidad de distinguir el comportamiento de los diferentes agregados que se utilizan en las obras civiles de la ciudad de Ambato, y todo sustentado en base a ensayos técnicos de laboratorio con el fin de obtener resultados confiables.

El enfoque de la presente investigación es del tipo cuali - cuantitativo debido a que se realizará el estudio de las propiedades de los agregados que influyen en la resistencia del hormigón, cada una de estas propiedades está sujeta a rangos de valores establecidos por las diferentes normas a ser aplicadas durante los ensayos de laboratorio, de esta manera podremos conocer que tan aptos son los materiales en estudio y que resistencias podemos estimar al momento de utilizarlos en la preparación de hormigón.

La modalidad de investigación que se empleará para la presente investigación es de campo, debido a que se acudirá directamente a las canteras que es de donde se extraen los diferentes agregados, todo con el fin de obtener las muestras, y a su vez también será experimental debido a que se realizarán estudios y análisis para obtener las propiedades de los agregados.

También contendrá la modalidad bibliográfica debido a que se investigarán y aplicarán las especificaciones de normas INEN y ASTM que contemplan los requisitos y tipos de ensayos que deben ser aplicados a los agregados para de esta manera conocer su calidad y comportamiento al formar parte de una mezcla de hormigón.

CONCLUSIONES CANTERA VILLACRÉS

Según la curva granulométrica del AGREGADO GRUESO de la Cantera Villacrés se concluye que al estar próxima al límite superior son partículas un tanto gruesas, por ello su Tamaño Nominal Máximo de 1 1/2"; sin embargo están dentro del rango establecido, lo cual representa una adecuada distribución de partículas de diferentes tamaños en la muestra ensayada.

De acuerdo con la gráfica de granulometría para el AGREGADO FINO de la Cantera Villacrés se deduce que a pesar de tener una porción un poco baja de

partículas retenidas en el tamiz # 8. el resto de partículas se encuentran correctamente segregadas en el resto de tamices cumpliendo así con los límites establecidos para este ensayo dando un módulo de finura de 3.0 el cual es el valor ideal de una arena para formar parte de un buen hormigón.

Con el ensayo de peso unitario suelto se obtuvo en el ripio un valor de 1.382 gr./cm³ siendo aunque por muy poco pero mayor con respecto a la arena cuy valores de 1.326 gr./cm³ lo que indica que la arena y el ripio en estado natural, de esta cantera, tienen casi la misma masa por unidad de volumen.

En el ensayo de peso unitario compactado ocurrió algo parecido a lo obtenido en el suelto, la arena tiene 1.565 gr./cm³ mientras que el ripio tiene 1.558 gr./cm³ lo cual nuevamente indica que la arena y el ripio, de esta cantera, tienen casi la misma masa por unidad de volumen a pesar de haber sufrido un proceso de compactación.

De igual manera se concluye que con 39% de arena y 61% de ripio se obtiene el peso unitario óptimo de su mezcla el cual es 1.890 gr./cm³

Se concluye que el ripio con un peso específico de 2.585gr./cm³ y la arena con un peso específico de 2.568gr./cm³ son aptos para ser utilizados en la elaboración de hormigón debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm³ y 2.700gr./cm³

Finalmente con el ensayo de abrasión se obtuvo una resistencia al desgaste de 42.5% que es menor al 50% que es el porcentaje máximo admisible para agregados gruesos de buena resistencia.

CANTERA PLAYA LLAGCHOA

Según la curva granulométrica del AGREGADO GRUESO de la Cantera Playa Llagchoa se aprecia que gran proporción de sus partículas se encuentran aproximadamente en la mitad del rango establecido por los límites de este ensayo, tiene un Tamaño Nominal Máximo de 1 1/2"; en conclusión presenta una adecuada distribución de partículas de diferentes tamaños.

De acuerdo con la gráfica de granulometría para el AGREGADO FINO de la Cantera Playa Llagchoa se deduce que a pesar de no ser una gráfica que esté contenida en su totalidad por los límites establecidos, si tiene una proporción significativa de sus partículas dentro de este rango por lo que se concluye que su granulometría es admisible dando un módulo de finura de 2.5 que es bajo pero aceptable.

Con el ensayo de peso unitario suelto se obtuvo en el ripio un valor de 1.395gr./cm³ siendo aunque por muy poco pero mayor con respecto a la arena cuyo valores de 1.306 gr./cm³ lo que indica que el ripio en estado natural con respecto a la arena, en estado natural, tiene una masa un tanto mayor por unidad de volumen.

En el ensayo de peso unitario compactada ocurrió algo diferente a lo obtenido en el suelto ya que la arena tiene 1.531 gr./cm³ mientras que el ripio tiene 1.551 gr./cm³ lo cual indica que la arena y el ripio, de esta cantera, tienen casi la misma masa por unidad de volumen al ser sometidos a un proceso de compactación.

De igual manera se concluye que con 33% de arena y 67% de ripio se obtiene el peso unitario óptimo de su mezcla el cual es 1.799 gr./cm³

Se concluye que el ripio con un peso específico de 2.554gr./cm³ y la arena con un peso específico de 2.512gr./cm³ son aptos para ser utilizados en la elaboración de hormigón debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm³ y 2.700gr./cm³ pero hay que tener en cuenta que la arena está un poco próxima al límite inferior.

Finalmente con el ensayo de abrasión se obtuvo una resistencia al desgaste de 40.36% que es menor al 50% que es el porcentaje máximo admisible para agregados gruesos de buena resistencia.

PLANTA INDUSTRIAL DE TRITURACIÓN DE ÁRIDOS

Según la curva granulométrica del AGREGADO GRUESO de la Planta Industrial de Trituración de Áridos de la Constructora Arias se aprecia que es una curva adecuada y aceptable ya que está dentro del rango establecido casi en su totalidad, tiene un Tamaño Nominal Máximo de 1"; en conclusión presenta una adecuada distribución de partículas de diferentes tamaños.

De acuerdo con la gráfica de granulometría para el AGREGADO FINO de la Planta Industrial de Trituración de Áridos Constructora Arias se deduce que es una curva ideal debido a que se encuentra por completo dentro del rango establecido, módulo de finura de 2.9 que está dentro del rango establecido, estas características le hacen una excelente arena.

Con el ensayo de peso unitario suelto se obtuvo en el ripio un valor de 1.306 gr./cm³ siendo aunque por muy poco pero menor con respecto a la arena cuyo valores de 1.316 gr./cm³ lo que indica que el ripio con respecto a la arena, ambos en estado

natural, tiene una masa un tanto menor por unidad de volumen lo cual no es habitual pero si es admisible.

En el ensayo de peso unitario compactada ocurrió lo contrario a lo obtenido en el suelto ya que la arena tiene 1.560 gr./cm³ mientras que el ripio tiene 1.583 gr./cm³ lo cual indica que el ripio tienen una mayor masa por unidad de volumen con respecto a la arena, al ser sometidos a un proceso de compactación.

De igual manera se concluye que con 36% de arena y 64% de ripio se obtiene el peso unitario óptimo de su mezcla el cual es 1.888 gr./cm³

Se concluye que el ripio con un peso específico de 2.611gr./cm³ y la arena con un peso específico de 2.624gr./cm³ son aptos para ser utilizados en la elaboración de hormigón debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm³ y 2.700gr./cm³ pero hay que tener en cuenta que la arena presenta un peso específico un poco pero mayor con respecto a la arena lo cual no es tan común pero si es admisible.

Finalmente con el ensayo de abrasión se obtuvo una resistencia al desgaste de 39.41% que es menor al 50% que es el porcentaje máximo admisible para agregados gruesos de buena resistencia.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que de preferencia antes de realizar los ensayos antes mencionados, en el agregado grueso así como en el agregado fino, estos pasen por un proceso de limpieza por ejemplo lavado, debido a que la presencia de partículas extrañas en estos pueden alterar significativamente los resultados obtenidos.

Se recomienda realizar este tipo de ensayos destinados a la obtención de las propiedades mecánicas de las muestras en estudio, cada 3 a 5 años debido a que conforme continúa la explotación de estos en una determinada cantera; no toda la arena o todo el ripio van a tener siempre las mismas características, si similares pero no iguales.

Es de vital importancia que al momento de realizar el proceso de peso unitario compactado sea una misma persona la que realice los procesos de compactación a lo largo de todo el ensayo para que la carga aplicada sea la misma.

Es necesario que los agregados al momento de realizar el ensayo destinado a obtener su peso específico, se encuentren en estado saturado superficie seca ya que esta condición es ideal para obtener resultados reales y confiables.

Se sugiere que al momento de realizar los ensayos para la obtención de pesos unitarios (suelto y compactado) y específicos; el recipiente destinado a contener la muestra para el ensayo se lo ubique en una superficie completamente plana a lo largo del ensayo

Se recomienda que a pesar de que la resistencia a desgaste no intervenga al momento de calcular una dosificación para hormigón, este ensayo sea realizado ya que se podrá estimar la calidad del ripio a ser empleado para dicho fin.

El Segundo titulado “Influencia del agregado en la resistencia a la compresión del Concreto”, realizado por los Bach. Carrascal Carlos Enrique y Bach. Dueñas Henry A, cuyo principal objetivo es determinar cómo influye el tipo de agregado y sus propiedades físicas en la resistencia a la compresión.

Cabe resaltar que en dicho estudio podemos identificar dos términos que dieron origen a la investigación como son: Agregado y Resistencia a la Compresión. Para poder interpretar de mejor manera señalaremos o definiremos ambos términos por separado para tener una visión global del estudio principal.

Agregado conocido también como árido, son un conjunto de partículas de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites establecidos en la norma técnica peruana (NTP).

Resistencia a la compresión es la carga máxima para unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión. Por lo general la resistencia a la compresión se obtiene del ensayo en probetas de 12” de altura por 6” de diámetro dimensiones establecidas en la norma técnica peruana (NTP).

Finalmente teniendo claramente las definiciones de ambos términos podemos expresar que cada elemento que participa en la elaboración del concreto, ya sea cemento, agregados, agua representa aspectos particulares a estudiar y controlar de modo que puedan trabajar de manera uniforme. Resaltando de manera particular en este estudio el agregado y la influencia del mismo en el producto final, debido a las propiedades físicas y mecánicas del mismo que en confluencia con la pasta nos brinda un elemento resistente. Sin embargo existen recomendaciones o

sugerencias que deben cumplir los áridos según las normas vigentes y de esta manera influir de manera positiva en la resistencia de diseño. Como son:

- Partículas limpias
- Perfil angular, duro, compacto y rugoso para su mejor adherencia.
- Correcta graduación en concordancia con los límites establecidos en la NTP 400.037 o ASTM C33.
- Otra consideración son las técnicas de producción, colocación, curado que debemos controlar para lograr la resistencia de diseño.

El tercero titulado “Diseño de Mezclas con los diferentes agregados utilizados en la ciudad del cusco”, realizado por los Bach. Palma Vargas Ricardo y Bach. Rozas Gómez Mijaíl E, que tiene como objetivo principal dotar de una correcta dosificación en el diseño de mezclas con los agregados utilizados en la ciudad del cusco, teniendo como base de estudio las siguientes canteras:

- Cantera de Rumicolca, Cantera de Huacoto, etc.
- La dosificación de mezclas de concreto, más comúnmente llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de 2 pasos dependientes entre sí:
- Selección de los componentes convenientes (cemento, agregados, agua y aditivos).
- Determinación de sus cantidades relativas “dosificación”, tan económico como sea posible, un concreto con propiedades de trabajabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad.

Estas proporciones dependerán de cada ingrediente en particular los cuales a su vez dependerán de la aplicación particular del concreto (resistencia de diseño).

El estudio realizado permite ampliar los horizontes y las cualidades de los agregados y las fuentes de aprovisionamiento de material granular más idóneas en la ciudad del cusco y brindar un panorama más claro al sector construcción con datos obtenidos de estudios y análisis de laboratorio.

Un profesional en la construcción debe estar capacitado para:

- Seleccionar componentes adecuados
- Dosificar la mezcla para lograr la resistencia de diseño
- Escoger el método para el transporte del concreto evitando segregación
- Elegir el medio más adecuado de curado
- Lo que busco al realizar mi investigación es dotar también de esta información pero utilizando agregados de La Provincia de Anta y obtener una visión global y más clara de la calidad de los áridos, y cómo influirá en el diseño de mezclas.

2.2. MARCO TÉORICO

2.2.1. CONCRETO

Es el material más usado por el hombre en el mundo después del agua. Se estima una producción al año de aprox. 2 M3 de concreto por cada habitante del planeta. Ningún material de construcción ha sido usado en tales cantidades y no parece existir otro material de construcción que pueda competir con el concreto en magnitud de volumen. Actualmente en el ámbito de la construcción el concreto es uno de los materiales existentes con mayor demanda debido a la diversidad que este presenta, permitiendo además un ahorro en costos de obra en las diferentes construcciones en las que se aplica dicho material, siendo necesario elaborar métodos que nos permitan obtener un óptimo rendimiento.

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava, los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial.

La calidad del concreto depende de la calidad de la pasta y del agregado y de la unión entre los dos. En un concreto adecuadamente confeccionado, cada y toda partícula de agregado es completamente cubierta por la pasta y todos los espacios entre las partículas de agregados se llenan totalmente con pasta. Podemos mencionar los tipos de concreto existentes en la actualidad.

- **Concreto Simple.-** Es una mezcla dosificada en peso o volumen en condiciones técnica – económica de 4 materiales como son cemento,

agregado fino, agregado grueso y agua. Este tipo de concreto es usado en pavimentos interiores y exteriores, falsos pisos, etc.

- **Concreto Armado.-** Se denomina así al concreto cuando este lleva armadura de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan monolíticamente.
- **Concreto Ciclópeo.-** Resulta de adicionar al concreto simple piedra de construcción de tamaño máximo de 10", con la finalidad de incrementar su volumen y disminuir en costo. Es utilizado en cimentaciones, muros de contención, etc.
- **Concreto Premezclado.-** Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra. Se puede utilizar en la construcción de losas y cubiertas, cimentaciones y zapatas, columnas, estacionamientos, etc.
- **Concreto Ligero.-** Para la obtención de este tipo de concreto se usa agregados. Material inerte de baja densidad, se tiene como ejemplo las puzolanas, toba volcánica.
 - Para ser preparado requiere mayor cantidad de pasta, para compensar la mayor cantidad de absorción de los agregados.
- **Concreto Rodillado.-** Como característica principal tenemos que es un concreto simple pero denso, mediante el uso de aditivos plastificantes la manipulación del concreto se vuelve manejable, también se le introduce aire incorporado artificialmente.
 - En el caso de pavimentos es interesante porque no necesita juntas de construcción.
- **Concreto Autocompatante.-** Conocido también como concreto autoconsolidante, es un concreto altamente fluido sin segregación, que puede ser extendido en el sitio. Una de las ventajas es que es más fácil de colocar sin vibración mecánica, resultando en ahorros de colocación. El comité ACI237 está elaborando lineamientos para seleccionar el tipo de asentamiento apropiado para diversas condiciones.

2.2.1.1 GENERALIDADES

El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, agua, agregados fino y grueso, y en algunos casos por aditivos los cuales hoy en día hay una gran variedad, que nos ofrecen un concreto con mejores características, además los materiales utilizados deben cumplir con ciertas especificaciones las cuales avalen la calidad de los mismos.

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Como los agregados constituyen aproximadamente el 70 al 85 % del volumen total del concreto, su selección es importante. Los agregados deben consistir en partículas con resistencia adecuada así como resistencias a condiciones de exposición a la intemperie y no deben contener materiales que pudieran causar deterioro del concreto. Para tener un uso eficiente de la pasta (cemento y agua), es deseable contar con una granulometría continua de tamaños de partículas.

El diseño de las mezclas es un procedimiento empírico que busca o pretende obtener una mezcla plástica y manejable según las condiciones específicas de colocación de tal manera que se logre un concreto de durabilidad, impermeabilidad y resistencia que esté de acuerdo con los requisitos que se exigen para las diversas estructuras, según los planos y especificaciones.

2.2.1.2 CONSIDERACIONES BÁSICAS

A. ECONOMÍA

El costo del concreto es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento. Sin embargo excepto para algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido. Por lo tanto los costos de los materiales son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar mezclas diferentes. Debido a que el cemento es más costoso que los agregados, es claro que minimizar el contenido del cemento en el concreto es el factor más importante para reducir el costo del concreto.

En general, esto puede ser echo del siguiente modo:

- Utilizando el mayor tamaño máximo del agregado (respetando las limitaciones indicadas en el capítulo anterior).
- Utilizando el menor slump que permita una adecuada colocación.
- Utilizando una relación óptima del agregado grueso al agregado fino.
- Y cuando sea necesario utilizando un aditivo conveniente.

Es necesario además señalar que en adición al costo unitario, hay otros beneficios relacionados con un bajo contenido de cemento. En general, las contracciones serán reducidas y habrá menor calor de hidratación. Por otra parte un muy bajo contenido de cemento, disminuirá la resistencia temprana del concreto y la uniformidad del concreto será una consideración crítica.

La economía de un diseño de mezcla en particular también debería tener en cuenta el grado de control de calidad que se espera en obra, debido a la variabilidad inherente del concreto, la resistencia promedio del concreto producido debe ser más alta que la resistencia a compresión mínima especificada. Al menos en pequeñas obras, podría ser más barato “sobre diseñar” el concreto que implementar el extenso control de calidad que requeriría un concreto con una mejor relación costo – eficiencia.

B. TRABAJABILIDAD

Claramente un concreto apropiadamente diseñado debe permitir ser colocado y compactado apropiadamente con el equipamiento disponible. El acabado que permite el concreto debe ser el requerido y la segregación y sangrado deben ser minimizados. Como regla general el concreto debe ser suministrado con la trabajabilidad mínima que permita una adecuada colocación. La cantidad de agua requerida por trabajabilidad dependerá principalmente de las características de los agregados en lugar de las características del cemento.

Cuando la trabajabilidad debe ser mejorada, el rediseño de la mezcla debe consistir en incrementar la cantidad de mortero en lugar de incrementar simplemente el agua y los finos (cemento). Debido a esto es esencial una cooperación entre el diseñador y el constructor para asegurar una buena mezcla de concreto. No existe prueba

alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad, generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia (slump test).

C. RESISTENCIA Y DURABILIDAD

En general las especificaciones del concreto requerirán una resistencia mínima a compresión. Estas especificaciones también podrían imponer limitaciones en la máxima relación agua/cemento (a/c) y el contenido mínimo de cemento. Es importante asegurar que estos requisitos no sean mutuamente incompatibles. La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, debido a esto se toman las respectivas muestras durante el proceso de mezclado, las cuales serán curadas y sometidas a pruebas de compresión.

Las especificaciones también podrían requerir que el concreto cumpla ciertos requisitos de durabilidad, tales como resistencia al congelamiento, deshielo o ataque químico. Estas consideraciones podrían establecer limitaciones adicionales, por ejemplo el contenido de cemento y en adición podría requerir el uso de aditivos o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

Entonces, el proceso de diseño de mezcla, envuelve cumplir con todos los requisitos antes vistos.

Asimismo debido a que no todos los requerimientos pueden ser optimizados simultáneamente, es necesario compensar unos con otros; (por ejemplo puede ser mejor emplear una dosificación que para determinada cantidad de cemento no tiene la mayor resistencia a compresión pero que tiene una mayor trabajabilidad).

Finalmente debe ser recordado que incluso la mezcla perfecta no producirá un concreto apropiado si no se lleva a cabo procedimientos apropiados de colocación, acabado y curado.

2.2.2. CEMENTO PORTLAND

La palabra cemento deriva del latín caementum, porque los romanos llamaban opus caementitium (obra cementicia) a la grava y a diversos materiales parecidos al concepto que usaban en sus morteros, aunque no eran la sustancia que los unía.

Es un cemento hidráulico producido por la pulverización de Clinker, el cual está compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos, conteniendo además, una o más formas de sulfatos de calcio (yeso), como un añadido en la etapa de molienda. Hasta hace pocos años este era el cemento más utilizado en las

aplicaciones de concreto: simple y armado, así como en los trabajos de albañilería. El Clinker está formado principalmente por cuatro compuestos mineralógicos y otros componentes secundarios.

Los principales compuestos del cemento son:

- El silicato tricálcico (C3S)
- El silicato bicálcico (C2S)
- El aluminato tricálcico (C3A)
- El ferro-aluminato tetracálcico (C4AF)

Normalmente el clinker contiene entre 70 y 75% de los dos primeros, entre 7 y 15% del Aluminato tricálcico y el resto lo conforma el ferro-aluminato tricálcico y los compuestos secundarios como el Mg, O y el SO₃.

La proporción en que estos compuestos se presentan en el clinker, depende de la cantidad en que estén presentes en la materia prima, los elementos minerales que los conforman, es decir:

- Calcio.
- Silicio.
- Aluminio.
- Hierro.

La Puzolana es un material silicoso o sílico aluminoso que por sí mismo posee poco o ningún valor cementicio pero que, dividido finamente, con la presencia de agua y a la temperatura ambiente normal, es capaz de reaccionar químicamente con el Hidróxido de calcio para formar compuestos con propiedades cementicias.

La "Actividad Puzolánica" de un material se mide mediante pruebas de laboratorio detalladas en la norma ASTM C-311, las que miden la reacción química entre la supuesta puzolana y el cemento pórtland o el Hidróxido de Calcio. Estas pruebas de laboratorio no son efectuadas con el concreto, tal como se usa en las obras de Ingeniería; por esta razón algunos ingenieros conocedores del tema y los técnicos de la industria del cemento, piensan que la verdadera prueba de la actividad puzolánica solo se da en el resultado de los concretos puzolánicos. Este caso del cemento puzolánico Yura.

La puzolana de Yura, tiene un índice de actividad puzolánica mayor que el mínimo requerido por la norma ASTM C-595

2.2.2.1. ANTECEDENTES DEL CEMENTO

El origen del cemento es tan antiguo, como la humanidad ya que la necesidad que ha tenido el hombre de construir su propio hábitat, así como las estructuras necesarias para su progreso, ha constituido el factor principal en la búsqueda de materiales para esta finalidad. Su nombre primitivo, o mejor dicho su origen vienen de la ceniza calcinada, el cual era observado porque en la noche el hombre armaba fuegos, al quedar la ceniza calcinada y mezclada con la lluvia nocturna, se endurecía.

La cal común se obtiene al calcinar la piedra caliza, la diferencia entre la cal común y la cal hidráulica radica en que la cal común se endurece en presencia de CO contenido en el aire y por lo tanto no puede ocurrir bajo el agua; la cal hidráulica por proceder de calizas impuras, se endurece por la reacción que se produce entre los elementos constitutivos, lo cual permite que su fraguado pueda darse bajo agua; de ahí procede el nombre de cal hidráulica. Los egipcios usaron el yeso además de la cal. Tanto los romanos como los griegos mezclaban cal con cenizas volcánicas o con tejas de arcillas quemadas, obteniendo un material de condiciones muy superiores a los de la cal común.

La sílice activa y la alúmina que se encuentran en las cenizas y en las tejas con la cal para producir lo que es conocido como cemento puzolánico, proveniente del nombre de Puzzuoli ciudad que queda en el Golfo de Nápoles, Italia, cerca del Vesubio. En este sitio los Romanos extraían el material volcánico que mezclaban con la cal, estos utilizaron éste cemento para construir el Coliseo de Roma y el Pont du Gard. Los griegos obtenían estos materiales en la Isla Santorin.

En la edad media hubo una disminución general en la calidad y uso del cemento. En 1756 Jhon Smeaton encontró que el mejor mortero se obtenía cuando se mezclaba puzolana con caliza que contenía una alta cantidad de material arcilloso, Smeaton fue el primero en conocer las propiedades químicas de la cal hidráulica. Posteriormente en 1824, Jhosep Aspin conoció los estudios de Smeaton y continuo las investigaciones llegando a obtener un material que al mezclarlo con el agua reaccionaba dando lugar al endurecimiento de la pasta producida.

Este material endurecido presentaba un aspecto similar al de unas piedras de construcción extraídas en Inglaterra, en la localidad de Portland. El prototipo del cemento moderno fue obtenido en 1845 por Isaac Johnson, quien quemó una mezcla de arcilla y caliza hasta la formación del clinker. En general el cemento portland, concebido originalmente por la semejanza de color y calidad entre el cemento fraguado y la piedra de portland, éste cemento se ha conservado en nuestros días para describir un cemento obtenido en la mezcla minuciosa de materiales calcáreos y arcillosos y otros materiales que contienen sílice, alúmina y quemándolos a una temperatura da la formación del clinker.

En 1860-1880 Le Chatelier investigó acerca del peso específico del cemento, Vicat acerca del fraguado, Abrahams acerca de la relación agua cemento, en USA se encuentra la PCA (asociación de Cemento Portland), en Suiza se encuentra las casas de aditivos (Sika y Toxement). En México tenemos las cementeras: Cemex, Apasco, Cementos Cruz Azul, Moctezuma, Anahiac, Grupo Cementos de Chihuahua, entre otras.

2.2.2.2. FABRICACIÓN

Los cementos portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio. Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. Durante esta reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con agua para formar una pasta endurecida. Los componentes básicos para la fabricación del cemento portland son el óxido de calcio, óxido de sílice, alúmina y el óxido de hierro. La materia prima necesaria para tener las cantidades correctas de los componentes básicos es una mezcla de materiales calcáreos (piedra caliza) y arcillosos.

Cuando se está fabricando el cemento se les agregan otras adiciones (cenizas volcánicas, puzolanas, escorias de alto horno), que cumplen con diferentes funciones especiales. Estas materias primas se someten a un proceso de clinkerización (a altas temperaturas), todo esto va a producir un polvo gris oscuro, que fragua muy rápidamente con el agua, al finalizar este proceso se le adiciona yeso con el fin de retardar el tiempo de fraguado. Este proceso se lleva a cabo mediante una serie de etapas:

A. Explotación de materias primas

Consiste en la extracción de las piedras calizas y las arcillas de los depósitos o canteras, las cuales dependiendo de sus condiciones físicas se hacen los diferentes sistemas de explotación, luego el material se transporta a la fábrica.

B. Preparación y clasificación de las materias primas

Una vez extraídos los materiales, en la fábrica se reduce el tamaño de la caliza siguiendo ciertas especificaciones dada para la fabricación.

Su tamaño se reduce con la trituración hasta que su tamaño oscile entre 5 a 10mm.

C. Homogenización

Consiste en hacer mezcla de las arcillas y calizas, que ya han sido trituradas, se lleva por medio de bandas transportadoras o molinos, con el objetivo de reducir su tamaño hasta el orden de diámetro de medio milímetro. En ésta etapa se establece la primera gran diferencia de los sistemas de producción del cemento, (procesos húmedos y procesos secos).

D. Clinkerización

Consiste en llevar la mezcla homogeneizada a hornos rotatorios a grandes temperaturas aproximadamente a 1450°C, en la parte final del horno se produce la fusión de varios de los componentes y se forman gránulos de 1 a 3 cm de diámetro, conocido con el nombre de Clinker.

E. Enfriamiento

Después que ocurre el proceso de clinkerización a altas temperaturas, viene el proceso de enfriamiento en la cual consiste en una disminución de la temperatura para poder trabajar con el material, éste enfriamiento se acelera con equipos especializados.

F. Adiciones finales y molienda

Una vez que el Clinker se halla enfriado, se prosigue a obtener la finura del cemento, en la cual consiste en moler el Clinker, después se le adiciona yeso con el fin de retardar el tiempo de fraguado.

G. Empaque y distribución

Esta última etapa consiste en empaquetar el cemento fabricado en bolsas de 42.5 kg, teniendo mucho cuidado con diversos factores que puedan afectar la calidad del cemento, luego se transporta y se distribuye con cuidados especiales.

H. Comercialización del cemento:

BOLSA: ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.

BIG BAG 1.0 TM: para proyectos de construcción que tiene planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.

BIG BAG 1.5 TM: para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.

GRANEL: Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

I. Almacenamiento del cemento:

El cemento deberá almacenarse de modo que permita un fácil acceso en la inspección e identificación de los lotes deberá estar protegido del medio ambiente y de algunos prejuicios como la humedad para no producir una pre hidratación.

2.2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS

➤ CEMENTOS PORTLAND SIN ADICIÓN NTP 334.009 ASTM C 150

- A. CEMENTO TIPO I :** De uso general donde no se requiere propiedades especiales, se usa donde el cemento o el concreto no está sujeto al ataque de factores específicos como los sulfatos del suelo o del agua o a elevaciones perjudiciales de temperatura debido al calor generado por el calor de hidratación entre sus usos se incluyen a lo que son pavimentos, aceros, edificios, tanques de depósitos alcantarillas y tuberías de agua etc.

- B. CEMENTO TIPO II** : De uso cuando se requiere moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación. Especialmente adecuados para ser empleados en estructuras en ambientes agresivos así mismo en estructuras de drenaje en la que las contracciones de sulfatos en las aguas subterráneas son algo más elevados que lo normal, pero no muy graves. Este tipo genera usualmente menor calor de hidratación y más lentamente que le tipo I por ello es recomendable en las estructuras de gran masa, como estribos gruesos y muros de contención gruesos, con su empleo se disminuye al mínimo la elevación de temperatura lo que es especialmente importante para el curado del concreto. Se utiliza también en clima cálido.
- C. CEMENTO TIPO III** : De desarrolla rápido de resistencia con elevado calor de hidratación especiales para su uso en los casos en que se necesita adelantar la puesta del servicio de las estructuras, desencofrado rápidamente o también para su uso en climas fríos al permitir disminuir al periodo de curado, se estima que puede proporcionar el endurecimiento del concreto mejor y/o más económico. Este tipo de cemento no se fabrica en Perú.
- D. CEMENTO TIPO IV:** De bajo calor de hidratación este cemento debe emplearse donde el grado y la cantidad de calor generado se deba reducir al mínimo recomendable para concretos masivos su ganancia de resistencia es más lenta que la del cemento tipo I sus propiedades son las necesarias para emplearse en estructuras de concreto de gran masa, como grandes presas de gravedad en las que la elevación producida en la temperatura por el calor generado durante el endurecimiento es un factor crítico.
- E. CEMENTO TIPO V** : Recomendable para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos y se emplea únicamente en aquellos casos donde se concentran la mayor cantidad de sulfatos recomendándose su empleo conjuntamente con una adición puzolana, su resistencia aumenta más lentamente que le cemento tipo I.

➤ **CEMENTOS PORTLAND ADICIONADOS NTP 334.090 ASTM C595**

Contienen además del Clinker dos o más constituyentes inorgánicos que contribuyen a mejorar las propiedades del cemento.

TIPOS SEGÚN LA ADICIÓN: PUZOLANA IP 20% - 40 %

- IPM menos de 20% de adición de puzolana. (Modificado)
- ESCORIA IS 25% - 70%
 - ISM menos de 25%
- COMPUESTO ICO filler calizo (travertino) hasta 30%

2.2.2.4. ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO IP YURA	NORMA ASTM C-595
Mg O (%)	1.85	6.00 Máx.
S03 (%)	1.55	4.00 Máx.
Pérdida por Ignición (%)	1.90	5.00 Máx.

Fuente: Manual Digital Cemento Portland Puzolánico Yura

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO IP YURA	NORMA ASTM C-595
Superficie Específica Blaine (cm ² /gr)	4.440	No especifica
Expansión en autoclave (%)	-0.02	0.80 Máx.
Fraguado Vicat Inicial (minutos)	180	más de 45
Fraguado Vicat Final (minutos)	220	más de 420
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
3 días (kg-f/cm ²)	218.26	127 Mín.
7 días (kg-f/cm ²)	244.90	197 Mín.
28 días (kg-f/cm ²)	322.01	246 Mín.

Fuente: Manual Digital Cemento Portland Puzolánico Yura

2.2.3. CALIDAD DE LOS AGREGADOS

En este capítulo se presenta la teoría y los procedimientos normados de ensayo sobre los cuales se sustenta el análisis de calidad de agregados, con base en las normas ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) y NTP (Norma Técnica Peruana).

2.2.3.1. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Los agregados para concreto deben estar formados de partículas duras y compactas (peso específico elevado) de textura y forma adecuada con una buena distribución de tamaños (buena granulometría). Los agregados suelen estar contaminados con limo, arcilla, humus y otras materias orgánicas. Algunos tienen porcentajes altos de material liviano o de partículas de forma alargada o plana, tales sustancias o partículas defectuosas restan calidad y resistencia al concreto y las especificaciones fijan los límites permisibles de tolerancia. Se acepta como norma de calidad la especificación ASTM C-33, la cual se describe de forma general a continuación.

2.2.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NORMA ASTM C-33

Esta norma define los requerimientos necesarios de graduación y calidad de los agregados fino y grueso que serán usados para concreto estructural, por lo que es considerada adecuada para asegurar materiales satisfactorios para la mayoría de concretos.

2.2.4.1. AGREGADO FINO

Los agregados finos consistirán en arena natural, arena manufacturada o combinación de ambas.

2.2.4.1.1. GRADUACIÓN

El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites que se muestran en la tabla I.

Tabla I. Límites de granulometría para el agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8" (9.5 mm)	100
Nro. 4 (4.75 mm)	95 a 100
Nro. 8 (2.36 mm)	80 a 100
Nro. 16 (1.18 mm)	50 a 85
Nro. 30 (600 µm)	25 a 60
Nro. 50 (300 µm)	10 a 30
Nro. 100 (150 µm)	2 a 10

Fuente: Normas de la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales, Vol. 04.02 Pág. 11

El agregado fino deberá tener no más de 45 por ciento retenido entre 2 tamices consecutivos de los indicados en la tabla anterior.

Tabla II. Clasificación de la arena por su módulo de finura

Tipo de arena	Módulo de finura
Gruesa	2.9 - 3.2 gramos
Media	2.2 - 2.9 gramos
Fina	1.5 - 2.2 gramos
Muy fina	1.5 gramos

Fuente: Normas de la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales, Vol. 04.02 Pág. 11

El módulo de finura no deberá ser menor de 2.2 ni mayor de 3.2 y si varía más del 0.20 del valor asumido al seleccionar las proporciones para concreto, deberá ser rechazado a menos que se verifiquen ajustes adecuados con el objeto de compensar la diferencia de graduación.

2.2.4.1.2. SUSTANCIAS PERJUDICIALES

La cantidad de sustancias deletéreas en el agregado fino no excederá los límites presentados en la tabla III.

Tabla III. Límites de sustancias deletéreas en agregados finos

Sustancia	Porcentaje máximo en peso del total de la muestra
Arcilla y partículas disgregables	3.0
Material más fino que el tamiz 200 (75 µm): concreto sujeto a abrasión	3.0 ^A
cualquier otro concreto	5.0 ^A
Carbón y lignito: cuando la apariencia del concreto es de importancia	0.5
cualquier otro concreto	1.0

Fuente: **Normas de la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales, Vol. 04.02 Pág. 11**

En el caso de arena manufacturada, si el material más fino que el tamiz 200 consiste en polvo de fractura, esencialmente libre de arcilla o esquisto, estos límites pueden incrementarse en 5 y 7% respectivamente.

2.2.4.1.3. IMPUREZAS ORGÁNICAS

El agregado fino deberá estar libre de impurezas orgánicas. A excepción de los límites presentados en la tabla III, los agregados sujetos a la prueba de impurezas orgánicas y que produzcan un color más oscuro que el habitual deberán ser rechazados, a no ser que cumplan alguna de las condiciones siguientes:

- Puede usarse un agregado fino que no haya cumplido con el ensayo, si se comprueba que la decoloración se produjo debido a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas similares.
- Puede usarse un agregado fino que no haya cumplido con el ensayo, si cuando se ensaye, posee propiedades adecuadas para la fabricación de morteros y estos presenten una resistencia a la compresión no menor del 95 % a los 7 días, calculada según la norma C 40.

2.2.4.2. AGREGADO GRUESO

El agregado grueso consistirá en grava, grava triturada, roca triturada, escoria de hornos de explosión, concreto de cemento hidráulico triturado o una combinación de lo anterior, de acuerdo con los requerimientos que establece esta norma (C-33)

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz de 4.75 mm o (N° 4) estandarizado, proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400:37.

2.2.4.2.1. GRADUACIÓN

Los agregados gruesos deben llenar los requerimientos especificados en la norma C-33 para cada número de tamiz, según el tamaño de agregado a utilizar. El tamaño del agregado se encuentra en función de las necesidades específicas para el diseño del concreto.

2.2.4.2.2. SUSTANCIAS PERJUDICIALES

Los agregados gruesos para fabricación de concreto deben estar libres de cantidades excesivas de sustancias como arcilla, carbón y lignito, cenizas y material fino. Los límites permisibles se encuentran establecidos en la norma, y están en función del uso que se le dará al concreto.

El agregado grueso para uso en concreto que estará expuesto con frecuencia al agua, debe estar libre de material que reaccione peligrosamente con los álcalis del cemento. Si tales materiales se presentan en cantidades peligrosas, el agregado grueso será rechazado o será empleado con cemento que contenga menos de 0.6 por ciento de álcalis calculados en base de óxido de sodio, o con la adición de material que demuestre controlar las expansiones debidas a la reacción de álcali-agregado.

SUSTANCIA	PORCENTAJE MAXIMO EN PESO DEL TOTAL DE LA MUESTRA
Arcilla	0.25
Partículas Deleznables	5
Material más fino que el tamiz 200(um)	1
Cuando el acabado superficial del concreto es de importancia	0.5
Otros concretos	1

Fuente: **Normas de la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales, Vol. 04.02 Pág. 12.**

2.2.5. AGUA DE MEZCLA

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

2.2.5.1. Requisitos

- El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto. Si se tuvieran dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de esta, para comparar los resultados con los valores máximos admisibles según la norma NTP 339.088 de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación del concreto que a continuación indicamos:

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
➤ Cloruros	➤ 1000 ppm
➤ Sulfatos	➤ 600 ppm
➤ Carbonatos y Bicarbonatos	➤ 1000 ppm
➤ Sales solubles	➤ 1500 ppm
➤ P.H.	➤ Entre 5.5 y 8
➤ Sólidos en Suspensión	➤ 5000 ppm
➤ Materia Orgánica	➤ 3 ppm

Fuente: **Tecnología del Concreto. Ing. Flavio Abanto Castillo, Vol. 01 Pág. 21**

- También deberá hacerse un ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, preparando testigos con agua destilada o potable y con el agua cuya calidad se quiere evaluar, considerándose como satisfactorias aquellas que arrojen una resistencia mayor o igual al 90 % que la del concreto preparado con agua potable.

2.2.5.2. Funciones

- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad.
- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.

2.2.5.3. Recomendaciones

- No debe emplearse en la preparación de mezcla de concreto que va a recibir un acabado superficial de importancia, concretos expuestos, ya que el agua de mar tiende a producir humedad permanente y florescencia en la superficie del concreto terminado.
- No se utilizara el agua de mar en concretos con resistencias mayores de 175 Kg/cm² a los 28 días.
- Para diseñar mezclas de concreto en las cuales se va a utilizar agua de mar, se recomienda para compensar la reducción de la resistencia final, utilizar un F_c igual a 110% a 120% de la resistencia promedio encontrada.
- No debe utilizarse en la preparación de concretos de alta resistencia o concreto que van a ser utilizados en la preparación de elementos pretensados y pos tensados.
- Para determinar la presencia de yeso u otro sulfato es por medio de cloruro de bario, se filtra el agua (unos 500 gr) y se le hecha algunas gotas de ácido clorhídrico, luego más gotas de solución de cloruro de bario, si se forma un precipitado blanco (sulfato de bario) es señal de presencia de sulfatos.
- Un método rápido para conocer la existencia de ácidos en el agua, es por medio de un papel de tornasol, el que sumergió en agua acida tomara un calor rojizo.
- El agua de mar puede emplearse en la preparación de mezclas para estructuras de concreto simple.

2.2.6. DISEÑO DE MEZCLAS

Se puede decir que las propiedades del concreto se estudian principalmente con el propósito de seleccionar los ingredientes adecuados de la mezcla. El diseño impone dos criterios para esta selección: resistencia de concreto y su durabilidad. Es importante agregar un requisito implícito en el sentido de que la trabajabilidad debe ser la apropiada para las condiciones del vaciado. El diseño de mezcla es el proceso de escoger los materiales adecuados del concreto para determinar las

cantidades relativas de los mismos, con el objetivo de producir un concreto tan económico como sea posible, concreto con cierto mínimo de propiedades, especialmente resistencia, durabilidad y una consistencia requerida.

En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, el diseñador debe recordar que la composición de la misma está determinada por:

- Las propiedades del concreto en su estado no endurecido, las cuales son establecidas por lo general por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas hacer empleadas en la colocación del concreto.
- El costo de la unidad cubica de concreto.
- Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, las cuales son determinadas por el ingeniero estructural y se encuentran indicados en las especificaciones técnicas.

Los criterios presentados permiten obtener una primera aproximación de las proporciones de los materiales integrados en la unidad cubica de concreto. Estas proporciones sea cual fuera el método empleado para determinarlas, deberán ser considerados como valores de prueba sujetos a revisión y ajustes sobre la base de los resultados en mezclas preparadas bajo condiciones de laboratorio y obra.

Dependiendo de las condiciones de cada caso particular, las mezclas de prueba deberán ser preparadas en laboratorio y siguiendo los parámetros y especificaciones de las normas que señalan 3 muestras o tandas como mínimo, hasta obtener un concreto que tanto en su estado fresco como endurecido reúna las características y propiedades necesarias.

Métodos de Diseño de Mezclas

Método ACI 211

Este procedimiento propuesto por el comité ACI 211, está basado en el empleo de tablas.

Secuencia:

a) Selección de la resistencia requerida ($f'c_r$)

i. $f'c_r = f'c + 1.33 \sigma$

ii. $f'c_r = f'c + 2.33 \sigma - 35$

Dónde:

σ : desviación standard (kg/cm²)

$f'c_r$: resistencia a la compresión requerida (kg/cm²)

Se escogerá el mayor valor de las fórmulas (1) y (2)

b) Selección del TMN del agregado grueso.

c) Selección del asentamiento

d) Seleccionar el contenido de agua.

e) Seleccionar el contenido de aire atrapado.

f) Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.

g) Cálculo del contenido de cemento (4) / (5)

h) Seleccionar el peso del agregado grueso

i) Proporciona el valor de b/b_o , donde b_o y b : son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.

j) Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.

k) Cálculo del volumen del agregado fino.

l) Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.

m) Presentación del diseño en estado seco.

n) Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.

o) Presentación del diseño en estado húmedo.

HOJA DE CÁLCULO CUYAC – HUILLQUE

METODO ACI

DATOS:

CEMENTO

yura/tipo I			
Fc =	210	kg/cm2	
pso específico (Pe) =	3.15	gr/cm2	
Slump =	4"		Requerido
Pe agua =	1000	Kg/m3	

AGREGADOS	FINO-CUNYAC	GRUESO-HUILLQUE
Perfil		Angunlar
Peso unitario suelto kg/m3	1633.57	1445.86
Peso unitario compactado kg/m3	1670.45	1569.27
Peso específico kg/m3	2590	2640
Modulo de Finura	2.8296	6.70
TMN (tamaño maximo nominal)	.....	3/4"
% abs (porcentaje absorcion)	2.86%	1.98%
% W contenido de agua	6.12%	0.90%

PRIMER PASO

σ

1.- Calcular fcr (resistencia promedio requerido)

Fc = 210 kg/cm2 Resistencia a la compresion

TRES FORMAS DE CALCULAR

a) Cuando tenemos la desviacion estandar

$$Fcr = Fc + 1.33 \times \sigma$$

$$Fcr = Fc + 2.33 \times \sigma - 35$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (xi - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Xi = valores de resistencia obtenidos en probetas Estandar

X = Promedio de valores de resistencia obtenidos en probetas Estandar

b) Cuando no tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores

Fc	Fcr
Menos de 210	Fc + 70
210 - 350	Fc + 84
350	Fc + 98

c) Teniendo en cuenta el control de calidad en obra

Nivel de Control	Fcr
Regular o Malo	1.3 Fc a 1.5 Fc
Bueno	1.2 Fc
Excelente	1.1 Fc

*

Fcr = 304 kg/cm2

2- Contenido de Aire

TABLA 02

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Maximo Nominal del Agregado grueso	Aire atrapado
3/8 "	3.0%
1/2 "	2.50%
3/4 "	2.0%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
4"	0.20%

Tamaño Maximo Nominal es 3/4" 2.0% aire atrapado

TERCER PASO

3- Contenido de Agua

TABLA 01

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en Vm3, para los tamaños max. Nominales de grueso y consistencia indicada								
slump	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	.....

Concreto con aire incorporado

1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	.....

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI

Volumen unitario de agua

Slump de 3" a 4" $\frac{4''}{a = 205} \text{ TMN} = \frac{3''}{\text{Lt/m}^3}$

4- Relacion a/c (por resistencia Fcr)

Fcr = 304 kg/cm²

TABLA 05
RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

Resistencia agua/cemento en peso		
Fc (kg/cm ²)	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	----
450	0.38	----

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI

Interpolacion

300 0.55
304 X= 0.544
350 0.48

a/c= 0.544

5- Contenido de Cemento

$$\frac{a}{c} = 0.544 = \frac{205}{c} = 376.561$$

C = 376.561 kg

factor cemento = $376.561 \div 42.5 = 8.860$ bls

6- Peso de Agregado Grueso

TABLA 04

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	concreto para diversos modulus de fineza del fino (b/bc)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI

Seco y compactado

Agregado fino

MF

2.8296 Agregado Fino

TMN

3/4"

0.617

Interpolacion

2.80 0.62

2.8296 **X= 0.617**

3.00 0.60

Peso USC	=	1569.27 kg/m ³
Peso AG	=	$\frac{b}{bo} \times \text{Peso USC}$
Peso AG	=	968.302 kg/m³

Peso USC= Peso Unitario Compactado de Agregado Grueso

Si el modulo de Fineza no se encuentra en la tabla :

INTERPOLAMOS

TENEMOS :		
Aire	=	2.0%
Agua	=	205 Lt/m ³
Cemento	=	376.561 kg
Peso AG	=	968.302 kg

7-. Volumen Absoluto

Cemento	=	$\frac{376.561 \text{ kg}}{3.15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000}$	=	0.120 m ³
Agua	=	$\frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.205 m ³
Aire	=	$\frac{2.00\%}{100}$	=	0.02 m ³
Vol.a Grueso	=	$\frac{968.30 \text{ kg}}{2640 \text{ kg/m}^3}$	=	0.367 m ³
SUMA TOTAL				= 0.711 m ³
Vol. AG Fino	=	1 m ³ - 0.711	=	0.289 m ³

8-. Calcular el Peso del Agregado Fino

Peso a Fino	=	0.289 m ³ × 2590	=	747.670 kg
-------------	---	-----------------------------	---	------------

9-. Presentacion del diseño en Estado Seco

Cemento =	376.561	kg
Agregado Fino =	747.670	kg
Agregado Grueso =	968.302	kg
Agua =	205	lt

10-. Correccion por Humedad de los Agregados

Agregado Fino	747.670 kg
Peso Seco ×	$\left(\frac{W\%}{100} + 1\right)$
Agregado Fino =	$747.670 \left(\frac{6.12\%}{100} + 1\right) = 793.427 \text{ kg}$
Agregado Grueso	968.302 kg
Peso Seco ×	$\left(\frac{W\%}{100} + 1\right)$
Agregado Grueso =	$968.302 \left(\frac{0.90\%}{100} + 1\right) = 977.017 \text{ kg}$

11-. Aporte de Agua a la Mezcla

Agregado Fino	793.427 kg
$\frac{(W\% - \% \text{ abs}) \times (\text{Agregado Seco})}{100}$	
Agregado Fino =	$\frac{(6.12\% - 2.86\%) \times 793.427}{100} = 25.866 \text{ lt}$
Agregado Grueso	977.017 kg
$\frac{(W\% - \% \text{ abs}) \times (\text{Agregado Seco})}{100}$	
Agregado Grueso =	$\frac{(0.90\% - 1.98\%) \times 977.017}{100} = -10.552 \text{ lt}$
SUMA TOTAL = 15.314 lt	

12-. Agua Efectiva

Agua	205 lt	-	(15.314)	=	189.686 lt
------	--------	---	----------	---	------------

13-. Proporciónamiento del Diseño

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
376.561	793.427	977.017	189.686
1.000	0.489	0.652	0.190

1.331

Proporciónamiento del Diseño			
CEMENTO	A.F	A.G	H2O
1	2.11	2.59	21.41

8.86 bls

DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - ACI

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

PROYECTO	: Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA-REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: CUNYAC - HUILLQUE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CONCRETO
	CANTERA HUILLQUE	CANTERA CUNYAC	210 kg/cm ²

F'c =	210
F.Seg =	94
F'cr =	304
R a/c =	0.544
H ₂ O =	205
Cemt. =	377
P.E =	3.15
Aire Atrap =	2.0%

	A.FINO	A.GRUESO
T.M.N	-	3/4"
M.F	2.8296	-
P.U.Seco.S	1633.57	1445.86
P.U.Seco.C.	1670.45	1569.27
P.E	2.59	2.64
% A.BS.	2.86%	1.98%
% W Agregado	6.12%	0.90%

VALORES ABSOLUTOS

H ₂ O =	0.205
Cemt. =	0.377
Aire =	0.020
TOTAL	0.602

		A.FINO	A.GRUESO
0.6	ACI	749	967
0.006551	FULL Y THON	46% en peso	54% en peso

A.FINO =	748
A.GRUESO =	968

DISEÑO EN SECO

H ₂ O =	205
Cemt. =	377
A.F =	748
A.G. =	968
TOTAL	2298

CORRECCION POR HUMEDAD

A.FINO =	793
A.GRUESO =	977

APORTE DE H2O

A.FINO =	25.87
A.GRUESO =	-10.55

15.31

DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD

H ₂ O =	190
Cemt. =	377
A.F =	793
A.G. =	977
TOTAL	2337

FECHA d/V	
P.U.CONCR	2337

Probetas	3
TANDA	0.021

Factor Cemento x m ³ =	8.86
-----------------------------------	------

CORREC. 999.169

H ₂ O =	3.985
Cemt. =	7.911
A.F =	16.668
A.G. =	20.525
TOTAL	49.088
	49.088

190	0	LTS
377	0	KG
793	0	KG
977	0	KG
2337	2	KG/M3

PROPORCION EN PESO Kg				PROPORCION EN VOLUMEN Pie ³			
CEMENTO	A.F	A.G	H2O	CEMENTO	A.F	A.G	H2O
1	2.11	2.59	21.4	1	1.75	2.61	21.4

Las proporciones de agua en ambos casos estan en litros por bolsa de cemento las muestras den ensayo fueron recogidas de la obra

HOJA DE CÁLCULO CUYAC – ZURITE

METODO ACI

DATOS:

CEMENTO

yura/tipo I			
Fc =	210	kg/cm2	
pso específico (Pe) =	3.15	gr/cm2	
Slump =	4"		Requerido
Pe agua =	1000	Kg/m3	

AGREGADOS	FINO-CUNYAC	GRUESO-ZURITE
Perfil		Angular
Peso unitario suelto kg/m3	1633.57	1550
Peso unitario compactado kg/m3	1670.45	1568
Peso específico kg/m3	2590	2770
Modulo de Finura	2.8296	7.79
TMN (tamaño maximo nominal)	.....	3/4"
% abs (porcentaje absorcion)	2.86%	1.10%
% W contenido de agua	6.12%	2.31%

PRIMER PASO

1-. Calcular fcr (resistencia promedio requerido)

Fc =	210 kg/cm2	Resistencia a la compresion
------	------------	-----------------------------

TRES FORMAS DE CALCULAR

a) Cuando tenemos la desviacion estandar

$$Fcr = Fc + 1.33 \times \sigma$$

$$Fcr = Fc + 2.33 \times \sigma - 35$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (xi - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Xi = valores de resistencia obtenidos en probetas Estandar

X = Promedio de valores de resistencia obtenidos en probetas Estandar

b) Cuando no tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores

Fc	Fcr
Menos de 210	Fc + 70
210 - 350	Fc + 84
350	Fc + 98

c) Teniendo en cuenta el control de calidad en obra

Nivel de Control	Fcr
Regular o Malo	1.3 Fc a 1.5 Fc
Bueno	1.2 Fc
Excelente	1.1 Fc

*

Fcr =	298	kg/cm2
-------	-----	--------

2- Contenido de Aire

TABLA 02
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Maximo Nominal del Agregado grueso	Aire atrapado
3/8 "	3.00%
1/2 "	2.50%
3/4 "	2.00%
1 "	1.50%
1 1/2 "	1.00%
2 "	0.50%
3 "	0.30%
4 "	0.20%

Tamaño Maximo Nominal es 3/4" 2.0% aire atrapado

TERCER PASO

3- Contenido de Agua

TABLA 01
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en vm3, para los tamanos max. Nominates de grueso y consistencia indicada

slump	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
-------	------	------	------	----	--------	----	----	----

Concreto sin aire incorporado

1" a 2"	207	199	190	179.0000	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193.0000	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202.0000	190	178	160	.....

Concreto con aire incorporado

1" a 2"	181	175	168	160.0000	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175.0000	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184.0000	174	166	154	.....

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI

Volumen unitario de agua

Slump 4" TMN = 3/4"
de 3" a 4" a = 205 Lt/m3

4- Relacion a/c (por resistencia Fcr)

Fcr = 298.0000 kg/cm2

TABLA 05
RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

Resistencia agua/cemento en peso		
Fc (kg/cm2)	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI

Interpolacion

250 0.62
298 X= 0.553
300 0.55

a/c= 0.553

5-. Contenido de Cemento

$$\frac{a}{c} = 0.553 = \frac{205}{c} = 370.8394$$

C = 370.839 kg

factor cemento = 370.8394 42.5 = **8.726 bls**

6-. Peso de Agregado Grueso

TABLA 04
PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

volumen del concreto para diversos modulos de fineza del fino (b/bc)

Tamaño maximo nominal del agregado grueso	2.40	2.60	2.80	3.0000
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.4400
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.5300
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6000
1"	0.71	0.69	0.67	0.6500
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7000
2"	0.78	0.76	0.74	0.7200
3"	0.81	0.79	0.77	0.7500
6"	0.87	0.85	0.83	0.8100

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI

Seco y compactado MF Agregado fino 2.830 Agregado Fino

Interpolacion TMN 3/4" **0.6170**

2.80 0.62
 2.8296 X= 0.617
 3.00 0.60

$$\text{Peso USC} = 1568.00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso AG} = \frac{b \cdot X}{b_0} \text{ Peso USC}$$

Peso AG = 967.5187 kg/m³

Peso USC= Peso Unitario Compactado de Agregado Grueso

Si el modulo de Fineza no se encuentra en la tabla :
 INTERPOLAMOS

TENEMOS :		
Aire	=	2.0%
Agua	=	205 Lt/m ³
Cemento	=	370.839 kg
Peso AG	=	967.519 kg

7-. Volumen Absoluto

Cemento	=	$\frac{370.839 \text{ kg}}{3.15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000}$	=	0.1177 m3
Agua	=	$\frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.2050 m3
Aire	=	$\frac{2.00\%}{100}$	=	0.0200 m3
Vol.a Grueso	=	$\frac{967.52 \text{ kg}}{2770 \text{ kg/m}^3}$	=	0.3493 m3
SUMA TOTAL				= 0.6920 m3
Vol. AG Fino	=	1 m3 - 0.692	=	0.3080 m3

8-. Calcular el Peso del Agregado Fino

Peso a Fino	=	0.308 m3	×	2590	=	797.6902 kg
-------------	---	----------	---	------	---	-------------

9-. Presentacion del diseño en Estado Seco

Cemento =	370.839	kg
Agregado Fino =	797.690	kg
Agregado Grueso =	967.519	kg
Agua =	205	lt

10-. Correccion por Humedad de los Agregados

Agregado Fino	797.690 kg
Peso Seco	$\times \left(\frac{W\%}{100} + 1 \right)$
Agregado Fino	= $797.690 \left(\frac{6.12\%}{100} + 1 \right)$ = 846.5088 kg
Agregado Grueso	967.519 kg
Peso Seco	$\times \left(\frac{W\%}{100} + 1 \right)$
Agregado Grueso	= $967.519 \left(\frac{2.31\%}{100} + 1 \right)$ = 989.8684 kg

11-. Aporte de Agua a la Mezcla

Agregado Fino	846.509 kg	
	$\frac{(W\% - \% abs) \times (Agregado Se co)}{100}$	
Agregado Fino	= $\frac{(6.12\% - 2.86\%) \times 846.509}{100}$ = 27.5962 lt	
Agregado Grueso	989.868 kg	
	$\frac{(W\% - \% abs) \times (Agregado Se co)}{100}$	
Agregado Grueso	= $\frac{(2.31\% - 1.10\%) \times 989.868}{100}$ = 11.9774 lt	
SUMA TOTAL		= 39.5736 lt

12-. Agua Efectiva

Agua	205	It	-	(39.574)	=	165.4264 It
------	-----	----	---	----------	---	-------------

13-. Proporciónamiento del Diseño

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
370.839	846.509	989.868	165.426
8.726	0.529	0.638	0.165

1.332

Proporciónamiento del Diseño			
CEMENTO	A.F	A.G	H2O
1	2.28	2.67	18.96

8.73 bls

DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - ACI

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

PROYECTO	: Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: CUNYAC - ZURITE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CONCRETO
	CANTERA ZURITE	CANTERA CUNYAC	210 kg/cm ²

F`C =	210
F.Seg =	88
F`cr =	298
R a/c =	0.553
H ₂ O =	205
Cemt. =	371
P.E	3.15
Aire Atrap	2.0%

	A.FINO	A.GRUESO
T.M.N	-	3/4"
M.F	2.8296	-
P.U.Seco.S	1633.57	1550
P.U.Seco.C.	1670.45	1568
P.E	2.59	2.77
% A.BS.	2.86%	1.10%
% W Agregado	6.12%	2.31%

VALORES ABSOLUTOS

H ₂ O =	0.205
Cemt. =	0.371
Aire =	0.020
TOTAL	0.596

	A.FINO	A.GRUESO
0.6	ACI	799
0.006551	FULLY THON	967
		46% en peso
		54 % en peso

A.FINO =	798
A.GRUESO =	968

DISEÑO EN SECO

H ₂ O =	205
Cemt. =	371
A.F =	797.69
A.G. =	967.52
TOTAL	2341

CORRECCION POR HUMEDAD

A.FINO =	847
A.GRUESO =	990

APORTE DE H2O

A.FINO =	27.60
A.GRUESO =	11.98
	39.57

DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD

H ₂ O =	165
Cemt. =	371
A.F =	847
A.G. =	990
TOTAL	2372

FECHA d/V	
P.U.CONCR	2372

Probetas	3
TANDA	0.021

Factor Cemento x m3 =	8.73
------------------------------	-------------

H ₂ O =	3.466
Cemt. =	7.790
A.F =	17.783
A.G. =	20.794
TOTAL	49.834
	49.834

CORREC.	999.169		
	165	0	LTS
	371	0	KG
	847	0	KG
	990	0	KG
	2372	2	KG/M3

PROPORCION EN PESO Kg				PROPORCION EN VOLUMEN Pie3			
CEMENTO	A.F	A.G	H2O	CEMENTO	A.F	A.G	H2O
1	2.28	2.67	18.9	1	1.89	2.69	18.9

Las proporciones de agua en ambos casos estan en litros por bolsa de cemento
las muestras den ensayo fueron recogidas de la obra

Método Capeco

DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑADO POR	: Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: CUNYAC - HUILLQUE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CONCRETO
	CANTERA HUILLQUE	CANTERA CUNYAC	210 kg/cm ²

CALIDAD DE LOS MATERIALES

CEMENTO PORTLAND	TIPO IP	
PESO ESPECIFICO	CEMENTO YURA	3150 kg/m ³
PESO UNITARIO		1400 kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO FINO CANTERA CUNYAC

MODULO DE FINEZA	2.8296
CONENIDO DE HUMEDAD	6.12% %
ABSORCION	2.86% %
PESO UNITARIO	1633.57 kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO CANTERA WILLQUE

PESO UNITARIO SECO Y COMPACTO	1569.27 kg/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.90% %
ABSORCION	1.98% %
PESO UNITARIO	1445.86 kg/m ³

DATOS DEL DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESION	$f'c =$	210 kg/cm ²
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO		3 "
TMN (tamaño maximo nominal)		3/4"
TIPO DE CONTROL EN OBRA	(tabla C)	Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen

CALCULO
DISEÑO DE MEZCLAS - METODO CAPECO

RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA f'_{cr}

$f_c =$	210 kg/cm ²	Resistencia a la compresion
---------	------------------------	-----------------------------

TABLA C

CONDICIONES		K
*	Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante	1.15
*	Materiales de calidad controlada, dosificación por volúmen, supervisión especializada esporadica	1.10
*	Materiales de calidad controlada, dosificación por volúmen, sin supervisión especializada	1.35
*	Materiales variables, dosificación por volúmen, sin supervisión especializada	1.50

$K = 1.15$

$f'_{cr} = K * f'_c$

$f_{cr} =$	242 kg/cm ²
------------	------------------------

SLUMP O' ASENTAMIENTO (tabla A)

3"

AGUA DE MEZCLADO

TABLA B

REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO PARA DIFERENTES SLUMP Y TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS			
SLUMP (pulg)	AGUA EN Kg/m ³ DE CONCRETO		
	1/2"	3/4"	1 1/2"
1/2" a 2"	190	175	160
2" a 3"	215	200	180
3" a 5"	240	215	195

$H_2O =$	200 kg/m ³
----------	-----------------------

1. RELACION AGUA - CEMENTO A/C

TABLA D

$f'_c =$ Kg/cm ²	RELACION AGUA CEMENTO (en peso)	
	sin aire incorporado	con aire incorporado
140	0.80	0.71
175	0.67	0.54
210	0.58	0.46
245	0.51	0.40
280	0.44	0.35
315	0.38	requiere otros métodos de estimación

$f'_{cr} = 242 \text{ kg/m}^2$ sin aire incorporado

$f'_{cr} =$	A/C
210.00	0.58
245.00	0.51

para
242 0.52

→ $A/C = 0.52$

2. CONTENIDO DE CEMENTO

$$\text{cemento} = \frac{200}{0.52} \text{ kg/m}^3 = 386.85 \text{ kg/m}^3$$

9.10 bolsas

3. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

TABLA E				
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (en m ³)				
Tamaño Máximo del Agregado (pulg)	Módulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70

INTERPOLAMOS	
2.80	0.62
3.00	0.60
para	.....
2.83	0.62

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO	=	0.62 m ³
AGREGADO GRUESO	=	968.302361 kg

4.- CONTENIDO DE AGREGADO FINO

TABLA F		
ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO EN KG/M ³		
Tamaño máximo del Agregado (pulg)	Peso del concreto en Kg/m ³	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
1/2"	2315	2235
3/4"	2355	2280
1"	2375	2315
1 1/2"	2420	2355

ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO sin aire incorporado	=	2355 kg/m ³
AGREGADO FINO	=	799.85 kg

5.- AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS

AGREGADO GRUESO	=	968.39 kg
AGREGADO FINO	=	800.34 kg
AGUA DE MEZCLA NETA		
agua en el agregado grueso	=	-0.10 kg
agua en el agregado fino	=	0.26 kg
AGUA DE MEZCLA NETA	=	199.84 kg

6.- DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE POR M3

CEMENTO	=	386.85 kg
AGUA DE MEZCLADO	=	199.84 litros
AGREGADO GRUESO	=	968.39 kg
AGREGADO FINO	=	800.34 kg

7.- DOSIFICACION EN VOLUMEN

CEMENTO	=	0.276 m3
AGREGADO GRUESO	=	0.670 m3
AGREGADO FINO	=	0.490 m3
AGUA DE MEZCLADO	=	0.200 m3

8.- PROPORCION Cemento : Grava : Arena : Agua

CEMENTO	=	1.00
AGREGADO GRUESO	=	2.42
AGREGADO FINO	=	1.77
RELACION A/C	=	0.72 Agua/Cementc

Proporcionamiento del Diseño			
CEMENTO	A.F	A.G	H2O
1	2.42	1.77	22.0

DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑADO POR	: Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: CUNYAC - ZURITE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CONCRETO
	CANTERA ZURITE	CANTERA CUNYAC	210 kg/cm²

CALIDAD DE LOS MATERIALES

CEMENTO PORTLAND	TIPO V	
PESO ESPECIFICO	CEMENTO YURA	3150 kg/m³
PESO UNITARIO		1400 kg/m³

DATOS DEL AGREGADO FINO CANTERA CUNYAC

MODULO DE FINEZA	2.8296
CONENIDO DE HUMEDAD	6.12 %
ABSORCION	2.86 %
PESO UNITARIO	1633.57 kg/m³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO CANTERA ZURITE

PESO UNITARIO SECO Y COMPACTO	1568 kg/m³
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.31 %
ABSORCION	1.1 %
PESO UNITARIO	1550 kg/m³

DATOS DEL DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESION	$f'c =$	210 kg/cm²
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO		3"
TMN (tamaño maximo nominal)		3/4"
TIPO DE CONTROL EN OBRA	(tabla C)	Materiales de calidad controlada, dosificacion por volumen

CALCULO

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO CAPECO

RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA F'_{cr}

$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Resistencia a la compresion

TABLA C

CONDICIONES		K
*	Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante	1.15
*	Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporadica	1.10
*	Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.35
*	Materiales variables, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.50

$$K = 1.10$$

$$f'_{cr} = K * f'_c$$

$F_{cr} = 231 \text{ kg/cm}^2$

SLUMP O' ASENTAMIENTO (tabla A)

3"

AGUA DE MEZCLADO

TABLA B

REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO PARA DIFERENTES SLUMP Y TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS			
SLUMP	AGUA EN Kg/m3 DE CONCRETO		
(pulg)	1/2"	3/4"	1 1/2"
1/2" a 2"	190	175	160
2" a 3"	215	200	180
3" a 5"	240	215	195

$H_2O = 200 \text{ kg/m}^3$

1. RELACION AGUA - CEMENTO A/C

TABLA D		RELACION AGUA CEMENTO (en peso)	
f'c = Kg/cm2	RELACION AGUA CEMENTO (en peso)		
	sin aire incorporado	con aire incorporado	
140	0.80	0.71	
175	0.67	0.54	
210	0.58	0.46	
245	0.51	0.40	
280	0.44	0.35	
315	0.38	requiere otros métodos de estimación	

f'cr = 231 kg/m2 sin aire incorporado

f'cr =	A/C
210.00	0.58
245.00	0.51
para	.....
231	0.54
→ A/C	= 0.54

2. CONTENIDO DE CEMENTO

$$\text{cemento} = \frac{200}{0.54} \text{ kg/m}^3 = 371.75 \text{ kg/m}^3 = 8.75 \text{ bolsas}$$

3. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

TABLA E				
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (en m3)				
Tamaño Máximo del Agregado (pulg)	Módulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70

INTERPOLAMOS	
2.80	0.62
3.00	0.60
para	.....
2.83	0.62

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO	=	0.62 m3
AGREGADO GRUESO	=	967.51872 kg

METODO - CAPECO

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑADO POR	: Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: CUNYAC - ZURITE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CONCRETO	
	CANTERA ZURITE	CANTERA CUNYAC	210	kg/cm2

4.- CONTENIDO DE AGREGADO FINO

TABLA F		
ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO EN KG/M3		
Tamaño máximo del Agregado (pulg)	Peso del concreto en Kg/m3	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
1/2"	2315	2235
3/4"	2355	2280
1"	2375	2315
1 1/2"	2420	2355

ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO sin aire incorporado	=	2355 kg/m3
AGREGADO FINO	=	815.73 kg

5.- AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS

AGREGADO GRUESO	=	989.87 kg
AGREGADO FINO	=	865.66 kg
AGUA DE MEZCLA NETA		
agua en el agregado grueso	=	11.71 kg
agua en el agregado fino	=	26.59 kg
AGUA DE MEZCLA NETA	=	161.70 kg

6.- DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE POR M3

CEMENTO	=	371.75 kg	8.75 bolsas
AGUA DE MEZCLADO	=	161.70 litros	18.5 ltr/bls
AGREGADO GRUESO	=	989.87 kg	
AGREGADO FINO	=	865.66 kg	

7.- DOSIFICACION EN VOLUMEN

CEMENTO	=	0.266 m3
AGREGADO GRUESO	=	0.639 m3
AGREGADO FINO	=	0.530 m3
AGUA DE MEZCLADO	=	0.162 m3

8.- PROPORCION Cemento : Grava : Arena : Agua

CEMENTO	=	1.00
AGREGADO GRUESO	=	2.41
AGREGADO FINO	=	2.00
RELACION A/C	=	0.61 Agua/Cemento

Proporcionamiento del Diseño			
CEMENTO	A.F	A.G	H2O
1	2.41	2.00	18.5

Método Walker

Secuencia:

a) Selección de la resistencia requerida ($f'c_r$)

i. $f'c_r = f'c + 1.33 \sigma$

ii. $f'c_r = f'c + 2.33 \sigma - 35$

Dónde:

σ : desviación standard (kg/cm²)

$f'c_r$: resistencia a la compresión requerida (kg/cm²)

Se escogerá el mayor valor de las fórmulas (1) y (2)

b) Selección del TMN del agregado grueso.

c) Selección del asentamiento

d) Seleccionar el contenido de agua.

e) Seleccionar el contenido de aire atrapado.

f) Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.

g) Cálculo del contenido de cemento (4)/(5)

h) Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los componentes sin incluir los agregados.

i) Determinar el volumen del agregado total.

j) Calcular el porcentaje del agregado fino.

k) Calcular el volumen del agregado grueso.

l) Cálculo de los pesos de los agregados gruesos y finos.

m) Presentación del diseño en estado seco.

n) Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.

o) Presentación del diseño en estado húmedo.

Método del módulo de fineza de la combinación de agregados

Secuencia:

a) Selección de la resistencia requerida ($f'c_r$)

i. $f'c_r = f'c + 1.33 \sigma$

$$\text{ii. } f'_{c r} = f'_{c} + 2.33 \sigma - 35$$

Dónde:

σ : desviación standard (kg/cm²)

$f'_{c r}$: resistencia a la compresión requerida (kg/cm²)

Se escogerá el mayor valor de las fórmulas (1) y (2)

- b) Selección del TMN del agregado grueso.
- c) Selección del asentamiento
- d) Seleccionar el contenido de agua.
- e) Seleccionar el contenido de aire atrapado.
- f) Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.
- g) Cálculo del contenido de cemento (4) / (5)
- h) Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los componentes sin incluir los agregados.
- i) Cálculo del volumen absoluto de los agregados.
- j) Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados.
- k) Cálculo del porcentaje de agregado fino (r_f)
 - 1. $r_f = (m_g - m) / (m_g - m_f)$
- l) Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados.
- m) Cálculo de los pesos secos de los agregados.
- n) Presentación del diseño en estado seco.
- o) Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- p) Presentación del diseño en estado húmedo

2.2.7. ADITIVOS

Se denomina aditivo a las sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades y hacerlo mejor para el fin a que se destine.

Los aditivos que deben emplearse en el concreto cumplirán con las especificaciones de la Norma ITINTEC 339.086.

Los aditivos que se empleen en el concreto deben someterse a la aprobación de la supervisión. Debe demostrarse que el aditivo utilizado en obra es capaz de

mantener esencialmente la misma composición y comportamiento que el producto usado para establecer la dosificación del concreto de acuerdo con lo especificado.

Los aditivos son utilizados principalmente para mejorar una o varias de las siguientes características del concreto:

- Aumentar la trabajabilidad, sin modificar el contenido de agua.
- Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.
- Acelerar el desarrollo de la resistencia en la primera edad.
- Reducir la exudación.
- Disminuir la segregación.
- Incrementar la adherencia del concreto viejo y nuevo.

Existen en el mercado diferentes tipos de aditivos y de acuerdo a las normas se clasifican:

- A. Plastificante, reductor de agua.-** Que mejora la consistencia del concreto y reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir concreto de consistencia determinada. Este tipo de aditivos deben cumplir con la NPT 334.088 o con “standard specification for chemical admixtures for use in producing flowing concrete” (ASTM C 1017M)
- B. Retardador.-** Que alarga el tiempo de fraguado del concreto.
- C. Acelerador.-** Que acorta el tiempo de fraguado y el desarrollo de la resistencia inicial del concreto.
- D. Plastificante y retardador.-** Que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y retarda el fraguado.
- E. Plastificante y acelerador.-** Que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y acelera el fraguado cumpliendo con la norma peruana técnica (NTP 334.089).
- F. Incorporados de aire.-** Aumenta la resistencia del concreto a la acción de heladas porque introducen burbujas diminutas en la mezcla de cemento endurecida. Estas burbujas actúan como amortiguadores para los esfuerzos inducidos por la congelación y descongelación.
- G. Adhesivos.-** Que mejora la adherencia con el refuerzo.

Por otra parte se deben tomar precauciones sobre el uso de aditivos, por lo general afectan varias propiedades del concreto, tanto en su estado fresco como endurecido. Puede ocurrir que mientras una mejora favorablemente, otras cambien en forma adversa. Por ejemplo, la durabilidad del concreto se incrementa con la incorporación del aire, pero su resistencia disminuye.

Los efectos de los aditivos sobre el concreto varían por las condiciones atmosféricas y factores intrínsecos del concreto como son: el contenido de agua, el tipo de cemento, la duración del mezclado, etc.

Finalmente debe tenerse en cuenta que ningún aditivo puede subsanar las deficiencias de una mezcla de concreto mal dosificada.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. AGREGADO

Los agregados constituyen un factor determinante en la economía, durabilidad y estabilidad en las obras de Ingeniería, pues ocupan allí un volumen muy importante.

También denominados áridos, inertes o conglomerados son fragmentos o granos que constituyen entre un 70% y 85% del peso de la mezcla, cuyas finalidades específicas son abaratar los costos de la mezcla y dotarla de ciertas características favorables dependiendo de la obra que se quiera ejecutar.

Los agregados también son denominados como áridos, y se definen como fragmentos rocosos que proceden de la desintegración de las piedras naturales

Bajo la denominación de áridos artificiales, se denominan los subproductos industriales o urbanos que reúnen las condiciones para su utilización en la fabricación de concretos, como:

- Estériles de explotaciones mineras.
- Cenizas volantes de centrales térmicas.
- Residuos de incineración de residuos urbanos.
- Materiales de demolición.

- Escorias de procesos siderúrgicos o metalúrgicos.

La gradación del material juega un papel muy importante debido a que no permite la clasificación de los agregados en dos tipos según su granulometría:

A. Agregado fino.

Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finalmente triturado de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8) y es retenido en el cedazo número 200 que cumple con los límites establecidos en la norma.

REQUISITOS DE USO:

- El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias de perfil preferentemente angular, duras compactas y resistentes.
- El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales, de polvos, partículas escamosas o blandas, esquicitos, pizarras, alcaliz, materia orgánica, sales u otras sustancias perjudiciales
- Debe cumplir las normas sobre granulometría.

B. Agregado grueso.

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz de 4.75mm o (N°4) estandarizado, proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400:37.

2.3.2. CALIDAD

La calidad es una herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo

para satisfacer sus necesidades. Por tanto, debe definirse en el contexto que se esté considerando.

La calidad puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, a lo que al grado en que un producto cumple las especificaciones del diseño.

También podemos encontrar otras definiciones acerca de calidad desde diferentes puntos de vista:

- Según la norma ISO 9000: "Calidad: grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos".
- Según Luis Andrés Arnauda Sequera Define la norma ISO 9000 "Conjunto de normas y directrices de calidad que se deben llevar a cabo en un proceso".
- Según la Armand V. Feigenbaum: "Satisfacción de las expectativas del cliente".
- Según la Walter A. Shewhart: "La calidad como resultado de la interacción de dos dimensiones: dimensión subjetiva (lo que el cliente quiere) y dimensión objetiva (lo que se ofrece).

Nunca se debe confundir la calidad con niveles superiores de atributos del producto o servicio, sino con la obtención regular y permanente de los atributos del bien ofrecido que satisfaga a los clientes para los que ha sido diseñado.

Para conseguir una buena calidad en el producto o servicio hay que tener en cuenta tres aspectos importantes (dimensiones básicas de la calidad):

- **Dimensión técnica:** engloba los aspectos científicos y tecnológicos que afectan al producto o servicio.
- **Dimensión humana:** cuida las buenas relaciones entre clientes y empresas.
- **Dimensión económica:** intenta minimizar costos tanto para el cliente como para la empresa.

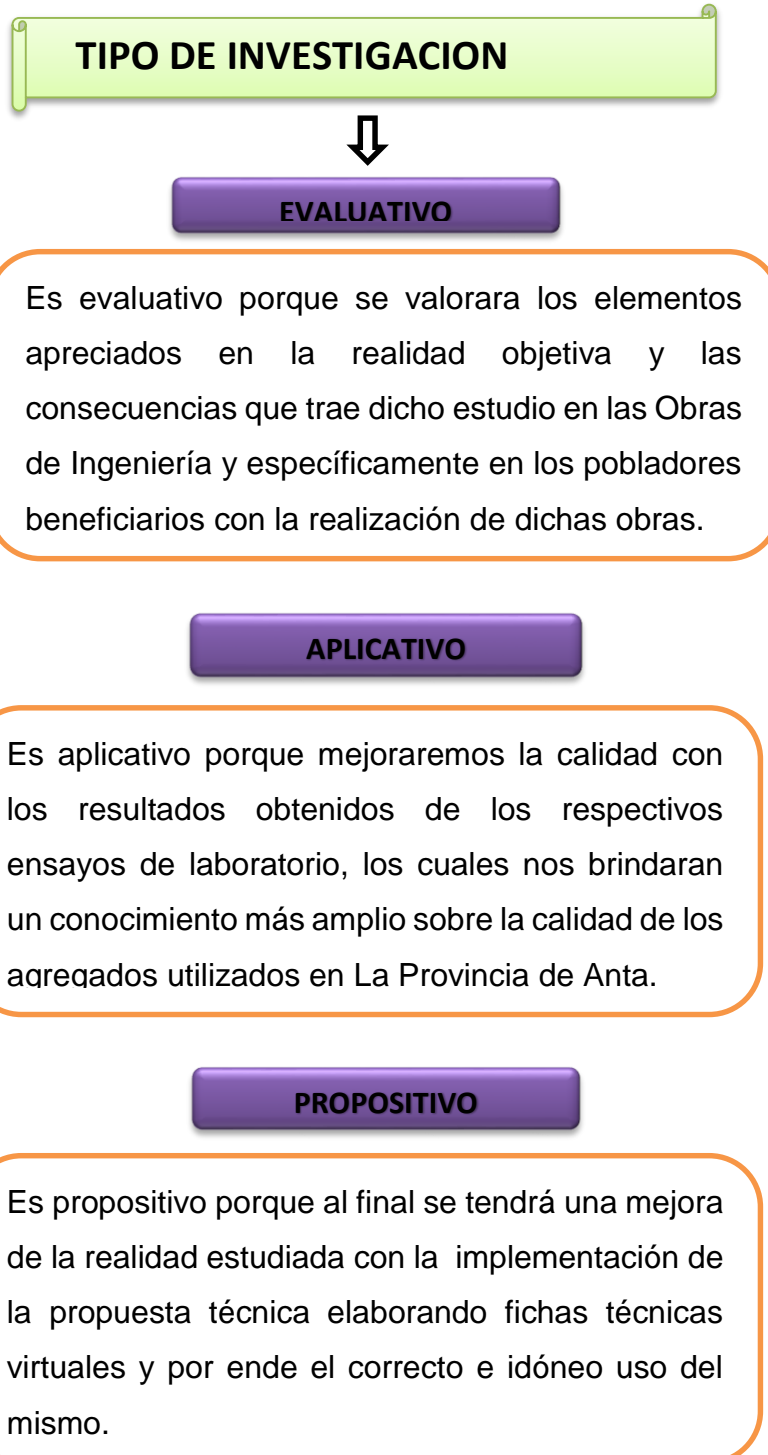
También se puede apreciar dos ítems fundamentales. El primero es la calidad total en la construcción, es la optimización de la calidad en todos los procesos de la gestión completa de la obra. El segundo el costo de la no calidad, es aquellos gastos producidos por las ineficiencias o incumplimientos las cuales son evitables.

Creo que por todo lo expuesto que debemos dedicar un momento al análisis de la CALIDAD EN LA CONSTRUCCION, con el propósito de conseguir el objetivo de revalorizar la industria de la construcción.

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1. TIPO DE INVESTIGACION:

Esta investigación es evaluativa, aplicativo y propositivo:



3.2. DISEÑO DE INVESTIGACION

Se evaluó la falta criterios técnicos en la selección de los Agregados utilizados en las diferentes Obras de Ingeniería en La Provincia de Anta, y por lo cual un inadecuado proporciona miento en el diseño de mezclas. Por tal motivo se observó esta deficiencia y planteo una solución capaz de satisfacer y ofrecer una información precisa acerca de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, brindados por los ensayos de laboratorio que se realizaran y con esto poder determinar las fuentes de aprovisionamiento más óptimas y una correcta dosificación en el diseño de mezclas, que nos ayude a reducir costos.



3.2.1 UBICACIÓN DE LAS FUENTES DE APROVISIONAMIENTO:

Las canteras que se eligió para su evaluación se escogieron debido a su importancia y demanda en el mercado.

Se presenta la ubicación geográfica y su potencia útil de extracción:

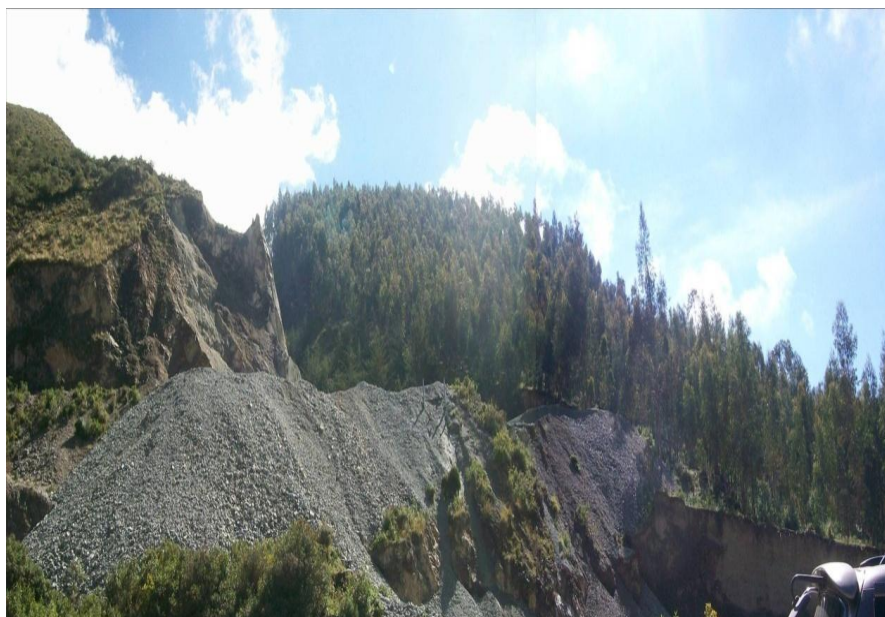


3.2.1.1. FUENTE DE APROVISIONAMIENTO ZURITE – ZURITE





Esta Cantera se encuentra ubicada aproximadamente a 36.4 km. de la Ciudad del Cusco.



De esta cantera se extrae material de origen ígneo, básicamente está formado de roca granítica del cual se puede observar las siguientes características: su conformación es cristalina, los minerales aparecen mezclados entre sí, es muy compacta, presenta un color gris claro. Según estudios anteriores mostramos el siguiente cuadro del análisis químico de la cantera en el cual se observa que la

suma final no llega al 100% debido a la disolución de la muestra por ataque del reactivo a la muestra analizada.

Minerales que conforman los agregados de Zurite

MINERAL	PORCENTAJE (%)
Sílice (SiO ₂)	79.40
Hierro (Fe ₂ O ₃)	3.90
Aluminio (Al ₂ O ₃)	3.50
Níquel (NiO)	2.20
Carbonato (Co ₃)	0.00
Calcio (CaO)	0.02
Magnesio (MgO)	0.00
Cloruros	0.01
Sulfatos	0.008

Fuente: tesis, Influencia del Agregado en la Resistencia a la Compresión del Concreto

Según la carta geológica esta cantera está ubicada en las coordenadas UTM 8512 S y 796 E, y observando en la geología del cuadrángulo de Urubamba (27-r) nos da una clasificación T-cmd, siendo esta perteneciente a las edades Cenozoica y Mesozoica (roca Intrusiva).

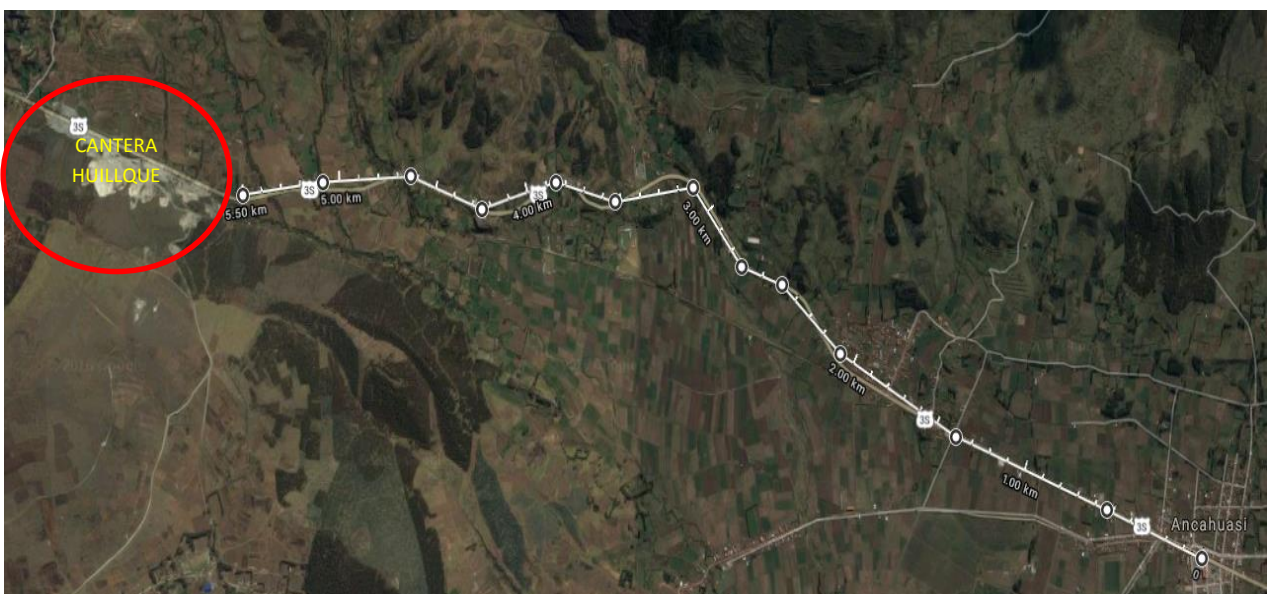
FORMACION ANTA: Denominación dada por Carlotto (en preparación) para describir los afloramientos conglomerádicos de la región de Anta-Limatambo que infrayacen al “Grupo Tacaza”. Aflora ampliamente en el borde norte de la Meseta de Chinchaypujio, entre Anta y Limatambo y se prolonga más al sur, en los cuadrángulos de Cotabambas y Cusco. Esta unidad sobreyace en discordancia, indistintamente sobre el Grupo Yuncaypata, las formaciones Quilque y Chilca, el Grupo San Jerónimo o sobre intrusivos del Batolito Andahuaylas - Yauri.

Esta formación está compuesta por conglomerados con clastos esencialmente volcánicos, intercalados con areniscas feldespáticas, limolitas rojas y además algunos niveles de brechas y aglomerados volcánicos. Está dividida en 4 secuencias. La primera secuencia (170 m) es decreciente y está compuesta por conglomerados de conos aluviales con clastos de volcánicos, que llegan a los 40 cm. La Segunda secuencia (400 m) es grano decreciente y está compuesta de conglomerados en la base de secuencias menores, que gradan a areniscas feldespáticas; se trata de depósitos fluviales. La tercera secuencia (500 m) y la

cuarta secuencia (250 m) son también decrecientes y muy parecidas a la segunda secuencia. La particularidad de estas tres últimas secuencias, es que globalmente se hacen crecientes hacia el techo. Internamente se han encontrado discontinuidades y discordancias, que son interpretados como efectos tectónicos sin sedimentarios. El espesor total de la unidad es mayor a 1,300 metros.

POTENCIA BRUTA UTIL: La potencia útil observada de dicho banco de materiales es de aproximadamente 30000 m³.

3.2.1.2. FUENTE DE APROVISIONAMIENTO HUILLQUE – ANCAHUASI



Esta Cantera se encuentra ubicada aproximadamente a 49 km. de la Ciudad del Cusco.

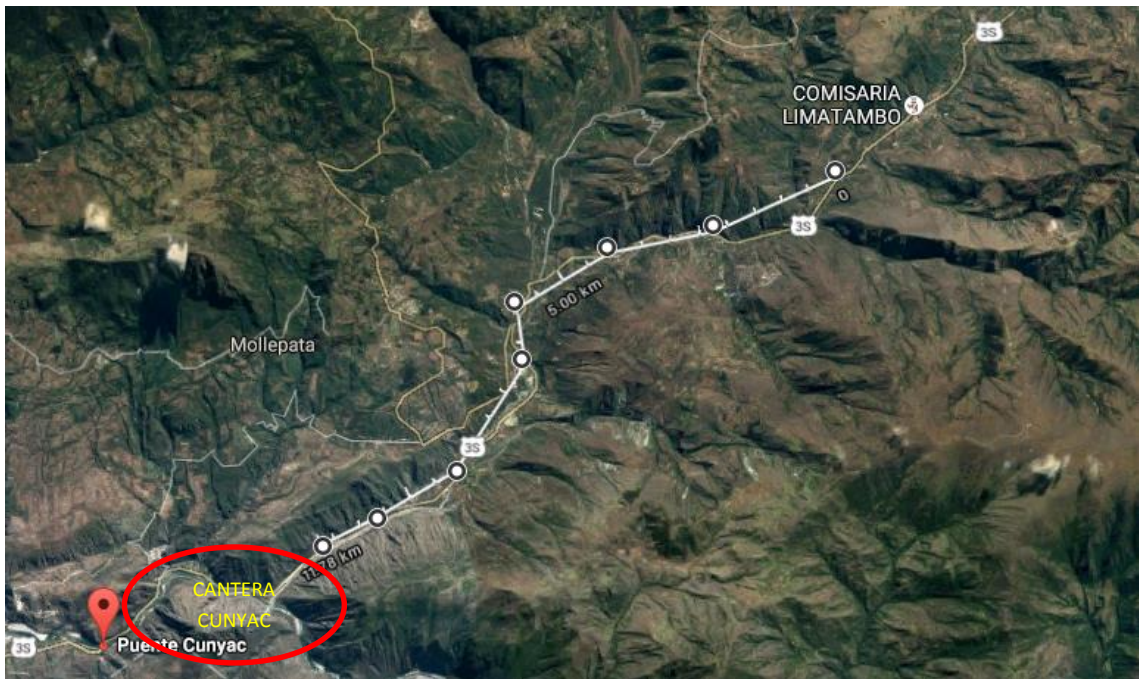
De esta cantera se extrae material de origen ígneo, básicamente está formado de roca granítica por las siguientes características: se puede observar a simple vista su conformación cristalina, no existe ninguna ordenación en su estructura, los minerales aparecen mezclados entre sí, es muy compacta, presenta un color gris verdoso.

Según la carta geológica esta cantera está ubicada en las coordenadas UTM 8513 S y 786 E, y observando en la geología del cuadrángulo de Urubamba (27 - r) nos da una clasificación T-cmd, siendo esta perteneciente a las edades Cenozoica y Mesozoica (roca Intrusiva).

FORMACION ANTA: Denominación dada por Carlotto (en preparación) para describir los afloramientos conglomerádicos de la región de Anta-Limatambo que infrayacen al “Grupo Tacaza” (Marocco, 1978). Aflora ampliamente en el borde norte de la Meseta de Chinchaypujio, entre Anta y Limatambo y se prolonga más al sur, en los cuadrángulos de Cotabambas y Cusco. Esta unidad sobreyace en discordancia, indistintamente sobre el Grupo Yuncaypata, las formaciones Quilque y Chilca, el Grupo San Jerónimo o sobre intrusivos del Batolito Andahuaylas - Yauri. Esta formación está compuesta por conglomerados con clastos esencialmente volcánicos, intercalados con areniscas feldespáticas, limolitas rojas y además algunos niveles de brechas y aglomerados volcánicos. Está dividida en 4 secuencias. La primera secuencia (170 m) es decreciente y está compuesta por conglomerados de conos aluviales con clastos de volcánicos, que llegan a los 40 cm. La Segunda secuencia (400 m) es grano decreciente y está compuesta de conglomerados en la base de secuencias menores, que gradan a areniscas feldespáticas; se trata de depósitos fluviales. La tercera secuencia (500 m) y la cuarta secuencia (250 m) son también decrecientes y muy parecidas a la segunda secuencia. La particularidad de estas tres últimas secuencias, es que globalmente se hacen crecientes hacia el techo. Internamente se han encontrado discontinuidades y discordancias, que son interpretados como efectos tectónicos sin sedimentarios. El espesor total de la unidad es mayor a 1,300 metros.

POTENCIA BRUTA UTIL: La potencia útil observada de dicho banco de materiales es de aproximadamente 20000 m³.

3.2.1.3. FUENTE DE APROVISIONAMIENTO PUENTE CUNYAC – LIMATAMBO



Esta Cantera se ubica aproximadamente a unos 69 km. de la ciudad del Cusco. De esta cantera se extrae material de origen Sedimentario, el cual se forma a partir de los restos de materiales de rocas formadas anteriormente sobre la superficie de la tierra, pasando por alteraciones y erosiones de las rocas por efecto de los cambios climáticos tales como la irradiación solar, los hielos y las lluvias, este agregado presenta grava y arena. La grava esencialmente está compuesta por

cantos rodados de cuarzo, areniscas cuarzosas, riolitas, y caliza, los que se catalogan como buenos materiales de construcción que pueden ser empleados en concreto. Las arenas existentes se encuentran limpias o tienen muy poca cantidad de limos, arcillas, se observa la presencia de cuarzos, presenta un color muy variado. Según estudios anteriores mostramos el siguiente cuadro del análisis químico de la cantera en el cual se observa que la suma final no llega al 100% debido a la disolución de la muestra por ataque del reactivo a la muestra analizada.

Minerales que conforman los agregados de Cunyac

MINERAL	PORCENTAJE (%)
Sílice (SiO ₂)	62.40
Hierro (Fe ₂ O ₃)	4.80
Aluminio (Al ₂ O ₃)	2.17
Níquel (NiO)	0.03
Carbonato (Co ₃)	9.30
Calcio (CaO)	4.80
Magnesio (MgO)	0.90
Cloruros	0.0014
Sulfatos	0.02

Fuente: tesis, Influencia del Agregado en la Resistencia a la Compresión del Concreto

De esta manera se observa que este Agregado presenta buenas características para la elaboración de un buen concreto.

Según la carta geológica esta cantera está ubicada en las coordenadas UTM 8499 S y 760 E, y observando en la geología del cuadrángulo Abancay (28-q) nos da una clasificación Q-al, siendo esta perteneciente a la edad cuaternaria en formaciones y eventos geo-históricos aluviales de origen sedimentario.

DEPÓSITOS RECIENTES Los depósitos recientes son de cuatro tipos:

- Depósitos aluviales
- Depósitos eluviales
- Depósitos glaciares y fluvio-glaciares
- Productos del volcanismo reciente

DEPÓSITOS ALUVIALES: Tienen buenas exposiciones a lo largo de los grandes ríos: Apurímac, Chumbao, Pachachaca, etc. Consisten de conos aluviales y terrazas. A lo largo del río Apurímac se puede ver buenos ejemplos de conos aluviales originados por riachuelos que desembocan en ambas orillas del mencionado río. También, asociadas a estos conos aluviales, frecuentemente se encuentran depósitos de terrazas. Los aluviones están compuestos por guijarros más o menos redondeados según la distancia del transporte. Los cantos están envueltos en una matriz de arena y limo. El tamaño de los elementos varía según los lugares. Los conos pueden presentar cantos de gran tamaño llegando hasta dos metros de diámetro (cono aluvial en la desembocadura de la Quebrada Alluninca en el río Matara, hoja de Abancay). Sin embargo, alejándose del cono se ve la variación de los guijarros hacia un tamaño mucho más pequeño y se aprecia a la vez una mejor clasificación.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. MUESTREO PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Referencia Normativa: NTP 400.010 - MTC E 201 – 2000 - ASTM D 75

1. OBJETIVO

Reúne los procedimientos para la toma de muestras de roca, escoria, grava, gravilla, arena, y llenante mineral, que son utilizados como materiales de construcción de carreteras.

El muestreo contempla los siguientes fines:

- Investigación preliminar de las fuentes de suministro de materiales.
- Aceptación o rechazo de las fuentes y control de producción en ellas.
- Inspección de los materiales en la obra y control de operación de los materiales durante el trabajo.

Nota 1: Los ensayos de aceptación y control varían con el tipo de construcción en el cual se va a emplear el material. Las investigaciones preliminares y la toma de muestras de posibles yacimientos o fuentes y tipos de agregados, son factores, importantes para determinar las disponibilidades y las cualidades del material, en relación con la futura construcción.

2. REQUISITOS GENERALES

Muestras confiables. Donde sea posible, las muestras que se vayan a ensayar para determinar la calidad del material, serán obtenidas de productos terminados. Cuando se requiera ensayarlos para pérdidas por abrasión, no deberán someterse a procesos posteriores de trituración o de reducción de tamaño, a menos de que los tamaños de los productos terminados sean tales, que requieran de dicha reducción de tamaño, con el fin de poderlos ensayar.

Inspección. Todo material será inspeccionado con el fin de determinar variaciones apreciables del mismo. El proveedor deberá poner a disposición el equipo adecuado para dicha inspección y muestreo.

Procedimientos de muestreo:

a) Muestreo tomado de un flujo de descarga de agregados. (Tolva o banda de descarga). La selección de las unidades que se deberá ensayar, se hará por métodos al azar. Se obtendrán por lo menos tres (3) porciones aproximadamente iguales, elegidas al azar de las unidades que se estén muestreando, combinándolas para formar muestras de campo, con pesos iguales o mayores a los valores mínimos que se recomiendan dentro de la presente norma, en los numerales destinados a cada tipo de material. Cada porción se tomará directamente de toda la sección del flujo de material que se está descargando. Generalmente, es necesario tener un aparato especialmente fabricado, para utilizarlo en cada planta de producción particular. El aparato consistirá en una bandeja de tamaño suficiente para interceptar toda la sección del flujo de descarga y recoger la cantidad requerida de material, sin desbordarse. Puede ser necesario tener un conjunto de rieles para soportar la bandeja, cuando se pase por debajo del flujo de descarga. Hasta donde sea posible, se debe mantener la tolva permanentemente llena para disminuir la segregación.

Nota 2: Debe evitarse tomar las muestras de la descarga inicial o final de tolvas o bandas transportadoras, pues al hacerlo se aumentan las posibilidades de obtener material segregado.

b) Muestreo tomado de una banda transportadora. La selección de las unidades que se vayan a ensayar, deberá hacerse como se indica en primer párrafo del literal

anterior. Se deberá detener la banda transportadora mientras se recogen las porciones de material. Hecho esto, se insertarán en el material sobre la banda, dos elementos con forma apropiada, separándolos en forma tal, que se obtenga la porción del peso requerido. En forma cuidadosa, se recogerá todo el material en un recipiente apropiado y los finos que queden se integrarán a la muestra, utilizando una brocha para pasarlos.

c) Muestreo tomado de depósitos apilados o de los equipos de transporte. Se debe evitar, en lo posible, el muestreo de agregados gruesos o de mezclas de agregados gruesos y finos, tomados de depósitos apilados o de equipos de transporte, especialmente cuando se hace el muestreo con el propósito de determinar propiedades de los agregados que pueden depender de la gradación de las muestras.

Si las circunstancias hacen necesaria la obtención de muestras de pilas de agregados gruesos, o de pilas de agregados gruesos y finos combinados, se diseñará un plan de muestreo para el caso específico bajo consideración.

Este definirá el número de muestras necesarias para representar grandes cantidades o cantidades parciales de tamaños de partículas específicas. Los principios generales del muestreo para depósitos apilados o amontonados, son también aplicables para el muestreo tomado de camiones, vagones, planchones, embarcaciones u otras unidades de transporte.

d) Muestreo tomado en la vía. El sistema de selección de las unidades, descrito en el primer párrafo del literal a), es aplicable para este caso. Siguiendo este sistema, se tomarán todas las porciones de la muestra cuidando de excluir cualquier material subyacente. Se marcarán claramente los sitios de extracción de las porciones. Para escoger porciones con pesos aproximadamente iguales, utilícese una plantilla adecuada.

4. TAMAÑO Y NÚMERO DE MUESTRAS

En la toma de muestras, realizadas como se indicó antes, se obtiene una serie de muestras individuales representativas del material. Estas muestras pueden ser

analizadas, bien sea independientemente para conocer la variabilidad de la fuente, o bien en su conjunto, para obtener la calidad media del material.

Cuando se pretenda obtener la calidad media de una fuente de materiales, almacenamiento o frente de obra, las muestras individuales podrán unirse total o parcialmente para formar una muestra compuesta de la cual, por reducción de tamaño mediante cuarteo, se obtendrá la muestra para su envío al laboratorio.

El número de muestras individuales depende, fundamentalmente, del tamaño y uniformidad de la fuente de suministro, y el objeto de la toma de muestras.

El número de muestras de campo para el proceso productivo, deberá ser suficiente para dar el grado de confianza deseado a los resultados de los ensayos.

Los tamaños de las muestras de campo que se mencionan más adelante, son tentativos. Estos tamaños dependerán, en definitiva, del tipo de material, de su tamaño máximo y de los ensayos a los cuales será sometido.

En términos generales, las cantidades indicadas en la Tabla 1 resultan adecuadas para los ensayos rutinarios de granulometrías y análisis de calidad.

5. MUESTREO DE ROCA EN CORTES Y CANTERAS

Inspección: Se examina el corte o el frente de las canteras de roca, para determinar si hay variación en los distintos estratos. Se toma nota de las diferencias en color y estructura.

Toma de muestras y tamaño de la misma.

Se obtienen muestras separadas de la roca, que pesen por lo menos 25 kg cada una, de todos los estratos que visualmente no sean rechazables, porque su estado de meteorización permita utilizarlos para el fin propuesto, y de todos aquellos estratos que parezcan variar en color y estructura. Cuando se tengan que realizar los ensayos de impacto y rotura a compresión, se tomara, además, un trozo de cada una de las zonas, de un tamaño superior a 150 x 150 x 100 mm, marcando claramente el plano de estratificación. Estos trozos no tendrán grietas ni fracturas

incipientes. Los trozos que estén resentidos por las explosiones no se incluirán en la muestra.

Tabla 1

Tamaño de muestras para análisis granulométrico y de calidad

Máximo tamaño nominal de agregados(A)	Peso mínimo aproximado de muestras de campo kg (lb) (B)
Agregado fino	
2,36 mm (N° 8)	10 (25)
4,75 mm (N° 4)	10(25)
Agregado grueso	
9,5 mm (3/8")	10(25)
12,5 mm (1/2")	15(35)
19,0 mm (3/4")	25(55)
25,0 mm (1")	50(110)
37,5 mm (1 1/2")	75(165)
50,0 mm (2")	100(250)
63,0 mm (2 1/2")	125(275)
75,0 mm (3")	150(330)
90,0 mm (3 1/2")	175(385)
(A) Para agregados procesados, el máximo tamaño nominal de las partículas, es el del mayor tamiz sobre el cual se permite que se retenga algo de material.	
(B) Para combinaciones de agregados finos y gruesos (por ejemplo, materiales de subbase o base) el mínimo peso será el peso que aparece en la tabla para el agregado grueso más 10 kg (25 lb).	

Datos. Además de la información general que debe acompañar a todas las muestras, para aquellos cortes locales que no se exploten comercialmente, se incluirá también la siguiente información:

- a) Nombre del propietario o vendedor.
- b) Cantidad aproximada disponible.
- c) Cantidad y carácter del relleno y descapote.
- d) Distancia de acarreo hasta un sitio de referencia, o al punto más cercano de la carretera, en donde se va a emplear el material.
- e) Características del acarreo (clase y tipo de vía de acceso).
- f) Algunos datos detallados de la extensión y localización de los materiales que representan cada muestra. Para este propósito, se recomienda dibujar un

croquis en planta y perfil, indicando espesor y localización de los distintos estratos.

6. MUESTREO DE PIEDRA Y DE MATERIALES ALUVIALES Y COLUVIALES

Inspección. Se realizará una inspección detallada de los depósitos de piedra y materiales aluviales o coluviales, sobre toda la zona donde se pueda obtener el suministro. Se reseñarán las distintas clases de material y su estado en las distintas partes del depósito.

Toma de muestras. Se elegirán muestras por separado de todas las clases de material que se hayan apreciado, mediante inspección visual, como aptas para su empleo como material de construcción. Estas muestras deben ser de 25 kg, aproximadamente.

Datos. Además de la información general, cada muestra de piedra de aluviones o coluviones, debe venir acompañada de una nota que contenga la siguiente información adicional:

- Localización de la fuente (Nota 3).
- Cantidad aproximada disponible.

Los porcentajes de las distintas clases de piedra y materiales de los cuales se hayan tomado muestras, así como también el porcentaje del material que es rechazable por el examen visual y que, por lo tanto, debe ser eliminado.

Nota 3: Se recomienda para este propósito, el empleo de un mapa geotécnico donde figuren dibujadas las zonas de aluviones y coluviones.

7. MUESTREO DE GRAVA Y ARENA (Producción en la obra y materiales naturales)

Descripción de los términos. Se entiende por producción en la obra, la que se realiza con trituradoras, clasificadoras e instalaciones de lavado, portátiles, que se montan o instalan cerca del lugar de trabajo para una obra determinada y con el propósito de suministrar los materiales necesarios.

Toma de muestras

Las muestras se escogerán de manera que representen los diferentes materiales perceptibles en la muestra, que pueden obtenerse en el depósito. Se realizará una estimación de la cantidad disponible de los distintos materiales.

Si el depósito se explota a cielo abierto o en mina, se tomará la muestra acanalando la superficie verticalmente, de abajo hacia arriba, de forma que nos muestre la representatividad del material propuesto para su utilización. No debe incluirse en la muestra el material alterado y de cubierta. Se excavarán o perforarán pozos o calicatas de prueba, en numerosos puntos del depósito, para determinar la calidad del material y la extensión del depósito. El número y la profundidad de estos pozos dependen de la cantidad de material necesario, de la topografía de la zona, de la naturaleza del depósito, de las características del material y de la calidad del producto obtenido. Se obtendrán muestras individuales del frente del banco y de las calicatas, en la forma descrita anteriormente, y si la inspección visual indica que hay variaciones considerables del material, se deberán seleccionar muestras individuales representativas del material de cada estrato netamente delimitado. Por otra parte, se obtendrán muestras mayores de cada zona localizada y se reducirán al tamaño apropiado, por cuarteo de la mezcla compuesta por todas las muestras individuales. El tamaño de la muestra requerida para los ensayos será por lo menos de unos 10 kg de arena y de unos 35 kg de grava, en el caso que ambos constituyentes estén presentes en el material. En los depósitos que son investigados sin tener frente abierto, se obtendrán solamente por medio de pozos, tal como se ha descrito.

Es difícil obtener una muestra representativa en el sitio de almacenamiento, debido a la segregación natural del material en el mismo, ya que el agregado más grueso rueda hacia la parte baja de la pila. Si es necesario tomar muestras en los almacenamientos apilados, se debe efectuar utilizando maquinaria que sea capaz de dejar a la vista el material a diferentes niveles y zonas. Se tomarán muestras individuales de diferentes zonas de la pila representativas del material en cada zona. Los resultados de los ensayos de las muestras individuales indicarán el grado de segregación que existe en el almacenamiento. En la toma de muestras de arena apilada, deben eliminarse las capas superficiales que, por haberse secado, pueden

presentar segregaciones, y se elegirá una muestra representativa de la arena húmeda.

Datos. Además de la información general que debe acompañar a todas las muestras, para las procedentes de depósitos naturales y de plantas de producción de agregados que no se exploten comercialmente, debe adjuntarse la información adicional siguiente:

- a) Nombre del propietario o vendedor.
- b) Localización de la fuente (véase la Nota 4).
- c) Cantidad aproximada disponible.
- d) Cantidad y carácter del material de capote.
- e) Distancia del acarreo (tipo de carretera, pendientes máximas, etc.).
- f) Características del acarreo (tipo de carretera, pendientes máximas, etc.).
- g) Algunos datos detallados de la extensión y localización de los materiales representados por cada muestra.

Nota 4: Es recomendable dibujar un croquis en planta y perfil, indicando el espesor y localización de las diferentes capas.

7. MUESTREO DE ARENA, GRAVA TRITURADA, Y RELLENO MINERAL

Toma de muestras para determinar la calidad.

Cuando sea posible, se obtendrán de las fuentes comerciales, muestras del producto terminado. Si ello no es posible, la muestra se tomará de acuerdo con el procedimiento descrito en los numerales 5.2, 6.2 y 7.2, el que sea aplicable.

Las muestras para el ensayo de desgaste Los Ángeles, se obtendrán del material comercial sin someterlo a trituración adicional o a reducción del tamaño de las partículas, para cumplir con la granulometría especificada para dicho ensayo.

Torna de muestras en la planta de producción.

Se efectuará una inspección general de la instalación, tomando nota de las condiciones de cribado. Las muestras se tomarán en los lugares más apropiados,

de tal forma que proporcionen una muestra bien representativa. Con el objeto de determinar las variaciones de la granulometría del material, se deben obtener muestras individuales en diferentes momentos, mientras se realiza la carga del material. Si las muestras se obtienen de un silo, se tomarán de la sección total de la corriente de material que se está descargando. Al comenzar la, descarga de los silos, debe dejarse salir suficiente material antes de tomar la muestra, para asegurarse que el flujo del material tiene la uniformidad correcta, sin segregación.

Toma de muestras al recibir el material

Cuando no sea posible efectuar la inspección y muestreo en la planta de producción, se obtendrán las muestras para los ensayos de calidad y granulometría, en el punto de destino, preferentemente mientras el material es descargado. Los ensayos de granulometría se realizarán inmediatamente, para determinar si el agregado es aceptable, en cuanto al tamaño especificado.

Si los ensayos de calidad son simplemente rutinarios, el material se puede descargar y emplear antes de terminar el ensayo, pero si la aprobación del suministro depende de los ensayos de calidad, no se empleará el material antes de ser aprobado, como resultado de los mismos. Se tomarán muestras individuales lo más representativas posible del material, en varios puntos de cada unidad de transporte, teniendo en cuenta la probable segregación que puede ocurrir durante el cargue de la unidad. Estas muestras individuales deberán ser mezcladas hasta formar una muestra compuesta, y la muestra así formada será reducida de tamaño por cuarteo, si es necesario; sin embargo, si se requiere una precisa información sobre sus posibles variaciones, debe ensayarse cada muestra individual por separado.

Nota 5: Las muestras de agregado grueso o de montones apilados, deben ser tomadas de la parte superior de la pila, en la base y en una zona intermedia de la misma. Una tabla hincada en el montón justamente por encima del punto donde se vaya a tomar la muestra, permitirá evitar una última segregación que pueda producirse al tomar la muestra. Las muestras de vagones de ferrocarril, deben ser tomadas de tres o más surcos escarbados a través del vagón, en los puntos en que la superficie presente más carácter representativo del material. La parte inferior del

surco estará, como mínimo, a 0.3 m del nivel del material respecto a los bordes del vagón y en su fondo tendrá aproximadamente unos 0.3 m de ancho. El fondo del surco estará prácticamente a nivel. Cantidades iguales deben ser tomadas en siete puntos equidistantes a través de toda la longitud del fondo del surco, empujando una pala en posición inclinada dentro del material y no arrastrándola horizontalmente. Dos de las muestras deberán tomarse directamente contra los laterales del vagón.

Las muestras de camiones, u otros sistemas de transporte, deberán tomarse en la misma forma descrita para los vagones de ferrocarril, excepto en lo que concierne al número de surcos, que deberán fijarse de acuerdo con las dimensiones de la unidad de transporte y el tonelaje involucrado.

La toma de muestras del agregado fino se puede hacer como se describe en este numeral o por medio de un tubo toma muestras de aproximadamente 32 mm de diámetro y 2 m de altura, con el cual, teniendo una cierta práctica, se logra que al introducirlo en la arena húmeda, esta penetre hasta dentro del tubo y la muestra del agregado fino quede retenida en él al sacarlo. Se efectuarán de 5 a 8 introducciones del tubo por cada unidad de suministro, obteniéndose una muestra de tamaño aproximado de unos 5 kg de agregado fino.

Las muestras se enviarán también al laboratorio para su correspondiente comprobación.

Número y tamaño de las muestras

El número de muestras que se requiere, depende del empleo que se intente dar al material, la cantidad de material involucrado y las variaciones, tanto de la calidad como de la granulometría. En general, debe obtenerse el número suficiente para cubrir todas las posibles variaciones del material. Se recomienda que cada muestra de piedra triturada grava, arena, etc., represente aproximadamente 50 toneladas del material.

El tamaño y peso de las muestras citadas se dan a título orientativo. Las cantidades deben ser fijadas de acuerdo con el tipo y número de ensayos a que se someta el material, y estarán supeditadas a obtener suficiente material para poder realizar los ensayos propuestos. Todos los ensayos de control y aceptación se realizarán

siguiendo métodos de ensayo de las normas del MTC, sobre la cantidad de muestra requerida para cada uno de ellos.

El tamaño de las muestras dependerá del número de ensayos requeridos. En general, las cantidades especificadas en la Tabla 2 proporcionan la cantidad de material adecuado para la ejecución de los ensayos granulométricos de rutina, únicamente.

8. MUESTREO DE MATERIALES DIVERSOS

Toma de muestras. La toma de muestras de arena, arena de trituración, escombros de mina y derrumbes y cualquier otra clase de material, se efectuará de la misma manera que la de los materiales de tamaño y clasificación similar.

9. MUESTRAS DE PIEDRA EN BLOQUES

Lugar de la toma de muestra. Las muestras de piedra de cantera o en bloque se tomarán, bien en la cantera o en el lugar de destino. Los bloques que no se acepten por inspección visual, no se incluirán en la muestra.

Tamaño de la muestra. La muestra debe estar constituida, por lo menos, por seis unidades o bloques, que muestran los planos de estratificación en dos de ellos como mínimo.

Tabla 2

Tamaño de las muestras para gradaciones

Partículas de tamaño máximo pasando el tamiz		Peso mínimo de la muestra que se va a tomar (kg)(*)
(mm)	(Alternativo)	
Agregado fino		
2,0	N° 10	5
4,75	N° 4	5
Agregado grueso		
9,5	3/8"	15
12,5	1/2"	10
19,0	3/4"	15
25,0	1"	25
37,5	1 1/2"	30
50	2"	40
63	2 1/2"	45
75,0	3"	60
100	4"	70

(*) La muestra preparada para el ensayo se obtendrá de la muestra de campo por cuarteo u otro medio que asegure su representatividad.

3.3.2. CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)

Referencia Normativa: NTP 400.018 - MTC E 202 – 2000 - ASTM C 117

1. OBJETO

Describe el procedimiento para determinar, por lavado, la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200) en un agregado.

Durante el ensayo se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas que pasan el tamiz de 75 mm (No. 200), tales como: arcillas, agregados muy finos, y materiales solubles en el agua.

2. APARATOS

- Balanza, con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra que se va a ensayar.
- Dos tamices, siendo el menor de 75 mm (No. 200) y el otro de 1.18 mm (No. 16).
- Recipientes. Una vasija de tamaño suficiente para mantener la muestra cubierta con agua y que permita una agitación vigorosa sin pérdida de ninguna partícula o del agua.
- Estufa, de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ} \text{F}$).

3. MUESTRA DE ENSAYO

Tómese la muestra de agregado de acuerdo con los procedimientos descritos en la norma MTC E201.

Redúzcase la muestra por cuarteo, hasta un tamaño suficiente, de acuerdo con el tamaño máximo del material, si va a ser sometida a tamizado en seco. En caso contrario, la muestra no será menor que la indicada en la siguiente tabla:

Tamaño nominal máximo de tamices		Peso mínimo Aprox. de la muestra en gramos (g)
4,75 mm	(N° 4) ó menos	300
9,5 mm	(3/8")	1000
19,0 mm	(3/4")	2500
37,5 mm	(1 1/2") o mayor	5000

Nota 1. Para materiales con tamaño máximo de 50 mm (2") o más, algunas normas prevén la realización de este ensayo, sobre la porción de la muestra que pasa el tamiz de 25.4 mm (1"), ya que no es práctico lavar muestras muy grandes sobre las cuales se va a efectuar el análisis granulométrico por tamizado en seco.

4. PROCEDIMIENTO

Séquese la muestra de ensayo, hasta peso constante, a una temperatura que no exceda los 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) y pésese con una precisión de 0.1%.

Después de secada y pesada, colóquese la muestra de ensayo en el recipiente y agréguese suficiente cantidad de agua para cubrirla. Agítese vigorosamente el contenido del recipiente y de inmediato viértase sobre el juego de tamices armado. Se considera satisfactorio el uso de una cuchara grande para agitar la muestra en el agua.

Agítese con suficiente vigor para lograr la separación total de todas las partículas más finas que el tamiz de 75 mm (No. 200) y provocar la suspensión del material fino, de manera que pueda ser removido por decantación del agua de lavado. Es conveniente tener el cuidado necesario para no arrastrar las partículas más gruesas. Repítase esta operación hasta que el agua de lavado salga completamente limpia.

Devuélvase todo el material retenido en el juego de tamices a la muestra lavada.

Séquese el agregado lavado hasta obtener un peso constante, a una temperatura que no exceda de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) y pésese con una aproximación de 0.1% del peso de la muestra.

Nota 2: El agua empleada no debe contener detergentes, agentes dispersantes u otras sustancias de ese tipo.

Nota 3: Si se emplea equipo de lavado mecánico, la adición de agua, la agitación y la decantación pueden constituir un proceso continuo.

5. CÁLCULOS

Calcúlese la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), por lavado, de la siguiente forma:

$$A = (B-C/ B) * 100$$

Siendo:

A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado.

B = Peso original de la muestra seca, en gramos.

C = Peso de la muestra seca, después de lavada, en gramos.

6. VERIFICACIÓN

Cuando se desee hacer una verificación, se hará recogiendo y evaporando el agua de lavado, o pasándola por papel de filtro, el cual será subsecuentemente secado, el residuo pesado y el porcentaje calculado como sigue:

$$A = (R/B) * 100$$

Siendo:

R = Peso del residuo seco en gramos.

3.3.3. PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS

Referencia Normativa: NTP 400.017 - MTC E 203 – 2000 - ASTM C 29

1. OBJETO

Establecer el método para determinar el peso unitario suelto o compactado y el porcentaje de los vacíos de los agregados, ya sean finos, gruesos o una mezcla de ambos.

2. APARATOS

- Balanza. Debe medir con una exactitud de 0.1% con respecto al material usado.

- Varilla compactadora, de acero, cilíndrica, de 16 mm (5 /8") de diámetro, con una longitud aproximada de 600 mm (24"). Un extremo debe ser semiesférico y de 8 mm de radio (5 /16").
- Recipientes de medida, metálicos, cilíndricos, preferiblemente provistos de agarraderas, a prueba de agua, con el fondo y bordes superiores pulidos, planos y suficientemente rígidos, para no deformarse bajo duras condiciones de trabajo. Los recipientes de 15 a 30 litros deben ir reforzados en su boca con una banda de acero de 40 mm de ancho. La capacidad del recipiente utilizado en el ensayo, depende del tamaño máximo de las partículas del agregado que se va a medir, de acuerdo con los límites establecidos en la Tabla N° 1
- El espesor del metal se indica en la tabla N° 2. El borde superior será pulido y plano dentro de 0,25 mm y paralelo al fondo dentro de 0,5%. La pared interior deberá ser pulida y continua.

3. PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO

Método del apisonado. Para agregados de tamaño nominal menor o igual que 39 mm (1 1/2").

- El agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo.
- Cada una de las capas se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla.
- Al apisonar la primera capa, debe evitarse que la varilla golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atravesase la respectiva capa.
- Una vez colmado el recipiente, se enrasa la superficie con la varilla, usándola como regla, y se determina el peso del recipiente lleno, en kg (lb).

Método del vibrado. Para agregados de tamaño nominal, comprendido entre 39 mm (1 1/2") y 100 mm (4").

- El agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo.

- Cada una de las capas se compacta del siguiente modo: se coloca el recipiente sobre una base firme y se inclina, hasta que el borde opuesto al punto de apoyo, diste unos 50 mm (2") de la base. Luego se suelta, con lo que se produce un golpe seco y se repite la operación inclinando el recipiente por el borde opuesto. Estos golpes alternados se ejecutan 25 veces de cada lado, de modo que el número total sea 50 para cada capa y 150 para todo el conjunto.
- Una vez compactada la última capa, se enrasa la superficie del agregado con una regla o con la mano, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación con el plano de enrase, y se determina el peso en kg (lb) del recipiente lleno.
- Método de llenado con palas, lampas, cucharas grandes. Para determinar el peso unitario del agregado suelto, para agregados de tamaño nominal hasta de 100 mm (4").
- Se llena el recipiente por medio de una herramienta, de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50 mm (2"), por encima del borde hasta colmarlo. Se debe tener cuidado de que no se segreguen las partículas de las cuales se compone la muestra.
- Se enrasa la superficie del agregado con una regla o con la mano, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación con el plano de enrase y se determina el peso en kg (lb), del recipiente lleno.

4. VACÍOS EN LOS AGREGADOS

Los vacíos en los agregados pueden calcularse en la siguiente forma, empleando el peso unitario obtenido mediante apisonado, vibrado o simplemente mediante el llenado a paladas (numerales 3.1, 3.2 y 3.3).

$$\% \text{ Vacíos} = ((A * W) - B)/(A * W)$$

Siendo:

A = Peso específico aparente según los procedimientos MTC E205.

B = Peso unitario de los agregados determinado por los procedimientos de los numerales 3.1, 3.2 y 3.3 en kg/m^3 (lb/pie^3).

W = Peso unitario del agua, 1000 kg/m^3 (62.4 lb/pie^3).

5. INFORME

Infórmense los resultados obtenidos en la siguiente forma:

- Peso unitario de los agregados, o sea el cociente entre el peso de las muestras dentro del recipiente y el volumen de éste en kg (lb).
- % Vacíos en los agregados compactados por apisonado.
- % Vacíos en los agregados compactados por vibrado.
- % Vacíos en los agregados sueltos, llenados a paladas.

6. PRECISIÓN

Se ha hallado que la desviación normal entre varios laboratorios, es de 24 kg/m^3 (1.5 lb/pie^3). Para tamaños nominales máximos de 19.0 mm ($3/4"$) de peso normal, empleando recipientes de medida para agregados gruesos de 15 litros ($1/2 \text{ pie}^3$). Por tanto, resultados de dos ensayos adecuadamente ejecutados en dos laboratorios diferentes, sobre la muestra del mismo agregado grueso, no deberán diferir en más de 67 kg/m^3 (4.2 lb/pie^3). La desviación normal de un mismo operador se ha hallado en 11 kg/m^3 (0.7 lb/pie^3). Por lo tanto, resultados de dos ensayos correctamente ejecutados por el mismo operador sobre la misma muestra de agregados gruesos, no deberá diferir en más de 32 kg/m^3 (2.0 lb/pie^3).

Tabla 1

Capacidad de la medida

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO		CAPACIDAD DE LA MEDIDA ^A	
Mm	Pulgadas	L (m ³)	P ³
12,5	1/2	2,8 (0,0028)	1/10
25,0	1	9,3 (0,0093)	1/3
37,5	1 1/2	14,0 (0,014)	1/2
75,0	3	28,0 (0,028)	1
112,0	4 1/2	70,0 (0,070)	2 1/2

^A La medida indicada será utilizada para ensayar agregados con Tamaño Máximo Nominal igual o menor.

Tabla 2
Requisitos para los recipientes de medida

Espesor del metal, mínimo			
Capacidad de medida	Fondo	Sobre 1 ½ pulg ó 38 mm de pared ^A	Espesor Adicional
Menos de 0,4 p ³	0,20 pulg	0,10 pulg	0,10 pulg
De 0,4 p ³ a 1,5 p ³ , incluido	0,20 pulg	0,20 pulg	0,12 pulg
Sobre 1,5 a 2,8 p ³ , incluido	0,40 pulg	0,25 pulg	0,15 pulg
Sobre 2,8 a 4,0 p ³ , incluido	0,50 pulg	0,30 pulg	0,20 pulg
Menos de 11 L	5,0 mm	2,5 mm	2,5 mm
11 a 42 L, incluido	5,0 mm	5,0 mm	3,0 mm
Sobre 42 a 80 L, incluido	10,0 mm	6,4 mm	3,8 mm
Sobre 80 a 113 L, incluido	13,0 mm	7,6 mm	5,0 mm

^A El espesor adicional en la porción superior de la pared puede obtenerse por la colocación de una banda de refuerzo alrededor de la parte superior de la medida.

3.3.4. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

Referencia Normativa: NTP 400.012 - MTC E 204 – 2000 - ASTM C 136

1. OBJETO

Determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada.

Se determina 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.

La determinación exacta de materiales que pasan el tamiz de 75 µm (No. 200) no puede lograrse mediante este ensayo. El método de ensayo que se debe emplear será: "Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200)", norma MTC E202.

2. APARATOS

- Balanza, con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra que va a ser ensayada.

- Tamices. Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.
- Estufa de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ ($230^{\circ} \pm 9^{\circ} \text{F}$).

3. MUESTRA

Las muestras para el ensayo se obtendrán por medio de cuarteo, manual o mecánico. El agregado debe estar completamente mezclado y tener la suficiente humedad para evitar la segregación y la pérdida de finos. La muestra para el ensayo debe tener la masa seca aproximada y consistir en una fracción completa de la operación de cuarteo. No está permitido seleccionar la muestra a un peso exacto determinado.

Agregado fino. Las muestras de agregado fino para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener mínimo 300gr.

Agregado grueso. Las muestras de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener aproximadamente los siguientes pesos:

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas		Peso mínimo de la muestra de ensayo
mm	(Pulg)	kg
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19.0	(3/4)	5
25.0	(1)	10
37.5	(1 1/2)	15
50.0	(2)	20
63.0	(2 1/2)	35
75.0	(3)	60
90.0	(3 1/2)	100
100.0	(4)	150
112.0	(4 1/2)	200
125.0	(5)	300
150.0	(6)	500

Para mezclas de agregados gruesos y finos, la muestra será separada en dos tamaños, por el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y preparada de acuerdo con los numerales 3.2 y 3.3, respectivamente.

La cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), se puede determinar por el método de ensayo MTC E202. (Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μ mm (No. 200)).

4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Séquese la muestra a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230^{\circ} \pm 9^{\circ}\text{F}$), hasta obtener peso constante.

Nota 1: Cuando se deseen resultados rápidos, no es necesario secar el agregado grueso para este ensayo, debido a que el resultado se afecta poco por el contenido de humedad a menos que:

- El tamaño máximo nominal sea menor de 12.5 mm (1/2")
- El agregado grueso tenga una cantidad apreciable de finos menores de 4.75 mm (No. 4).
- El agregado grueso sea altamente absorbente (por ejemplo un agregado ligero).

También las muestras pueden secarse con las más altas temperaturas asociadas con el uso de planchas de calentamiento, sin que se afecten los resultados, pues se permiten escapes de vapores que no generan presiones suficientes para fracturar las partículas, ni temperaturas tan altas que causen rompimiento químico de los agregados.

5. PROCEDIMIENTO

Selecciónese un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Colóquense los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Efectúese la operación de tamizado a mano o por medio de un tamizador mecánico, durante un período adecuado.

Limítense la cantidad de material en un tamiz dado, de tal forma que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación del tamizado.

El peso retenido en tamices menores al de 4.75 mm (No. 4) cuando se complete la operación de tamizado, no debe ser mayor de 7 kg/m² de superficie tamizada.

Para tamices de 4.75 mm (No. 4) y mayores, el peso en kg/m² por superficie de tamizado no excederá el producto de 2.5 x abertura del tamiz (mm).

En ningún caso, el peso debe ser tan grande que cause deformación permanente en la malla del tamiz.

Nota N° 2: La cantidad de 7 kg/m² equivale a 200 g para el diámetro usual de 203 mm (8") de los marcos de los tamices. La cantidad de material en un tamiz puede regularse por:

- La introducción de un tamiz con abertura más grande antes éste.
- Probando la muestra en un número de incrementos.

Continúe el tamizado por un período suficiente, de tal forma que después de terminado, no pase más del 1% de la cantidad en peso retenida en cada tamiz, durante un (1) minuto de tamizado continuo a mano, realizado de la siguiente manera: tómese individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo que ajuste sin holgura, con la mano en una posición ligeramente inclinada. Se golpea secamente el lado del tamiz, con un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano, a razón de 150 veces por minuto, girando el tamiz aproximadamente 1/6 de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. Se considerará satisfactorio el tamizado para tamaños mayores al tamiz de 4.75 mm (No. 4), cuando el total de las partículas del material sobre la malla forme una sola capa. Si el tamaño de los tamices hace impracticable el movimiento de tamizado recomendado, utilídense tamices de 203 mm (8") de diámetro para comprobar la eficiencia del tamizado.

En el caso de mezclas de agregados gruesos y finos, la porción de muestra más fina que el tamiz de 4.75 mm (No. 4) puede distribuirse entre dos o más grupos de tamices para prevenir sobrecarga de los tamices individuales.

Para partículas mayores de 75 mm (3"), el tamizado debe realizarse a mano, determinando la abertura del tamiz más pequeño por el que pasa la partícula.

Comiencese el ensayo con el tamiz más pequeño que va a ser usado. Rótense las partículas si es necesario, con el fin de determinar si ellas pasarán a través de dicho tamiz; sin embargo, no deberán forzarse las partículas para que pasen a través de éste. Cuando sea necesario determinar la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), se ensayará primero la muestra de acuerdo con la norma citada. Se añade el porcentaje de material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) determinado por el mencionado método, al porcentaje tamizado sobre este mismo tamiz, determinado en el resto de la muestra, cuando se ensaye en seco mediante el presente método.

Determinese el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza que cumpla lo exigido en el numeral 2.1.

El peso total del material después del tamizado, debe ser comparado con el peso original de la muestra que se ensayó. Si la cantidad difiere en más del 0.3%, basado en el peso de la muestra original seca, el resultado no debe ser aceptado.

6. CÁLCULOS

Calcúlese el porcentaje que pasa, el porcentaje total retenido, o el porcentaje de las fracciones de varios tamaños, con una aproximación de 0.1%, con base en el peso total de la muestra inicial seca.

Si la muestra fue primero ensayada por el método MTC E202, inclúyase el peso del material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado en los cálculos de tamizado, y úsese el total del peso de la muestra seca previamente lavada en el método mencionado, como base para calcular todos los porcentajes.

Cuando sea requerido, calcular el módulo de finura como la suma de los porcentajes retenidos, acumulados para cada una de las siguientes mallas, dividiendo la suma por 100: 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 1/2"), y mayores, incrementando en la relación de 2 a 1.

7. INFORME

Dependiendo de las especificaciones para uso del material que está siendo ensayado, el informe deberá incluir:

- Porcentaje total de material que pasa cada tamiz.
- Porcentaje total de material retenido en cada tamiz.
- Porcentaje de material retenido entre dos tamices consecutivos.

El resultado de los porcentajes se expresa redondeando al entero más próximo, con excepción del porcentaje que pasa tamiz de 75 mm (No. 200), cuyo resultado será expresado con una aproximación de 0.1%.

Cuando es requerido, reportar el módulo de finura con aproximación al centésimo (0,01).

3.3.5. PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

Referencia Normativa: MTC E 205 – 2000 - ASTM C 128

1. OBJETO

Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación del peso específico aparente y real a 23/23 °C (73.4/73.4 °F) así como la absorción después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño inferior a 4.75 mm (tamiz No. 4).

2. DEFINICIONES

Volúmenes aparentes y nominales. En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se excluye este volumen de vacíos, al volumen resultante se denomina "nominal".

Peso específico aparente y nominal. En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal.

3. APARATOS

- Balanza, con capacidad mínima de 1000 g y sensibilidad de 0.1 g.
- Matraz aforado o picnómetro, en el que se puede introducir la totalidad de la muestra y capaz de apreciar volúmenes con una exactitud de $\pm 0.1 \text{ cm}^3$. Su capacidad hasta el enrase será, como mínimo, un 50 por ciento mayor que el volumen ocupado por la muestra. Para los tamaños de agregados más finos puede emplearse un matraz aforado de 500 cm^3 de capacidad, o un frasco de La Chatelier.
- Molde cónico. Un tronco de cono recto, construido con una chapa metálica de 0.8 mm de espesor como mínimo, y de $40 \pm 3 \text{ mm}$ de diámetro interior en su base menor, $90 \pm 3 \text{ mm}$ de diámetro interior en una base mayor y 75 ± 3
- Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de $340 \pm 15 \text{ g}$ y terminada por uno de sus extremos en una superficie circular plana para el apisonado, de $25 \pm 3 \text{ mm}$ de diámetro.
- Bandejas de zinc, de tamaño apropiado.
- Un dispositivo que proporcione una corriente de aire caliente de velocidad moderada.

4. PROCEDIMIENTO

Después de homogeneizar completamente la muestra y eliminar el material de tamaño superior a 4.75 mm (tamiz No. 4), se selecciona, por cuarteo, una cantidad aproximada de 1 Kg., que se seca en el horno a 100 - 110 °C, se enfría luego al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante. A continuación se cubre la muestra completamente con agua y se la deja así sumergida durante 24 ± 4 horas.

Cuando los pesos específicos y la absorción vayan a utilizarse en el proyecto de mezclas de concretos hidráulicos, en las que los agregados son utilizados normalmente en estado húmedo, puede prescindirse del secado previo hasta peso constante. Además, si los agregados se han mantenido previamente con su superficie continuamente mojada, se puede igualmente omitir el periodo de 24 h de inmersión. Los valores que se obtienen para la absorción y el peso específico aparente saturado con superficie seca, pueden ser significativamente más altos si se omite el secado previo antes del periodo de inmersión, por lo cual deberá

consignarse siempre en los resultados cualquier alteración introducida en el proceso general.

Después del período de inmersión, se decanta cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos y se extiende la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de desecar la superficie de las partículas, dirigiendo sobre ella una corriente moderada de aire caliente, mientras se agita continuamente para que la desecación sea uniforme, y continuando el secado hasta que las partículas puedan fluir libremente.

Para fijar este punto, cuando se empieza a observar visualmente que se está aproximando el agregado a esta condición, se sujeta firmemente el molde cónico con su diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana no absorbente, echando en su interior a través de un embudo y sin apelmazar, una cantidad de muestra suficiente, que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla, levantando a continuación, con cuidado, verticalmente el molde. Si la superficie de las partículas conserva aún exceso de humedad, el cono de agregado mantendrá su forma original, por lo que se continuará agitando y secando la muestra, realizando frecuentemente la prueba del cono hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, indicativo de que finalmente ha alcanzado el agregado la condición de superficie seca. El procedimiento descrito anteriormente solamente es válido cuando el desmoronamiento superficial no se produce en la primera prueba, por la falta de seguridad en el estado de humedad superficial que ello comportaría. En este caso, deberán añadirse al agregado algunos centímetros cúbicos de agua, mezclar completamente toda la muestra y dejarla tapada para evitar la evaporación durante una media hora. A continuación se repiten de nuevo los procesos de secado y pruebas del cono, explicados en los numerales 4.2., y 4.3., hasta determinar el estado correcto de saturado con superficie seca.

Inmediatamente, se introducen en el picnómetro previamente tarado, 500.0 g del agregado fino, preparado como se ha descrito anteriormente, y se le añade agua hasta aproximadamente un 90 por ciento de su capacidad; para eliminar el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, e incluso agitando o invirtiéndolo si es preciso, introduciéndolo seguidamente en un baño de agua a una temperatura entre 21° y 25°C durante 1 hora, transcurrida la cual se enrasa con

agua a igual temperatura, se saca del baño, se seca rápidamente su superficie y se determina su peso total (picnómetro, muestra y agua), con una aproximación de 0.1 g.

Pueden emplearse cantidades de muestra inferiores a los 500 g especificados en el procedimiento general (aunque nunca menos de 50 g). En los casos en que se utilice una cantidad inferior a 500 g, los límites de exactitud para las pesadas y medidas deberán reducirse en las proporciones correspondientes.

Si se desea, el peso de agua necesaria para el enrase final del picnómetro aforado puede determinarse volumétricamente con una bureta que aproxime 0.1 cm³. En estos casos, el peso total del picnómetro enrasado será:

$$C = 0.9975 \cdot V_a + S + M$$

En la cual:

C = Peso total del picnómetro con muestra y agua hasta el enrase, en gramos.

S = Peso de la muestra saturada, con superficie seca, en gramos.

V_a = Volumen de agua añadida, en cm³.

M = Peso del picnómetro vacío, en gramos.

Tomándose el valor 0.9975 como promedio del peso específico del agua en el intervalo de temperaturas utilizado.

Se saca el agregado fino del matraz y se deseca en el horno a 100 - 110 °C, hasta peso constante; se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1 a 1-½ horas y se determina finalmente su peso seco.

Si no se conoce, se determinará el peso del picnómetro aforado lleno de agua hasta el enrase, sumergiéndolo en un baño de agua a la temperatura de ensayo y siguiendo en su determinación un procedimiento paralelo, respecto a tiempos de inmersión y pesadas, al descrito en el numeral 4.4.

5. RESULTADOS

Llamando:

A = Peso al aire de la muestra desecada, en gramos.

B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua, en gramos.

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua, en gramos.

S = Peso de la muestra saturada, con superficie seca en g.

Se calculan los pesos específicos aparente a 23/23 °C (73.4/73.4 °F), saturado superficie seca así como la absorción, por las siguientes expresiones (se expresarán siempre las temperaturas a las cuales se hayan realizado las medidas):

- Peso específico aparente = $A / (B - C)$
- Peso específico aparente (S.S.S.) = $A / (B - C)$
- Peso específico nominal = $A / (A - C)$
- Absorción = $((B - A)/A) \times 100$

Nota S.S.S. = Saturado con Superficie Seca.

5.2 Cuando se usa el frasco de Le Chatelier:

Llamando:

R1 = Lectura inicial del nivel del agua en el frasco.

R2 = Lectura final del nivel del agua en el frasco.

S1 = Peso de la muestra saturada con superficie seca empleando el frasco de Le Chatelier (g)

Se tiene:

$$\text{Peso específico aparente a } 23/23 \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{S_1 \left(1 \left[\frac{S - A}{A} \right] \right)}{0.9975 (R_2 - R_1)}$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.) a } 23/23 \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{S_1}{0.9975 (R_2 - R_1)}$$

6. PRECISIÓN

Se puede aplicar el siguiente criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados con un 95 por ciento de probabilidad.

Los ensayos por duplicado, realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren en más de las siguientes cantidades:

- Para los pesos específicos: 0.03
- Para la absorción (un solo operador): 0.45

Los ensayos realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren de su valor medio en más de las siguientes cantidades:

- Para los pesos específicos: ± 0.02
- Para la absorción (un solo operador): ± 0.31

Para muestras diferentes, aún con idéntico origen, los límites de precisión pueden ser superiores.

3.3.6. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

Referencia Normativa: NTP 400.021- MTC E 206 – 2000 - ASTM C 127

1. OBJETIVO

Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los pesos específicos aparente y nominal, así como la absorción, después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No. 4).

2. DEFINICIONES

Volúmenes aparentes y nominales. En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se

establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se denomina "nominal".

Peso específico aparente y nominal. En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente, y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal.

3. APARATOS

- Balanzas, con capacidad igual o superior a 5000 g, según el tamaño máximo de la muestra para ensayo (véase Tabla 1), con sensibilidad de 0.5 g para pesos hasta de 5000 g, o 0.0001 veces el peso de la muestra, para pesos superiores.
- Canastillas metálicas, como recipientes para las muestras en las pesadas sumergidas. Se dispondrá de dos tipos de canastillas metálicas, de aproximadamente igual base y altura, fabricadas con armazón de suficiente rigidez y paredes de tela metálica con malla de 3 mm. Para agregados con tamaño máximo inferior a 38 mm (1 ½") se utilizarán canastillas con capacidades de 4 a 7 dm³ y para tamaños superiores canastillas con capacidades de 8 a 16 dm³ (litros).
- Dispositivo de suspensión. Se utilizará cualquier dispositivo que permita suspender las canastillas de la balanza, una vez sumergida.

4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Se comienza por mezclar completamente los agregados, cuarteándolos a continuación, hasta obtener aproximadamente la cantidad mínima necesaria para el ensayo, después de eliminar el material inferior a 4.75 mm. Las cantidades mínimas para ensayo se indican en la Tabla 1, en función del tamaño máximo nominal del agregado.

Tabla 1

Tamaño máximo nominal		Cantidad mínima de muestra
mm	(pulg)	Kg
Hasta 12,5	½	2
19,0	¾	3
25,0	1	4
37,5	1 ½	5
50,0	2	8
63,0	2 ½	12
75,0	3	18
90,0	3 ½	25

Si se desea, puede fraccionarse la muestra y ensayar separadamente cada una de las fracciones; cuando la muestra contenga más de un 15 por ciento retenido en el tamiz de 38.10 mm (1 ½ "), se separará entonces siempre por este tamiz al menos en dos fracciones.

Cuando se fracciona la muestra, las cantidades mínimas para ensayo de cada fracción se ajustarán, según su tamaño máximo particular, a lo indicado en la Tabla 1.

5. PROCEDIMIENTO

La muestra se lava inicialmente con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias extrañas adheridas a la superficie de las partículas; se seca a continuación en una estufa a 100° - 110 °C y se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante, y se sumerge en agua, también a temperatura ambiente, durante 24 ± 4 horas.

Cuando se vayan a utilizar los valores de la absorción y pesos específicos en concretos hidráulicos con agregados normalmente empleados en estado húmedo, se puede prescindir del secado hasta peso constante. Además, si los agregados se han mantenido con su superficie continuamente mojada hasta el ensayo, pueden también suprimirse las 24 horas de inmersión en agua. Los valores obtenidos para la absorción y el peso específico aparente con agregados en el estado de saturados con superficie seca, pueden ser significativamente más altos si antes de mojarlos se ha omitido el secado previo indicado en el numeral 5.1, por lo cual deberá

consignarse en los resultados cualquier alteración que se introduzca en el procedimiento general.

Después del período de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un pifio absorbente de gran tamaño, hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente los fragmentos mayores. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar cualquier evaporación de la superficie de los agregados. A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca (S.S.S.). Estas y todas las pesadas subsiguientes se realizarán con una aproximación de 0.5 g para pesos hasta 5000 g y de 0.0001 veces el peso de la muestra para pesos superiores.

A continuación, se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua, a la temperatura entre 21° y 25 °C y un peso unitario de 0.997 ± 0.002 g/cm³. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar la inclusión de aire en la muestra sumergida, agitando convenientemente. La canastilla y la muestra deberán quedar completamente sumergidas durante la pesada y el hilo de suspensión será lo más delgado posible para que su inmersión no afecte a las pesadas.

Se seca entonces la muestra en horno a 100° - 110 °C, se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y se determina su peso seco hasta peso constante.

6. RESULTADOS

Llamando:

A = Peso en el aire de la muestra seca en gramos

B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.

C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos.

Se calculan los pesos específicos aparente, saturado con superficie seca y nominal así como la absorción, por medio de las siguientes expresiones:

- Peso específico aparente = $A / (B - C)$
- Peso específico aparente (S.S.S.) = $A / (B - C)$

- Peso específico nominal = $A / (A - C)$
- Absorción = $((B - A) / A) \times 100$

Nota S.S.S. = Saturado con Superficie Seca.

Se expresarán siempre las temperaturas a las que se hayan determinado los pesos.

Cuando se divide la muestra total para ensayo en fracciones más pequeñas como se indica en el numeral 4.2, se ensayarán por separado cada una de las fracciones, calculándose sus respectivos pesos específicos y absorción a partir de las expresiones del numeral 6.1.

Para obtener el verdadero valor, tanto del peso específico como de la absorción, correspondientes a la mezcla total (n fracciones), se aplican las expresiones:

$$G_{pr} = \frac{1}{\frac{P_1}{100G_1} + \frac{P_2}{100G_2} + \frac{P_n}{100G_n}}$$

$$A = \frac{P_1A_1}{100} + \frac{P_2A_2}{100} + \frac{P_nA_n}{100}$$

Dónde:

P_1, P_2, \dots, P_n = Porcentajes respectivos del peso de cada fracción con respecto al peso total de la muestra.

G_1, G_2, \dots, G_n = Pesos específicos (aparente, saturado con superficie seca o real, el que se esté calculando) de cada fracción de la muestra total.

A_1, A_2, \dots, A_n = Porcentajes de absorción de cada fracción de la muestra total.

G_p = Verdadero valor del peso específico correspondiente (aparente, saturado superficie seca o real) a la muestra total.

A = Valor del porcentaje de absorción de la muestra total.

7. PRECISIÓN

Puede seguirse el siguiente criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados con un 95 % de probabilidad.

Los ensayos por duplicado realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren en más de las siguientes cantidades:

- Para los Pesos Específicos 0.01
- Para la Absorción 0.13

Los ensayos realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren de su valor medio en más de las siguientes cantidades:

- Para los Pesos Específicos ± 0.01
- Para la Absorción ± 0.09

Para muestras diferentes, aún con idéntico origen, los límites de precisión deberán ser superiores.

3.3.7. ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½")

Referencia Normativa: MTC E 207 – 2000 - ASTM C 131

1. OBJETIVO

Se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1 ½") por medio de la máquina de Los Ángeles.

El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva.

Para la abrasión de agregados gruesos. Ver anexo.

2. APARATOS Y MATERIALES

- Balanza, que permita la determinación del peso con aproximación de 1 g.
- Estufa, que pueda mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).
- Tamices.
- Máquina de Los Ángeles: la máquina para el ensayo de desgaste de Los Ángeles tendrá las características que se indican en la Figura 1. Consiste en un cilindro hueco, de acero, con una longitud interior de 508 ± 5 mm (20 ± 0.2 ") y un diámetro, también interior, de 711 ± 5 mm (28 ± 0.2 ").

Dicho cilindro lleva sus extremos cerrados y en el centro de cada extremo un eje, que no penetra en su interior, quedando el cilindro montado de modo que pueda girar en posición horizontal alrededor de este eje. El cilindro estará provisto de una abertura, para introducir la muestra que se desea ensayar, y un entrepaño, para conseguir la rotación de la mezcla y de la carga abrasiva. La abertura podrá cerrarse por medio de una tapa con empaquetadura que impida la salida del polvo, fijada por medio de pernos.

La tapa se diseñará de manera tal que se mantenga el contorno cilíndrico interior. El entrepaño se coloca de modo que la carga no caiga sobre la tapa durante el ensayo, ni se ponga en contacto con ella en ningún momento. El entrepaño será desmontable, de acero, ocupando longitudinalmente toda una generatriz del cilindro y se proyectará radialmente, y hacia el centro de la sección circular del cilindro, en longitud de 89 ± 2 mm ($3,5 \pm 0.1$ "). Tendrá un espesor tal que permita montarlo por medio de pernos u otro medio apropiado, de forma que quede instalado de un modo firme y rígido. La distancia del entrepaño a la abertura, medida a lo largo de la circunferencia del cilindro y en el sentido de la rotación, será mayor de 1.27 m (50").

La superficie del entrepaño de la máquina de Los Ángeles está sometida a un fuerte desgaste y al impacto de las bolas, originándose en ella un relieve a una distancia aproximadamente de 32 mm ($1 \frac{1}{4}$ ") desde la unión del entrepaño con la superficie interior del cilindro. Si el entrepaño está hecho de una sección angular, no solamente puede formarse este relieve, sino que aquél se puede llegar a doblar longitudinal o transversalmente y con respecto a su correcta disposición, por lo cual debe ser revisado periódicamente. Si

se observa alguno de estos defectos, el entrepaño debe ser reparado o reemplazado antes de realizar nuevos ensayos. La influencia de todos estos factores sobre los resultados del ensayo no es conocida; sin embargo, para uniformar las condiciones de ensayo se recomienda eliminar el relieve formado cuando su altura sea superior a 2 mm (0.1").

La máquina será accionada y contrabalaceada en forma tal, que debe mantener la velocidad periférica básicamente uniforme.

La pérdida de velocidad y el deslizamiento del mecanismo de transmisión son causa frecuente de que los resultados del ensayo no coincidan con los obtenidos en otra máquina de desgaste de Los Ángeles con velocidad periférica constante.

- Carga abrasiva. La carga abrasiva consistirá en esferas de acero o de fundición, de un diámetro entre 46.38 mm (1 13/16") y 47.63 mm (1 7/8") y un peso comprendido entre 390 g y 445 g.

La carga abrasiva dependerá de la granulometría de ensayo, A, B, C o D, según se indica en el numeral 3.2, de acuerdo con la Tabla 1 siguiente:

Tabla 1

Granulometría de ensayo	Número de esferas	Peso Total g
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra consistirá en agregado limpio por lavado y secado en horno a una temperatura constante comprendida entre 105 y 110 °C (221 a 230°F), separada por fracciones de cada tamaño y recombinadas con una de las granulometrías indicadas en la Tabla 2. La granulometría o granulometrías elegidas serán representativas del agregado tal y como va a ser utilizado en la obra. La muestra antes de ensayada deberá ser pesada con aproximación de 1 g.

Cuando se triture la muestra en el laboratorio, se hará constar esto en el informe, debido a la influencia que tiene la forma de las partículas en el resultado del ensayo.

4. PROCEDIMIENTO

Ejecución del ensayo. La muestra y la carga abrasiva correspondiente, se colocan en la máquina de Los Ángeles, y se hace girar el cilindro a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm; el número total de vueltas deberá ser 500. La máquina deberá girar de manera uniforme para mantener una velocidad periférica prácticamente constante. Una vez cumplido el número de vueltas prescrito, se descarga el material del cilindro y se procede con una separación preliminar de la muestra ensayada, en el tamiz # 12. La fracción fina que pasa, se tamiza a continuación empleando el tamiz de 1.70 mm (No. 12). El material más grueso que el tamiz de 1.70 mm (No. 12) se lava, se seca en el horno, a una temperatura comprendida entre 105 a 110 °C (221 a 230 °F), hasta peso constante, y se pesa con precisión de 1 g.

Cuando el agregado esté libre de costras o de polvo, puede eliminarse la exigencia del lavarlo antes y después del ensayo. La eliminación del lavado posterior, rara vez reducirá la pérdida medida, en más del 0.2% del peso de la muestra original.

Tabla 2

Granulometría de la muestra de agregado para ensayo

Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometrías de la muestra para ensayo (g)			
mm	(alt.)	mm	(alt.)	A	B	C	D
37,5	(1 1/2")	-25,0	(1")	1250 ± 25			
25,0	(1")	-19,0	(3/4")	1250 ± 25			
19,0	(3/4")	-12,5	(1/2")	1250 ± 10	2500 ± 10		
12,5	(1/2")	-9,5	(3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10		
9,5	(3/8")	-6,3	(1/4")			2500 ± 10	
6,3	(1 1/4")	-4,75	(N° 4)			2500 ± 10	
4,75	(N° 4)	-2,36	(N° 8)				5000 ± 10
TOTALES				5000 ± 10	2500 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

5. RESULTADOS

El resultado del ensayo es la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra ensayada, expresado como tanto por ciento del peso original.

El resultado del ensayo (% desgaste) recibe el nombre de coeficiente de desgaste de Los Ángeles. Calcúlese tal valor así:

$$\% \text{ Desgaste} = 100 * ((P1 - P2) / P1)$$

P1 = Peso muestra seca antes del ensayo.

P2 = Peso muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz de 1.70 mm (No. 12)

6. PRECISIÓN

Para agregados con tamaño máximo nominal de 19 mm ($\frac{3}{4}$ "), con porcentajes de pérdida entre 10 y 45%, el coeficiente de variación entre resultados de varios laboratorios, es del 4.5%. Entonces, resultados de dos ensayos bien ejecutados, por dos laboratorios diferentes, 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 de operadores individuales, 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.

3.3.8. IMPUREZAS ORGANICAS EN EL AGREGADO FINO

Referencia Normativa: MTC E 213 – 2000 - ASTM C 40 - AASHTO T 21

1. OBJETO

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 hidráulico.

2. APARATO Y MATERIALES

- Frascos de vidrio incoloro, de unos 350 ml, con tapas.

- Reactivos.
- Solución de hidróxido de sodio (3%). Se disuelven 3 partes en peso de hidróxido de sodio (Na OH) en 97 partes de agua destilada.
- Solución normal de referencia. Se disuelve bicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en ácido sulfúrico concentrado (peso unitario de 1.84 g/cm³), en la relación de 0.250 g de bicromato de potasio por cada 100 ml de ácido sulfúrico concentrado, empleando calor, si fuere necesario, para efectuar la solución.

3. MUESTREO

De la muestra enviada para el ensayo secada únicamente al aire, se toman unos 500 g, por el método de cuarteo manual o mecánico.

4. PROCEDIMIENTO

Se coloca el agregado fino en el frasco hasta completar un volumen aproximado de 130 ml.

Se añade la solución de hidróxido de sodio, hasta que el volumen del agregado fino y el líquido después de agitado, sea igual a 200 ml. aproximadamente.

Se tapa el frasco, se agita vigorosamente y se deja reposar por 24 horas

5. DETERMINACIÓN DEL COLOR

Procedimiento estándar. Al final del periodo de 24 horas de reposo, se llena un frasco con la solución normal de referencia, la cual debe haber sido preparada dentro de las dos horas anteriores a la comparación, hasta completar un volumen aproximado de 75 ml, y se compara su color con el del líquido que sobrenada en la solución que contiene el agregado fino. La comparación de colores se hace poniendo juntos, el frasco que contiene la muestra y el que contiene la solución normal de referencia, y mirando a través de ellos contra un fondo claro. Se nota si el color de la solución que sobrenada es o no, más claro que el color de comparación.

Procedimiento alternativo. Para definir más precisamente el color del líquido de la muestra de ensayo, puede ser utilizado los 5 vidrios de color estándar utilizando los siguientes colores.

COLOR GARDNER ESTANDAR N°	PLACA ORGANICA N°
----------------------------------	--------------------------

5	1
8	2
11	3 (estándar)
13	4
16	5

Interpretación de los resultados. 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 de referencia. En tal caso, se deben efectuar ensayos complementarios, antes de aprobar el agregado fino para su utilización en la fabricación de concreto hidráulico.

Por tratarse de ensayos cualitativos y no cuantitativos, no se requiere establecer la precisión de los resultados.

3.3.9. SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

Referencia Normativa: MTC E 219 – 2000

1. OBJETIVO

1.1 Establece el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases mezclas bituminosas. Este método sirve para efectuar controles en obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales.

2. RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO

2.1 Una muestra de agregado pétreo se somete a continuos lavados con agua destilada a ebullición, hasta la total de sales. La presencia de éstas, se detecta

mediante reactivos químicos, los cuales, al menor indicio de sales forman precipitados fácilmente visibles. Del agua total de lavado, se toma una parte alícuota y se procede a cristalizar para determinar la cantidad de sales presentes.

3. APARATOS, MATERIALES Y REACTIVOS

- Balanza sensibilidad 0,01 gramo
- Mecheros
- Matraces aforados
- Vasos de precipitado
- Pipetas
- Solución de Nitrato de Plata
- Solución de Cloruro de Bario
- Agua destilada
- Estufa
- Tubos de ensayo.

4. EXTRACCION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA

4.1 La muestra se debe extraer y preparar previamente. La cantidad de muestra debe ajustarse a la siguiente tabla:

Agregado pétreo	Cantidad mínima (g)	Aforo mínimo (ml)
Grava 50 – 20 mm	1,000	500
Grava 20 – 5 mm	500	500
Arena 5 mm	100	500

5. PROCEDIMIENTO

- Secar la muestra en horno a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante, aproximado a 0,01 gramo, registrando esta masa como A.
- Colocar la muestra en un vaso de precipitado, agregar agua destilada en volumen suficiente para cubrir unos 3 cm sobre el nivel de la muestra y calentar hasta ebullición.

- Agitar durante 1 minuto. Repetir la agitación, a intervalos regulares, hasta completar cuatro agitaciones en un periodo de 10 minutos.
- Decantar mínimo 10 minutos hasta que el líquido se aprecie transparente, y trasvasijar el líquido sobrenadante a otro vaso. Determinar en forma separada, en dos tubos de ensayo, las sales solubles con los respectivos reactivos químicos. La presencia de cloruros se detecta con unas gotas de Nitrato de Plata formándose un precipitado blanco de Cloruro de Plata, la de sulfatos con unas gotas de cloruro de Bario dando un precipitado blanco de Sulfato de Bario.
- Repetir los pasos del segundo al cuarto hasta que no se detecte presencia de sales, juntando los líquidos sobrenadantes.
- Todos los líquidos sobrenadantes acumulados, una vez enfriados, se vacían a un matraz aforado y se enrasa con agua destilada. En caso de tener un volumen superior, concentrar mediante evaporación. Registrar el aforo como B.
- Tomar una alícuota de un volumen entre 50 y 100 ml, de la muestra previamente homogeneizada, del matraz aforado y registrar su volumen como C.
- Cristalizar la alícuota en un horno a $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta masa constante y registrar dicha masa como D.

6. INFORME

6.1 Se informa el porcentaje de sales solubles, calculado mediante la siguiente relación:

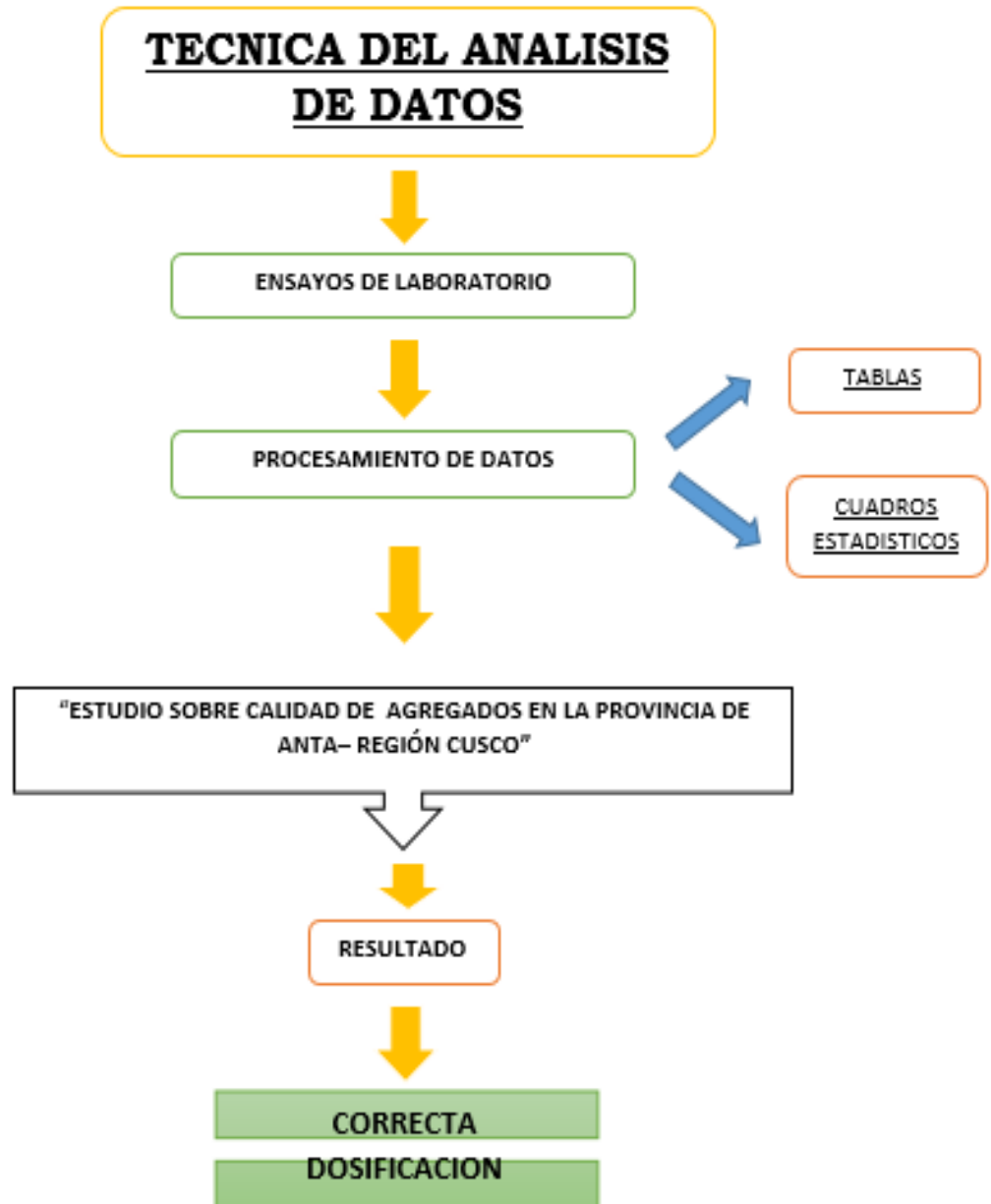
$$\% \text{ Sales Solubles} = \frac{1}{\frac{C \times A}{D \times B}} \times 100$$

4.1. TECNICA DEL ANALISIS DE DATOS

Se realizara el procesamiento de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio y diseño de mezclas realizados, utilizando tablas y cuadros estadísticos, los cuales serán elaborados utilizando el programa Excel, la

elección del programa se debe a la facilidad y conocimiento del programa en cuanto al procesamiento de los datos.

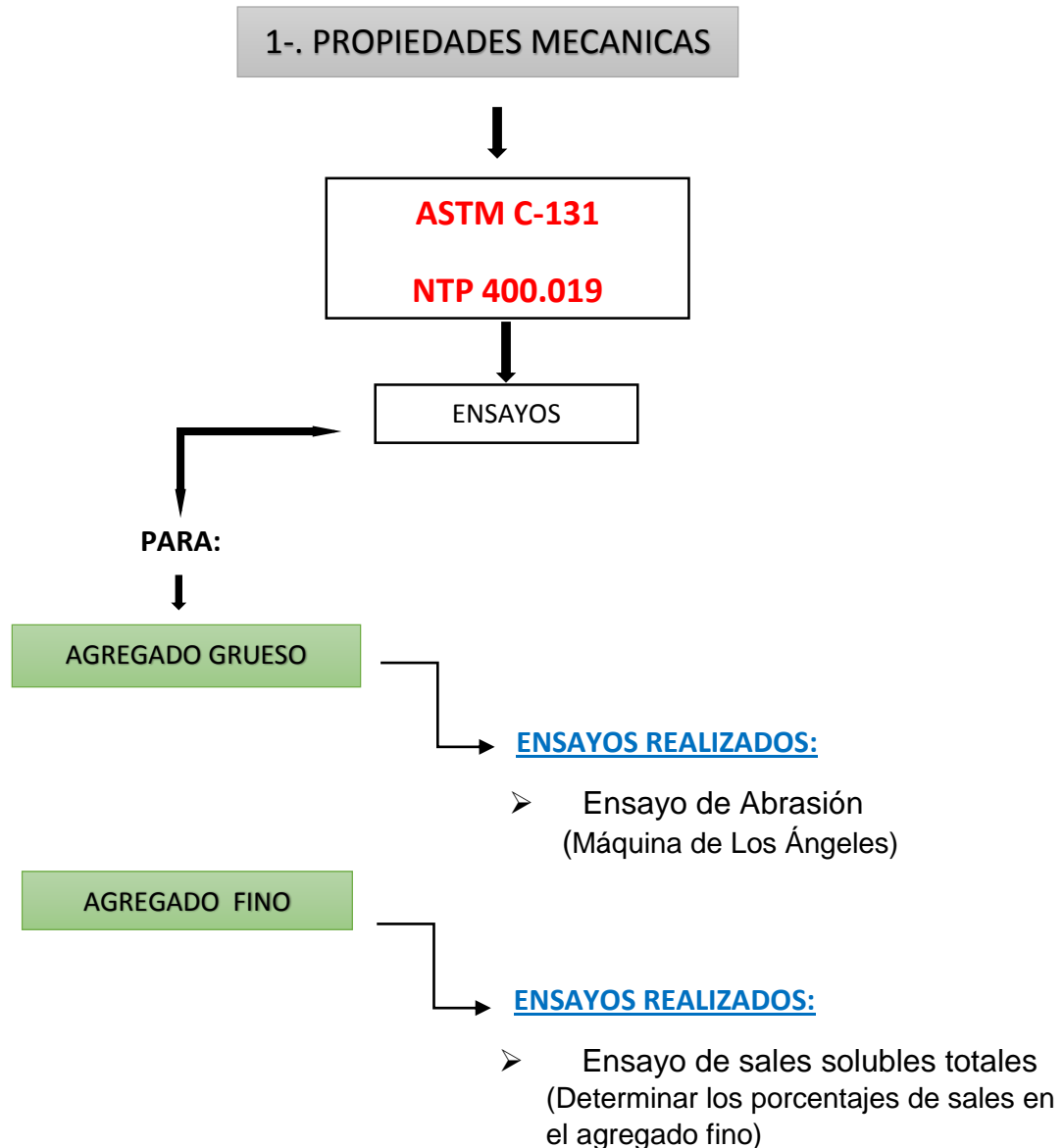
Por medio de los datos procesados, podrá conocer la calidad de los agregados en la Provincia de Anta y como lograr una dosificación correcta en el diseño de mezclas.



CAPITULO IV

4. PRESENTACION DE RESULTADOS

Se obtuvo una muestra representativa de cada de agregado o material. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio de la universidad, donde se realizaron los ensayos de propiedades mecánicas, químicas y mecánicas:



2-. PROPIEDADES FISICAS

ASTM C-33
NTP 400.037

ENSAYOS

PARA:

AGREGADO GRUESO

ENSAYOS REALIZADOS:

- Peso Especifico
- Peso Unitario
- Porcentaje de Vacíos
- Porcentaje de Absorción
- Granulometría

AGREGADO FINO

ENSAYOS REALIZADOS:

- Peso Especifico
- Peso Unitario
- Porcentaje de Vacíos
- Porcentaje de Absorción
- Granulometría
- Impurezas Orgánicas
- Porcentaje Finos

3-. PROPIEDADES QUIMICAS

ASTM C-289
NTP 400.013

A continuación se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio y su respectivo análisis con base en la teoría expuesta en la primera parte de este trabajo.

4.1. RESULTADOS SEGUN LAS NORMAS ASTM y NTP

Se procedió a realizar los ensayos básicos de calidad requeridos en el laboratorio de la universidad Alas Peruanas Facultad de Ingeniería civil, la información obtenida se muestra y analiza en los siguientes.

El informe original obtenido de los resultados de laboratorio y ensayos realizados esta adjunto como anexo.

4.1.1. AGREGADO FINO CANTERA CUNYAC

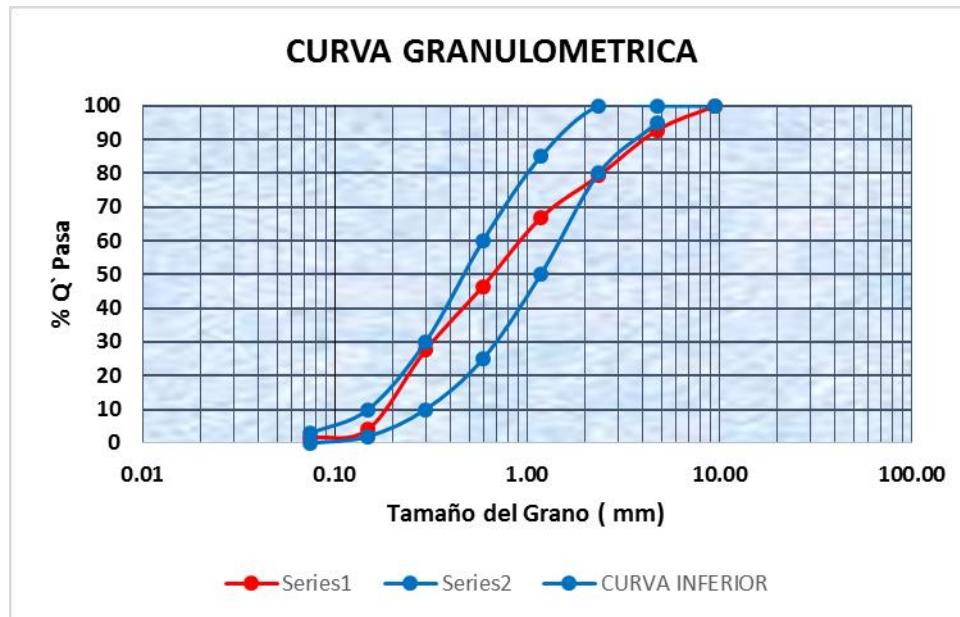
En esta parte se analizan los resultados de los ensayos de propiedades físicas del agregado fino que se realizaron. Para este propósito se presentan los resultados de la siguiente forma, en las siguientes tablas se muestran los porcentajes en peso de partículas que pasan cada tamiz, muestran las características físicas y en las siguientes figuras se muestra las curvas granulométricas.

Tabla I. Granulometría del Agregado Fino Cunyac

Abertura Tamiz		Porcentaje		Especificacion		Modulo de	
Pulgadas	mm	Retiene	Pasa	% Que Pasa		Fineza	
		Agregado Fino		DE	A		
2"	50.8						
1 1/2"	38.1						
1"	25.4						
3/4"	19.05						
1/2"	12.7		100.00				
3/8"	9.525		100.00		100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	7.21	92.79	95.00	100.00	7.21	7.21
N° 8	2.36	13.50	79.29	80.00	100.00	13.50	20.71
N° 16	1.18	12.50	66.79	50.00	85.00	12.50	33.21
N° 30	0.59	20.30	46.49	25.00	60.00	20.30	53.51
N° 50	0.297	18.90	27.59	10.00	30.00	18.90	72.41
N° 100	0.149	23.50	4.09	2.00	10.00	23.50	95.91
N° 200	0.075	2.49	1.60	0.00	3.00	2.49	98.40
TOTAL		98.40					3.81
Modulo de Fineza							2.8296
AREA DE ESPECIFICACION		AREA DE ESPECIFICACION		ARENA			

Nota 01: Corregimos el agregado fino en la curva granulométrica mediante el lavado ya que con esta acción eliminaremos el material más fino y tendremos un material seleccionado q se encuentre en las mallas de 3/8" a N° 200.

Figura 1. Curva granulométrica del Agregado Fino



Fuente: Informe de la norma ASTM C-33 y NTP 400.037 para agregado fino

Tabla II. Características físicas del Agregado Fino Cunyac

	A.FINO
T.M.N	-
M.F	2.8296
P.U.Seco.S	1633.57
P.U.Seco.C.	1670.45
P.E	2.59
% A.BS.	2.86%
% W Agregado	6.12%

Fuente: Informe de la norma ASTM C-33 y NTP 400.037 para agregado fino

Según los límites que establecen las normas, del análisis de los resultados que aparecen en las tablas I y II se puede concluir que:

- El contenido de materia orgánica es cero, por lo tanto cumple con los requisitos establecidos por la norma NTP 400.013.
- El porcentaje que pasó por el tamiz 200 fue 3%. El límite cuando se trata de arena manufacturada como en este caso es hasta 5 por ciento, por lo tanto cumple.
- El módulo de finura es 2.82, la especificación indica que debe estar entre 2.2 y 3.2 ± 0.2 . cumple.
- Como puede observarse en la figura 1, la granulometría se cumple en tres tamices (Nro. 30, Nro. 50, Nro.100, Nro. 4, Nro. 8, y Nro. 16). Por lo tanto la granulometría en general está dentro de la especificación.
- El peso específico, peso unitario y porcentaje de absorción son características físicas propias de cada material que sirven para elaborar el diseño de mezclas de concreto.
- No se encontraron cantidades perjudiciales de sales solubles en el agregado fino.

4.1.2. AGREGADO GRUESO

CANTERA ZURITE

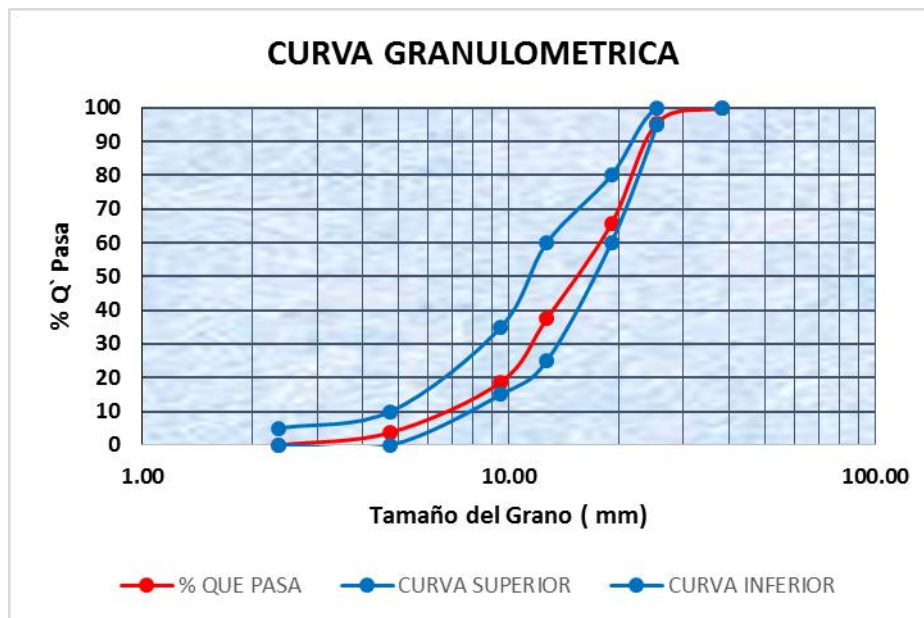
Para determinar las propiedades físicas del agregado grueso se realizaron las pruebas de laboratorio, los resultados de éstas se muestran en las siguientes tablas.

Tabla I. Granulometría del Agregado Grueso Zurite

Abertura Tamiz		Porcentaje		Especificacion	
		Retiene	Pasa	% Que Pasa	
Pulgadas	mm	Agregado Grueso		De	A
2"	50.8	0.00	100.00		
1 1/2"	38.1	0.00	100.00		100.00
1"	25.4	4.49	95.51	95.00	100.00
3/4"	19.05	29.96	65.54	60.00	80.00
1/2"	12.7	28.09	37.45	25.00	60.00
3/8"	9.525	18.73	18.73	15.00	35.00
N° 4	4.76	14.98	3.75	0.00	10.00
N° 8	2.36	0.00	0.00	0.00	5.00
N° 16	1.18	0.00	-		
N° 30	0.59	0.00	-		
N° 50	0.297	0.00	-		
N° 100	0.149	0.00	-		
N° 200	0.075	0.00	-		
TOTAL		100.00			

Nota 02: Corregimos el agregado grueso en la curva granulométrica mediante el zarandeo ya que con esta acción seleccionaremos el agregado que se encuentre entre las mallas 1 ½" y N° 8.

Figura 1. Curva granulométrica del Agregado Grueso Zurite



Fuente: Informe de la norma ASTM C-33 y NTP 400.037

Tabla II. Características físicas del Agregado Grueso Zurite

	A.GRUESO
T.M.N	3/4"
M.F	-
P.U.Seco.S	1550
P.U.Seco.C.	1568
P.E	2.77
% A.BS.	1.10%
% W Agregado	2.31%

Fuente: Informe de la norma ASTM C-33 y NTP 400.037 para agregado

Según los límites que establece la especificación ASTM C-33 y NTP 400.037, se puede observar en la figura 1 que la granulometría está dentro de los límites dados por la norma por lo tanto cumple. El resto de propiedades físicas proporcionadas

en el informe del laboratorio, son propias de cada material y son consideradas al realizar la mezcla de concreto.

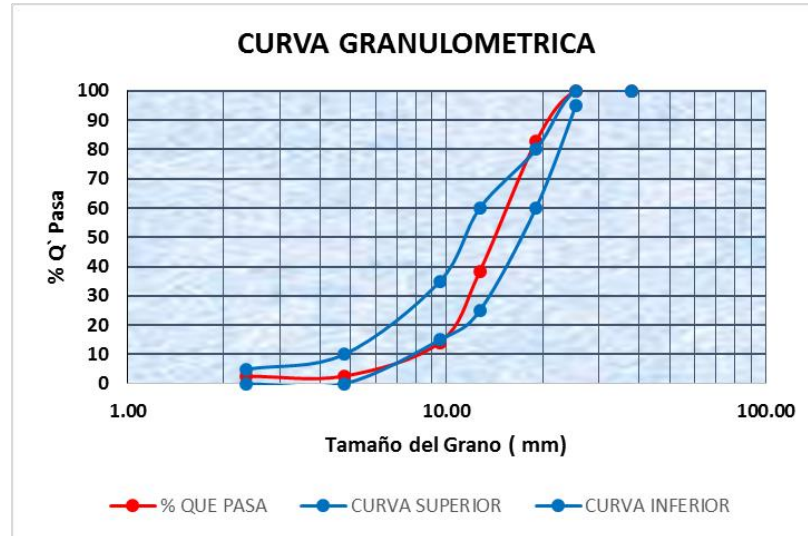
4.1.3. AGREGADO GRUESO CANTERA HUILLQUE

Tabla III. Granulometría del Agregado Grueso Huillque

Abertura Tamiz		Porcentaje		Especificacion	
Pulgadas	mm	Retiene	Pasa	% Que Pasa	
		Agregado Grueso		De	A
2"	50.8	0.00	100.00		
1 1/2"	38.1	0.00	100.00		100.00
1"	25.4	0.00	100.00	95.00	100.00
3/4"	19.05	17.29	82.71	60.00	80.00
1/2"	12.7	44.35	38.36	25.00	60.00
3/8"	9.525	24.20	14.16	15.00	35.00
N° 4	4.76	11.54	2.62	0.00	10.00
N° 8	2.36	0.00	2.62	0.00	5.00
N° 16	1.18	0.00	-		
N° 30	0.59	0.00	-		
N° 50	0.297	0.00	-		
N° 100	0.149	0.00	-		
N° 200	0.075	0.00	-		
TOTAL		100.00			
Modulo de Fineza					
AREA DE ESPECIFICACION		GRAVA			

Nota 03: Se corrige el agregado grueso en la curva granulométrica mediante el zarandeo ya que con esta acción seleccionaremos el agregado que se encuentre entre las mallas 1 1/2" y N° 8 y sea adecuado para nuestro diseño de concreto.

Figura 2. Curva granulométrica del Agregado Grueso Huillque



Fuente: Informe de la norma ASTM C-33 y NTP 400.037

Tabla IV. Características físicas del Agregado Grueso Huillque

	A.GRUESO
T.M.N	3/4"
M.F	-
P.U.Seco.S	1445.86
P.U.Seco.C.	1569.27
P.E	2.64
% A.BS.	1.98%
% W Agregado	0.90%

Fuente: Informe de la norma ASTM C-33 y NTP 400.037 para agregado grueso

Según los límites que establece la especificación ASTM C-33 y NTP 400.037, se puede observar en la figura 2 que la granulometría está dentro de los límites dados por la norma por lo tanto cumple. El resto de propiedades físicas proporcionadas en el informe del laboratorio, son propias de cada material y son consideradas al realizar la mezcla de concreto

4.1. RESULTADOS DE LA NORMA ASTM C-131 Y NTP 400.019

Cantera Zurite

Se tamizó una cantidad representativa del material y según los porcentajes retenidos en cada tamiz se clasificó el tipo de desgaste como "A". Al realizar

el ensayo utilizando la máquina de Los Ángeles se obtuvo un desgaste del 27.8%, la ASTM C 131 y NTP 400.019 o NTP 400.020, establece que no debe ser más del 50%, por lo tanto cumple e indica que se tiene un agregado grueso con dureza y tenacidad apto para concreto estructural.

Cantera Huillque

Se tamizó una cantidad representativa del material y según los porcentajes retenidos en cada tamiz se determinó el porcentaje de abrasión o desgaste como "A". Al realizar el ensayo utilizando la máquina de Los Ángeles se obtuvo un desgaste del 39.3 %, la ASTM C 131 y NTP 400.019 o NTP 400.020, establece que no debe ser más del 50%, por lo tanto cumple e indica que se tiene un agregado grueso con dureza y tenacidad apto para concreto estructural.

CUADRO COMPARATIVO ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)		
CANTERA	RESULTADOS	LIMITE MAXIMO(ASTM C131 Y NTP 400.019 O NTP 400.020)
ZURITE	27.80%	50%
HUILLQUE	39.32%	50%

4.2. DISEÑO DE MEZCLAS

4.2.1. RESISTENCIAS DE DISEÑO

La resistencia de un material, se define como la propiedad de este para resistir esfuerzos sin llegar a la falla. Siendo esta propiedad mecánica la más importante y priorizada por los ingenieros.

Se realizó este trabajo de investigación tomando como patrón o resistencia de diseño 210 kg/cm², por su gran utilización en las obras de concreto armado en la zona y debido a que a partir de esta resistencia se pueden realizar estructuras de concreto armado.

4.2.2. DISEÑO DE MEZCLAS PARA OBTENCION DE RESISTENCIA DE DISEÑO.

El diseño de mezclas pese hacer una práctica común a la hora de realizar y diseñar obras civiles, sigue siendo un procedimiento empírico y dependerá en una parte de los ingredientes a usar, la habilidad del encargo, etc. Debemos tener en cuenta la información requerida para el diseño de mezclas:

- a) Análisis granulométrico de los agregados
- b) Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- c) Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- d) Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- e) Tipo y marca del cemento
- f) Peso específico del cemento
- g) Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

- a) Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra.
- b) Elección de la resistencia promedio
- c) Elección del Asentamiento (Slump)
- d) Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
- e) Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
- f) Selección de la relación agua/cemento (a/c).
- g) Cálculo del contenido de cemento.
- h) Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
- i) Ajustes por humedad y absorción.
- j) Cálculo de proporciones en peso.
- k) Cálculo de proporciones en volumen.
- l) Cálculo de cantidades por tanda.

4.2.3. ELABORACION DE PROBETAS DE CONCRETO.

La norma ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) y NTP (Norma Técnica Peruana), indica trabajar con especímenes de concreto de forma cilíndrica de 6" de diámetro por 12" de altura. En la investigación realizada según lo que indica la norma se debe elaborar 3 especímenes, además en ningún caso el valor del espécimen será menor que 35 kg/cm² a la resistencia solicitada tal como lo indica la norma.

Se elaboró especímenes por cada cantera para poder determinar y realizar una curva de resistencias o esfuerzos. Con lo cual podremos observar la evolución del concreto. Una vez concluida la elaboración de los especímenes y pasada las 24 horas, se procedió al curado de las mismas.

4.2.4. CURADO DE PROBETAS DE CONCRETO.

El curado es un proceso que consiste en mantener húmedo al concreto por varios días después de su colocación, con el objetivo principal de permitir la reacción química entre el cemento y el agua (hidratación del cemento). Si no se conduce correctamente el curado del concreto puede secar muy rápidamente y producir rajaduras superficiales y lo peor es que no alcanzara la resistencia de diseño. Para contrarrestar estos peligros el concreto debe protegerse de la pérdida de humedad al menos los primeros 7 días.

En el mundo de la construcción existen diferentes métodos y procedimientos para realizar el curado de concreto, pero todos esos procesos es con el mismo objetivo, garantizar el contenido satisfactorio de humedad y temperatura para que se alcance la resistencia de diseño. En este trabajo de investigación se realizó el curado del concreto con el método de curado con agua (inmersión).

4.2.5. OBTENCION DE RESULTADOS.

Las probetas alcanzan su máxima resistencia a los 28 días, pero se realizan pruebas de resistencia a la compresión a los 3, 7, 14, 21 y 28 días para poder obtener y observar resultados que nos indiquen como va evolucionando el concreto con respecto a la resistencia de diseño. Se obtuvo resultados de las tres fuentes de aprovisionamiento dos de agregado grueso y uno de agregado fino teniendo dos diseños de mezcla de concreto así mismo se realizó cuadros comparativos para poder tener un mejor panorama de los resultados.

4.3. ANALISIS DE RESULTADOS.

A continuación se presenta el análisis de los datos obtenidos en el laboratorio, la forma de presentación será a partir de las respectivas tablas de frecuencia y su interpretación respectiva, el grafico que sintetiza toda la expresión verbal y numérica.

COSTO POR 1 M3 DE CEMENTO

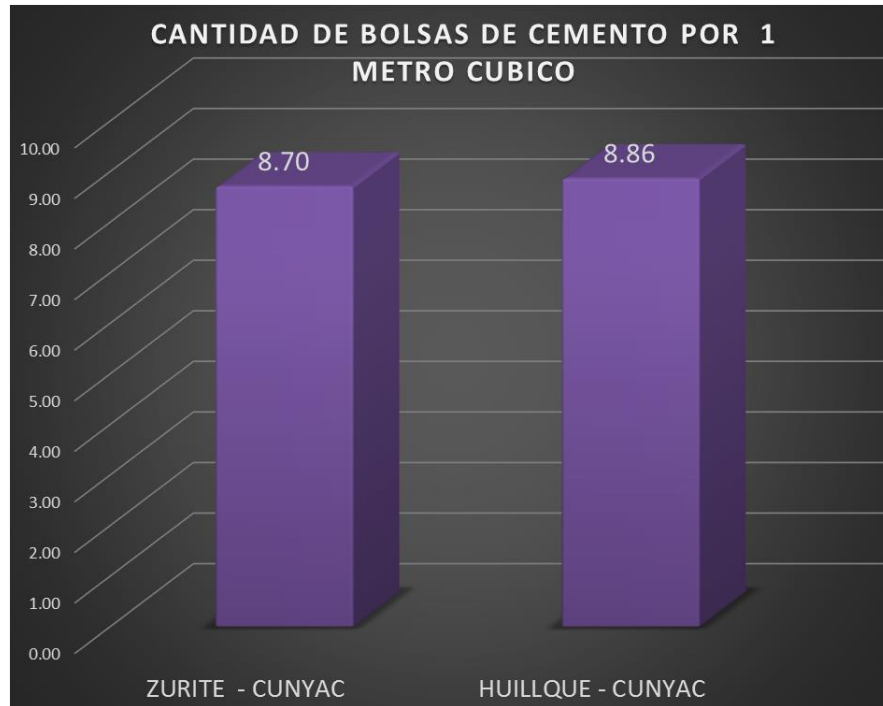
COSTO POR 1 M3 DE CEMENTO						
CANTERA	CANTIDAD DE BOLSAS DE CEMENTO X METRO CUBICO	METRO CUBICO	BOLSAS DE CEMENTO	PRECIO BOLSA CEMENTO	COSTO POR METRO CUBICO	AHORRO CON RESPECTO A LA CANTERA MAS ELEVADA (S/.)
ZURITE	8.704	1	8.70	S/. 25.00	S/. 217.59	S/.3.92
HUILLQUE	8.860	1	8.86	S/. 25.00	S/. 221.51	

INTERPRETACION

Se puede apreciar que existe una diferencia en la cantidad de bolsas requeridas para lograr la resistencia de diseño. Esa diferencia se ve reflejada en el costo y esto supone un ahorro en la ejecución de obras.

GRAFICO 01

CANTIDAD DE BOLSAS DE CEMENTO POR 1 METRO CUBICO	
CANTERAS	VALOR
ZURITE - CUNYAC	8.70
HUILLQUE - CUNYAC	8.86



RELACION AGUA CEMENTO

RELACION AGUA/CEMENTO	
CANTERAS	VALOR
HUILLQUE	0.54
ZURITE	0.55

Tabla 6.1. Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.

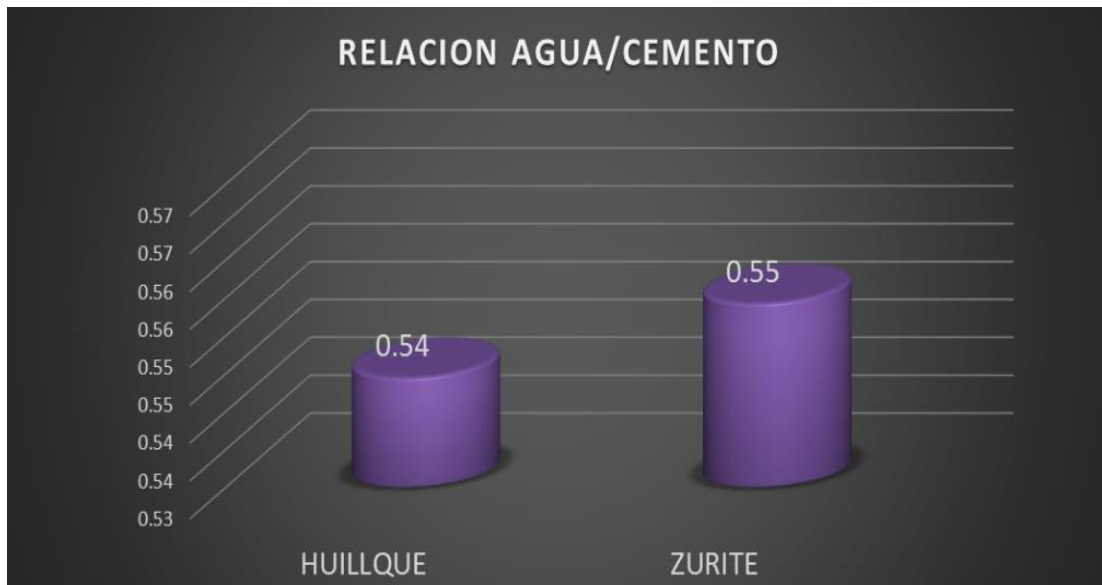
RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'_{cr}) (kg/cm ²)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

INTERPRETACION

La relación agua/cemento afecta a la resistencia a la compresión del concreto, Por tal motivo se selecciona la relación agua/cemento por durabilidad y por resistencia. Debido a esto se seleccionó el valor mínimo entre ambos para realizar el diseño de mezclas.

GRAFICO 02



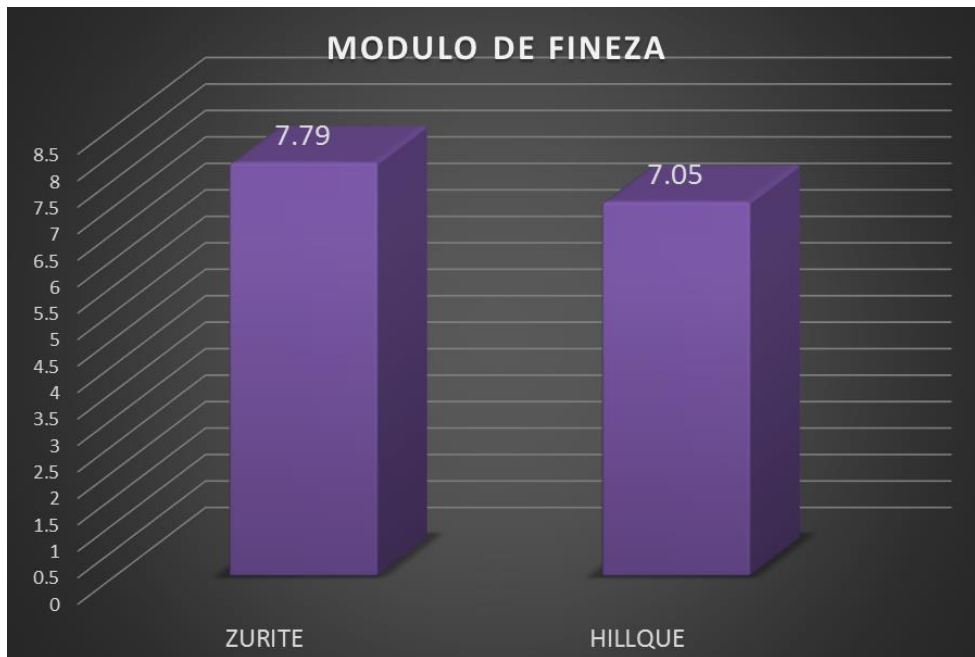
MODULO DE FINEZA

AGREGADO GRUESO	
MODULO DE FINEZA	
5.5 - 8.5	
CANTERAS	VALOR
ZURITE	7.79
HILLQUE	7.05

INTERPRETACION

Se observa que en las dos fuentes de aprovisionamiento se encuentran en los parámetros que dictan las normas internacionales. Siendo los rangos 5.5 hasta 8.5 los cuales son para concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación.

GRAFICO 03



RESISTENCIA DE DISEÑO (F''c)

CUNYAC-HUILLQUE								
N°	Estructura	Fecha		Edad	Diseño	Diametro	Resistencia	
	y	Moldeo	Rotura	(días)	f'c (Kg/cm2)	(cm)	f'c Ensayo	f'c Ensayo/f'c
	Elemento						(Kg/cm2)	(%)
1	COLUMNAS	06/10/2016	09/10/2016	3.00	210	15.6	74.00	35.24%
2	COLUMNAS	06/10/2016	13/10/2016	7.00	210	15.6	148.00	70.48%
3	COLUMNAS	06/10/2016	20/10/2016	14.00	210	15.6	168.00	80.00%
4	COLUMNAS	06/10/2016	27/10/2016	21.00	210	15.6	200.00	95.24%
5	COLUMNAS	06/10/2016	03/11/2016	28.00	210	15.6	215.00	102.38%

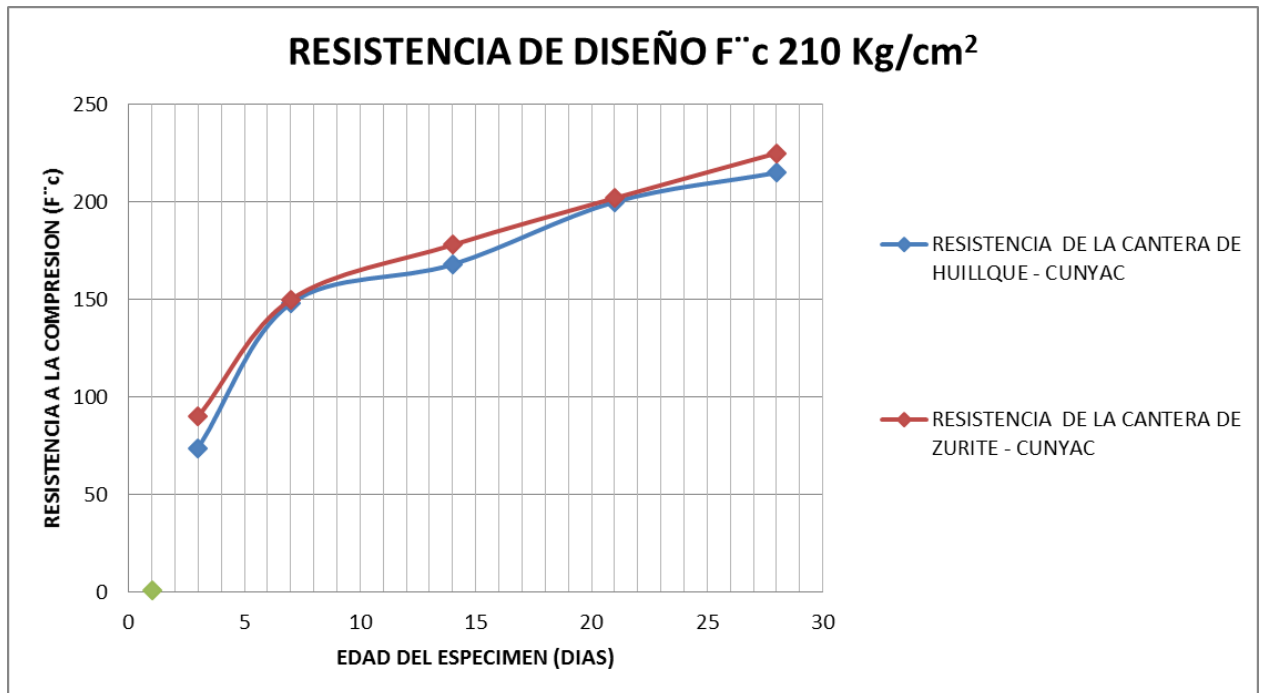
CUNYAC-HUILLQUE								
N°	Estructura	Fecha		Edad	Diseño	Diametro	Resistencia	
	y	Moldeo	Rotura	(días)	f'c (Kg/cm2)	(cm)	f'c Ensayo	f'c Ensayo/f'c
	Elemento						(Kg/cm2)	(%)
1	COLUMNAS	06/10/2016	09/10/2016	3.00	210	15.6	90.00	42.86%
2	COLUMNAS	06/10/2016	13/10/2016	7.00	210	15.6	150.00	71.43%
3	COLUMNAS	06/10/2016	20/10/2016	14.00	210	15.6	178.00	84.76%
4	COLUMNAS	06/10/2016	27/10/2016	21.00	210	15.6	202.00	96.19%
5	COLUMNAS	06/10/2016	03/11/2016	28.00	210	15.6	225.00	107.14%

INTERPRETACION

Como podemos apreciar se logró alcanzar con éxito la resistencia de diseño proyectada. Logrando así verificar que los ingredientes y finalmente el diseño

de mezclas se realizó o elaboro correctamente. Por otro parte con este resultado se logró redondear la idea y seleccionar una cantera idónea que nos permite conseguir el objetivo tanto en alcanzar la resistencia de diseño. Como el ahorro en el caso de bolsas de cemento a utilizar.

GRAFICO 04



COSTO POR 1 M3 DE AGREGADO

COSTO POR M3 DE AGREGADOS						
CANTERA	CANTIDAD DE M3 DE AGREGADOS	METRO CUBICO	M3 DE AGREGADO	PRECIO POR M3	COSTO POR METRO CUBICO	AHORRO CON RESPECTO A LA CANTERA MAS ELEVADA (S/.)
ZURITE	0.638	1	0.64	S/. 60.00	S/./38.29	S/./0.82
HUILLQUE	0.652	1	0.65	S/. 60.00	S/./39.11	

INTERPRETACION

Se puede apreciar que existe una diferencia en la cantidad de Agregado Grueso requeridas para lograr la resistencia de diseño. Esa diferencia se ve reflejada en el costo y esto supone un ahorro en la ejecución de obras.

GRAFICO 05



COSTO DE AGUA POR LT

COSTO DEL AGUA POR LT				DIFERENCIA
CANTERA	CANTIDAD	COSTO	COSTO PARCIAL	
ZURITE	19.0036	0.8	S/. 15.20	S/.1.92
HILLQUE	21.4086	0.8	S/. 17.13	

INTERPRETACION

Se puede apreciar que existe una diferencia en la cantidad de Agua requeridas para lograr la resistencia de diseño. Esa diferencia se ve reflejada en el costo y esto supone un ahorro en la ejecución de obras.

GRAFICO 06



4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente tesis de investigación sobre “ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA – REGION CUSCO” determino que la calidad de agregados cumple en un 90 % con los parámetros dados por las normas internacionales ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) y las normas peruanas NTP (Norma Técnica Peruana), para concreto armado en la Provincia de anta ya que dichos agregados fueron analizados en situ y en el laboratorio.

Las fuentes de aprovisionamiento granular más idónea según los datos obtenidos y el análisis respectivo en el laboratorio podemos mencionar y clasificar las canteras examinadas en el siguiente orden jerárquico. Primero la cantera de Zurite porque es la que cumple de manera más cercana al 100% los parámetros dados por las normas nacionales e internacionales, como segunda se encuentra la cantera de Huillque en cuanto al agregado fino la cantera de Cunyac cumple al 100% con los parámetros establecidos según las normas nacionales e internacionales.

El “ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA – REGION CUSCO” puede ser utilizado en otros lugares ya que los resultados de la calidad de agregados son óptimos.

- El primero con respecto a la “Influencia del agregado en la resistencia a la compresión del Concreto”, realizado por los Bach. Carrascal Carlos Enrique y Bach. Dueñas Henry A, cuyo principal objetivo es determinar cómo influye el tipo de agregado y sus propiedades físicas en la resistencia a la compresión.

Cabe resaltar que en dicho estudio podemos identificar dos términos que dieron origen a la investigación como son: Agregado y Resistencia a la Compresión con respecto a esta investigación estoy de acuerdo que la calidad de los agregados es muy importante para el diseño de mezclas y por lo tanto a la resistencia a la compresión ya que podemos expresar que cada elemento que participa en la elaboración del concreto, ya sea cemento, agregados, agua representa aspectos particulares a estudiar y controlar de modo que puedan trabajar de manera uniforme. Resaltando de manera

particular en este estudio el agregado y la influencia del mismo en el producto final.

- Segundo el “Diseño de Mezclas con los diferentes agregados utilizados en la ciudad del cusco”, realizado por los Bach. Palma Vargas Ricardo y Bach. Rozas Gómez Mijaíl E, que tiene como objetivo principal dotar de una correcta dosificación en el diseño de mezclas con los agregados utilizados en la ciudad del cusco, teniendo como base de estudio las siguientes canteras:

Cantera de Rumicolca, Cantera de Huacoto.

El estudio realizado permite ampliar los horizontes y las cualidades de los agregados y las fuentes de aprovisionamiento de material granular más idóneas en la ciudad del cusco.

Con respecto a esta investigación podemos resaltar que la calidad de los agregados se diferencia de la precedencia de las canteras de los agregados ya q dichas canteras se caracterizan por su respectiva formación y el tipo de explotación para la obtención del agregado también para obtener un buen diseño de mezclas es muy importante el método a utilizar ya que nosotros planteamos el método Aci-211 y el método Capecó siendo el más utilizado el Aci-211 y la diferencia más resaltante seria de la ubicación de la cantera al área de proyecto.

- Tercero “La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles”, realizado por los Bach. ORTEGA CASTRO ALBERTO, que tiene como objetivo general estudiar la calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles y plantea como objetivos específicos determinar las propiedades de los agregados

La propiedad, calidad de los agregados es muy importante para el buen el diseño de mezclas del concreto armado ya que el agregado es el mayor porcentaje que participa en el diseño de mezclas de concreto armado. Sabemos q cada agregado es diferente a otro en la propiedades y en la calidad de ellos el cual influye en su resistencia a la compresión.

CAPITULO V

5. PROPUESTA

Partiendo de la premisa que indica “el objetivo final del ingeniero es diseñar estructuras seguras, económicas y eficientes”, y teniendo como componente principal al concreto y por ende hacer un correcto diseño de mezclas utilizando todos los componentes que esto requiera se plantea o propone en este trabajo de investigación y basándome en los datos arrojados de los estudios realizados en el laboratorio establecer cuál es la cantera más idónea y con esto mejorar la calidad de las obras de ingeniería en toda La Provincia de Anta.

Para ser posible la ejecución de una obra de calidad, es fundamental desarrollar una óptima documentación del proyecto. Y por ende tener datos fidedignos y reales para seleccionar materiales idóneos. Además del costo de cada uno de los materiales que intervienen en el diseño de mezclas, por ejemplo se pudo apreciar el ahorro del cemento, dado que la economía es fundamental en el diseño de proyectos de inversión en el sector de la construcción, con este estudio deseo brindar un panorama más global y fomentar la calidad en las obras civiles.

Con esta premisa se propone los siguientes cuadros con datos verificables y reales tomados de campo y procesados en laboratorio.

5.1 CONCLUSIONES

- Primero. La calidad del agregado cumple en un 100% con los parámetros dados por las normas internacionales ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) y las normas peruanas NTP (Norma Técnica Peruana), para concreto armado en la Provincia de Anta. En cuanto al módulo de fineza del agregado fino según la Norma Técnica Peruana es de 2.3 hasta 3.1 teniendo como resultado de nuestra cantera estudiada de Cunyac de 2.82 cumpliendo con los parámetros, según la Norma Técnica Peruana 400.013 la cantera de Cunyac cumple al 100% en cuanto al contenido de sales solubles.

La cantera de Zurite tiene como módulo de fineza 7.79 y según las Normas ASTM y NTP es de 5.5 hasta 8.5 cumpliendo con esta. En el ensayo de Abrasión obtuvimos un resultado de 27.80% según ASTM y NTP como máximo nos permite hasta un 50% estando dentro de los parámetros, en cuanto a impurezas orgánicas la NTP nos da como límite máximo un valor de 3% teniendo como resultado de nuestra muestra 0% contenido de Impurezas Orgánicas.

Finalmente la cantera de Huillque tiene módulo de fineza 7.05 y según las Normas ASTM y NTP es de 5.5 hasta 8.5 cumpliendo con esta. En el ensayo de Abrasión obtuvimos un resultado de 39.32% según ASTM y NTP nos encontramos dentro de los parámetros dados, en cuanto a impurezas orgánicas la NTP nos da como límite máximo un valor de 3% teniendo como resultado de nuestra muestra 0% contenido de Impurezas Orgánicas.

- Segundo. Las consecuencias del uso de agregados de las canteras mencionadas darán como resultado obras de calidad y con esto la satisfacción de población beneficiaria, debido a que aproximadamente se encuentran dentro de los parámetros que establecen las normas internacionales y peruanas para concreto armado en la Provincia de Anta.
- Tercero. Las características de los agregados gruesos según los datos obtenidos del laboratorio se puede percibir que la abrasión (máquina de los

ángeles), el desgaste de los agregados en su totalidad son idóneos ninguno de ellos sobre pasa el límite de 50% para el diseño de mezclas de concreto para la Provincia de Anta.

- Cuarto. Las fuentes de aprovisionamiento granular más idónea según los datos obtenidos y el análisis respectivo en el laboratorio podemos mencionar y clasificar las canteras examinadas en el siguiente orden jerárquico. Primero la cantera de Zurite porque es la que cumple de manera más cercana al 100% los parámetros dados por las normas internacionales, como segunda se encuentra la cantera de Huillque en cuanto al agregado fino la cantera de Cunyac cumple al 100% con los parámetros establecidos según las normas internacionales.
- Quinto. El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto. Si se tuvieran dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis físico-químico de esta, para comparar los resultados con los valores máximos admisibles según la norma NTP 339.088
- Sexto. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación garantizan un adecuado uso de los agregados de las canteras de la provincia de Anta los cuales pueden ser utilizados no solo en el ámbito de la provincia de Anta, sino también en las provincias colindantes tales como Cusco, Urubamba y otros, debiendo realizar un análisis del transporte del material para optimizar costos.
Así mismo se ha realizado la comparación de la calidad con materiales de otras canteras y se ha podido comparar que el rendimiento de los agregados del sector de la provincia de Anta analizados en el presente trabajo resulta ser más óptimo que el de otras zonas.

5.2 SUGERENCIAS O RECOMENDACIONES

- Este trabajo de investigación recomienda a todos los involucrados en el mundo de la construcción que cumplan de manera correcta su rol, para mejorar la calidad en las obras de ingeniería en la Provincia de Anta.
- Las empresas del sector privado y entidades del sector público deberían realizar una mejor y más completa documentación de tipo económica, ambiental y técnica de los materiales de construcción (agregados), para que los futuros estudios de este tipo partan de datos que posean menor incertidumbre.
- Los involucrados en el sector de la construcción deberían adoptar la filosofía de la sostenibilidad como objetivo principal para su planeamiento estratégico a corto, mediano y largo plazo en lo que concierne a la extracción de material granular.
- Los encargados de seleccionar o elegir una fuente de aprovisionamiento de material granular deberían tomar en cuenta este estudio, que brinda un panorama más claro y datos fidedignos a los profesionales en ingeniería y poder realizar el diseño o construcción de las obras civiles con datos reales de cada una de las canteras evaluadas.
- Impulsar a la investigación a los alumnos y profesionales de ingeniería civil para así poder acrecentar nuestros conocimientos en lo que concierne al concreto y sus componentes. Del mismo modo en todos los demás aspectos o estudios vinculados a nuestra carrera profesional.

5.3 REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Laura Huanca Samuel – Diseño de Mezclas – 2006 – UNA – Puno.
2. Riva López Enrique - Diseño de Mezclas - 1996 - Editorial HOZLO - Lima.
3. Abanto Castillo Flavio - Tecnología del Concreto – 1997 y 2007 - Editorial San Marcos (Primera y Segunda Edición) – Lima.
4. Norma Técnica Peruana NTP 400.037 – Especificaciones estándares para agregados de Hormigón Segunda Edición.
5. ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales).
6. Manual Digital Cemento Portland Puzolánico Yura IP
7. Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000). Instituto de la Construcción y Gerencia (Referencia ASTM y NTP).
8. Palma Vargas Ricardo y Bach. Rozas Gómez Mijaíl E - Diseño de Mezclas con los diferentes agregados en la ciudad del Cusco - Tesis para optar el título de Ingeniero Civil – Cusco.
9. Carrascal Carlos Enrique y Bach. Dueñas Henry A - Influencia del Agregado en la Resistencia a la Compresión - Tesis para optar al título de Ingeniero Civil – Cusco.
10. Ortega Castro Alberto – Calidad de los Agregados de tres Canteras de la Ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles – Tesis para optar al título de Ingeniero Civil – Ecuador.
11. Norma ISO 900

5.4 ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS - FILIAL CUSCO	
Ensayo: GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCION - PESO UNITARIO	
Objeto: Determinar la gravedad específica (bulk) y la gravedad específica aparente, el porcentaje de absorción del agregado así como el peso unitario	
TEMA: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"	CANTERA
UBICACIÓN: CUNYAC - ZURITE - HUILLQUE	Agregado Fino: CANTERA CUNYAC
BACHILLER: MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO	Agregado Grueso: CANTERA ZURITE
FACULTAD: INGENIERIA CIVIL	Agregado Grueso: CANTERA HUILLQUE

DATOS:		AGREGADO FINO CANTERA CUNYAC		RESULTADOS AGREGADO FINO	
Peso del material seco al horno a 105 °C	A	486.11		Gravedad específica Bulk (base seca) Gs=	2.52
Peso de probeta + Agua	B	1244.95		Gravedad específica Bulk (base saturada) Gs=	2.59
Peso Material Saturado Superficialmente Seco (SSS)	C	500.00		Gravedad específica aparente Gs=	2.71
Peso de Material SSS (sumergido en agua)	D	1551.90		Porcentaje de absorción %Abs=	2.86%
PROCESO				OBSERVACIONES:	
Peso de material SSS + Probeta + Agua	B+C=	E	1744.95		
Volumen de material	E-D=	F	193.05		
Volumen de masa	F-(C-A)	G	179.16		
P.E. Bulk (base seca)	A/F		2.52		
P.E. Bulk (base saturada)	C/F		2.59		
P.E. Aparente (base seca)	A/G		2.71		
(%) de Absorción	(C-A)100/A		2.86%		

DATOS:		AGREGADO GRUESO CANTERA ZURITE		RESULTADOS AGREGADO GRUESO		
Peso de material seco al horno a 105 °C	A	476.90		Gravedad específica Bulk (base seca) Gs:	2.74	
Peso de Material SSS (sumergido en agua)	B	308.00		Gravedad específica Bulk (base saturada) Gs:	2.77	
Peso Material Saturado Superficialmente Seco (SSS)	C	482.00		Gravedad específica aparente Gs:	2.82	
				Porcentaje de absorción %Abs:	1.1%	
PROCESO				OBSERVACIONES:		
P.E. de masa seca (Bulk Specific Gravity)	A/(C-B)		2.74			
P.E. SSS (SSS Specific Gravity)	C/(C-B)		2.77			
P.E. aparente (Apparent Specific Gravity)	A/(A-B)		2.82			
(%) de Absorción	(C-A)/A		1.1%			
DATOS: ENSAYO DE PESO UNITARIO VARILLADO				AGREG. FINO	AGREG. GRUESO	Verificacion medidas MOLDE
Peso de material seco al horno mas molde (gr)	A			7200.0	5890.0	Medidas FINO GRUESO
Peso de molde (gr)	B			2557.0	4295.0	
Peso del material seco al horno (gr)	A-B=C			4643.0	1595.0	Altura: cm 16.91 11.75
Volumen del molde	D			2834.88	1017.43	Diámetro: 14.61 10.50
Peso unitario (kg/m3)	C/D			1.638	1.568	

DATOS:		AGREGADO GRUESO CANTERA HUILLQUE		RESULTADOS AGREGADO GRUESO		
Peso de material seco al horno a 105 °C	A	471.37		Gravedad específica Bulk (base seca) Gs:	2.59	
Peso de Material SSS (sumergido en agua)	B	298.62		Gravedad específica Bulk (base saturada) Gs:	2.64	
Peso Material Saturado Superficialmente Seco (SSS)	C	480.70		Gravedad específica aparente Gs:	2.73	
				Porcentaje de absorción %Abs:	1.98%	
PROCESO				OBSERVACIONES:		
P.E. de masa seca (Bulk Specific Gravity)	A/(C-B)		2.59			
P.E. SSS (SSS Specific Gravity)	C/(C-B)		2.64			
P.E. aparente (Apparent Specific Gravity)	A/(A-B)		2.73			
(%) de Absorción	(C-A)/A		1.98%			
DATOS: ENSAYO DE PESO UNITARIO VARILLADO				AGREG. FINO	AGREG. GRUESO	Verificacion medidas MOLDE
Peso de material seco al horno mas molde (gr)	A			7200.0	5888.7	Medidas FINO GRUESO
Peso de molde (gr)	B			2557.0	4293.7	
Peso del material seco al horno (gr)	A-B=C			4643.0	1593.7	Altura: cm 16.91 11.75
Volumen del molde	D			2834.88	1016.13	Diámetro: 14.61 10.50
Peso unitario (kg/m3)	C/D			1.638	1.268	

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS - FILIAL CUSCO

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

TEMA: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN: CUNYAC - ZURITE - HUILLQUE
BACHILLER: MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

Agregado Fino: CANTERA CUNYAC
Agregado Grueso: CANTERA ZURITE
Agregado Grueso: CANTERA HUILLQUE

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
Muestra:		CANTERA CUNYAC	
A. FINO	Capsula: N°	2	9
1	Peso del tarro:	51.67	47.91
2	Peso de T + Suelo Humedo:	137.23	139.45
3	Peso de T + Suelo Seco:	132.15	133.98
4	Peso del agua:	5.08	5.47
5	Peso del suelo seco:	80.48	86.07
6	Contenido de Humedad:	6.09%	6.14%
7	% W PROMEDIO	6.12%	

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
Muestra:		CANTERA ZURITE	
A. FINO	Capsula: N°	3	7
1	Peso del tarro:	51.32	48.45
2	Peso de T + Suelo Humedo:	147.34	120.34
3	Peso de T + Suelo Seco:	144.87	118.64
4	Peso del agua:	2.47	1.7
5	Peso del suelo seco:	93.55	70.19
6	Contenido de Humedad:	2.28%	2.34%
7	% W PROMEDIO	2.31%	

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
Muestra:		CANTERA HUILLQUE	
A. FINO	Capsula: N°	2	5
1	Peso del tarro:	49.82	47.55
2	Peso de T + Suelo Humedo:	145.84	119.44
3	Peso de T + Suelo Seco:	143.37	117.74
4	Peso del agua:	2.47	1.7
5	Peso del suelo seco:	93.55	70.19
6	Contenido de Humedad:	1.01%	0.78%
7	% W PROMEDIO	0.90%	

CANTERA	CONTENIDO DE HUMEDAD
A. FINO CUNYAC	6.12%
A. GRUESO ZURITE	2.31%
A. GRUESO HUILLQUE	0.90%

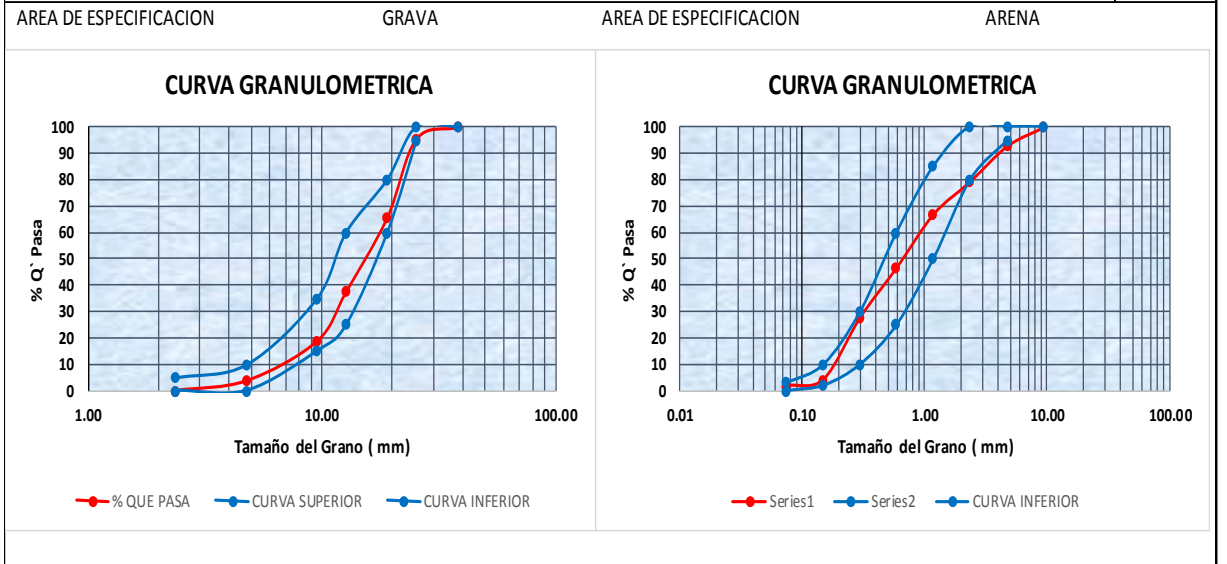
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS - FILIAL CUSCO

CARACTERISTICAS FISICAS Y GRANULOMETRICAS DE AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

TEMA: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA ZURITE
 UBICACIÓN: ZURITE
 BACHILLER: MILEEY GABY TICONA ESTOFANER
 FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

CANTERA: AGREGADO -GRUESO
 CANTERA: AGREGADO -FINO
 ZURITE
 CUNYAC

Abertura Tamiz		Porcentaje		Especificacion		Porcentaje		Especificacion		Modulo de	
		Retiene	Pasa	% Que Pasa		Retiene	Pasa	% Que Pasa		Fineza	
Pulgadas	mm	Agregado Grueso		De	A	Agregado Fino		DE	A		
2"	50.8	0.00	100.00								
1 1/2"	38.1	0.00	100.00		100.00						
1"	25.4	4.49	95.51	95.00	100.00						
3/4"	19.05	29.96	65.54	60.00	80.00						
1/2"	12.7	28.09	37.45	25.00	60.00		100.00				
3/8"	9.525	18.73	18.73	15.00	35.00		100.00		100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	14.98	3.75	0.00	10.00	7.21	92.79	95.00	100.00	7.21	7.21
N° 8	2.36	0.00	0.00	0.00	5.00	13.50	79.29	80.00	100.00	13.50	20.71
N° 16	1.18	0.00	-			12.50	66.79	50.00	85.00	12.50	33.21
N° 30	0.59	0.00	-			20.30	46.49	25.00	60.00	20.30	53.51
N° 50	0.297	0.00	-			18.90	27.59	10.00	30.00	18.90	72.41
N° 100	0.149	0.00	-			23.50	4.09	2.00	10.00	23.50	95.91
N° 200	0.075	0.00	-			2.49	1.60	0.00	3.00	2.49	98.40
TOTAL		100.00				98.40					3.81
Modulo de Fineza										2.8296	



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS - FILIAL CUSCO

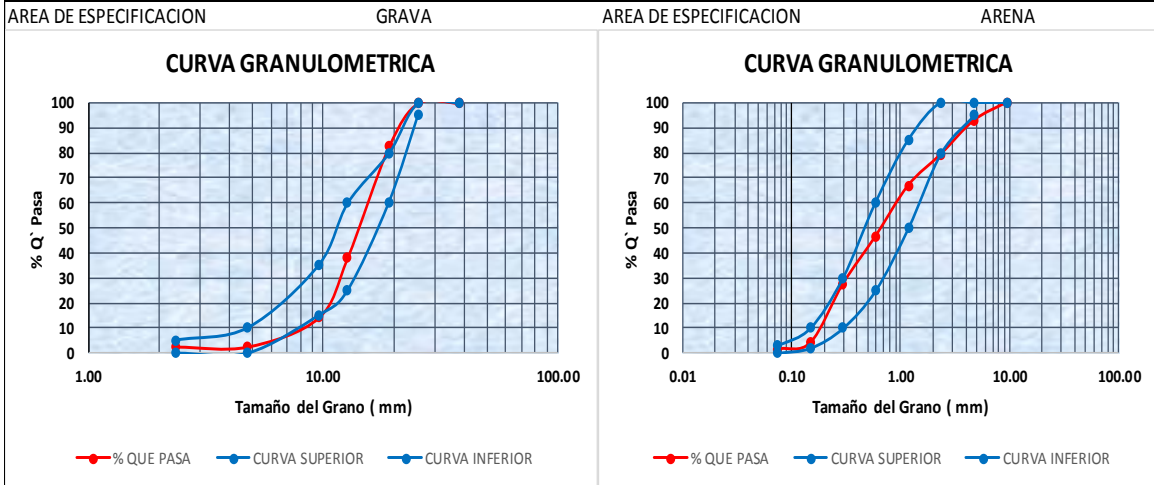
CARACTERISTICAS FISICAS Y GRANULOMETRICAS DE AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

TEMA: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE HUILLQUE
UBICACIÓN: HUILLQUE
BACHILLER: MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERA: AG-GRUESO
CANTERA: AG-FINO

HUILLQUE
CUNYAC

Abertura Tamiz		Porcentaje		Especificacion		Porcentaje		Especificacion		Modulo de	
Pulgadas	mm	Retiene	Pasa	% Que Pasa		Retiene	Pasa	% Que Pasa		Fineza	
		Agregado Grueso		De	A	Agregado Fino		DE	A		
2"	50.8	0.00	100.00								
1 1/2"	38.1	0.00	100.00		100.00						
1"	25.4	0.00	100.00	95.00	100.00						
3/4"	19.05	17.29	82.71	60.00	80.00						
1/2"	12.7	44.35	38.36	25.00	60.00						
3/8"	9.525	24.20	14.16	15.00	35.00		100.00		100.00	7.21	7.21
N° 4	4.76	11.54	2.62	0.00	10.00	7.21	92.79	95.00	100.00	13.50	20.71
N° 8	2.36	0.00	2.62	0.00	5.00	13.50	79.29	80.00	100.00	12.50	33.21
N° 16	1.18	0.00	-			12.50	66.79	50.00	85.00	20.30	53.51
N° 30	0.59	0.00	-			20.30	46.49	25.00	60.00	18.90	72.41
N° 50	0.297	0.00	-			18.90	27.59	10.00	30.00	23.50	95.91
N° 100	0.149	0.00	-			23.50	4.09	2.00	10.00	2.49	98.40
N° 200	0.075	0.00	-			2.49	1.60	0.00	3.00	0.00	98.40
TOTAL			100.00				98.40				
Modulo de Fineza											2.8296



ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ANGELES

TEMA: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA
PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"

CANTERA

ZURITE

UBICACIÓN: ZURITE - HUILLQUE

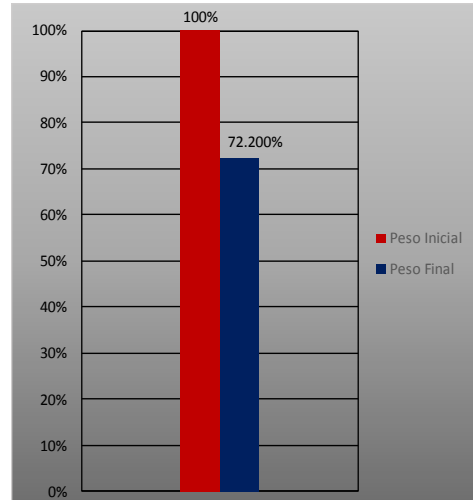
BACHILLER: MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO

FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

CANTERA ZURITE

Graduacion	N° de Revoluciones	N° de Billas
"A"	500	12

Peso Muestra antes de ensayo	Peso Muestra despues de ensayo	% Total Perdida
5000.00	3610.00	27.80%



OBSERVACIONES

ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ANGELES

TEMA: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA
PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"

CANTERA

HUILLQUE

UBICACIÓN: ZURITE - HUILLQUE

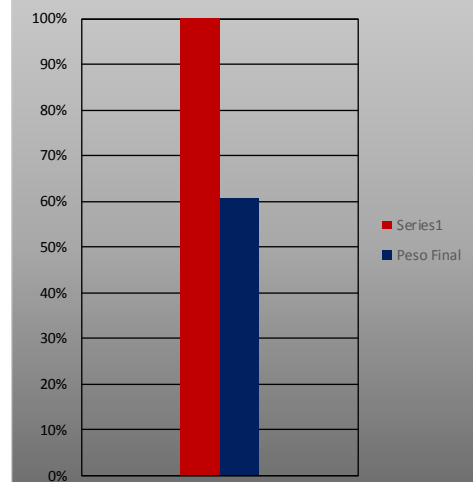
BACHILLER: MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO

FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

CANTERA WILLQUE

Graduacion	N° de Revoluciones	N° de Billas
"A"	500	12

Peso Muestra antes de ensayo	Peso Muestra despues de ensayo	% Total Perdida
5005.00	3037.00	39.32%



OBSERVACIONES

DISEÑO DE MEZCLAS

MÉTODO - ACI

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

PROYECTO	: Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: CUNYAC - HUILLQUE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CONCRETO
	CANTERA HUILLQUE	CANTERA CUNYAC	210 kg/cm²

F'c =	210
F.Seg =	94
F'cr =	304
R a/c =	0.544
H ₂ O =	205
Cemt. =	377
P.E =	3.15
Aire Atrap =	2.0%

	A.FINO	A.GRUESO
T.M.N	-	3/4"
M.F	2.8296	-
P.U.Seco.S	1633.57	1445.86
P.U.Seco.C.	1670.45	1569.27
P.E	2.59	2.64
% A.BS.	2.86%	1.98%
% W Agregado	6.12%	0.90%

VALORES ABSOLUTOS

H ₂ O =	0.205
Cemt. =	0.377
Aire =	0.020

TOTAL 0.602

DISEÑO EN SECO

H ₂ O =	205
Cemt. =	377
A.F =	748
A.G. =	968

TOTAL 2298

DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD

H ₂ O =	190
Cemt. =	377
A.F =	793
A.G. =	977

TOTAL 2337

Probetas 3
TANDA 0.021

H ₂ O =	3.985
Cemt. =	7.911
A.F =	16.668
A.G. =	20.525

TOTAL 49.088
49.088

		A.FINO	A.GRUESO
0.6	ACI	749	967
0.006551	FULL Y THON	46% en peso	54 % en peso

A.FINO =	748
A.GRUESO =	968

CORRECCION POR HUMEDAD

A.FINO =	793
A.GRUESO =	977

APORTE DE H2O

A.FINO =	25.87
A.GRUESO =	-10.55

15.31

FECHA d/V	
P.U.CONCR	2337

Factor Cemento x m3 =	8.86
-----------------------	------

CORREC. 999.169

190	0	LTS
377	0	KG
793	0	KG
977	0	KG
2337	2	KG/M3

PROPORCION EN PESO Kg				PROPORCION EN VOLUMEN Pie3			
CEMENTO	A.F	A.G	H2O	CEMENTO	A.F	A.G	H2O
1	2.11	2.59	21.4	1	1.75	2.61	21.4

Las proporciones de agua en ambos casos estan en litros por bolsa de cemento
las muestras den ensayo fueron recogidas de la obra

DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - ACI

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

PROYECTO	: Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: CUNYAC - ZURITE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CONCRETO
		CANTERA ZURITE	CANTERA CUNYAC	210 kg/cm^{2}

F'c =	210
F.Seg =	88
F'cr =	298
R a/c =	0.553
H ₂ O =	205
Cemt. =	371
P.E =	3.15
Aire Atrap	2.0%

	A.FINO	A.GRUESO
T.M.N	-	3/4"
M.F	2.8296	-
P.U.Seco.S	1633.57	1550
P.U.Seco.C.	1670.45	1568
P.E	2.59	2.77
% A.BS.	2.86%	1.10%
% W Agregado	6.12%	2.31%

VALORES ABSOLUTOS

H ₂ O =	0.205
Cemt. =	0.371
Aire =	0.020
TOTAL	0.596

		A.FINO	A.GRUESO
0.6	ACI	799	967
0.006551	FULL Y THON	46% en peso	54 % en peso

A.FINO =	798
A.GRUESO =	968

CORRECCION POR HUMEDAD

A.FINO =	847
A.GRUESO =	990

APORTE DE H₂O

A.FINO =	27.60
A.GRUESO =	11.98
TOTAL	39.57

DISEÑO EN SECO

H ₂ O =	205
Cemt. =	371
A.F =	797.69
A.G. =	967.52
TOTAL	2341

FECHA d/V	
P.U.CONCR	2372

DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD

H ₂ O =	165
Cemt. =	371
A.F =	847
A.G. =	990
TOTAL	2372

Factor Cemento x m ³ =	8.73
-----------------------------------	------

Probetas	3
TANDA	0.021

CORREC. 999.169

H ₂ O =	3.466
Cemt. =	7.790
A.F =	17.783
A.G. =	20.794
TOTAL	49.834
	49.834

165	0	LTS
371	0	KG
847	0	KG
990	0	KG
TOTAL	2	KG/M3

PROPORCION EN PESO Kg				PROPORCION EN VOLUMEN Pie3			
CEMENTO	A.F	A.G	H ₂ O	CEMENTO	A.F	A.G	H ₂ O
1	2.28	2.67	18.9	1	1.89	2.69	18.9

Las proporciones de agua en ambos casos estan en litros por bolsa de cemento las muestras den ensayo fueron recogidas de la obra

DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑADO POR	: Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: CUNYAC - HUILLQUE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CONCRETO
	CANTERA HUILLQUE	CANTERA CUNYAC	210 kg/cm²

6.- DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE POR M3

CEMENTO	=	386.85 kg	9.10 bolsas
AGUA DE MEZCLADO	=	199.84 litros	22.0 ltr/bls
AGREGADO GRUESO	=	968.39 kg	
AGREGADO FINO	=	800.34 kg	

7.- DOSIFICACION EN VOLUMEN

CEMENTO	=	0.276 m ³
AGREGADO GRUESO	=	0.670 m ³
AGREGADO FINO	=	0.490 m ³
AGUA DE MEZCLADO	=	0.200 m ³

8.- PROPORCION Cemento : Grava : Arena : Agua

CEMENTO	=	1.00
AGREGADO GRUESO	=	2.42
AGREGADO FINO	=	1.77
RELACION A/C	=	0.72 Agua/Cemento

Proporcionamiento del Diseño			
CEMENTO	A.F	A.G	H2O
1	• 2.42	• 1.77	• 22.0

DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑADO POR	: Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: CUNYAC - ZURITE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CONCRETO
	CANTERA ZURITE	CANTERA CUNYAC	210 kg/cm²

6.- DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE POR M3

CEMENTO	=	371.75 kg	8.75 bolsas
AGUA DE MEZCLADO	=	161.70 litros	18.5 ltr/bls
AGREGADO GRUESO	=	989.87 kg	
AGREGADO FINO	=	865.66 kg	

7.- DOSIFICACION EN VOLUMEN

CEMENTO	=	0.266 m ³
AGREGADO GRUESO	=	0.639 m ³
AGREGADO FINO	=	0.530 m ³
AGUA DE MEZCLADO	=	0.162 m ³

8.- PROPORCION Cemento : Grava : Arena : Agua

CEMENTO	=	1.00
AGREGADO GRUESO	=	2.41
AGREGADO FINO	=	2.00
RELACION A/C	=	0.61 Agua/Cemento

Proporcionamiento del Diseño			
CEMENTO	A.F	A.G	H2O
1	2.41	2.00	18.5

CUADRO COMPARATIVOS

FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TEMA : "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA-REGION CUSCO"

UBICACION CUNYAC -ZURITE-HUILLQUE

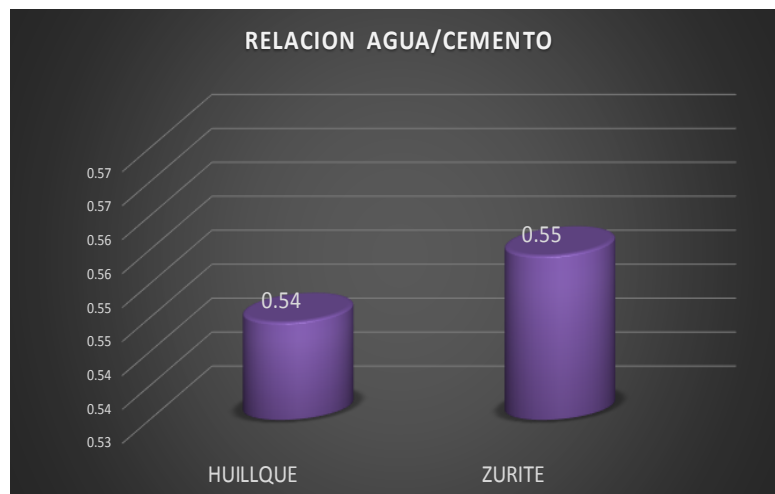
PROYECTO : Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO

MUESTRA Testigos cilindricos de concreto ZURITE

COSTO POR 1 M3 DE CEMENTO						
CANTERA	CANTIDAD DE BOLSAS DE CEMENTO X METRO CUBICO	METRO CUBICO	BOLSAS DE CEMENTO	PRECIO BOLSA CEMENTO	COSTO POR METRO CUBICO	AHORRO CON RESPECTO A LA CANTERA MAS ELEVADA (S/.)
ZURITE	8.704	1	8.70	S/. 25.00	S/. 217.59	S/3.92
HUILLQUE	8.860	1	8.86	S/. 25.00	S/. 221.51	



RELACION AGUA/CEMENTO	
CANTERAS	VALOR
HUILLQUE	0.54
ZURITE	0.55



COSTO POR M3 DE AGREGADOS						
CANTERA	CANTIDAD DE M3 DE AGREGADOS	METRO CUBICO	M3 DE AGREGADO	PRECIO POR M3	COSTO POR METRO CUBICO	AHORRO CON RESPECTO A LA CANTERA MAS ELEVADA (S/.)
ZURITE	0.638	1	0.64	S/. 60.00	S/38.29	S/0.82
HUILLQUE	0.652	1	0.65	S/. 60.00	S/39.11	



COSTO DEL AGUA POR LT				DIFERENCIA
CANTERA	CANTIDAD	COSTO	COSTO PARCIAL	
ZURITE	19.0036	0.8	S/. 15.20	S/.1.92
HILLQUE	21.4086	0.8	S/. 17.13	



FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

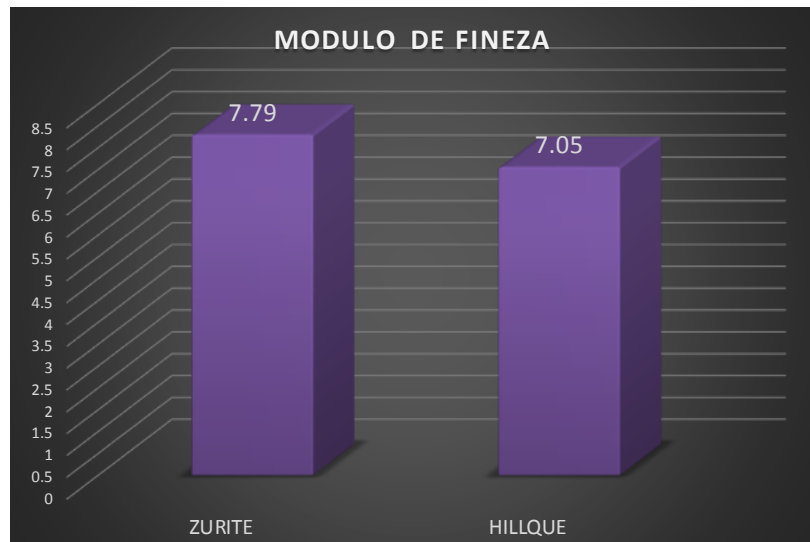
TEMA : "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA-REGION CUSCO"

UBICACION : CUNYAC -ZURITE-HUILLQUE

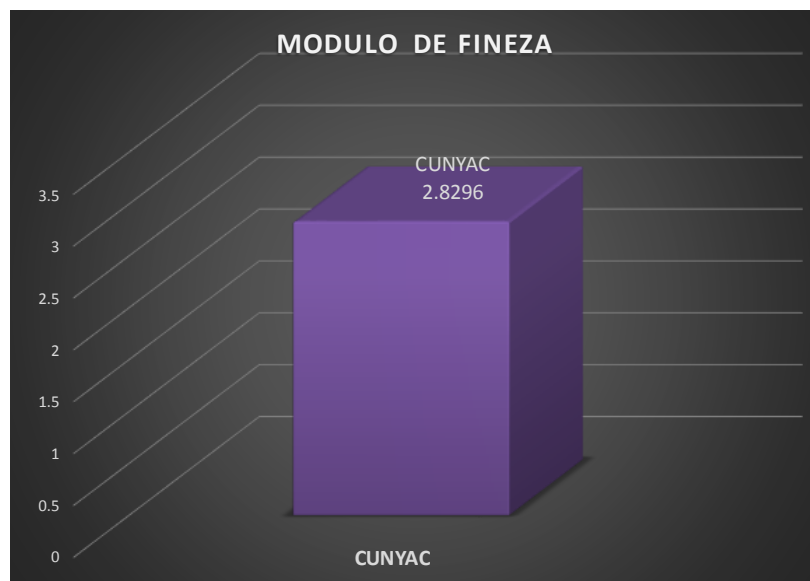
PROYECTO : Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO

MUESTRA : Testigos cilindricos de concreto ZURITE

AGREGADO GRUESO	
MODULO DE FINEZA	
5.5 - 8.5	
CANTERAS	VALOR
ZURITE	7.79
HILLQUE	7.05



AGREGADO FINO	
MODULO DE FINEZA	
2.3 - 3.1	
CANTERAS	VALOR
CUNYAC	2.8296

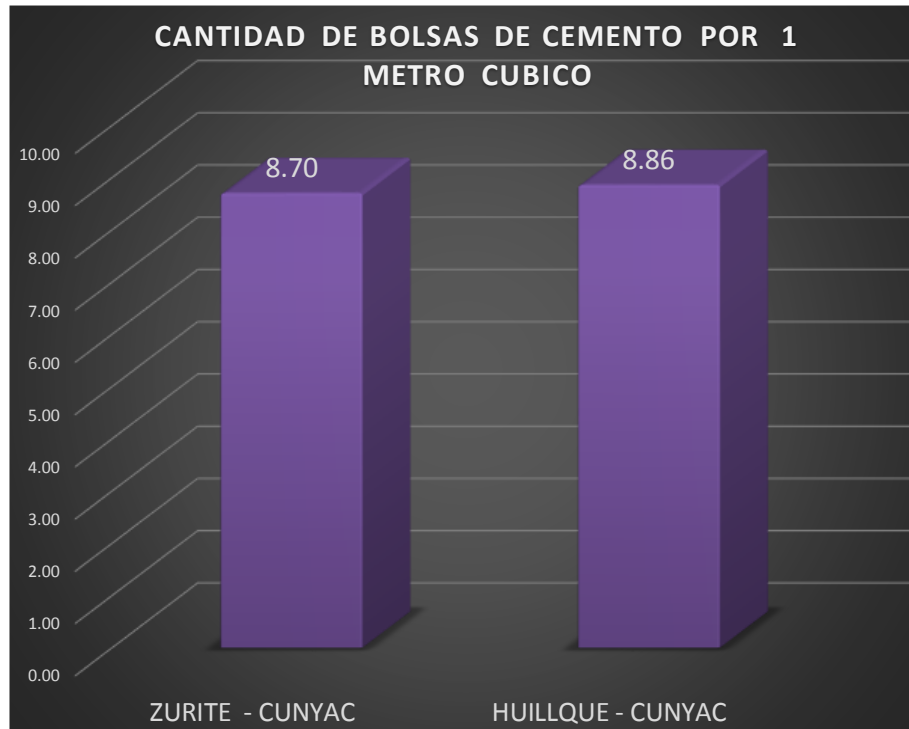


CUADRO COMPARATIVO

ZURITE - CUNYAC

HUILLQUE - CUNYAC

CANTIDAD DE BOLSAS DE CEMENTO	
CANTERAS	VALOR
ZURITE - CUNYAC	8.70
HUILLQUE - CUNYAC	8.86



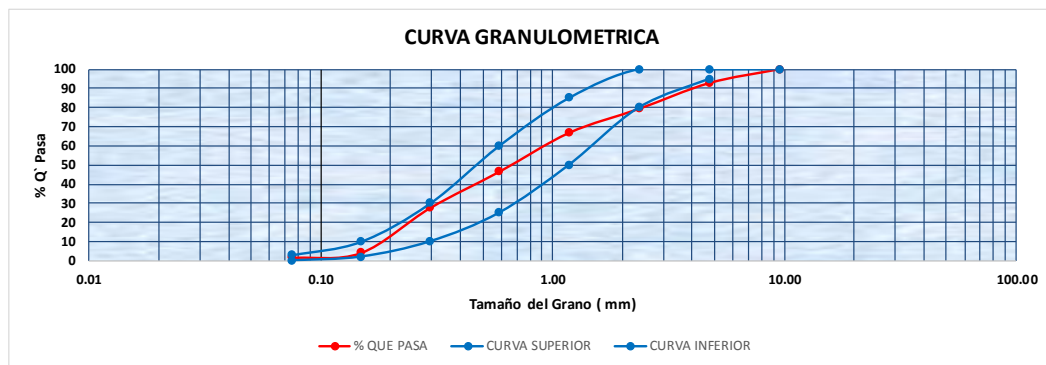
FICHA TECNICA

CANTERA ZURITE

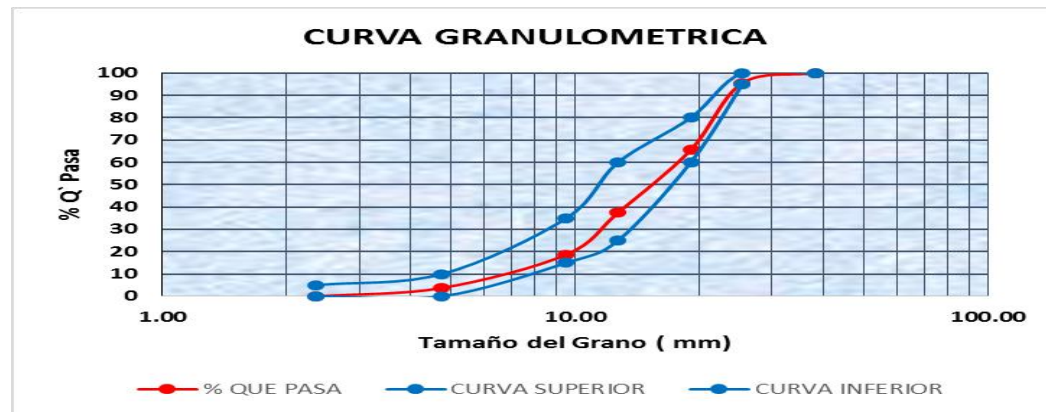
DISEÑADO POR	: Bach. MILEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: ZURITE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERA	MODULO DE FINEZA	SALES SOLUBLES	ABRASION	IMPUREZAS ORGANICAS	MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA N°200
ZURITE	7.79	0	27.80%	0	0.90%
ASTMY NTP	5.5 - 8.5	0	50%	3%	5%
CUMPLE	SI	SI	SI	SI	SI

GRANULOMETRIA DE AGREGADO FINO



GRANULOMETRIA DE AGREGADO GRUESO



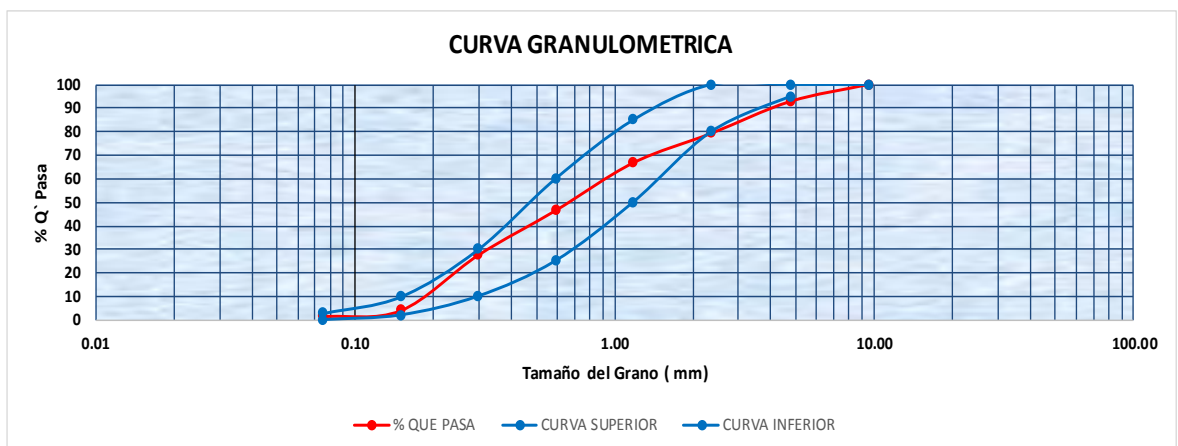
FICHA TECNICA

CANTERA HUILLQUE

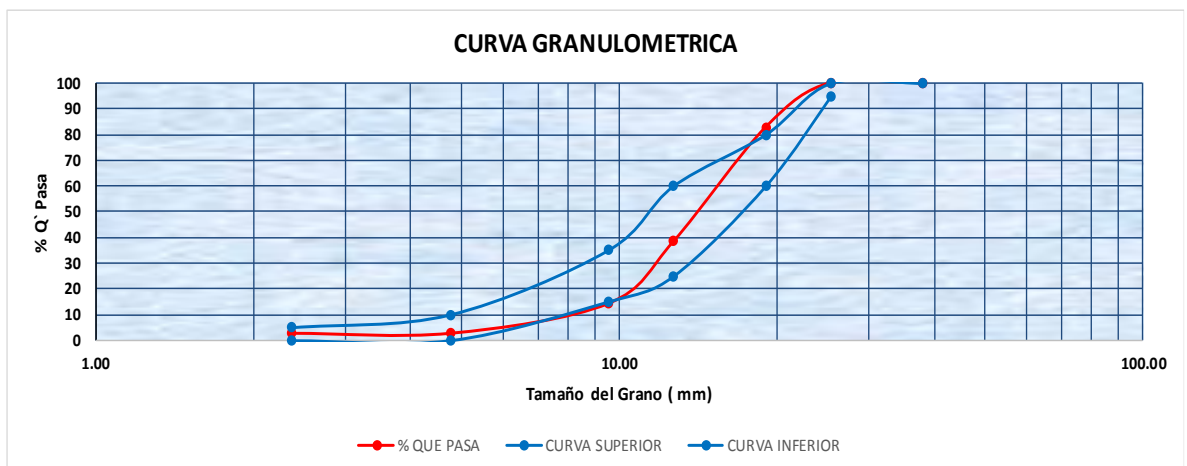
DISEÑADO POR	: Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
TEMA	: "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA- REGIÓN CUSCO"
UBICACIÓN	: HUILLQUE
FACULTAD	: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CANTERA	MODULO DE FINEZA	SALES SOLUBLES	ABRASION	IMPUREZAS ORGANICAS	MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA N°200
HUILLQUE	7.05	0	39.32%	0	1.10%
ASTM Y NTP	5.5 - 8.5	0	50%	3%	5%
CUMPLE	SI	SI	SI	SI	SI

GRANULOMETRIA DE AGREGADO FINO



GRANULOMETRIA DE AGREGADO GRUESO



FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TEMA : "ESTUDIO SOBRE CALIDAD DE AGREGADOS EN LA PROVINCIA DE ANTA-REGION CUSCO"
UBICACION : CUNYAC -ZURITE-HUILLQUE
PROYECTO : Bach. MILEEY GABY TICONA ESTOFANERO
MUESTRA Testigos cilindricos de concreto ZURITE

CUADRO COMPARATIVO

CANTERA	MODULO DE FINEZA	SALES SOLUBLES	ABRASION	IMPUREZAS ORGANICAS	T.M.N.	% A.BS.	% W. agregado	P.E
CUNYAC	2.8296	0	-	0	-	2.86%	6.12%	2.59
HUILLQUE	7.0500	0	39.3%	0	3/4"	1.98%	0.90%	2.64
ZURITE	7.7900	0	27.8%	0	3/4"	1.10%	2.31%	2.77

CUADRO COMPARATIVO

CANTERA	F´C	F´Cr.	F.Seg.	Ra/c	Aire Atrap.	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CEMENTO	H2O
CUNYAC - HUILLQUE	210	304	94	0.544	2.00%	2.59 Kg	2.11 Kg	8.86 Bls.	21.4 Lts.
CUNYAC-ZURITE	210	298	88	0.554	2.00%	2.67 Kg	2.28 Kg	8.73 Bls.	19.0 Lts.

CANTERA	CANTIDAD DE BOLSAS DE CEMENTO X METRO CUBICO	METRO CUBICO	BOLSAS DE CEMENTO	PRECIO BOLSA CEMENTO	COSTO POR METRO CUBICO	AHORRO CON RESPECTO A LA CANTERA MAS ELEVADA (S/.)
ZURITE	8.704	1	8.70	S/. 25.00	S/.217.59	S/.3.92
HUILLQUE	8.860	1	8.86	S/. 25.00	S/.221.51	

PLANOS

1. CANTERA ZURITE- ZURITE
2. CANTERA ANCAHUASI- HUILLQUE
3. CANTERA LIMATAMBO- CUNYAC

PANEL FOTOGRAFICO



CANtera CUNYAC

CANtera CUNYAC



CANtera CUNYAC

CANtera CUNYAC



TAMIZADO AGREGADO FINO



CANtera CUNYAC



CANtera HUILLQUE



CANtera HUILLQUE



TAMIZADO AGREGADO GRUESO



CANtera HUILLQUE



CANtera HUILLQUE



CANtera HUILLQUE



CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA TAMIZ (N°200)



CUARTEADA DEL MATERIAL FINO



CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA TAMIZ (N°200)



PESO DEL RECIPIENTE VACIO



PESO DEL AGREGADO FINO



LAVADO DEL AGREGADO FINO



LAVADO DEL AGREGADO FINO



MATERIAL DESPUES DEL LAVADO



PESO DEL MATEAL DESPUES DEL PROCESO DE LAVADO



SECADO DEL MATERIAL



SECADO DEL MATERIAL



TAMIZADO AGREGADO FINO



TAMIZADO AGREGADO FINO



TAMIZADO AGREGADO FINO



TAMIZADO AGREDADO FINO



PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS AGREGADOS



PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS AGREGADOS ZURITE



PESO UNITARIO COMPACTADO ZURITE



ENRRASADO DEL MATERIAL ZURITE



PESO DEL MATERIAL SUELTO ZURITE



PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS AGREGADOS HUILLQUE



PESO UNITARIO COMPACTADO HUILLQUE



ENRRASADO DEL MATERIAL HUILLQUE



PESO DEL MATERIAL SUELTO HUILLQUE



**PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS
AGREGADOS CUNYAC**



**PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS
AGREGADOS CUNYAC**



ELABORACION DE CONCRETO



ELABORACION DE CONCRETO



ELABORACION DE LA BRIQUETA



ELABORACION DE BRIQUETA



ELABORACION DE LA BRIQUETA



ELABORACION DE BRIQUETA



ELABORACION DE CONCRETO



ELABORACION DE CONCRETO



ELABORACION DE LA BRIQUETA



ELABORACION DE BRIQUETA



ELABORACION DE LA BRIQUETA



ELABORACION DE BRIQUETA