

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**Calidad de agregados de las canteras Tacllan, Pariapata,
Pariahuanca y su influencia en la resistencia del concreto,
Ancash-2017.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Botello Picón, Hugo Isaquiel

Asesor

Gumerciendo Flores, Reyes

Huaraz – Perú

2018

PALABRAS CLAVE

Tema	Canto rodado; cantera, resistencia a la compresión
Especialidad	Tecnología del Concreto

KEY WORDS

Theme	Boulder; quarry, resistance to compression
Specialty	Concrete Technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Área	2 Ingeniería Y Tecnología
Sub-Área	2.1 Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

**Calidad de agregados de las canteras Tacllan, Pariapata, Pariahuanca
y su influencia en la resistencia del concreto, Ancash-2017.**

RESUMEN

Se realizó el estudio de tres canteras: Cantera de Tacllán, cantera de Pariahuanca y cantera Pariapata. Las mismas que abastecen de material pétreo para la construcción de obras civiles en la ciudad de Huaraz, Carhuaz y Recuay. La investigación consistió en acudir a las canteras nombradas y obtener material del concreto con el consentimiento de los propietarios de las mismas, estas muestras fueron llevadas al Laboratorio de mecánica de suelo de la Universidad San Pedro de Huaraz en donde pasaron por diversos ensayos con la finalidad de obtener sus propiedades mecánicas.

Una vez obtenidas las propiedades mecánicas de las muestras en estudio se procedió a realizar el cálculo de la dosificación para un concreto de 210 kg/cm^2 de resistencia a compresión, mediante el método del comité 211 del ACI; con estas dosificaciones se elaboraron cilindros del concreto 210 kg/cm^2 resistencia a compresión y todos para un asentamiento de 6 a 9 cm que es el tipo del concreto más común empleado en obras civiles. Finalmente estos cilindros fueron ensayados a compresión para obtener su respectiva resistencia y comprobar si cumplían con lo establecido por la dosificación aplicada. Obteniendo así que la mejor calidad de agregado es de la cantera Pariapata por las propiedades que esta tiene, la pureza de sus agregados y la relación agua cemento, alcanzando una resistencia de concreto de 416.67 kg/cm^2 .

ABSTRACT

The study of three quarries was carried out: from Taclán quarry, Pariahuanca quarry and Pariapata quarry. The same ones that supply stony material for the construction of civil works in the city of Huaraz, Carhuaz and Recuay. The investigation consisted of going to the quarries and obtaining material from the concrete with the consent of the owners of the same, these samples were taken to the soil mechanics laboratory of the San Pedro University of Huaraz where they went through various tests with the purpose to obtain its mechanical properties.

Once the mechanical properties of the samples under study were obtained, the calculation of the dosage for a concrete of 210 kg/cm^2 of compressive strength was carried out using the method of the 211 Committee of the ACI; With these dosages, 210 kg/cm^2 concrete cylinders were made to resist compression and all of them for a settlement of 6 to 9 cm, which is the most common type of concrete used in civil works. Finally, these cylinders were tested by compression to obtain their respective strength and check if they complied with the established by the applied dosage. Obtaining thus that the best quality of aggregate is of the quarry Pariapata by the properties that this one has, the purity of its aggregates and the relation cement water, reaching a resistance of concrete of 416.67 kg/cm^2 .

INDICE

PALABRAS CLAVE	i
TITULO	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
INDICE	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	23
III. RESULTADOS.....	28
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	77
V. CONCLUSIONES.....	78
VI. RECOMENDACIONES.....	82
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRFICAS.....	83
VIII. APÉNDICES Y ANEXOS.....	85

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: <i>Composición granulométrica del agregado fino (arena)</i>	28
Tabla N° 02: <i>Composición granulométrica del agregado grueso (canto rodado)</i>	29
Tabla N° 03: <i>Contenido de humedad de los agregado grueso (canto rodado)</i>	30
Tabla N° 04: <i>Contenido de humedad de los agregado fino (canto rodado)</i>	30
Tabla N° 05: <i>Peso Unitario de agregado grueso (canto rodado)</i>	30
Tabla N° 06: <i>Peso Unitario de agregado fino (arena gruesa)</i>	31
Tabla N° 07: <i>Gravedad específica y % de absorción del agregado fino (arena gruesa)</i>	31
Tabla N° 08: <i>Gravedad específica y % de absorción del agregado grueso (canto rodado)</i>	32
Tabla N° 9: <i>Ensayo de equivalencia de arena</i>	32
Tabla N° 10: <i>impurezas orgánicas en agregados finos (ASTM C 40)</i>	33
Tabla N° 11 : <i>Resistencia promedio</i>	35
Tabla N° 12: <i>Resistencia promedio</i>	35
Tabla N° 13: <i>Volumen unitario de agua</i>	36
Tabla N° 14: <i>Contenido de aire</i>	36
Tabla N° 15: <i>Relación agua / cemento por resistencia</i>	37
Tabla N° 16: <i>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</i>	38
Tabla N° 17: <i>Composición granulométrica del agregado fino (arena)</i>	41
Tabla N° 18: <i>Composición granulométrica del agregado grueso (canto rodado)</i>	42
Tabla N° 19: <i>Contenido de humedad del agregado grueso (canto rodado)</i>	43
Tabla N° 20: <i>Contenido de humedad del agregado fino (canto rodado)</i>	43
Tabla N° 21: <i>Peso Unitario de agregado grueso (canto rodado)</i>	43
Tabla N° 22: <i>Peso Unitario de agregado fino (arena gruesa)</i>	44
Tabla N° 23: <i>Gravedad específica y % de absorción del agregado fino (arena gruesa)</i>	44
Tabla N° 24: <i>Gravedad específica y % de absorción del agregado grueso (canto rodado)</i>	45
Tabla N° 25: <i>Equivalente de arena</i>	45
Tabla N° 26: <i>impurezas orgánicas en agregados finos (ASTM C 40)</i>	46
Tabla N° 27: <i>Resistencia a la compresión Promedio</i>	48

Tabla N° 28: <i>Asentamiento de mezcla</i>	48
Tabla N° 29: <i>Volumen unitario de agua</i>	49
Tabla N° 30: <i>Contenido de aire atrapado</i>	49
Tabla N° 31: <i>Relación agua / cemento por resistencia</i>	50
Tabla N° 32: <i>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</i>	51
Tabla N° 33: <i>Composición granulométrica del agregado fino (arena)</i>	54
Tabla N° 34: <i>Composición granulométrica del agregado grueso (canto rodado)</i>	55
Tabla N° 35: <i>Contenido de humedad del agregado grueso (canto rodado)</i>	56
Tabla N° 36: <i>Contenido de humedad del agregado fino (canto rodado)</i>	56
Tabla N° 37: <i>Peso Unitario de agregado grueso (canto rodado)</i>	56
Tabla N° 38: <i>Peso Unitario de agregado fino (arena gruesa)</i>	57
Tabla N° 39: <i>Gravedad específica y % de absorción del agregado fino (arena gruesa)</i>	57
Tabla N° 40: <i>Gravedad específica y % de absorción del agregado grueso (canto rodado)</i>	58
Tabla N° 41: <i>Equivalente de arena</i>	58
Tabla N° 42: <i>impurezas orgánicas en agregados finos (ASTM C 40)</i>	59
Tabla N° 43: <i>Resistencia a la compresión Promedio</i>	61
Tabla N° 44: <i>Asentamiento de mezcla</i>	61
Tabla N° 45: <i>Volumen unitario de agua</i>	62
Tabla N° 46: <i>Contenido de aire atrapado</i>	62
Tabla N° 47: <i>Relación agua / cemento por resistencia</i>	63
Tabla N° 48: <i>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</i>	64
Tabla N° 49: <i>Cálculo de material para 9 moldes cantera Tacllan</i>	67
Tabla N° 50: <i>Cálculo de material para 9 moldes cantera Pariahuanca</i>	68
Tabla N° 51: <i>Cálculo de material para 9 moldes cantera Pariapata</i>	68
Tabla N° 52: <i>Ensayo de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días</i>	69
Tabla N° 53: <i>Resumen de resistencia a la compresión</i>	73
Tabla N° 54: <i>Análisis de varianza (ANOVA)</i>	74

INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 1: <i>Curva granulométrica del agregado fino (fino)</i>	28
Grafico N° 2: <i>Curva granulométrica del agregado grueso (canto rodado)</i>	29
Grafico N° 3: <i>Curva granulométrica del agregado fino (fino)</i>	41
Grafico N° 4: <i>Curva granulométrica del agregado grueso (canto rodado)</i>	42
Grafico N° 5: <i>Curva granulométrica del agregado grueso (canto rodado)</i>	55
Grafico N° 6: <i>Resistencia a los 7 días</i>	70
Grafico N° 7: <i>Resistencia a los 14 días</i>	70
Grafico N° 8: <i>Resistencia a los 28 días</i>	71
Grafico N° 9: <i>Curva de resistencia cantera Tacllan</i>	71
Grafico N° 10: <i>Curva de resistencia cantera Pariapata</i>	72
Grafico N° 11: <i>Curva de resistencia cantera Pariahuanca</i>	72
Grafico N° 12: <i>Comparación de resistencia de las canteras de Tacllan, Pariapata y Pariahuanca a los 7,14 y 28 días de curado</i>	73

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se realizan construcciones civiles dentro de la ciudad de Huaraz, Carhuaz y Recuay utilizando agregados de diferentes canteras, sin embargo los constructores que adquieren dicho material lo utilizan sin conocer sus propiedades y por ende esto genera un alto grado de incertidumbre al momento de realizar el concreto ya que al no conocer las propiedades de sus componentes no podemos saber si este alcanzará la resistencia esperada.

Estas propiedades deberían cumplir con ciertos requisitos técnicos para la elaboración del concreto, sin embargo ni los propietarios de las canteras ni los mismos constructores se han preocupado en determinarlas y es por eso que en muchos casos al realizar el concreto con cemento de calidad, agua potable y las cantidades necesarias de material, etc. aun así no se obtiene la resistencia deseada quedando como única explicación que la calidad de los agregados fue la que influyó entonces resulta sumamente importante la necesidad de determinarla.

De igual manera otro problema al momento de realizar el concreto es que se utilizan cantidades asumidas a través de la experiencia del constructor o del mismo maestro de obra, sin embargo si nos adentramos en el campo de la dosificación sabremos que al momento de calcularla esta varía de cantera en cantera debido a que las propiedades de los materiales no van a ser nunca las mismas.

El agregado fino y grueso del canto rodado son componentes fundamentales del concreto ,por lo cual en el presente trabajo de investigación se pretende determinar la calidad de agregados de las canteras Tacllan, Pariapata, Pariahuanca y su influencia en la resistencia del concreto, Ancash-2017.

Se realizaron ensayos comparativos entre las propiedades de los agregados de las canteras, para lo cual se realizaron 27 especímenes cilíndricos de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, conservando la relación A/C en ambos diseños para un $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$. Se utilizó un cemento portland para dicho experimento.

En los antecedentes se aprecia que Absalón y Salas (2008), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de los Andes de Venezuela, estudiaron la influencia de la calidad de los agregados pétreos ubicados en el estado de Mérida sobre la resistencia a compresión del concreto realizando ensayos comparativos entre un concreto realizado con agregado de una cantera A y con agregados de la cantera B, variando las resistencias de diseño empleadas. Los resultados permitieron concluir que en el concreto realizado con el agregado proveniente de la cantera A presento poca trabajabilidad en concreto fresco, esto se debió a la gran cantidad de tamaño cercanos al tamaño máximo nominal, pero en el concreto endurecido los resultados de la resistencia a compresión fueron los esperados; a diferencia del concreto realizado con agregados de la cantera B que presento mejor trabajabilidad pero baja resistencia a la compresión. Llegando a concluir que existen variables en la calidad de los agregados que no están incluidas en las fórmulas de diseño de mezcla que afectan directamente las propiedades mecánicas del concreto.

Soto (2008), usó la caracterización de tres tipos de agregado grueso y agregado fino utilizados, con base a procedimientos y especificaciones de las normas COGUANOR y ASTM. Evaluando los concretos en estado fresco y endurecido por medio de procedimientos y especificaciones de las normas COGUANOR y ASTM aplicables. Concluyó que la forma y composición de los agregados de trituración y canto rodado influyen en el desarrollo de la resistencia a compresión a edades tempranas para 1, 3 y 7 días de edad, el concreto de trituración tiene los valores más altos de resistencia a compresión.

Cáder (2012) en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad De El Salvador, estudió los procedimientos para la elección de las proporciones de los materiales en el diseño de mezcla de concreto, aplicando para ello la “Práctica estándar para la selección del procesamiento de concreto de peso normal ACI 211.1” y utilizando en el proceso de diseño cementos bajo la norma ASTM C- 1157 tipo GU y ASTM C-1157 tipo HE. Llegando a concluir que en cada diseño de mezclas de concreto realizados en esta investigación, se puede constatar que en ninguno de ellos se alcanzó la resistencia de diseño planteada, ya que los cementos bajo la norma ASTM C-1157 Tipo GU y Tipo HE tienen menor resistencia a la compresión a los veintiocho días, en relación al cemento bajo la norma ASTM C-150 Tipo I (cemento utilizando en ACI 211.1); Sin embargo es de tomar en cuenta que el cemento ASTM C-1157 Tipo HE no posee ninguna restricción en cuanto a la resistencia que éste deba tener a los veintiocho días.

Medina (2012), en su estudio de investigación “Diseño de mezclas del concreto - método del factor retenido y la graduación geométrica”, nos presenta en forma teórica y experimental un nuevo método para el diseño de mezclas, el cual es denominado “Método del Factor Retenido” y se compara con los resultados obtenidos por el método recomendado por la ACI 211.1 para concreto usuales. Para proporcionar los agregados se utilizó como base una curva continua denominada “Graduación Geométrica”. Esta “Graduación Geométrica” fue modificada para obtener un mejor empaquetamiento de partículas y para que pueda ser utilizada para todos los Tamaños Máximos de los Agregados (TMA). Se compararon las resistencias entre ambos métodos para tres relaciones agua/cemento, la misma cantidad de agua y un mismo TMA, observándose la influencia que tiene la composición granulométrica del agregado en dos propiedades del concreto. De los resultados obtenidos se puede observar una decidida influencia de la composición granulométrica de los agregados en la resistencia a la compresión y en la trabajabilidad del concreto usual.

Ortega (2013), determinó las propiedades de los agregados que se utilizan en la construcción de obras civiles en la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua. Establece que si los agregados que se utilizan en la construcción de obras civiles en la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua, son aptos para la elaboración del concreto. Propone las dosificaciones adecuadas para la elaboración del concreto, de acuerdo a las propiedades de los agregados. Concluyó que la Planta Industrial De Trituración De Áridos 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 y 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 del concreto debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm³ y 2.750gr./cm³.

La presente investigación se fundamenta científicamente en conocer la calidad de los agregados que se emplean en la industria de la construcción para la elaboración de concreto, debido a que forman gran parte del volumen final del mismo y si estos son de buena calidad entonces darán lugar a concretos de resistencia estable, durable y económica.

Esta investigación se desarrolla con la finalidad de distinguir el comportamiento de los diferentes agregados que se utilizan en las obras de las ciudades de Huaraz, Recuay y Carhuaz y todo sustentado en base a ensayos técnicos de laboratorio con el fin de obtener resultados confiables.

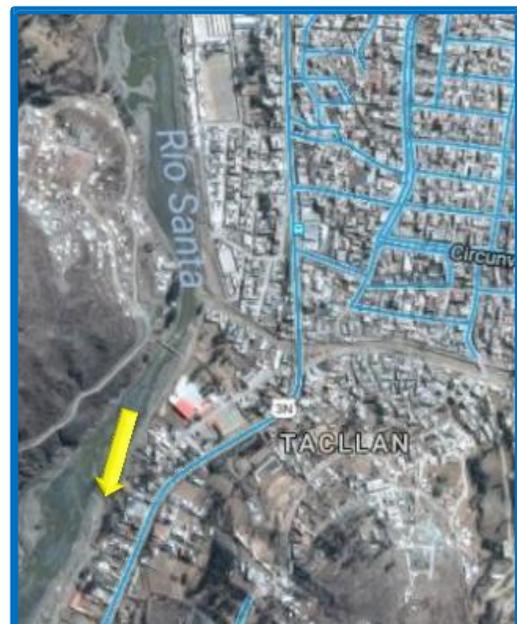
La justificación de esta investigación es con la finalidad de conocer las propiedades de los agregados de: Canteras de Taclán, Pariapata y Pariahuanca; para de esta manera conocer si dichos materiales cumplen con las normas técnicas establecidas. Esta información será de mucha utilidad para los constructores, entidades públicas y usuarios particulares ya que conocerán la fiabilidad de los

agregados empleados y sabrán de manera certera qué resistencia esperar del concreto que preparen en obra. También resulta ventajoso desde el punto de vista económico debido a que los agregados tienen menor precio en el mercado comparado con el cemento que es otro material indispensable en la elaboración de concreto, puesto que con una dosificación adecuada no se verán necesitados de incrementar cemento para obtener mayor resistencia.

En el planteamiento de problema se recalca que al investigar las problemáticas estructurales y medio ambientales generales existentes en nuestra localidad, las ciudades de Huaraz, Carhuaz y Recuay, podemos encontrar en sus alrededores diversas canteras de las cuales se extraen los agregados que son empleados en la construcción de obras civiles por lo que se han tomado como objeto de estudio tres de las canteras principales que se detallan a continuación:

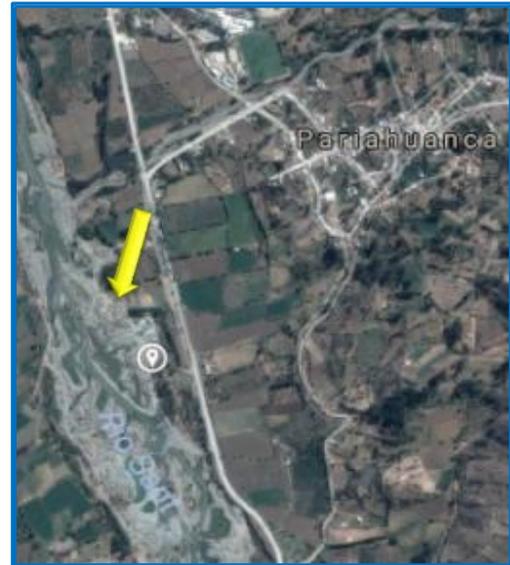
Ubicación de Tacllan

- ✓ Distrito: Huaraz
- ✓ Provincia: Huaraz
- ✓ Región: Ancash
- ✓ Ubigeo: 020101
- ✓ Latitud Sur: 9° 32' 32.7" S (-9.554839)
- ✓ Longitud Oeste: 77° 31' 10.1" W (-77.538299)
- ✓ Altitud: 3100 msnm



Ubicación: Pariahuanca

- ✓ Distrito: Pariahuanca
- ✓ Provincia: Carhuaz
- ✓ Región : Ancash
- ✓ Latitud :S (-9.389688)
- ✓ Longitud : W(-77.58292)
- ✓ Altitud: 2.645 m.s.n.m



Ubicación de Pariapata

- ✓ Distrito: Recuay
- ✓ Provincia: Recuay
- ✓ Región: Ancash
- ✓ Ubigeo: 021701
- ✓ Latitud Sur: S (9.684402)
- ✓ Longitud Oeste: W (-77.4695)
- ✓ Altitud: 3428 m



Para dichas canteras es necesario el estudio de las propiedades de sus agregados, las cuales influyen sobre la resistencia del concreto tales como: el tipo, la forma, textura, tamaño máximo, solidez, gradación y limpieza de la partícula.

Hoy en día se realizan construcciones civiles dentro de la ciudad de Huaraz, Recuay y Carhuaz utilizando agregados de diferentes canteras, sin embargo los constructores que adquieren dicho material lo utilizan sin conocer sus propiedades y por ende esto genera un alto grado de incertidumbre al momento de realizar el concreto ya que al no conocer las propiedades de sus componentes no podemos saber si este alcanzará la resistencia esperada.

Estas propiedades deberían cumplir con ciertos requisitos técnicos para la elaboración del concreto, sin embargo ni los propietarios de las canteras ni los mismos constructores se han preocupado en determinarlas y es por eso que en muchos casos al realizar el concreto con cemento de calidad, agua potable y las cantidades necesarias de material, etc. aun así no se obtiene la resistencia deseada quedando como única explicación que la calidad de los agregados fue la que influyó entonces resulta sumamente importante la necesidad de determinarla.

De igual manera otro problema al momento de realizar el concreto es que se utilizan cantidades asumidas a través de la experiencia del constructor o del mismo maestro de obra, sin embargo si nos adentramos en el campo de la dosificación sabremos que al momento de calcularla esta varía de cantera en cantera debido a que las propiedades de los materiales no van a ser nunca las mismas.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la calidad de agregados de las canteras Tacllán, Pariapata, Pariahuanca y su influencia en la resistencia del concreto?

En 1907, los norteamericanos Fuller y Thomson publican “laws of proportionig concreto”, basados en sus investigaciones en relación con el concreto a ser empleado por la comisión del acueducto de la ciudad de nueva york. en este trabajo el énfasis está en la densidad del concreto y en el cómo lograrlo aplicando la conocida “Curva de Fuller” para graduar el agregado a máximo densidad .aunque en la actualidad este

concepto ha perdido significación en el diseño de mezcla de concreto, algunos ingenieros siguen empleando en mezclas en las que la fricción entre partículas puede ser de alguna importancia. Estos trabajos introducen un método de diseño que se basa en la granulometría del agregado, permitiendo seleccionar las proporciones para obtener concreto máxima densidad. La experiencia demostró que las mezclas seleccionadas empleando este método tendían a ser ásperas y poco trabajables y requieren compactación vigorosa.

Duff Abrams, en 1918, como conclusión de un programa de investigación realizado en el Lewis Institute de la ciudad de Chicago, desarrolla la primera teoría coherencia sobre el proporcionamiento de mezcla de concreto al demostrar, para las resistencia en compresión de esa época, la interdependiente entre la resistencia y el volumen de agua por unidad de volumen de cemento en el concreto. Abrams desarrolló un procedimiento para proporcionamiento de mezcla de concreto, el cual es detallado en el boletín 1 del Structural Materials Research laboratorio del Lewis Institute. Este estudio da nacimiento a la conocida “ley de la relación agua cemento” o ley de Abrams.

En 1944 el American Concrete Institute aprueba y publica “recommended practice for the design of concrete mixed” (ACI 613 44). Esta recomendación incluye un conjunto de pasos para el diseño de mezclas de concreto por el método de los volúmenes absolutos, basándose en la selección de la relación agua/cemento, en la resistencia deseada, y en las condiciones de servicios. Una nota de pie de página en esta recomendación indicada “cuando el contenido de aire es apreciable, como en los casos en que se emplea agentes incorporadores de aire, debe efectuarse una adecuada composición considerando al aire como reemplazando a un volumen similar de arena”.

El concreto, presenta un comportamiento viscoso, mientras que la otra, formada por los agregados, muestra un comportamiento casi elástico. Estando los agregados rodeados y separados entre ellos por la pasta de cemento. Resulta así, la definición de un material heterogéneo, cuya estructura particular posibilita un comportamiento inelástico; siendo las deformaciones de la fase viscosa susceptible de ser modificadas por el tiempo y las condiciones de curado, creando tensiones internas considerables. Por otra parte a los problemas de diseño y construcción, característicos de las fábricas de piedra, de índole mecánica según las formas y las masas de los elementos, se unen en las construcciones de concreto multitud de otros factores, que deben ser conocidos y apreciados por el Ingeniero, que interviene directamente en su fabricación desde una primera instancia. Así pues, ha de estudiar el tipo y calidad de los áridos, los problemas de fraguado y endurecimiento del aglomerante, la dosificación del conjunto, su fabricación y puesta en obra, su comportamiento bajo la acción de las cargas y de los agentes destructivos (Gonzales. M, 1962).

COTERA G. (1962), definió que el concreto es Básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

Laínez, Cruz, Martínez, y Velásquez (2012), definen el cemento como un aglomerante en una mezcla de concreto, y actualmente se utilizan los denominados cementos Pórtland en sus distintos tipos los cuales al ser mezclados con agua tienen las propiedades de fraguar y endurecer. Este cemento es el resultado de pulverizar piedra caliza y arcilla los cuales se mezclan en hornos en temperatura de 1400 a 1600 grados centígrados, de esa manera se obtiene una materia llamada Clinker, la cual posee propiedades hidráulicas; por lo tanto el cemento Portland es un ligamento hidráulico que se obtiene al moler finamente el clinker de cemento Portland con una cantidad de yeso que está en el rango de 4 a 5 %.

A medida que varían los contenidos de C2S, C3S, C3A, CAF se modifican las propiedades del cemento Portland, por lo tanto se pueden fabricar diferentes tipos con el fin de satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas para situaciones especiales (Rivera, L. 2010).

El cemento tipo I es un cemento de uso general, en nuestro país este cemento es fabricado en base a la norma ASTM –C150, la fabricación de este cemento es similar a la fabricación de cualquier otro tipo de cemento, pero cabe decir que este cemento está constituido nada más de Clinker y yeso. Debido que es un cemento general, el cual puede ayudar a alcanzar altas resistencias puede ser utilizado en pavimentos, pisos, edificios de concreto reforzado, puentes.

CUADRO N° 1: Características Físicas del Cemento Portland Tipo I
REQUISITOS ASTM
C-150, NTP 334.002

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	TIPO I - SOL	REQUISITOS ASTM C-150, NTP 334.002
Peso específico (gr/cm ³)	3.11	.....
Fineza m alta 100 (%)	0.04	.....
Fineza m alta 200 (%)	4.14	.....
Superficie específica (cm/gr)	3480	Mínimo 2800
Contenido de aire (%)	9,99	Máximo 12
Expansión autoclave (%)	0.18	Máximo 0.8
Fraguado inicial autoclave (hr.min)	1.49	Mínimo 0.45
Fraguado final autoclave (hr.min)	3.29	Máximo 6.15
F’c a 3 días (kg/cm ²)	254	124 (12.4 Mpa)
F’c a 7 días (kg/cm ²)	301	193 (19.3 Mpa)
F’c a 28 días (kg/cm ²)	357	276 (27.6 Mpa)
Calor de hidratación 7 días (cal/gr)	70.6	.....
Calor de hidratación 28 días (cal/gr)	84.3	.....

Fuente: Elaboracion propia.

Campos (2009) indica que antiguamente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas, la tecnología moderna se establece que siendo este material el que mayor porcentaje de participación tendrá dentro de la unidad cúbica de concreto sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades del concreto.

El agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del concreto. La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla empiece a dejarse trabajar, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento, por lo tanto, de acuerdo con lo anterior como una regla práctica, se debe colocar la menor cantidad de agua en la mezcla, pero teniendo en cuenta que el mortero o el concreto queden trabajables (Rivera 2010).

CUADRO N° 2: Requisitos Para Agua De Mezcla-NTP 339.088

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de magnesio	150 ppm.
Sales solubles totales	1500 ppm.
pH	mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánico	10 ppm.

Fuente: elaboración propia.

El diseño de concreto es un procedimiento empírico, y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada así como la manejabilidad apropiada para un tiempo determinado, además se debe diseñar para unas propiedades que el concreto debe cumplir cuando una estructura se coloca en servicio.

Una mezcla se debe diseñar tanto para estado fresco como para estado endurecido. Las principales exigencias que se deben cumplir para lograr una dosificación apropiada en estado fresco son las de manejabilidad, resistencia, durabilidad y economía (Sánchez, D., 2001).

La Durabilidad se define como “la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro”. Algunos investigadores prefieren decir que “es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea; los ataques, ya sea químicos, físicos o biológicos, a los cuales puede estar expuesto; los efectos de la abrasión, la acción del fuego y las radiaciones: la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro”. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI), Indica que, el concreto es diseñado para una resistencia mínima a compresión. Esta especificación de la resistencia puede tener algunas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la cantidad de material cementante. Es importante asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles o en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en las características más importante por tema de durabilidad. (Burg., S 1996).

En algunas especificaciones puede requerirse que el concreto cumpla con ciertos requisitos de durabilidad relacionados con congelamiento y deshielo, ataques

químicos, o ataques por cloruros, casos en los que la relación agua cemento, el contenido mínimo de cemento y el uso de aditivos se convierten en pieza fundamental para el diseño de una mezcla de concreto. Esto nos lleva a tener presente que una mezcla perfecta o diseñada bajos los criterios de durabilidad no producirá ningún efecto si no se llevan a cabo procedimientos apropiados de colocación, compactación acabado, protección y curado. (Burg., S 1996)

El costo de la elaboración de una mezcla de concreto está constituido básicamente por el costo de los materiales, equipo y mano de obra. La variación en el costo de los materiales se debe a que el precio del cemento por kilo es mayor que el de los agregados y de allí, que la proporción de estos últimos minimice la cantidad de cemento sin sacrificar la resistencia y demás propiedades del concreto. La diferencia en costo entre los agregados generalmente es secundaria; sin embargo, en algunas localidades o con algún tipo de agregado especial pueden ser suficientes para que influya en la selección y dosificación. El costo del agua usualmente no tiene ninguna influencia, mientras que el de los aditivos puede ser importante por su efecto potencial en la dosificación del cemento y los agregados. Comité 211 del American Concrete Instituto (ACI).

Las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con dichas características con los materiales disponibles, se logra mediante el sistema de prueba y error o el sistema de ajuste y reajuste. (Pinto y Hover 2001).

Los métodos de diseño de mezclas de concreto van desde los analíticos experimentales y empíricos, hasta volumétricos, todos estos métodos han evolucionado y ha llevado a procedimientos acordes con las necesidades de los proyectos y se han desarrollado algunas guías ya normalizadas para darle cumplimiento a la calidad del concreto en la obras. Comité 211 del American Concrete Institute (ACI).

La facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte y el manoseo. El grado de la trabajabilidad que se requiere para una buena colocación del concreto se controla por los métodos de colocación, tipo Consolidación y tipo de concreto. Los diferentes tipos de colocación requieren diferentes niveles de trabajabilidad. La distribución uniforme de las partículas de agregado y la presencia de aire incorporado ayudan considerablemente en el control de la segregación y en la mejoría de la trabajabilidad. **La tabla # 21** enseña el efecto de la temperatura de colocación sobre la consistencia o asentamiento en cono de Abrams y sobre la trabajabilidad potencial de las mezclas. Las propiedades relacionadas con la trabajabilidad incluyen consistencia, segregación, movilidad, bombeabilidad, sangrado (exudación) y facilidad de acabado. La consistencia es considerada una buena indicación de trabajabilidad. El asentamiento en cono de Abrams se usa como medida de la consistencia y de la humedad del concreto. Un concreto de bajo revenimiento tiene una consistencia rígida o seca. Si la consistencia es muy seca y rígida, la colocación y compactación del concreto serán difíciles y las partículas más grandes de agregados pueden separarse de la mezcla. Sin embargo, no debe suponerse que una mezcla más húmeda y fluida es más trabajable. Si la mezcla es muy húmeda, pueden ocurrir segregación y formación de huecos. La consistencia debe ser lo más seca posible para que aún se permita la colocación empleándose los equipos de consolidación disponibles. (Powers, S. 1932).

El sangrado (exudación) es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie (Fig. 1-7). El sangrado es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado. Un poco de sangrado es útil en el control de la fisuración por retracción plástica. Por otro

lado, la excesiva aumenta la relación agua-cemento cerca de la superficie; puede ocurrir una camada superficial débil y con poca durabilidad, particularmente si se hace el acabado cuando el agua de sangrado aún está presente. Los vacíos y bolsas de agua pueden ocurrir, resultantes del acabado prematuro de la superficie. (Según Kosmatka 1994).

La calidad de unión (adhesión) de la pasta de cemento portland se debe a las reacciones químicas entre el cemento y el agua, conocidas como hidratación. El cemento portland no es un compuesto químico sencillo, es una mezcla de muchos compuestos. Cuatro de ellos totalizan 90% o más del peso del cemento portland: silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato tetracálcico (aluminio ferrito tetracálcico). Además de estos compuestos principales, muchos otros desempeñan un papel importante en el proceso de hidratación. Cada tipo de cemento portland contiene los mismos cuatro compuestos principales, pero en proporciones diferentes. Cuando se examina el clínker (clinker) (el producto del horno que se muele para fabricar el cemento portland) al microscopio, la mayoría de sus compuestos individuales se puede identificar y sus cantidades se pueden determinar. Sin embargo, los granos más pequeños no se pueden detectar visualmente. El promedio del diámetro de las partículas de un cemento típico es aproximadamente 15 micrómetros. Si todas las Partículas tuviesen este diámetro promedio, el cemento portland contendría aproximadamente 300 billones de partículas por kilogramo, pero en realidad, existen unos 16,000 billones de partículas por kilogramo, debido a la amplia variación del tamaño de las partículas. Las partículas en un kilogramo de cemento portland tienen un área superficial de aproximadamente 400 metros cuadrados. Los dos silicatos de calcio, los cuales constituyen 75% del peso del cemento portland, reaccionan con el agua para formar dos compuestos: hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado (hidrato de silicato de calcio). Este último es, sin duda, el más importante compuesto del concreto. Las propiedades de ingeniería del concreto – fraguado y endurecimiento, resistencia y

estabilidad dimensional dependen principalmente del silicato de calcio hidratado. Éste es el corazón del concreto. La composición química del silicato de calcio hidratado es un tanto variable, pero contiene cal (CaO) y dióxido de silicio (SiO_2) en una proporción de 3 para 2. El área superficial del silicato de calcio hidratado es unos 300 metros cuadrados por gramo. En pastas endurecidas de cemento, el silicato de calcio hidratado forma un vínculo denso entre las otras fases cristalinas y los granos de cemento aún no hidratados; también se adhiere a los granos de arena y a los agregados gruesos, cementándolo todo junto. (Copeland y Schulz, 1962).

El concreto endurecido contiene poros llenos de agua y aire, los cuales no tienen resistencia. La resistencia está en las partes sólidas de la pasta, sobre todo en el silicato de calcio hidratado y en los compuestos cristalinos. Cuanto menos porosa es la pasta de cemento, más resistente es el concreto. Por lo tanto, al mezclarse el concreto, no se debe usar más agua que aquella estrictamente necesaria para obtenerse un concreto plástico y trabajable. Incluso, la cantidad de agua usada es normalmente mayor que la necesaria para la hidratación completa del cemento. Aproximadamente se necesitan 0.4 gramos de agua por gramo de cemento para la hidratación completa del cemento. Sin embargo, la hidratación completa es rara en los concretos de las obras, debido a una falta de humedad y al largo periodo de tiempo (décadas) que se requiere para obtener la hidratación total. El conocimiento de la cantidad de calor liberado por la hidratación del cemento puede ser útil para el planeamiento de la construcción. En invierno, el calor de hidratación va a ayudar a proteger el concreto contra los daños causados por las temperaturas muy bajas. Sin embargo, el calor puede ser perjudicial, como por ejemplo en estructuras masivas, tales como las presas, pues puede producir temperaturas diferenciales indeseables. El conocimiento de la velocidad de reacción entre el cemento y el agua es importante porque determina el tiempo de fraguado y endurecimiento. La reacción inicial debe ser suficientemente lenta para que haya tiempo para transportar y colocar el concreto. Una vez que el concreto ha sido colocado y acabado, es deseable un endurecimiento

rápido. El yeso, que se añade en el molino de cemento cuando al molerse el clínker, actúa como un regulador del fraguado inicial del cemento portland. La finura del cemento, aditivos, cantidad de agua adicionada y temperatura de los materiales en el momento de la mezcla son otros factores que influyen la tasa de hidratación. Las propiedades de fraguado de mezclas de concreto en diferentes temperaturas. (Powers, S. 1948)

La resistencia es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido al fracturamiento se puede definir en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión. (Juárez E. 2005).

La permeabilidad es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire y es una de las cualidades más importantes que han de considerarse. La permeabilidad es la capacidad que poseen las rocas, el suelo y otras sustancias porosas de permitir el ingreso de fluidos en ellas. Existen muchos factores que afectan la permeabilidad. La porosidad, que es el porcentaje de espacio vacío que contiene un sólido, determina la cantidad de espacio que tienen los líquidos para fluir en el sólido. Pero el tamaño y la forma de los poros también son importantes. (Juárez E. 2005).

El concreto es una masa endurecida que por su propia naturaleza es discontinua y heterogénea. Las propiedades de cualquier sistema heterogéneo dependen de las características físicas y químicas de los materiales que lo componen y de las interacciones entre ellos. Con base en lo anterior, la resistencia del concreto depende principalmente de la resistencia e interacción de sus fases constituyentes: La

resistencia de la pasta hidratada y endurecida (matriz), la resistencia de las partículas del agregado y la resistencia de la interface matriz-agregado. (Osorio, J. 2013)

El cemento es el material más activo de la mezcla de concreto, por tanto sus características y sobre todo su contenido (proporción) dentro de la mezcla tienen una gran influencia en la resistencia del concreto a cualquier edad. A mayor contenido de cemento se puede obtener una mayor resistencia y a menor contenido la resistencia del concreto va a ser menor. (Osorio, J. 2013).

Abrams formuló la conocida “Ley de Abrams”, según la cual, para los mismos materiales y condiciones de ensayo, la resistencia del concreto completamente compactado, a una edad dada, es inversamente proporcional a la relación agua-cemento. Este es el factor más importante en la resistencia del concreto: Relación agua-cemento = A/C , (A: Contenido de agua en la mezcla en kg, y C: Contenido de cemento en la mezcla en kg). De acuerdo con la expresión anterior, existen dos formas de que la relación agua-cemento aumente y por tanto la resistencia del concreto disminuya: aumentando la cantidad de agua de la mezcla o disminuyendo la cantidad de cemento. Esto es muy importante tenerlo en cuenta, ya que en la práctica se puede alterar la relación agua-cemento por adiciones de agua después de mezclado el concreto con el fin de restablecer asentamiento o aumentar el tiempo de manejabilidad, lo cual va en detrimento de la resistencia del concreto y por tanto esta práctica debe evitarse para garantizar la resistencia para la cual el concreto fue diseñado. También se debe tener en cuenta si el concreto va a llevar aire incluido (naturalmente atrapado más incorporado), debido a que el contenido de aire reduce la resistencia del concreto, por lo tanto para que el concreto con aire incluido obtenga la misma resistencia debe tener una relación agua-cemento más baja. (Osorio, J. 2013).

La distribución granulométrica juega un papel importante en la resistencia del concreto, ya que si esta es continua permite la máxima capacidad del concreto en

estado fresco y una mayor densidad en estado endurecido, lo que se traduce en una mayor resistencia. La forma y textura de los agregados también influyen. Agregados de forma cúbica y rugosa permiten mayor adherencia de la interface matriz-agregado respecto de los agregados redondeados y lisos, aumentando la resistencia del concreto. Sin embargo este efecto se compensa debido a que los primeros requieren mayor contenido de agua que los segundos para obtener la misma manejabilidad. La resistencia y rigidez de las partículas del agregado también influyen en la resistencia del concreto. (Osorio, J. 2013).

Recientes investigaciones sobre la influencia del tamaño máximo del agregado en la resistencia del concreto concluyen lo siguiente: Para concretos de alta resistencia, mientras mayor sea la resistencia requerida, menor debe ser el tamaño del agregado para que la eficiencia del cemento sea mayor. Para concretos de resistencia intermedia y baja, mientras mayor sea el tamaño del agregado, mayor es la eficiencia del cemento. En términos de relación agua-cemento, cuando esta es más baja, la diferencia en resistencia del concreto con tamaños máximos, menores o mayores es más pronunciada. (Osorio, J. 2013).

Fraguado del concreto es el factor que afecta la resistencia del concreto es la velocidad de endurecimiento que presenta la mezcla al pasar del estado plástico al estado endurecido, es decir el tiempo de fraguado. Por tanto es muy importante su determinación. (Osorio, J. 2013).

Edad del concreto, a partir del momento en que se presenta el fraguado final del concreto, comienza realmente el proceso de adquisición de resistencia, el cual va aumentando con el tiempo. Con el fin de que la resistencia del concreto sea un parámetro que caracterice sus propiedades mecánicas, se ha escogido arbitrariamente la edad de 28 días como la edad en la que se debe especificar el valor de resistencia del concreto. Se debe tener en cuenta que las mezclas de concreto con menor relación

agua-cemento aumentan de resistencia más rápidamente que las mezclas de concreto con mayor relación agua-cemento. (Osorio, J. 2013).

El curado del concreto, es el proceso mediante el cual se controla la pérdida de agua de la masa de concreto por efecto de la temperatura, sol, viento, humedad relativa, para garantizar la completa hidratación de los granos de cemento y por tanto garantizar la resistencia final del concreto. El objeto del curado es mantener tan saturado como sea posible el concreto para permitir la total hidratación del cemento; pues si está no se completa la resistencia final del concretos se disminuirá. (Osorio, J. 2013).

La temperatura, es otro de los factores externos que afecta la resistencia del concreto, y su incidencia es la siguiente: Durante el proceso de curado, temperaturas más altas aceleran las reacciones químicas de la hidratación aumentando la resistencia del concreto a edades tempranas, sin producir efectos negativos en la resistencia posterior. Temperaturas muy altas durante los procesos de colocación y fraguado del concreto incrementan la resistencia a muy temprana edad pero afectan negativamente la resistencia a edades posteriores, especialmente después de los 7 días, debido a que se da una hidratación superficial de los granos de cemento que producen una estructura físicamente más pobre y porosa. (Osorio, J. 2013).

Respecto a las variables consideradas en la presente investigación podemos mencionar que la variable dependiente es la resistencia a la compresión y la variable independiente que el tesista analiza las propiedades que las canteras tienen .obteniendo las calidad de agregados de las canteras Tacllan, Pariapata, Pariahuanca

A continuación, se presenta por separado los cuadros resumen de las variables dependiente e independiente considerando las definiciones: conceptual, operacional y su indicador.

CUADRO N° 3: Variable Dependiente

Resistencia del concreto

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Resistencia a la compresión del concreto.	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. <i>(Juárez E. 2005).</i>	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de concreto bajo una carga, por ejemplo, 210 kg	Kg/cm²

CUADRO N° 4: Variable Independiente.

Calidad de agregados de las canteras Tacllan, Pariapata, Pariahuanca

VARIABLE	DEFINICION	DEFINICION	INDICADOR
	CONCEPTUAL	OPERACIONAL	
Agregado	Las canteras son la fuente principal de materiales de agregados los cuales se realiza la explotación a cielo abierto.	Es una fuente de agregados de los cuales se obtienen agregados fino y grueso que son empleados para la construcción.	Agregado de Tacllán Pariapata Pariahuanca

La hipótesis planteada indica que empleando los agregados de las diferentes canteras Tacllán, Pariapata y Pariahuanca mejorará la resistencia del concreto.

El objetivo general es determinar la calidad de los agregados de las canteras Tacllan, Pariapata, Pariahuanca y su influencia en la resistencia del concreto, Ancash-2017.

Entre los objetivos específicos tenemos:

- ✓ Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras Tacllan, Pariapata y Pariahuanca de la región Ancash.
- ✓ Realizar el estudio petro-mineralógicas del agregado grueso de las 03 canteras.
- ✓ Determinar la cantidad de impurezas inorgánicas de los agregados de las canteras de Tacllán, Pariapata y Parihaunca.
- ✓ Determinar la relación de A/C de las tres canteras para un concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- ✓ Determinar la resistencia de las probetas de concreto de $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días.
- ✓ Realizar el análisis comparativo de los resultados de la curva granulometría y resistencia última.

II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Los niveles de investigación a ser aplicados son: exploratorio y descriptivo. Esta investigación será exploratorio debido a que el problema del desconocimiento de la calidad de los agregados es un tema poco investigado o desconocido en el contexto de las construcciones civiles, de esta manera conoceremos la realidad de los materiales empleados para elaborar el concreto.

También será descriptivo ya que al analizar las propiedades de los agregados de los diferentes agregados y verificando su funcionamiento al formar parte del concreto, esto será de gran ayuda debido a que de esta manera los profesionales dedicados a la construcción sabrán que características tienen los materiales que están empleando y de acuerdo a estas características establecer que cantidades o dosificaciones deben ser empleadas para la elaboración del concreto.

Siendo su diseño de investigación el diseño de bloque completamente al azar:
cuadro N°03: Resumen de número de probetas que realizaron fueron 9 probetas para la cantera de Tacllan ,9 para la cantera de Pariapata y 9 para cantera de Pariapata Vs. Los días de curado.

CUADRO N° 5: Esquema del Diseño.

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA DEL CONCRETO DE LAS TRES CANTERAS		
	CANTERA DE PARIAPATA	CANTERA DE PARIAHUANCA	CANTERA DE TACLLAN
07	■	■	■
	■	■	■
	■	■	■
14	■	■	■
	■	■	■
	■	■	■
28	■	■	■
	■	■	■
	■	■	■

Fuente: elaboración propia

Para la realización de la presente investigación se tuvo como población de estudio al conjunto de todas las probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para lo cual se tuvo como materiales a los agregados grueso y fino, cemento entre otros.

Los agregados canto rodado se obtuvieron de la cantera del río Santa ubicado en la localidades de Tacllan del distrito Huaraz de la provincia de Huaraz, Pariapata del distrito de Recuay de la provincia Rucuy y Pariahuanca distrito Pariahuanca de la provincia de Carhuaz.

La muestras estaba constituido por 27 probetas de concreto en su totalidad con un diseño de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. De las cuales 9 probetas de concreto de la cantera de Tacllan 9, probetas de concreto de la cantera de Recuay y 9 probetas de concreto de la cantera de Pariahuanca.

CUADRO N° 6: Técnica e Instrumento Usado.

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación. Resumen. Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.

Fuente: Elaboración propia.

El instrumento utilizado fue una guía de observación para registrar las resistencias de las probetas patrón y experimentales y fichas de laboratorio para los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Los datos obtenidos del laboratorio respecto a las resistencias a la compresión del concreto fueron ingresados a una hoja de cálculo de Microsoft Excel donde se

realizaron los cálculos matemáticos y en el Software estadístico SPSS versión 22.0 en español se realizó la prueba de hipótesis a través de la prueba estadística de la ANOVA.

MATERIALES Y PROCEDIMIENTO

Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Materiales:

- ✓ Cemento portland tipo I
- ✓ Agregado fino
- ✓ Agregado grueso
- ✓ Agua

Equipos:

- ✓ Computadora
- ✓ Equipos de laboratorio de ensayo de suelos
- ✓ Mezcladora de concreto
- ✓ Impresora

Procedimiento

Se realizaron los siguientes procedimientos:

- Se acopió el agregado canto rodado de la cantera de Taclán ubicado a 900 m al sur de Huaraz, distrito y provincia de Huaraz.

- Se acopió el agregado canto rodado de la cantera de Pariapata ubicado a 800 m al sur de Recuay, distrito de Recuay y provincia de Recuay.
- Se acopió el agregado canto rodado de la cantera de Pariahuanca ubicado a 6000 m al sur de Carhuaz, distrito Pariahuanca y provincia de Carhuaz.
- Se recolecto al azar 2 sacos por cada cantera del agregado canto rodado previo cuarteo in situ, se trasladó el material al Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad San Pedro filial Huaraz.
- Se separó con la malla de 1 ½” obteniendo así como tamaño máximo 1 ½” y tamaño máximo nominal 1”.
- Luego se separó con la malla numero 4 o 4.75 mm obteniendo así el agregado fino y grueso.
- Se procedió a realizar los ensayos de laboratorio de los agregados tanto como el agregado grueso y fino, como son: contenido de humedad, granulometría, cálculo de peso unitario, gravedad específica y % de absorción del agregado grueso, equivalente de arena, impurezas orgánicas del agregado fino.
- Con los datos obtenidos se procedió a calcular la cantidad de material a usar por cada molde.
- Se procedió a realizar las probetas de concreto con la ayuda de una mezcladora de concreto, mezclando las cantidades obtenidas por cada cantera.
- Se realizó el curado de las probetas Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad San Pedro filial Huaraz.

- Se procedió a realizar las roturas de las probetas a los 7, 14 y 28 días. Cuidando que los procedimientos sean los indicados en la norma correspondiente.
- Se realizó la prueba petreo – minereológica para las 03 canteras en laboratorio de Universidad Nacional de Ingeniería.
- Con la ganancia de resistencias calculadas se procedió a realizar el cuadro ANOVA.
- Se realizó la redacción de tesis con todos los datos obtenidos.

Tabla N° 02: Composición granulométrica del agregado grueso (canto rodado).

Abertura	Retenido en gr	% Retenido	% Que	Límite % Que			
Plg y #	mm	Parcial	Acumulado	Acumulado	pasa	Pasa ASTM C33	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	791.00	791.00	11.19	88.81	95	100
3/4"	19.00	920.00	1,711.00	24.21	75.79	-	-
1/2"	12.50	1,747.50	3,458.50	48.94	51.06	25	60
3/8"	9.50	988.00	4,446.50	62.91	37.09	-	-
N° 4	4.75	2,435.00	6,881.50	97.37	2.63	0	10
N° 8	2.36	186.00	7,067.50	100.00	0.00	0	5
Módulo de finura (MF):					6.84		

Fuente: elaboración propia

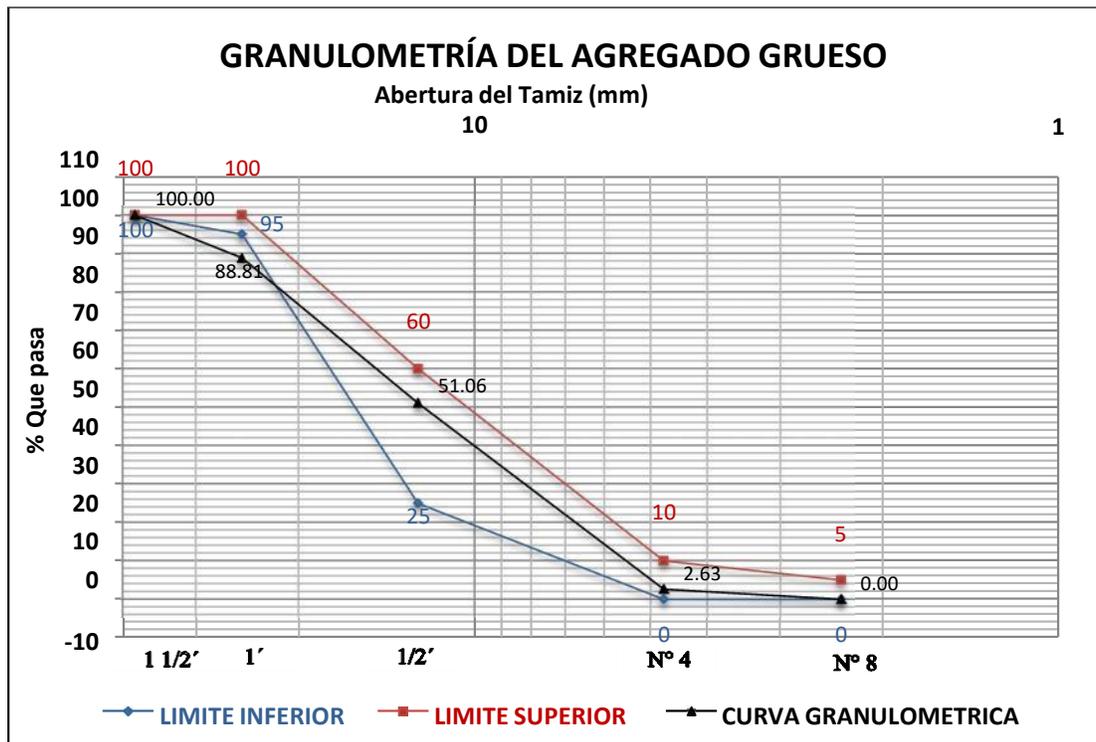


Grafico N° 2: Curva granulométrica del agregado grueso (canto rodado).

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 03: Contenido de humedad de los agregado grueso (canto rodado).

N° de Tazón	16	1
1 Peso de recp. + suelo humedad	1,536.00	1,496.00
2 Peso de recp. + suelo seco	1,506.80	1,462.80
3 peso de agua = (1)+(2)	29.20	33.20
4 peso de recipiente (gr)	161.90	170.40
5 peso de suelo seco	1,344.90	1,292.40
6 Humedad (3/5) x100 (%)	2.17	2.57
humedad promedio	2.37	

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 04: Contenido de humedad de los agregado fino (canto rodado).

N° de Tazón	11	18
1 Peso de recp. + suelo humedad	1,040.00	1,109.00
2 Peso de recp. + suelo seco	982.60	1,048.00
3 peso de agua = (1)+(2)	57.40	61.00
4 peso de recipiente (gr)	158.40	164.50
5 peso de suelo seco	824.20	883.50
6 Humedad (3/5) x100 (%)	6.96	6.90
humedad promedio	6.93	

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 05: Peso Unitario de agregado grueso (canto rodado).

Tipo de Peso Unitario muestra N°	peso unitario suelto			peso unitario compactado		
	I	II	III	I	II	III
peso de material + molde	21,235.00	21,240.00	21,245.00	22,115.00	22,120.00	22,125.00
peso del molde	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00
peso del material	15,902.00	15,907.00	15,912.00	16,782.00	16,787.00	16,792.00
volumen del molde	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00
peso unitario	1.70	1.70	1.70	1.80	1.80	1.80
promedio	1.70			1.80		

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 06: Peso Unitario de agregado fino (arena gruesa).

Tipo de Peso Unitario muestra N°	peso unitario suelto			peso unitario compactado		
	I	II	III	I	II	III
peso de material + molde	7,755.00	7,760.00	7,767.00	8,401.00	8,413.00	8,413.00
peso del molde	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00
peso del material	4,329.00	4,334.00	4,341.00	4,975.00	4,987.00	4,987.00
volumen del molde	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00
peso unitario	1.56	1.56	1.56	1.79	1.80	1.80
promedio		1.56			1.80	

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 07: Gravedad específica y % de absorción del agregado fino (arena gruesa).

AGREGADO FINO	
IDENTIFICACION	N°02
A Peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	300.00
B peso frasco + agua	670.70
C Peso frasco + agua + peso mat. Sup seca (aire) = (A+B)	970.70
D Peso del material. + agua en el frasco	857.30
E Vol. De masa + vol. De vacíos = C-D	113.40
F Peso de mat. Seco en estufa (105°C)	296.60
G Vol. De masa = E-(A-F)	110.00
pe bulk (base seca) = F/E	2.62
pe bulk (saturada) = A/E	2.65
pe aparente (base seca) = F/G	2.70
% de absorción	1.15

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 08: Gravedad específica y % de absorción del agregado grueso (canto rodado).

AGREGADO GRUESO				
IDENTIFICACION	21	1	5	promedio
A peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	1,065.00	837.00	872.00	924.67
B peso mat. Sat. Sup. Seca (en agua)	670.30	525.80	548.30	581.47
C vol. De masa / vol. De vacíos = A-B	394.70	311.20	323.70	343.20
D peso mat. Seco en estufa (105° C)	1,059.10	832.20	866.90	919.40
E vol. de masa =C-(A-D)	388.80	306.40	318.60	337.93
pe bulk (base seca) =D/C	2.68	2.67	2.68	2.68
pe bulk (base saturada) = A/C	2.70	2.69	2.69	2.69
pe aparente (base seca) = D/E	2.72	2.72	2.72	2.72
% de absorción = ((A-D)/D)x100	0.56	0.58	0.59	0.57

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 09: Ensayo de equivalencia de arena.

MUESTRA N°	1	2	3	4
HORA DE ENTRADA SATURACION	11:09 a.m.	11:11 a.m.	11:13 a.m.	11:15 a.m.
HORA DE SALIDA SATURACION	11:19 a.m.	11:21 a.m.	11:23 a.m.	11:25 a.m.
HORA DE ENTRADA DECATAACION	11:21 a.m.	11:23 a.m.	11:25 a.m.	11:27 a.m.
HORA DE SALIDA DE CATAACION	11:41 a.m.	11:43 a.m.	11:45 a.m.	11:47 a.m.
ALTURA MAX. DEL MAT. FINO (cm. O Pulg.)	4.1	4.3	4.4	4.2
ALTURA MAX. DE LA ARENA (cm. O Pulg.)	3.3	3.4	3.6	3.4
EQUIVALENTE DE ARENA	80.5%	79.1%	81.8%	81.0%
PROMEDIO EQUIVALENTE DE ARENA		81%		

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 10: impurezas orgánicas en agregados finos (ASTM C 40)

No. de color en placa orgánica	Color estándar Gardner No.
1	5
2	8
3 (estándar)	11
4	14
5	16

Fuente: elaboración propia.



Fotografía 02: Color en carta de colores impurezas orgánicas G-I

DISEÑO DE MEZCLA DE LA CANTERA TACLLAN- HUARAZ

- SOLICITA :** BACH: BOTELLO PICON HUGO ISAQUIEL
- TESIS :** CALIDAD DE AGREGADOS DE LAS CANTERAS TACLLAN, PARIAPATA , PARIAHUANCA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, ANCASH-2018.
- LUGAR :** DIST. DE HUARAZ DE LA PROV. HUARAZ
- FECHA :** 09/01/2018
- SOLICITA :** BACH: BOTELLO PICON HUGO ISAQUIEL

0.1-Especificaciones

*la selección de las proporciones se hará empleando el método de ACI

*la resistencia en compresión es de 210 kg/cm², a los 28 días.

0.2-Materiales:

A.-Cemento:

–Pórtland ASTM _C-150 tipo I

–Peso específico = 3.15 gr/cm³

B.-Agua :

–Potable ,de la red de servicio público de Huaraz

C.-Agregado fino :

–Peso específico de masa	2.65 gr/cm ³
–Absorción	1.15 %
–Contenido de humedad	6.93 %
–Módulo de fineza	2.86
–f'c=	210 kg/cm ²

D.-Agregado grueso:

– Tamaño máximo nominal	1 pulg
– Peso seco compactado	1.796 gr/cm ³ = 1796 kg/m ³
– peso específico de masa	2.69 gr/cm ³
– Absorción	0.57 %
– Contenido de humedad	2.37 %

0.3-Determinacion de la resistencia promedio

Tabla N° 11 : Resistencia promedio.

Resistencia a la compresión Promedio		
$f'c$	$f'cr$	
sin factor	$f'c +$	0
Menos de 210	$f'c +$	70
210 a 350	$f'c +$	84
sobre 350	$f'c +$	98

Fuente: elaboración propia.

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

0.4-Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

Tamaño Máximo nominal =1 Pulg.

0.5-Selección del asentamiento

Tabla N° 12: Resistencia promedio.

– Mezcla secas	0 a 2 pulg
– Mezcla plástica	3 a 4 pulg
– Mezcla fluida	>=5 pulg
– Mezcla plástica	3 a 4 pulg

Fuente: elaboración propia.

0.6-Volumen unitario de agua

Tabla N° 13: Volumen unitario de agua.

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	volumen unitario de agua ,expresado en lt/m3,para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1'' a 2''		3'' a 4''		6'' a 7''	
	agregado Redondeado	agregado Angular	agregado Redondeado	agregado Angular	agregado Redondeado	agregado Angular
3/8''	185	212	201	227	230	250
1/2''	182	201	197	216	219	238
3/4''	170	189	185	204	208	227
1''	163	182	178	197	197	216
1 1/2''	155	170	170	185	185	204
2''	148	163	163	178	178	197
3''	136	151	151	167	163	182

Fuente: elaboración propia.

Los valores de la tabla corresponden a concreto sin aire incorporado =178 lt/m3
0.7-Contenido de aire

Tabla N° 14: Contenido de aire.

Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8''	3
1/2''	2.5
3/4''	2
1''	1.5
1 1/2''	1
2''	0.5
3''	0.3
6''	0.2

Fuente: elaboración propia.

% AIRE= 1.5 %

0.8-Relacion de agua y cemento

Tabla N° 15: Relación agua / cemento por resistencia.

f'cr (28 días)	Relacion agua -cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	.....
450	0.38	.....

Fuente: elaboración propia.

200 0.7

210 x relación agua y cemento = 0.684

250 0.62

0.9-Factor cemento.

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua /cemento

$$\text{factor cemento.} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua/cemento}}$$

$$\text{f. cemento} = \frac{178}{0.684} = 260.23 \text{ kg/m}^3 = \frac{260.234}{42.5} = 6.12315 \text{ bolsas/m}^3$$

10. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso ,empleado el método del comité 211 del ACI,

Tabla N° 16: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso ,seco y compactado, por unidad de volumen del concreto ,para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8''	0.5	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''	0.75	0.73	0.71	0.69
2''	0.78	0.76	0.74	0.72
3''	0.82	0.8	0.78	0.76
6''	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: elaboración propia.

2.80	0.67	contenido de agregado grueso =	0.664	peso del agregado grueso =	0.664 x	1796 =	1192.54 kg/m3
2.86	x						
3.00	0.65						

1.1-Calculo de volúmenes absolutos

Conocido los pesos del cemento ,agua y agregado ,así como el volumen de aire ,se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos ingredientes :

volumen absoluto de

- cemento = $\frac{260.2}{3.15 \times 1000} = 0.083 \text{ m}^3$
- agua = $\frac{178}{1 \times 1000} = 0.178 \text{ m}^3$
- aire = $1.5 \% = 0.015 \text{ m}^3$
- agregado grueso = $\frac{1192.54}{2.690 \times 1000} = 0.443 \text{ m}^3$
- suma de volúmenes conocidos = 0.719 m^3

1.2-contenido de agregado fino

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma De los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen Absoluto multiplicado por su peso específico.

- volumen absoluto de agregado fino = $1 - 0.719 = 0.281 \text{ m}^3$
- El peso del agregado fino seco = $0.281 \times 2.65 \times 1000 = 744.81 \text{ kg/m}^3$

1.3-Valores de diseño

Las cantidades de materiales a ser empleadas como valores de diseño serán :

- Cemento 260.234 **kg/m³**
- Agua de diseño 178 **lt/m³**
- Agregado fino seco 744.812 **kg/m³**
- Agregado grueso seco 1192.54 **kg/m³**

1.4-. Corrección por humedad del agregado

Las proporciones de los materiales que integran la unidad cubica de concreto debe ser corregida en función de las condiciones de humedad de los agregados fino y grueso, a fin de obtener los valores a ser utilizados en obra .

peso húmedo del :

- Agregado fino = $744.812 \times (1 + \frac{6.93}{100}) = 796.43 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso = $1192.54 \times (1 + \frac{2.370}{100}) = 1220.81 \text{ kg/m}^3$

A continuación determinamos la humedad superficial del agregado :

humedad superficial del :

- Agregado fino $6.93 - 1.15 = 5.78 \%$
- Agregado Grueso $2.370 - 0.570 = 1.800 \%$

y los aportes de los agregados serán:

Aporte de humedad del :

3.2. Cantera Pariapata

Tabla N° 17: Composición granulométrica del agregado fino (arena).

Plg y #	abertura mm	retenido en gr		% Retenido Acumulado	% Que pasa	Limite % Que		
		Parcial	Acumulado			Pasa ASTM C33		
0.38	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	
4.00	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100	
8.00	2.36	141.40	141.40	10.70	89.30	80	100	
16.00	1.18	214.10	355.50	26.91	73.09	50	85	
30.00	0.60	337.70	693.20	52.48	47.52	25	60	
50.00	0.30	328.40	1,021.60	77.34	22.66	5	30	
100.00	0.15	168.70	1,190.30	90.11	9.89	0	10	
200.00	0.08	59.80	1,250.10	94.63	5.37	0	5	
FUENTE		70.90	1,321.00	100.00	0.00	-	-	
Módulo de finura (MF):		2.58	Valor asumido este entre 2.35 a 3.15					

Fuente: elaboración propia

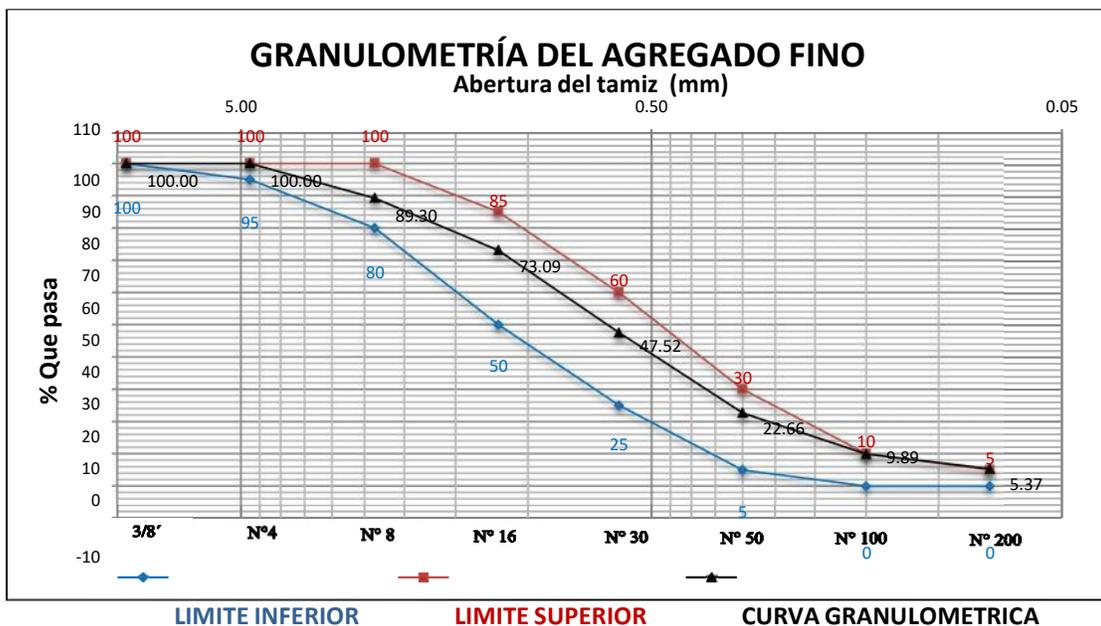


Gráfico N° 3: Curva granulométrica del agregado fino (fino).

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 18: Composición granulométrica del agregado grueso (canto rodado).

Plg y #	abertura	retenido en gr		% Retenido	% Que	Limite % Que	
	mm	Parcial	Acumulado	Acumulado	pasa	Pasa ASTM C33	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	1,633.50	1,633.50	22.59	77.41	95	100
3/4"	19.00	1,301.50	2,935.00	40.60	59.40	-	-
1/2"	12.50	1,655.00	4,590.00	63.49	36.51	25	60
3/8"	9.50	870.50	5,460.50	75.53	24.47	-	-
N° 4	4.75	1,638.50	7,099.00	98.19	1.81	0	10
N° 8	2.36	130.50	7,229.50	100.00	0.00	0	5
Módulo de finura (MF):				7.14			

Fuente: elaboración propia.

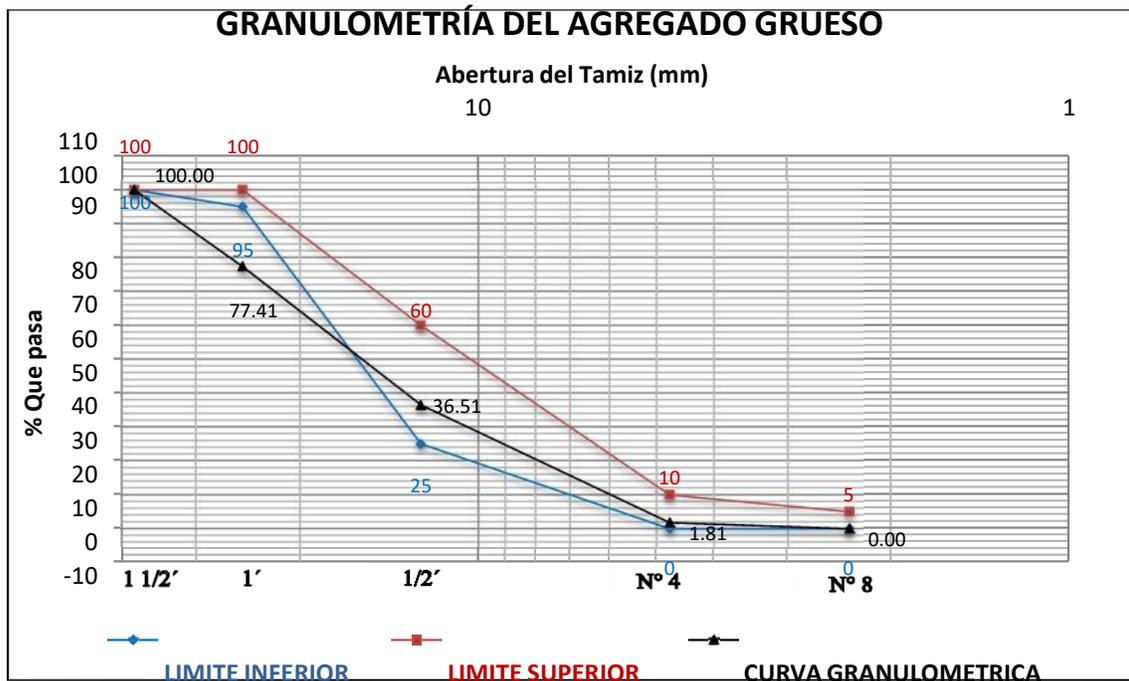


Gráfico N° 4: Curva granulométrica del agregado grueso (canto rodado).

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 19: *Contenido de humedad del agregado grueso (canto rodado).*

N° de Tazón	24	41
1 Peso de recp. + suelo humed.	1,289.00	1,278.00
2 Peso de recp. + suelo seco	1,274.10	1,263.10
3 peso de agua = (1)+(2)	14.90	14.90
4 peso de recipiente (gr)	166.20	163.80
5 peso de suelo seco	1,107.90	1,099.30
6 Humedad (3/5)x100 (%)	1.34	1.36
humedad promedio		1.35

Fuente: elaboración propia**Tabla N° 20:** *Contenido de humedad del agregado fino (canto rodado).*

N° de Tazón	36	27
1 Peso de recp. + suelo humed.	903.00	1
2 Peso de recp. + suelo seco	867.00	2
3 peso de agua = (1)+(2)	36.00	3
4 peso de recipiente (gr)	163.70	4
5 peso de suelo seco	703.30	5
6 Humedad (3/5) x100 (%)	5.12	6
humedad promedio		5.07

Fuente: elaboración propia**Tabla N° 21:** *Peso Unitario de agregado grueso (canto rodado).*

Tipo de Peso Unitario muestra N°	peso unitario suelto			peso unitario compactado		
	I	II	III	I	II	III
peso de material + molde	21,295.00	21,300.00	21,325.00	21,800.00	21,805.00	21,820.00
peso del molde	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00
peso del material	15,962.00	15,967.00	15,992.00	16,467.00	16,472.00	16,487.00
volumen del molde	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00
peso unitario	1.71	1.71	1.71	1.76	1.76	1.76
promedio		1.71			1.76	

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 22: Peso Unitario de agregado fino (arena gruesa).

Tipo de Peso Unitario muestra N°	peso unitario suelto			peso unitario compactado		
	I	II	III	I	II	III
peso de material + molde	7,723.00	7,728.00	7,730.00	8,217.00	8,221.00	8,226.00
peso del molde	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00
peso del material	4,297.00	4,302.00	4,304.00	4,791.00	4,795.00	4,800.00
volumen del molde	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00
peso unitario	1.55	1.55	1.55	1.73	1.73	1.73
promedio		1.55			1.73	

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 23: Gravedad específica y % de absorción del agregado fino (arena gruesa).

AGREGADO FINO		N°02
IDENTIFICACION		
A	Peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	300.00
B	peso frasco + agua	670.70
C	Peso frasco + agua + peso mat. Sup seca (aire) = (A+B)	970.70
D	Peso del material. + agua en el frasco	856.80
E	Vol. De masa + vol. De vacíos = C-D	113.90
F	Peso de mat. Seco en estufa (105°C)	296.70
G	Vol. De masa = E-(A-F)	110.60
	pe bulk (base seca) = F/E	2.60
	pe bulk (saturada) = A/E	2.63
	pe aparente (base seca) =F/G	2.68
	% de absorción	1.11

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 24: Gravedad específica y % de absorción del agregado grueso (canto rodado).

AGREGADO GRUESO				
IDENTIFICACION	49	10	28	PROMEDIO
A Peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	931.00	1,006.00	917.00	951.33
B Peso mat. Sat. Sup. Seca (en agua)	579.30	625.80	572.30	592.47
C Vol. De masa / vol. De vacíos = A-B	351.70	380.20	344.70	358.87
D Peso mat. Seco en estufa (105° C)	922.00	994.50	907.50	941.33
E vol. de masa =C-(A-D)	342.70	368.70	335.20	348.87
pe bulk (base seca) =D/C	2.62	2.62	2.63	2.62
pe bulk (base saturada) = A/C	2.65	2.65	2.66	2.65
pe aparente (base seca) = D/E	2.69	2.70	2.71	2.70
% de absorción = ((A-D)/D)x100	0.98	1.16	1.05	1.06

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 25: Equivalente de arena.

MUESTRA N°	1	2	3	4
HORA DE ENTRADA SATURACION	08:07 a.m.	08:09 a.m.	08:11 a.m.	08:13 a.m.
HORA DE SALIDA SATURACION	08:17 a.m.	08:19 a.m.	08:21 a.m.	08:23 a.m.
HORA DE ENTRADA DECATAACION	08:19 a.m.	08:21 a.m.	08:23 a.m.	08:25 a.m.
HORA DE SALIDA DE CATAACION	08:39 a.m.	08:41 a.m.	08:43 a.m.	08:45 a.m.
ALTURA MAX. DEL MAT. FINO (cm. O Pulg.)	4.3	4.2	3.9	4.1
ALTURA MAX. DE LA ARENA (cm. O Pulg.)	3.2	3.2	2.9	3.1
EQUIVALENTE DE ARENA	74.4%	76.2%	74.4%	75.6%
PROMEDIO EQUIVALENTE DE ARENA	75.1%			

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 26: impurezas orgánicas en agregados finos (ASTM C 40)

No. de color en placa orgánica	Color estándar Gardner No.
1	5
2	8
3 (estándar)	11
4	14
5	16

Fuente: elaboración propia



Fotografía 02: Color en carta de colores impurezas orgánicas G-II

DISEÑO DE MEZCLA DE LA CANTERA PARIAPATA-RECUAY

SOLICITA : BACH: BOTELLO PICON HUGO ISAQUIEL

TESIS : CALIDAD DE AGREGADOS DE LAS CANTERAS TACLLAN, PARIAPATA , PARIAHUANCA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, ANCASH-2018.

LUGAR : DIST. DE RECUAY DE LA PROV. RECUAY

FECHA : 09/01/2018

SOLICITA : BACH: BOTELLO PICON HUGO ISAQUIEL

0.1-Especificaciones

*la selección de las proporciones se hará empleando el método de ACI

*la resistencia en compresión es de 210 kg/cm², a los 28 días.

0.2-Materiales:

A.-Cemento:

–Pórtland ASTM_C-150 TIPO I

–Peso específico = 3.15 gr/cm³

B.-Agua :

–Potable ,de la red de servicio público de Huaraz

C.-Agregado fino :

–Peso específico de masa 2.63 gr/cm³

–Absorción 1.11 %

–Contenido de humedad 5.07 %

–Módulo de fineza 2.58

–f'c= 210 kg/cm²

D.-Agregado grueso:

– Tamaño máximo nominal 1 pulg

– Peso seco compactado 1.762 gr/cm³ = 1796 kg/m³

– peso especifico de masa 2.65 gr/cm³

– Absorcion 1.06 %

– Contenido de humedad 1.35 %

0.3-Determinacion de la resistencia promedio

Tabla N° 27: Resistencia a la compresión Promedio.

f'c	f'cr
sin factor	$f'c + 0$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

f'cr =
210
kg/cm2

0.4-Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

Tamaño Máximo nominal = 1 pulg

0.5-Selección del asentamiento

Tabla N° 28: Asentamiento de mezcla

– Mezcla secas	0 a 2 pulg
– Mezcla plástica	3 a 4 pulg
– Mezcla fluida	>=5 pulg

Fuente: Elaboración propia

Mezcla plástica 3 a 4 pulg

0.6-Volumen unitario de agua

Tabla N° 29: *Volumen unitario de agua.*

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	volumen unitario de agua ,expresado en lt/m3,para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1'' a 2''		3'' a 4''		6'' a 7''	
	agregado Redondeado	agregado Angular	agregado Redondeado	agregado Angular	agregado Redondeado	agregado Angular
3/8''	185	212	201	227	230	250
1/2''	182	201	197	216	219	238
3/4''	170	189	185	204	208	227
1''	163	182	178	197	197	216
1 1/2''	155	170	170	185	185	204
2''	148	163	163	178	178	197
3''	136	151	151	167	163	182

Fuente: *Elaboración propia*

Los valores de la tabla corresponde a concreto sin aire incorporado 178 lt/m3

0.7-Contenido de aire

Tabla N° 30: *Contenido de aire atrapado.*

Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8''	3
1/2''	2.5
3/4''	2
1''	1.5
1 1/2''	1
2''	0.5
3''	0.3
6''	0.2

Fuente: *Elaboración propia*

% AIRE= 1.5 %

0.8-Relacion de agua y cemento

Tabla N° 31: Relación agua / cemento por resistencia.

f'cr (28 días)	Relación agua -cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	.....
450	0.38	.....

Fuente: Elaboración propia

200	0.7	relación agua y cemento	= 0.684
210	x		
250	0.62		

0.9-Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua /cemento

$$\text{factor cemento.} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua/cemento}} =$$

$$f. \text{ cemento} = \frac{178}{0.684} = 260.23 \text{ kg/m}^3 = \frac{260.23}{42.5} = 6.123 \text{ bolsas/m}^3$$

1.0-Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleado el método del comité 211 del ACI,

Tabla N° 32: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso ,seco y compactado, por unidad de volumen del concreto ,para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8''	0.5	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''	0.75	0.73	0.71	0.69
2''	0.78	0.76	0.74	0.72
3''	0.82	0.8	0.78	0.76
6''	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: *Elaboración propia*

2.40	0.71	x	contenido de agregado grueso = 0.692
2.91			
3.00	0.69		peso del agregado grueso = 0.692 x 1762 = 1219.3 kg/m³

1.1-Calculo de volúmenes absolutos

Conocido los pesos del cemento, agua y agregado ,así como el volumen de aire ,se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos ingredientes :

Volumen absoluto de

$$\text{-- cemento} = \frac{260.2}{3.15 \times 1000} = 0.083 \text{ m}^3$$

$$\text{-- agua} = \frac{178}{1 \times 1000} = 0.178 \text{ m}^3$$

$$\text{-- aire} = 1.5 \% = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{-- agregado grueso} = \frac{1219.3}{2.650 \times 1000} = 0.46 \text{ m}^3$$

$$\text{-- suma de volúmenes conocidos} = 0.736 \text{ m}^3$$

1.2-contenido de agregado fino

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma De los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso específico.

- volumen absoluto de agregado fino = $1 - 0.736 = 0.264 \text{ m}^3$
- El peso del agregado fino seco = $0.264 \times 2.63 \times 1000 = 695.0 \text{ kg/m}^3$

1.3-Valores de diseño

Las cantidades de materiales a ser empleadas como valores de diseño serán :

- Cemento 260.23392 kg/m^3
- Agua de diseño 178 lt/m^3
- Agregado fino seco 695.0336 kg/m^3
- Agregado grueso seco 1219.304 kg/m^3

1.4- Corrección por humedad del agregado

Las proporciones de los materiales que integran la unidad cubica de concreto debe ser corregida en función de las condiciones de humedad de los agregados fino y grueso, a fin de obtener los valores a ser utilizados en obra.

peso húmedo del :

- Agregado fino = $695.0336 \times (1 + 5.07/100) = 730.27 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso = $1219.304 \times (1 + 1.350/100) = 1235.8 \text{ kg/m}^3$

A continuación determinamos la humedad superficial del agregado :

humedad superficial del :

- Agregado fino $5.07 - 1.11 = 3.96 \%$
- Agregado Grueso $1.350 - 1.060 = 0.290 \%$

y los aportes de los agregados serán:

Aporte de humedad del :

-Agregado fino	$695.034 \times (3.96 / 100) = 27.52 \text{ lt/m}^3$
-Agregado Grueso	$1219.3 \times (0.296 / 100) = 3.536 \text{ lt/ m}^3$
-Aporte de humedad de los agregados	$= 31.06 \text{ lt/m}^3$
-Agua efectiva	$178 - 31.059 = 146.9 \text{ lt/m}^3$

Los pesos de los materiales ,ya corregidos por humedad del agregados ,a ser empleados en las mezclas de prueba, serán :

-Cemento	260.23 kg/m ³
-Agua efectiva	146.94 lt/m ³
-Agregado fino húmedo	730.27 kg/m ³
-Agregado Grueso húmedo	1235.76 kg/m ³

1.5-. Proporción en peso

La proporción en peso de los materiales sin corregir y ya corregido por humedad del agregado, serán:

$$\text{Relación de agua/cemento diseño} = 178 / 260.23 = 0.684$$

$$\text{Relación de agua/cemento efectivo} = 146.94 / 260.23 = 0.565$$

$$260.23 / 260.23 + 695.03 / 260.23 + 1219.30 / 260.23 = 1 : 2.671 : 4.685$$

$$260.23 / 260.23 + 730.27 / 260.23 + 1235.76 / 260.23 = 1 : 2.806 : 4.749$$

$$1 : 2.67 : 4.685 / 29.07 \text{ lt} / \text{ bolsa (en peso seco)}$$

$$1 : 2.81 : 4.749 / 24.00 \text{ lt} / \text{ bolsa}$$

1.6-. Pesos por bolsa

Para conocer la cantidad de material que se necesitan en una tanda de una bolsa, es necesario multiplicar la proporción en peso ya corregido por humedad del agregado, por el de una bolsa de cemento.

-Cemento	$1 \times 42.5 = 42.5 \text{ kg/bolsa}$
-Agua efectiva	$= 23.998 \text{ lt/bolsa}$
-Agregado fino húmedo	$2.81 \times 42.5 = 119.26 \text{ kg/bolsa}$
-Agregado Grueso húmedo	$4.75 \times 42.5 = 201.82 \text{ kg/bolsa}$

3.3. Cantera Pariahuanca

Tabla N° 33: Composición granulométrica del agregado fino (arena).

Plg y #	abertura	retenido en gr		% Retenido	% Que	Limite % Que	
	mm	Parcial	Acumulado	Acumulado	pasa	Pasa ASTM C33	
0.38	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
4.00	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
8.00	2.36	70.80	70.80	5.40	94.60	80	100
16.00	1.18	153.90	224.70	17.13	82.87	50	85
30.00	0.60	307.20	531.90	40.54	59.46	25	60
50.00	0.30	413.00	944.90	72.02	27.98	5	30
100.00	0.15	244.00	1,188.90	90.62	9.38	0	10
200.00	0.08	63.70	1,252.60	95.47	4.53	0	5
FUENTE		59.40	1,312.00	100.00	0.00	—	—

Módulo de finura (MF): 2.26 Valor asumido este entre 2.35 a 3.15

Fuente: elaboración propia

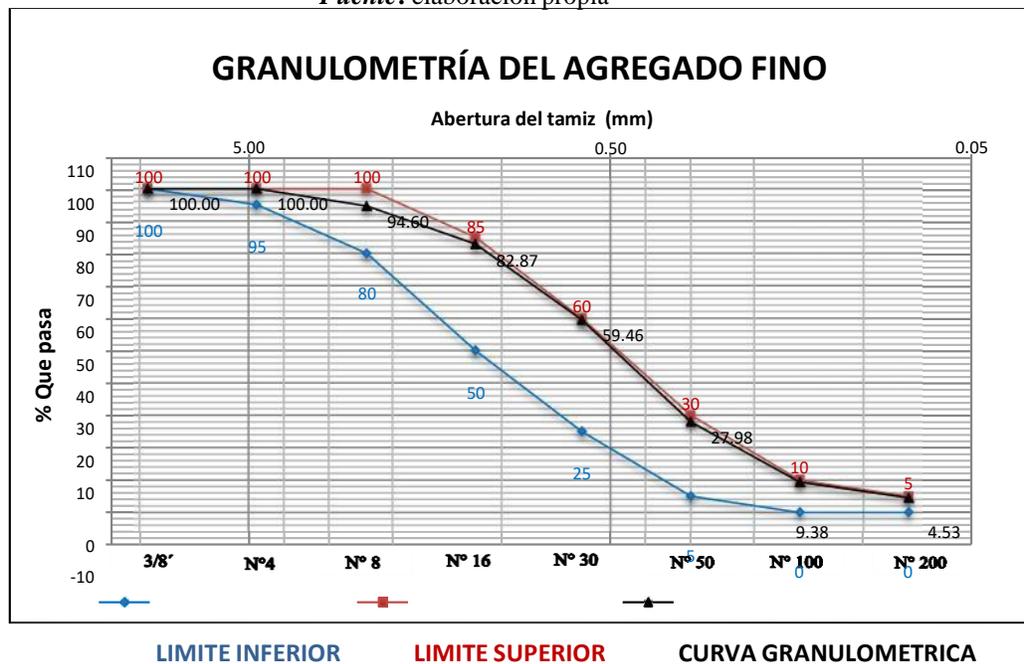


Grafico N°05: curva granulométrica del agregado fino (fino)

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 34: Composición granulométrica del agregado grueso (canto rodado)

abertura	retenido en gr	% Retenido	% Que	Limite % Que			
Plg y #	mm	Parcial	Acumulado	Acumulado	pasa	Pasa ASTM C33	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	1,531.00	1,531.00	18.09	81.91	95	100
3/4"	19.00	2,006.00	3,537.00	41.78	58.22	-	-
1/2"	12.50	2,926.00	6,463.00	76.35	23.65	25	60
3/8"	9.50	1,118.50	7,581.50	89.56	10.44	-	-
N° 4	4.75	753.00	8,334.50	98.46	1.54	0	10
N° 8	2.36	130.50	8,465.00	100.00	0.00	0	5

Módulo de finura (MF): 7.30

Fuente: elaboración propia

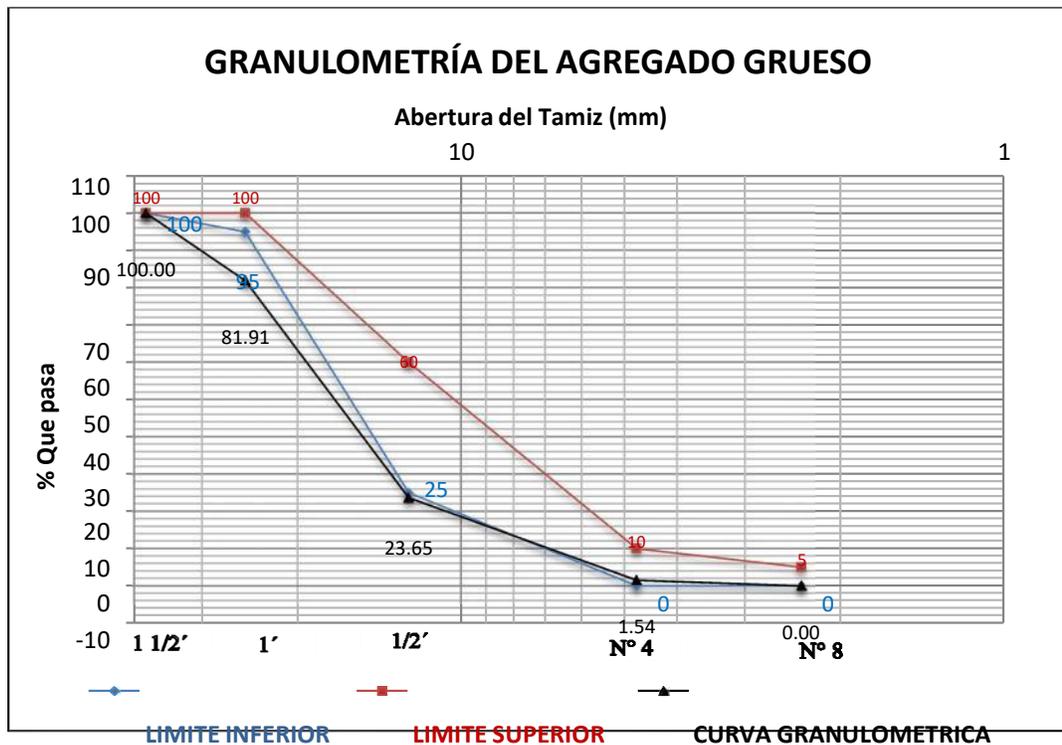


Grafico N° 5: Curva granulométrica del agregado grueso (canto rodado).

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 35: Contenido de humedad del agregado grueso (canto rodado).

N° de Tazón		13	19
1	Peso de recp. + suelo húmeda.	1,399.00	1,482.00
2	Peso de recp. + suelo seco	1,380.70	1,468.10
3	peso de agua = (1)+(2)	18.30	13.90
4	peso de recipiente (gr)	165.80	163.90
5	peso de suelo seco	1,214.90	1,304.20
6	Humedad (3/5) x100 (%)	1.51	1.07
humedad promedio		1.29	

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 36: Contenido de humedad del agregado fino (canto rodado).

N° de Tazón		46	9
1	peso de recp. + Suelo húmedo.	866.00	878.00
2	peso de recp. + suelo seco	822.30	834.20
3	peso de agua = (1)+(2)	43.70	43.80
4	peso de recipiente (gr)	175.60	167.50
5	peso de suelo seco	646.70	666.70
6	humedad (3/5)x100 (%)	6.76	6.57
humedad promedio		6.66	

Tabla N° 37: Peso Unitario de agregado grueso (canto rodado).

Tipo de Peso Unitario	peso unitario suelto			peso unitario compactado		
	I	II	III	I	II	III
peso de material + molde	20,770.00	20,785.00	20,795.00	21,365.00	21,370.00	21,375.00
peso del molde	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00	5,333.00
peso del material	15,437.00	15,452.00	15,462.00	16,032.00	16,037.00	16,042.00
volumen del molde	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00	9,348.00
peso unitario	1.65	1.65	1.65	1.72	1.72	1.72
promedio	1.65			1.72		

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 38: Peso Unitario de agregado fino (arena gruesa).

Tipo de Peso Unitario muestra N°	peso unitario suelto			peso unitario compactado		
	I	II	III	I	II	III
peso de material + molde	7,329.00	7,329.00	7,332.00	7,983.00	7,986.00	7,989.00
peso del molde	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00
peso del material	3,903.00	3,903.00	3,906.00	4,557.00	4,560.00	4,563.00
volumen del molde	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00
peso unitario	1.41	1.41	1.41	1.64	1.64	1.64
promedio		1.41			1.64	

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 39: Gravedad específica y % de absorción del agregado fino (arena gruesa).

AGREGADO FINO		N° 01
IDENTIFICACION		
A	peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	300.00
B	peso frasco + agua	678.50
C	Peso frasco + agua + peso mat. Sup seca (aire) = (A+B)	978.50
D	Peso del material. + agua en el frasco	864.60
E	Vol. De masa + vol. De vacíos = C-D	113.90
F	Peso de mat. Seco en estufa (105°C)	296.80
G	Vol. De masa = E-(A-F)	110.70
	pe bulk (base seca) = F/E	2.61
	pe bulk (saturada) = A/E	2.63
	pe aparente (base seca) =F/G	2.68
	% de absorción	1.08

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 40: Gravedad específica y % de absorción del agregado grueso (canto rodado).

AGREGADO GRUESO					
IDENTIFICACION		9	42	35	promedio
A	Peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	1,024.00	1,093.00	1,046.00	1,054.33
B	Peso mat. Sat. Sup. Seca (en agua)	639.30	684.30	655.30	659.63
C	vol. De masa / vol. De vacios = A-B	384.70	408.70	390.70	394.70
D	Peso mat. Seco en estufa (105° C)	1,017.30	1,087.10	1,040.20	1,048.20
E	vol. de masa =C-(A-D)	378.00	402.80	384.90	388.57
	pe bulk (base seca) =D/C	2.64	2.66	2.66	2.66
	pe bulk (base saturada) = A/C	2.66	2.67	2.68	2.67
	pe aparente (base seca) = D/E	2.69	2.70	2.70	2.70
	% de absorción = ((A-D)/D)x100	0.66	0.54	0.56	0.59

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 41: Equivalente de arena.

MUESTRA N°	1	2	3	4
HORA DE ENTRADA SATURACION	09:13 a.m.	09:15 a.m.	09:17 a.m.	09:19 a.m.
HORA DE SALIDA SATURACION	09:23 a.m.	09:25 a.m.	09:27 a.m.	09:29 a.m.
HORA DE ENTRADA DECATACION	09:25 a.m.	09:27 a.m.	09:29 a.m.	09:31 a.m.
HORA DE SALIDA DE CATAACION	09:45 a.m.	09:47 a.m.	09:49 a.m.	09:51 a.m.
ALTURA MAX. DEL MAT. FINO (cm. O Pulg.)	4.3	4.4	4.1	4.2
ALTURA MAX. DE LA ARENA (cm. O Pulg.)	3.4	3.6	3.3	3.4
EQUIVALENTE DE ARENA	79.1%	81.8%	80.5%	81.0%
PROMEDIO EQUIVALENTE DE ARENA			81%	

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 42: impurezas orgánicas en agregados finos (ASTM C 40)

No. de color en placa	Color estándar Gardner
orgánica	No.
1	5
2	8
3 (estándar)	11
4	14
5	16

Fuente: elaboración propia.



Fotografía 03: Color en carta de colores impurezas orgánicas G-II

DISEÑO DE MEZCLA DE LA CANTERA PARIAHUANCA- CARHUAZ

SOLICITA : BACH: BOTELLO PICON HUGO ISAQUIEL

TESIS : CALIDAD DE AGREGADOS DE LAS CANTERAS TACLLAN, PARIAPATA, PARIAHUANCA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, ANCASH-2018.

LUGAR : DIST. DE PARIAPATA DE LA PROV. CARHUAZ

FECHA : 09/02/2018

SOLICITA : BACH: BOTELLO PICON HUGO ISAQUIEL

0.1-Especificaciones

*la selección de las proporciones se hará empleando el método de ACI

*la resistencia en compresión es de 210 kg/cm², a los 28 días.

0.2-Materiales:

A-.Cemento:

–Pórtland ASTM_C-150 tipo I

–Peso específico = 3.15 gr/cm³

B-.Agua :

–Potable ,de la red de servicio público de Huaraz

C-.Agregado fino :

–Peso específico de masa 2.63 gr/cm³

–Absorción 1.08 %

–Contenido de humedad 6.66 %

–Módulo de fineza 2.26

–f'c= 210 kg/cm²

D-.Agregado grueso:

– Tamaño máximo nominal 1 pulg

– Peso seco compactado 1.716 gr/cm³ = 1796 kg/m³

– peso específico de masa 2.67 gr/cm³

– Absorción 0.586 %

– Contenido de humedad 1.286 %

0.3-Determinacion de la resistencia promedio

$$f'c = 210$$

Tabla N° 43: Resistencia a la compresión Promedio.

f'c	f'cr
sin factor	$f'c + 0$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: elaboración propia
 $f'cr=210 \text{ Kg/cm}^2$

0.4-Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

tamaño Máximo nominal = 1 pulg

0.5-Selección del asentamiento

Tabla N° 44: Asentamiento de mezcla.

– Mezcla secas	0 a 2 pulg
– Mezcla plástica	3 a 4 pulg
– Mezcla fluida	>=5 pulg

Fuente: elaboración propia

– Mezcla plástica **3 a 4 pulg**

0.6-Volumen unitario de agua

Tabla N° 45: Volumen unitario de agua.

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	volumen unitario de agua ,expresado en lt/m3,para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1'' a 2''		3'' a 4''		6'' a 7''	
	agregado Redondeado	agregado Angular	agregado Redondeado	agregado Angular	agregado Redondeado	agregado Angular
3/8''	185	212	201	227	230	250
1/2''	182	201	197	216	219	238
3/4''	170	189	185	204	208	227
1''	163	182	178	197	197	216
1 1/2''	155	170	170	185	185	204
2''	148	163	163	178	178	197
3''	136	151	151	167	163	182

Fuente: elaboración propia

Los valores de la tabla corresponde a concreto sin aire incorporado =178 lt/m3

0.7-Contenido de aire

Tabla N° 46: Contenido de aire atrapado.

Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8''	3
1/2''	2.5
3/4''	2
1''	1.5
1 1/2''	1
2''	0.5
3''	0.3
6''	0.2

Fuente: elaboración propia

% AIRE = 1.5%

0.8-Relacion de agua y cemento

Tabla N° 47: Relación agua / cemento por resistencia.

f'cr (23 días)	Relación agua -cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	.....
450	0.38	.....

Fuente: elaboración propia.

200	0.7	relación agua y cemento = 0.684
210	x	
250	0.62	

0.9-Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua /cemento

$$\text{factor cemento.} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua/cemento}} =$$

$$\text{f. cemento} = \frac{178}{0.684} = 260.23 \text{ kg/m}^3 = \frac{260.23}{42.5} = 6.123 \text{ bolsas/m}^3$$

1.0--Contenido de agregado grueso

para determinar el contenido de agregado grueso ,empleado el método del comité 211 del ACI

Tabla N° 48: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso ,seco y compactado, por unidad de volumen del concreto ,para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8''	0.5	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''	0.75	0.73	0.71	0.69
2''	0.78	0.76	0.74	0.72
3''	0.82	0.8	0.78	0.76
6''	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: elaboración propia.

2.40	0.71
2.40	x
2.60	0.69

contenido de agregado grueso = 0.710

peso del agregado grueso = 0.710 x 1716 = 1218 kg/m³

1.1-Calculo de volúmenes absolutos

Conocido los pesos del cemento ,agua y agregado ,así como el volumen de aire ,se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos ingredientes :

volumen absoluto de

$$\text{– cemento} = \frac{260.2}{3.15 \times 1000} = 0.083 \text{ m}^3$$

178

$$\text{– agua} = \frac{178}{1 \times 1000} = 0.178 \text{ m}^3$$

$$\text{– aire} = 1.5 \% = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{– agregado grueso} = \frac{1218.36}{2.671 \times 1000} = 0.46 \text{ m}^3$$

$$\text{– suma de volúmenes conocidos} = 0.732 \text{ m}^3$$

1.2-contenido de agregado fino

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos . El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso específico.

- volumen absoluto de agregado fino = $1 - 0.732 = 0.268 \text{ m}^3$
- El peso del agregado fino seco = $0.268 \times 2.63 \times 1000 = 705.5 \text{ kg/m}^3$

1.3-Valores de diseño

Las cantidades de materiales a ser empleadas como valores de diseño serán :

- Cemento 260.233 kg/m^3
- Agua de diseño 178 lt/m^3
- Agregado fino seco 705.477 kg/m^3
- Agregado grueso seco 1218.36 kg/m^3

1.4. Corrección por humedad del agregado

Las proporciones de los materiales que integran la unidad cubica de concreto debe ser corregida en función de las condiciones de humedad de los agregados fino y grueso , a fin de obtener los valores a ser utilizados en obra.

Peso húmedo del :

- Agregado fino = $705.477 \times (1 + \frac{6.66}{100}) = 752.5 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso = $1218.36 \times (1 + \frac{1.286}{100}) = 1234 \text{ kg/m}^3$

**A continuación determinamos la humedad superficial del agregado :
humedad superficial del :**

- Agregado fino $6.66 - 1.08 = 5.58 \%$
- Agregado Grueso $1.286 - 0.586 = 0.700 \%$

y los aportes de los agregados serán:

Aporte de humedad del :

- Agregado fino $705.477 \times (5.78/ 100) = 39.37 \text{ lt/m}^3$
- Agregado Grueso $1218.36 \times (1.700/ 100) = 8.529 \text{ lt/m}^3$
- Aporte de humedad de los agregados $= 47.89 \text{ lt/m}^3$
- Agua efectiva $178 - 47.89 = 130.1 \text{ lt/m}^3$

Los pesos de los materiales ,ya corregidos por humedad del agregados ,a ser empleados en las mezclas de prueba, serán :

- Cemento 260.23 kg/m^3
- Agua efectiva 130.1 lt/m^3
- Agregado fino húmedo 752.46 kg/m^3
- Agregado Grueso húmedo 1234.03 kg/m^3

1.5.- Proporción en peso

La proporción en peso de los materiales sin corregir y ya corregido por humedad del agregado, serán:

$$\text{Relación de agua/cemento diseño} = \frac{178}{260.23} = 0.684$$

$$\text{Relación de agua/cemento efectivo} = \frac{130.11}{260.23} = 0.5$$

$$\frac{260.23}{260.23} / \frac{260.23 + 705.48}{260.23 + 260.23} = 1 : 2.711 : 4.682$$

$$\frac{260.23}{260.23} / \frac{260.23 + 752.46}{260.23 + 1234.03} = 1 : 2.891 : 4.742$$

$$1 : 2.71 : 4.682 / 29.07 \text{ lt} / \text{ bolsa (en peso seco)}$$

$$1 : 2.89 : 4.742 / 21.25 \text{ lt} / \text{ bolsa}$$

1.6.- Pesos por bolsa

Para conocer la cantidad de material que se necesitan en una tanda de una bolsa, es necesario multiplicar la proporción en peso ya corregido por humedad del agregado, por el de una bolsa de cemento.

$$\text{-Cemento} \quad 1 \quad \times \quad 42.5 = 42.5 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{-Agua efectiva} \quad = 21.25 \text{ lt/bolsa}$$

$$\text{-Agregado fino húmedo} \quad 2.89 \quad \times \quad 42.5 = 122.9 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{-Agregado Grueso húmedo} \quad 4.74 \quad \times \quad 42.5 = 201.5 \text{ kg/bolsa}$$

CALCULO DE CANTIDAD DE MATERIAL

CALCULO DE CANTIDAD DE MATERIAL CANTERA TACLLAN -HUARAZ

MEDIDA DE MOLDE

Diámetro:	15.240 cm
Altura:	30.480 cm
V. del molde:	5560.000 cm ³
Mas el 10% del vol:	6116.000 cm ³
para 1 m ³ :	2390.953 kg
para: 0.00612 m ³	14.623 kg → 15.000 kg

Tabla N° 49: Cálculo de material para 9 moldes cantera Tacllan.

Materiales	peso especifico	peso	para 9 probetas
-Cemento	260.234 kg/m ³	1.633 kg	14.694 kg
-Agua efectiva	113.484 lt/m ³	0.712 kg	6.408 kg
-Agregado fino humedo	796.428 kg/m ³	4.997 kg	44.969 kg
-Agregado Grueso humedo	1220.807 kg/m ³	7.659 kg	68.930 kg
total	2390.953 kg/m³	15.000 kg	135.000 kg

Fuente: elaboración propia.

CALCULO DE CANTIDAD DE MATERIAL CANTERA PARIAHUANCA -CARHUAZ

MEDIDA DE MOLDE

Diámetro:	15.240 cm
Altura:	30.480 cm
V. del molde:	5560.000 cm ³
Mas el 10% del vol.:	6116.000 cm ³
para 1 m ³ :	2376.830 kg
para: 0.00612 m ³	14.537 kg → 15.000 kg

Tabla N° 50: Cálculo de material para 9 moldes cantera Pariahuanca.

Materiales	peso específico	peso	para 9 probetas
-Cemento	260.234 kg/m ³	1.642 kg	14.781 kg
-Agua efectiva	130.106 lt/m ³	0.821 kg	7.390 kg
-Agregado fino humedo	752.462 kg/m ³	4.749 kg	42.739 kg
-Agregado Grueso humedo	1234.028 kg/m ³	7.788 kg	70.091 kg
total	2376.830 kg/m³	15.000 kg	135.000 kg

Fuente: elaboración propia.

CALCULO DE CANTIDAD DE MATERIAL CANTERA PARIAPATA -RECUAY

MEDIDA DE MOLDE

Diámetro:	15.240 cm
Altura:	30.480 cm
V. del molde:	5560.000 cm ³
Mas el 10% del vol.:	6116.000 cm ³
para 1 m ³ :	2373.211 kg
para:	0.00612 m ³ 14.515 kg → 15.000 kg

Tabla N° 51: Cálculo de material para 9 moldes cantera Pariapata

Materiales	peso específico	peso	para 9 probetas
-Cemento	260.234 kg/m ³	1.645 kg	14.803 kg
-Agua efectiva	146.941 lt/m ³	0.929 kg	8.359 kg
-Agregado fino húmedo	730.272 kg/m ³	4.616 kg	41.541 kg
-Agregado Grueso húmedo	1235.765 kg/m ³	7.811 kg	70.296 kg
total	2373.211 kg/m³	15.000 kg	135.000 kg

Fuente: elaboración propia.

Resistencia A La Compresión

Tabla N° 52: Ensayo de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días

PROBETA	DIAMETRO	ALTURA	AREA	VOLUMEN	PESO	DENSIDAD DEL H°	CARGA	ESFUERZO		LIMITE INFERIOR	VALOR OBTENIDO	LIMITE SUPERIOR	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	IDENTIFICACION
								(kg/cm2)	PROMEDIO						%		DIAS
1	15.20	30.00	181.46	0.0054	12.77	2346.18	23250	128.13	142.41	70%	68%	85%	14/02/2018	21/02/2018	7	CANTERA TACLLAN F'C=210kg / cm²
2	15.20	30.00	181.46	0.0054	13.03	2393.20	25346	139.68								
3	15.10	30.50	179.08	0.0055	13.21	2418.39	28550	159.43								
4	15.20	30.00	181.46	0.0054	12.77	2346.18	32970	181.69	183.14	85%	87%	95%	14/02/2018	28/02/2018	14	
5	15.20	30.00	181.46	0.0054	13.03	2393.20	30970	170.67								
6	15.10	30.50	179.08	0.0055	13.21	2418.39	35290	197.06								
7	15.20	30.40	181.46	0.0055	13.20	2391.99	36541	201.37	214.66	100%	102%	120%	14/02/2018	14/03/2018	28	
8	15.20	30.50	181.46	0.0055	13.07	2360.65	38210	210.57								
9	15.10	30.00	179.08	0.0054	13.00	2418.86	41550	232.02								
10	15.20	30.00	181.46	0.0054	13.90	2553.94	48580	267.72	270.41	70%	129%	85%	14/02/2018	21/02/2018	7	
11	15.20	30.00	181.46	0.0054	13.00	2387.88	52000	286.57								
12	15.20	29.90	181.46	0.0054	13.04	2404.16	46625	256.95								
13	15.10	30.00	179.08	0.0054	13.04	2427.61	58630	327.40	337.96	85%	161%	95%	14/02/2018	28/02/2018	14	
14	15.20	30.00	181.46	0.0054	12.96	2379.79	60600	333.96								
15	15.10	30.50	179.08	0.0055	13.07	2392.21	63130	352.53								
16	15.10	30.00	179.08	0.0054	13.04	2427.61	73300	409.32	416.67	100%	198%	120%	14/02/2018	14/03/2018	28	
17	15.20	30.00	181.46	0.0054	12.96	2379.79	75123	414.00								
18	15.10	30.50	179.08	0.0055	13.07	2392.21	76410	426.68								
19	15.20	30.40	181.46	0.0055	12.99	2354.64	50490	278.25	262.86	70%	125%	85%	14/02/2018	21/02/2018	7	
20	15.20	30.50	181.46	0.0055	13.01	2350.36	47320	260.78								
21	15.10	30.00	179.08	0.0054	13.03	2424.45	44692	249.57								
22	15.05	30.00	177.89	0.0053	12.88	2413.60	59130	332.39	337.57	85%	161%	95%	14/02/2018	28/02/2018	14	
23	15.10	29.90	179.08	0.0054	12.94	2417.05	60460	337.62								
24	15.10	29.90	179.08	0.0054	12.75	2381.01	61371	342.70								
25	15.20	30.40	181.46	0.0055	13.24	2400.33	65570	361.35	378.06	100%	180%	120%	14/02/2018	14/03/2018	28	
26	15.30	30.50	183.85	0.0056	13.30	2372.52	67325	366.19								
27	15.10	30.50	179.08	0.0055	13.25	2426.63	72820	406.64								

Fuente: elaboración propia.

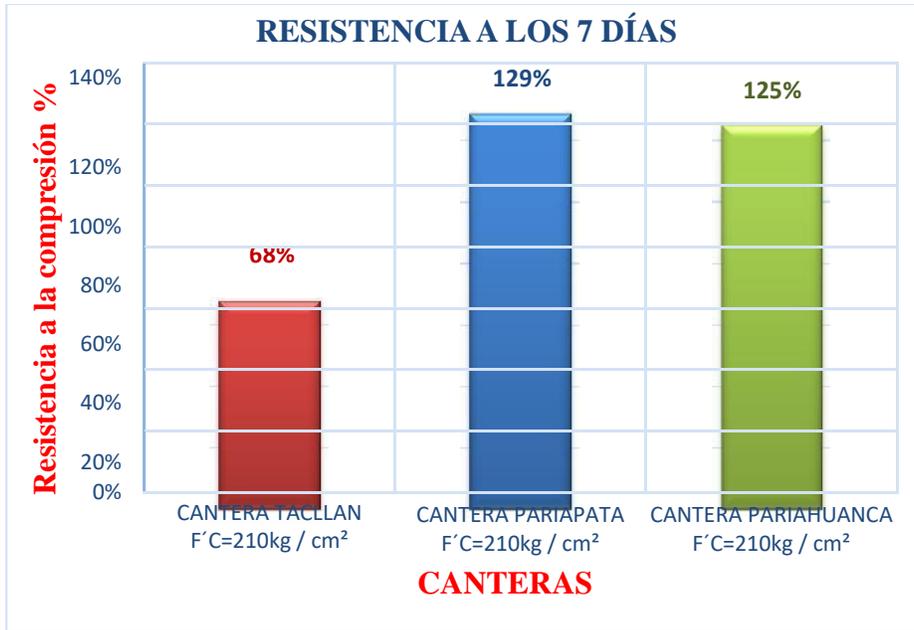


Grafico N° 6: Resistencia a los 7 días.

Fuente: elaboración propia.

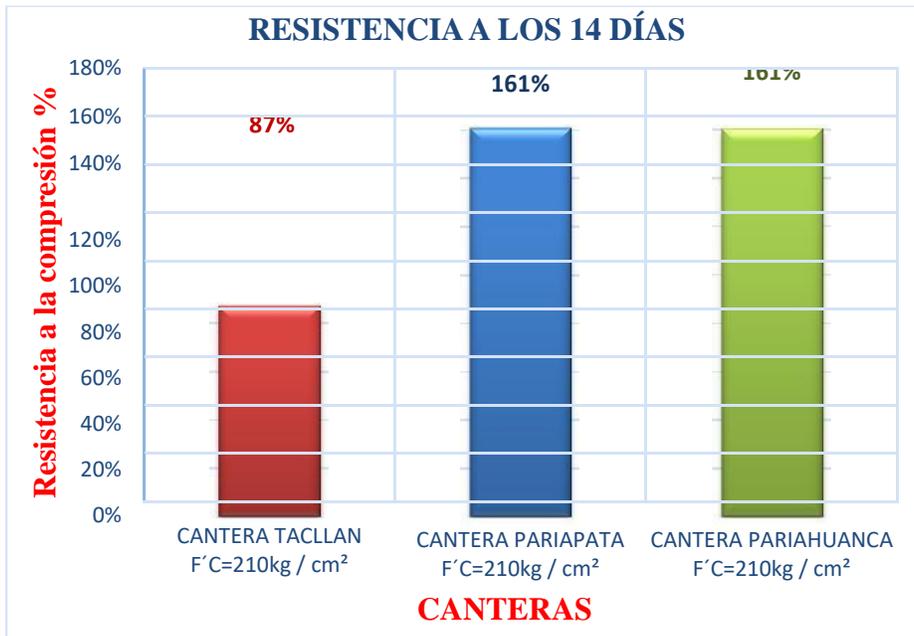


Grafico N° 7: Resistencia a los 14 días.

Fuente: elaboración propia.

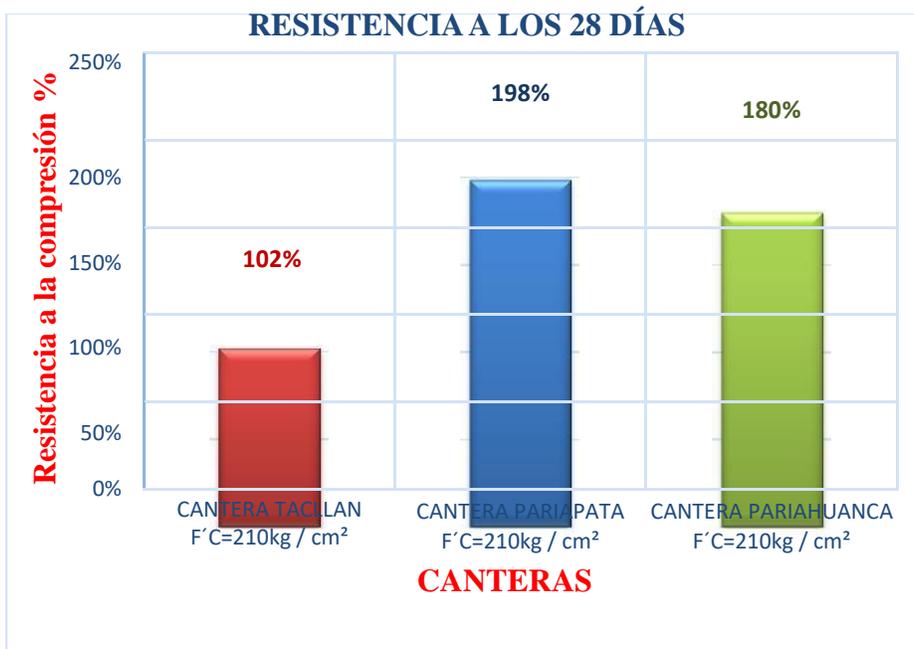


Grafico N° 8: Resistencia a los 28 días.

Fuente: elaboración propia.

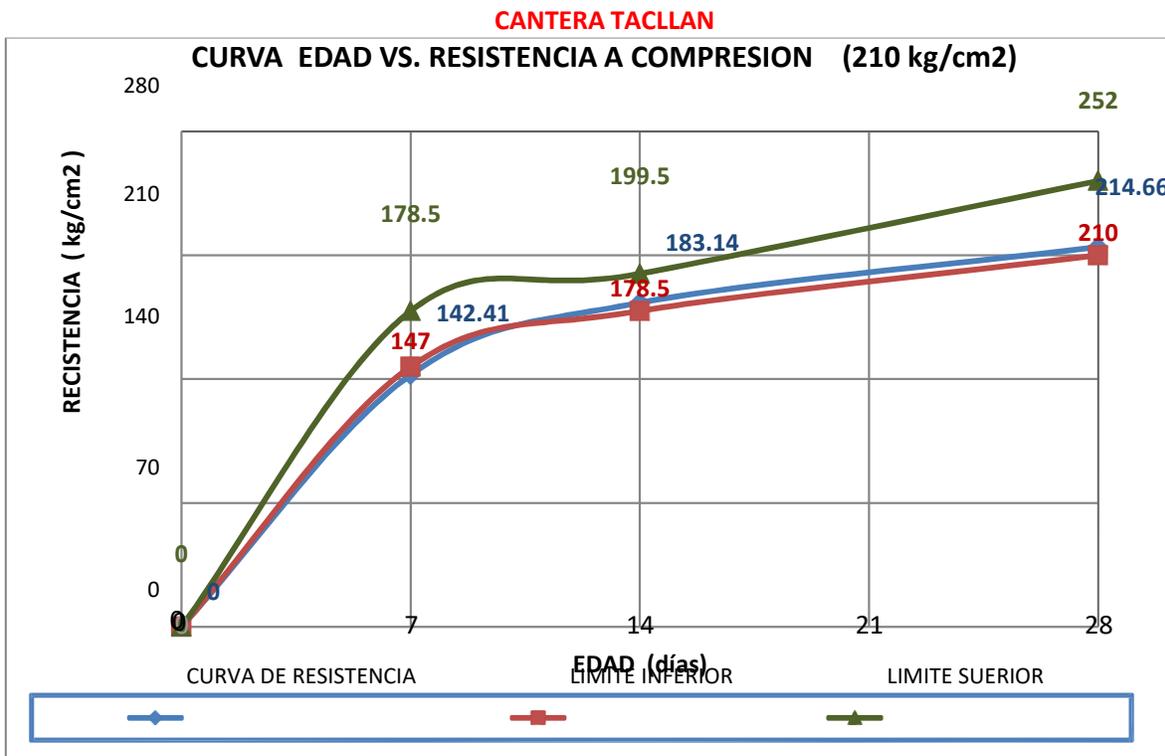


Grafico N° 9: Curva de resistencia cantera Tacllan.

Fuente: elaboración propia.

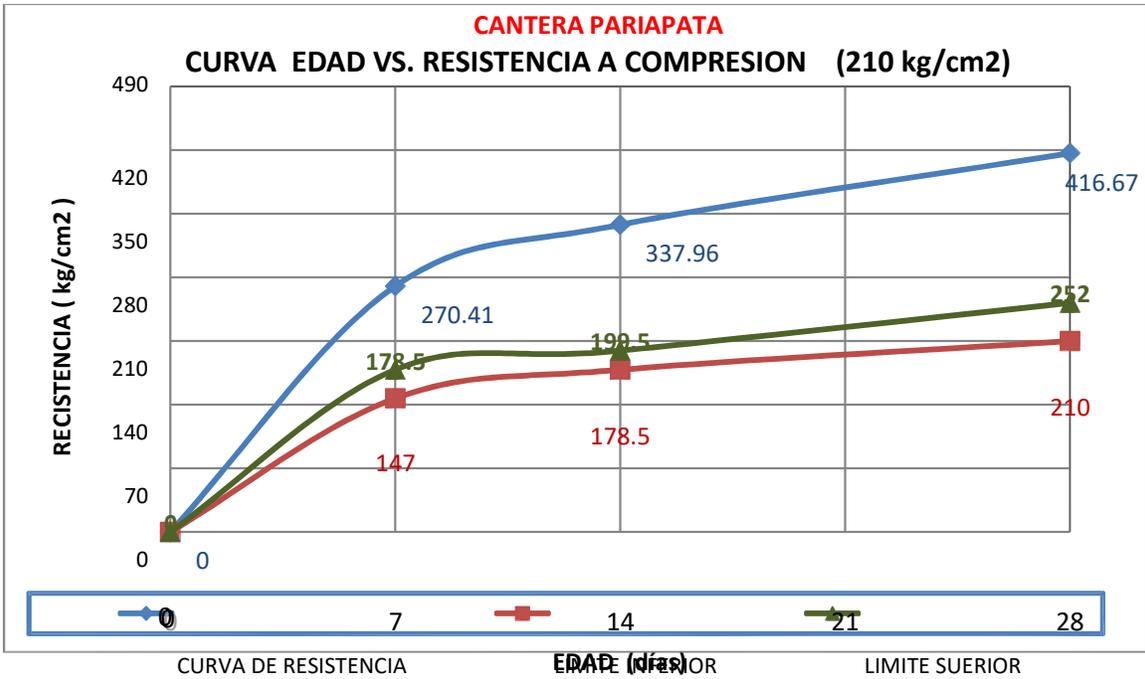


Grafico N° 10: Curva de resistencia cantera Pariapata.

Fuente: elaboración propia.

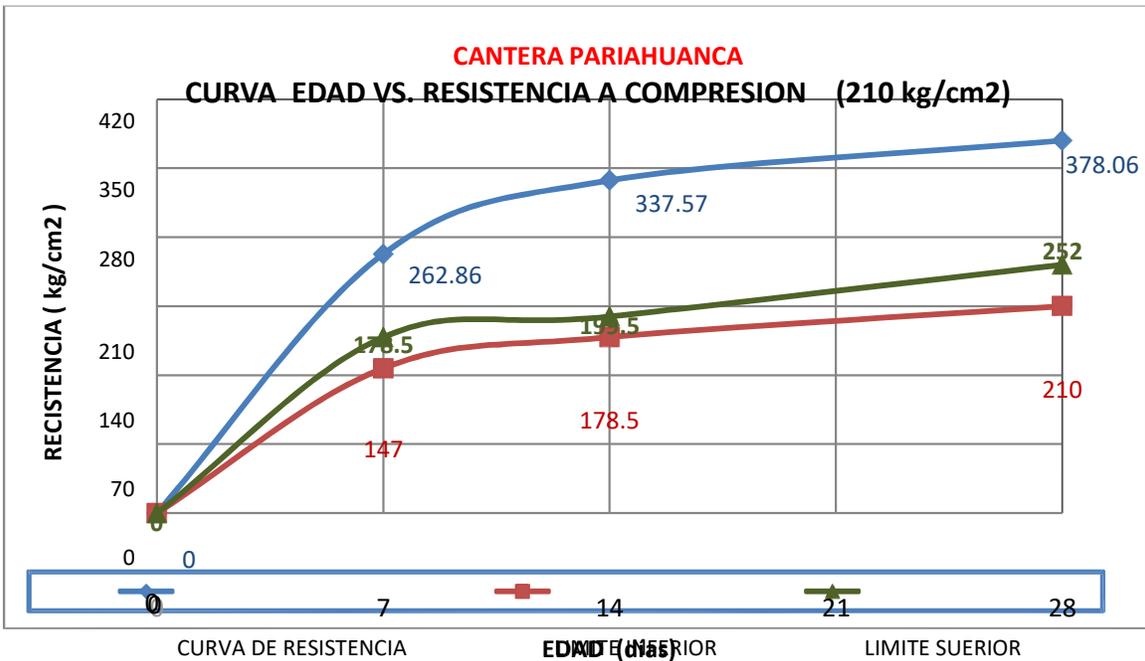


Grafico N° 11: Curva de resistencia cantera Pariahuanca.

Fuente: elaboración propia.

COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DE LAS CANTERAS DE TACLLAN, PARIAPATA Y PARIAHUANCA

Tabla N° 53: Resumen de resistencia a la compresión.

DÍAS	CANTERA TACLLAN	CANTERA PARIAPATA	CANTERA PARIAHUANCA
7 días	142.41 kg/cm ²	270.41 kg/cm ²	262.86 kg/cm ²
14 días	183.14 kg/cm ²	337.96 kg/cm ²	337.57 kg/cm ²
28 días	214.66 kg/cm ²	416.67 kg/cm ²	378.06 kg/cm ²

Fuente: elaboración propia.

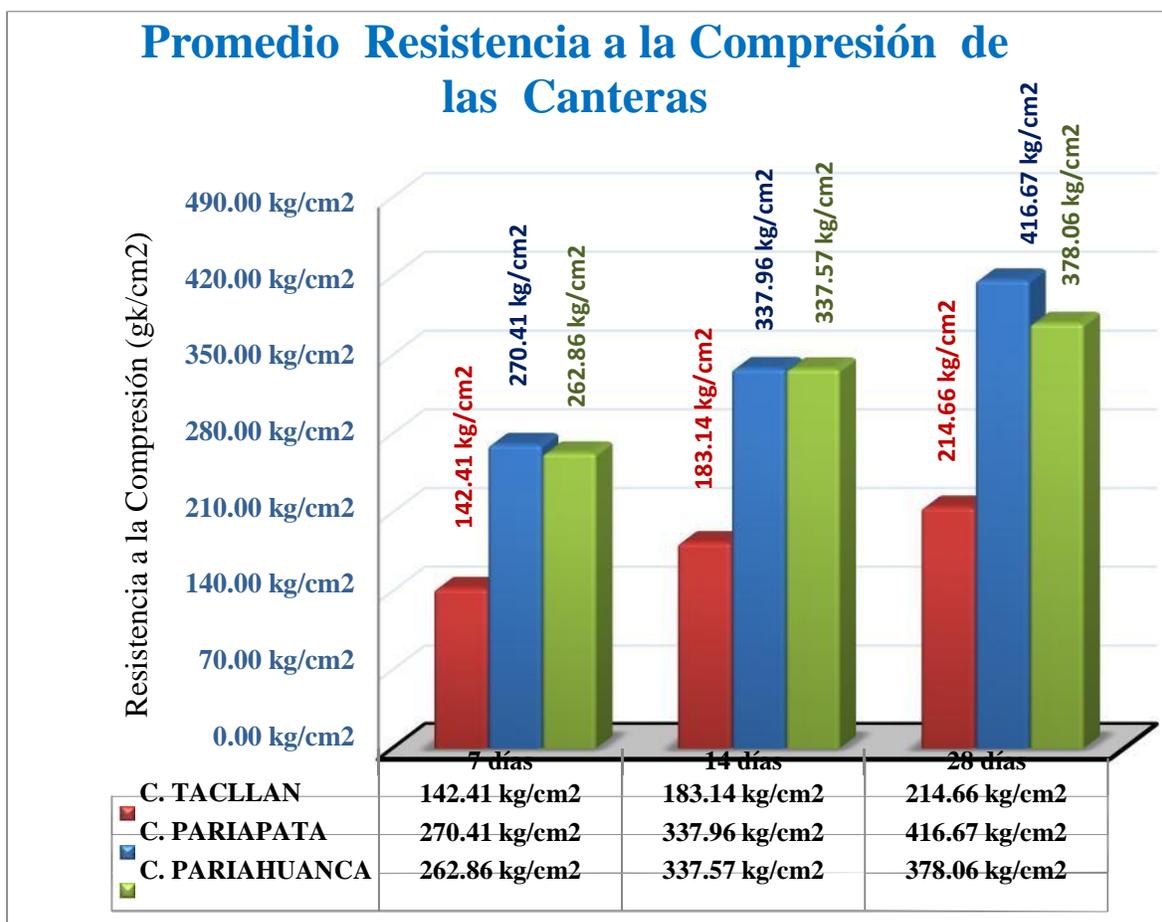


Grafico N° 12: Comparación de resistencia de las canteras de Tacllan, Pariapata y Pariahuanca a los 7 ,14 y 28 días de curado.

Fuente: elaboración propia.

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR (DBCA)

Modelo Aditivo Lineal

$$\gamma_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- γ_{ij} : Valor observado en la unidad experimental
- μ : Efecto de la media general
- β_j : Efecto del j-esimo bloque j:1,2,3
- τ_i : Efecto del i-esimo tratamiento i:1,2,3,4,5.
- ϵ_{ij} : Efecto aleatorio del error experimental

Análisis de Varianza

Tabla N° 54: Fórmulas de análisis de varianza (ANOVA)

FV	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	(b-1)	$\Sigma x^2_{.j}/t - (\Sigma x)^2/bt$	$Sc_b/b-1$	CM_b/CMe
Tratamientos	(t-1)	$\Sigma x^2_{i.}/b - (\Sigma x)^2/bt$	$Sct/t-1$	CMt/CMe
Error	(b-1)	$Sc_{total} - Sc_{bloque}$	$Sce/(b-1)$	
Experimental	(t-1)	$Sc_{tratamiento}$	(t-1)	
Total	bt-1	$\Sigma x^2_{..} - (\Sigma x)^2/bt$		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 55: Análisis de varianza (ANOVA)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	gl	Promedio de los cuadrados	F calculada	Prob.	Valor crítico para F
Días	18618.247	2	9309.123	23.972	0.05	5.143
Canteras	47701.821	2	23850.911	61.418	0.05	5.143
Error	1553.361	4	388.340			
Total	67873.429	7				

Fuente: Elaboración propia.

Al ser los valores de la Probabilidad menores que 0.05 y la $F_{calculada} > F_{crítico}$, tal como se puede observar en la presente Tabla ($23.972 > 5.143$ y $61.418 > 5.143$), indica que existen diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto elaborado con agregados de la Cantera Tacllán, Pariapata y Pariahuanca.

A demás se puede observar que la ganancia de resistencia a los 7, 14 y 28 días son significativas.

Impurezas orgánicas en agregado fino (ASTM C 40)

- **Tacllán**

Al realizar la comparación visual se observa que el color del líquido por encima de la muestra de arena se asemeja más al color No. 1 de placa orgánica de colores. Por tanto se reporta como similar al color No. 1 (lo que debe interpretarse que la arena puede ser utilizada para concreto o morteros).

- **Pariapata**

Al realizar la comparación visual se observa que el color del líquido por encima de la muestra de arena se asemeja más al color No. 2 de placa orgánica de colores. Por tanto se reporta como similar al color No. 2 (lo que debe interpretarse que la arena puede ser utilizada para concreto o morteros).

- **Pariahuanca**

Al realizar la comparación visual se observa que el color del líquido por encima de la muestra de arena se asemeja más al color No. 2 de placa orgánica de colores. Por tanto se reporta como similar al color No. 2 (lo que debe interpretarse que la arena puede ser utilizada para concreto o morteros).

Componentes del agregado grueso

Cantera Taclán

Componentes del agregado

Volcánicas andesíticos:	40%
Intrusivos tonalitas:	15%
Volcánicas dacíticos:	10%
Volcánicas basálticos:	30%
Cuarcitas:	5%

Cantera Pariapata

Componentes del agregado

Cuarcitas:	40%
Volcánicas andesíticos:	30%
Intrusivos granodioríticos y dioritas	20%
Volcánicas andesíticos basálticos	10%

Cantera Pariahuanca

Componentes del agregado

Cuarcitas	45%
Pórfidos de andesita	25%
Andesita basáltica	10%
Intrusivos dioríticos	20%

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

- En la investigación realizada por Ortega (2013), propone las dosificaciones adecuadas para la elaboración del concreto, de acuerdo a las propiedades de los agregados. Indica que los agregados 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 son aptos para ser utilizados en la elaboración del concreto.
- Según los resultados obtenidos se puede observar que la cantera de Tacllán presenta un material de grado 1 mientras que la cantera Pariapata y Pariahuanca presenta grado de impureza grado 2 el cual se debe interpretarse que la arena puede ser utilizada para concreto o morteros.
- La resistencia del concreto de la cantera Pariapata llega a tener mayor resistencia con respecto a la cantería de Parihuanca y la cantera Tacllán, puesto que el agregado grueso está conformado por cuarcita, componente que aumenta notablemente la resistencia a la compresión del concreto.
- Se aprecia que la resistencia de la cantera de Tacllán supera el límite mínimo, siendo apto para su uso en la fabricación de concretos. Las probetas de las canteras de Pariapata y Parihuanca superan la resistencia límite superior, por lo cual se debe de realizar otro diseño para disminuir la cantidad de cemento usado, siendo un ahorro en la fabricación de concreto.

V. CONCLUSIONES

5.1. Cantera Taclán

- ✓ Según la curva granulométrica del Agregado grueso de la Cantera Taclán se deduce que a pesar de tener una porción un poco baja de partículas retenidas en el tamiz 1". el resto de partículas se encuentran correctamente segregadas en el resto de tamices cumpliendo así con los límites establecidos, por ello su Tamaño Nominal Máximo de 1".
- ✓ De acuerdo con la gráfica de granulometría para el agregado fino de la cantera Taclán se deduce que a pesar de tener una porción un poco alta de partículas retenidas en el tamiz # 100 y 200, 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 2.91 el cual es el valor ideal de una arena para formar parte de un buen concreto.
- ✓ Con el ensayo de peso unitario suelto se obtuvo en el agregado grueso un valor de 1.700 gr. /cm³ siendo mayor con respecto a la arena cuyo valor es de 1.560 gr. /cm³ lo que indica que el agregado fino y el agregado grueso en estado natural, de esta cantera, tienen diferencia de masa por unidad de volumen.
- ✓ En el ensayo de peso unitario compactado se obtuvo que el agregado fino tiene 1.800 gr. /cm³ mientras que el agregado grueso tiene 1.800 gr./cm³ indica que el agregado fino y grueso, de esta cantera, tienen casi la misma masa por unidad de volumen .
- ✓ El agregado grueso con un peso específico de 2.690gr./cm³ y el agrega fino con un peso específico de 2.650gr./cm³ son aptos para ser utilizados en la elaboración del concreto debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm³ y 2.750gr./cm³
- ✓ La relación agua / cemento es 0.432.
- ✓ A los 28 días el concreto llega alcanzar una resistencia 214.66 kg cm².

- ✓ El agregado grueso tiene predominio de rocas volcánicas andesíticos.
- ✓ El agregado fino presenta una equivalente de arena 81%, quiere decir que es apto para obras sometidas a la clase general de exposición o casos de concreto de alta resistencia.
- ✓ El agregado fino posee impurezas de Grado I, quiere decir que el agregado presenta una composición aceptable de impurezas orgánicas y por lo tanto es un agregado adecuado para hacer concreto.

5.2. Cantera de Pariapata

- ✓ Según la curva granulométrica del AGREGADO GRUESO de la Cantera Pariapata se deduce que a pesar de tener una porción un poco baja de partículas retenidas en el tamiz 1". El resto de partículas se encuentran correctamente segregadas en el resto de tamices cumpliendo así con los límites establecidos, por ello su Tamaño Nominal Máximo de 1".
- ✓ De acuerdo con la gráfica de granulometría para el AGREGADO FINO de la Cantera Pariapata se deduce que es una curva ideal debido a que se encuentra por completo dentro del rango establecido, módulo de finura de 2.58 que está dentro del rango establecido, estas características le hacen una excelente arena.
- ✓ Con el ensayo de peso unitario suelto se obtuvo en el agregado grueso con un valor de 1.710 gr./cm³ siendo mayor con respecto a al agregado fino cuyo valor es de 1.550 gr./cm³ lo que indica que el agregado grueso con respecto a al agregado fino, ambos en estado natural, tiene diferencia en unidad masa por unidad de volumen lo cual si es admisible.
- ✓ En el ensayo de peso unitario compactada ocurrió algo diferente a lo obtenido en el suelto ya que el agregado fino tiene 1.730 gr./cm³ mientras que el agregado grueso tiene 1.760 gr./cm³ lo cual indica que el agregado fino y grueso, de esta cantera, tienen diferencia en masa por unidad de volumen al ser sometidos a un proceso de compactación.

- ✓ El ripio con un peso específico de 2.650gr./cm^3 y la arena con un peso específico de 2.630gr./cm^3 son aptos para ser utilizados en la elaboración del concreto debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm^3 y 2.700gr./cm^3 .
- ✓ La relación agua / cemento es 0.565.
- ✓ A los 28 días el concreto llega a alcanzar una resistencia 416.67 kg cm^2 .
- ✓ El agregado grueso tiene predominio de rocas cuarcitas.
- ✓ El agregado fino posee impurezas de Grado II, quiere decir que el agregado presenta una composición aceptable de impurezas orgánicas y por lo tanto es un agregado adecuado para hacer concreto.

5.3. Cantera Pariahuanca

- ✓ Según la curva granulométrica del agregado grueso de la Cantera Pariahuanca se deduce que a pesar de tener una porción un poco baja de partículas retenidas en el tamiz 1". el resto de partículas se encuentran correctamente segregadas en el resto de tamices cumpliendo así con los límites establecidos, por ello su Tamaño Nominal Máximo de 1".
- ✓ De acuerdo con la gráfica de granulometría para el agregado fino de la Cantera Pariapata se deduce que es una curva ideal debido a que se encuentra por completo dentro del rango establecido, módulo de finura de 2.26 que es bajo pero aceptable, estas características le hacen una excelente arena.
- ✓ Con el ensayo de peso unitario suelto se obtuvo en el agregado grueso un valor de 1.650 gr./cm^3 siendo mayor con respecto a al agregado fino cuyo valor es de 1.410 gr./cm^3 lo que indica que el agregado grueso en estado natural con respecto a al agregado fino, en estado natural, tiene una masa mayor por unidad de volumen.

- ✓ En el ensayo de peso unitario compactada ocurrió algo diferente a lo obtenido en el suelto ya que el agrado fino tiene 1.640 gr./cm^3 mientras que el agregado grueso tiene 1.720 gr./cm^3 lo cual indica que el agregado fino y grueso , de esta cantera, tienen diferencia en masa por unidad de volumen al ser sometidos a un proceso de compactación.
- ✓ El agregado grueso tiene un peso específico de 2.670 gr./cm^3 y el agregado fino con un peso específico de 2.630 gr./cm^3 son aptos para ser utilizados en la elaboración del concreto debido a que el rango admisible está entre 2.500 gr./cm^3 y 2.750 gr./cm^3 .
- ✓ La relación agua / cemento es 0.500.
- ✓ A los 28 días el concreto llega alcanzar una resistencia 378.07 kg/ cm^2 .
- ✓ El agregado grueso tiene predominio de rocas cuarcitas.
- ✓ El agregado fino posee baja cantidad de impurezas (Grado II), quiere decir que el agregado presenta una composición aceptable de impurezas orgánicas y por lo tanto es un agregado adecuado para hacer concreto.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a los tesisistas que van a realizar futuras investigaciones a fines a la presente investigación, disminuir la cantidad de cemento a usar, para llegar a obtener una resistencia cercana a la resistencia máxima. Puesto que la resistencia a la compresión de la cantera Pariapata y la cantera Pariahuanca son muy superiores al límite máximo recomendado.
- ✓ 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, similares sí pero no iguales.
- ✓ 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.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRFICAS.

Absalón, V. y Salas, R. (2008). Influencia en el Diseño de Mezcla de Agregados de Diferente Procedencia en el Estado de Mérida. Tesis pregrado para obtener el grado de ingeniero civil. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 218 pág.

Bastardo, G. y Fernández J. (2009). Diseño de Mezcla, Utilizando la Escoria de Acería como Agregado Grueso. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil. Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, Barcelona. 198 pág.

Cáder, V. (2012). Adaptación del Método de Diseño de Mezclas de Concreto Según ACI 211.1 Utilizando los tipos de Cemento ASTM C-1157 Tipo GU y ASTM C-1157 tipo HE. Tesis para optar el grado de ingeniero civil. Universidad de el Salvador, Santa Ana, El Salvador. 178 pág.

Flavio, A. (2010). Tecnología del Concreto (1era ed.) Lima: San Marcos. Lima – Perú. 136 pág.

IECA. (2017) Componentes y Propiedades del Cemento.

Recuperado de:

https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179

el 30 de abril de 2018.

Ostos, C. (2009) Comparación de Métodos de Diseños de Mezclas de Concreto de Baja Consistencia. Tesis para optar el grado de ingeniero civil. Universidad Veracruzana México. 202 pág.

Pasquel, C. (1993). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Primera edición. Libro 7 de la colección de ingeniería civil. Lima – Perú. 96 pág.

Prato, N. (2007) Química del Cemento. ANCAP DIV. PORTLAND PTA. PAYSANDU. Lima – Perú. 132 pág.

Rivva, L. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. ACI Capítulo Peruano del American Concrete Institute. Primera Edición. Lima – Perú. 68 pág.

Sotil, Z. (2015). Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 115 pág.

VIII. APÉNDICES Y ANEXOS

8.1. Panel fotográfico



Fotografía 04: Cantera de Tacllan.



Fotografía 05: Cantera de Pariapata.



Fotografía 06: Cantera de Pariahuanca.



Fotografía 07: Muestras de agregados de las diferentes canteras.



Fotografía 08: Tamices empleados para realizar ensayos de laboratorio.



Fotografía 09: Cuarteo de muestras de agregado grueso de las 03 canteras.



Fotografía 10: Densidad Suelta de la Arena de las diferentes canteras.



Fotografía 11: Densidad Compactada de la Arena de las diferentes canteras.



Fotografía 12: Densidad Suelta y Compactada del agregado grueso de las canteras.



Fotografía 13: Densidad Real y Absorción de la Arena de las 03 canteras.



Fotografía 14: Densidad y Absorción Real del agregado grueso de las 03 canteras.



Fotografía 15: Probetas de concreto para la tesis.



Fotografía 16: Ensayo del Cono de Abrams o Prueba de Slump.



Fotografía 17: Inspección de roturas de probeta.



Fotografía 18: Ensayo de equivalencia de arena del agregado fino.



Fotografía 19: Identificación de grado de impureza de las muestras.