

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Resistencia de un concreto $f'c=175$ kg/cm² con sustitución del cemento en un 3% y 5 % con bloques residuales de arcilla, Ancash – 2018.

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Alegre Collas, Jarvis Jack

Asesor

Salazar Sánchez Dante Orlando

Huaraz – Perú

2018

PALABRAS CLAVE:

Tema	Resistencia del concreto
Especialidad	Tecnología de concreto

KEY WORDS:

Theme	Concrete strength
Specialty	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Programa	Ingeniería Civil
Línea de investigación	Construcción y Gestión de la construcción
OCDE	2. Ingeniería y tecnología 2.1. Ingeniería Civil Ingeniería de la construcción
Sub – líneas o Campos de investigación	Materiales de a construcción Tecnología de la construcción y procesos constructivos

TITULO

**RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'C=175 KG/CM2
CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN UN 3% Y 5 %
CON BLOQUES RESIDUALES DE ARCILLA.**

RESUMEN

El reciclaje de los materiales de construcción y demolición es un asunto que se encontró hasta ahora en una etapa preliminar de investigación en el Perú. Por ello, este estudio busco aportar elementos de juicio importantes para determinar la viabilidad del uso de agregado reciclado como alternativa en obras de construcción y motivar su fomento. En este estudio tuvimos como objetivo determinar el efecto de la sustitución del cemento en un 3% y 5% por material residual de bloques de arcilla en la resistencia de un concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$.

La metodología de la presente investigación fue experimental, consiste primero en seleccionar los bloques residuales de arcilla los cuales se encontraron activadas térmicamente y así activarla mecánicamente en polvo y de esta manera sustituirlas al cemento en un 3% y 5%, y luego diseñar nuestro concreto, para luego curarlas por 28 días para tal objetivo se realizó una serie de ensayos: ensayo de Fluorescencia de rayo X de los bloques residuales de arcilla en polvo, ensayo a la compresión térmica, ensayo de pH de la muestra y experimental.

Los resultados encontrados fueron que La resistencia a la compresión del experimental 1 aumento en un 5% con respecto al patrón y del experimental 2 aumento en 8.7% con respecto al patrón.

ABSTRACT

The recycling of construction and demolition materials is a matter that was found until now in a preliminary stage of research in Peru. Therefore, this study sought to provide important elements of judgment to determine the feasibility of using recycled aggregate as an alternative in construction works and motivate their promotion. In this study we aimed to determine the effect of cement substitution by 3% and 5% by residual material of clay blocks in the strength of a concrete $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$.

The methodology of the present investigation was experimental, it consists first in selecting the residual blocks of clay which were found to be thermally activated and thus activating it mechanically in dust and thus replacing them in cement by 3% and 5%, and then designing our concrete sample. , to then cure them for 28 days for this purpose, a series of tests were carried out: X-ray fluorescence test of the residual blocks of clay powder, thermal compression test, sample pH test and experimental.

The results found were that the compression resistance of experimental 1 increased by 5% with respect to the standard and experimental 2 increased by 8.7% with respect to the pattern.

ÍNDICE

PALABRAS CLAVE:	I
TITULO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO	25
III. RESULTADOS	29
IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN	55
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
VIII. APENDICES Y ANEXOS	63

LISTA DE TABLA

<i>Tabla 1: Grado de plasticidad de arcilla.</i>	8
<i>Tabla 2: Análisis químico de los principales elementos encontrados en la arcilla.</i>	10
<i>Tabla 3: Componentes principales del cemento portland tipo I.</i>	12
<i>Tabla 4: Composición química del cemento.</i>	12
<i>Tabla 5: Tipos de cemento hidráulico, ASTM C 150.</i>	13
<i>Tabla 6: Granulometría de la arena gruesa.</i>	14
<i>Tabla 7: Requisitos para agua de Mezcla-NTP 339.088 descripción límite permisible</i>	15
<i>Tabla 8: Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción [ACI 211]</i>	16
<i>Tabla 9: Requerimientos de Agua aproximada de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregado [ACI 211].</i>	18
<i>Tabla 10: Relaciones entre la relación Agua/Cemento y la resistencia a la compresión del concreto [ACI 211].</i>	19
<i>Tabla 11: Relaciones agua/cemento máximas permisibles para concreto sujeto a exposiciones severas.</i>	19
<i>Tabla 12: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto [ACI 211].</i>	20
<i>Tabla 13: Calculo tentativo del peso del concreto fresco.</i>	21
<i>Tabla 14: Diseño de bloque completo al azar</i>	25
<i>Tabla 15: cantidad de material por probeta de concreto patrón $f'c=175$ kg/cm²</i>	45
<i>Tabla 16: cantidad de material por probeta de concreto experimental con cemento sustituido en 3% por arcilla reciclada.</i>	46
<i>Tabla 17: cantidad de material por probeta de concreto experimental con cemento sustituido en 3% por arcilla reciclada.</i>	46
<i>Tabla 18: Resistencias de los especímenes de concreto patrón $f'c=175$ kg/cm²</i>	47
<i>Tabla 19: Resistencias de los especímenes de concreto experimental $f'c=175$ kg/cm² con la sustitución del cemento en un 3% de arcilla de bloques residuales</i>	48
<i>Tabla 20: Resistencias de los especímenes de concreto experimental $f'c=175$ kg/cm² con la sustitución del cemento en un 5% de arcilla de bloques residuales.</i>	49
<i>Tabla 21: Comparación de las Resistencias a la Compresión del Concreto Patrón y Experimentales.</i>	52
<i>Tabla 22: Fórmulas de análisis de varianza (ANOVA)</i>	53
<i>Tabla 23: Análisis de varianza (ANOVA)</i>	54

LISTA DE GRAFICOS

<i>Grafico N° 1: diagrama de holtz y kovacs.....</i>	<i>30</i>
<i>Grafico N° 2: Resistencia a la compresión a los 7 días.</i>	<i>50</i>
<i>Grafico N° 3: Resistencia a la compresión a los 14 días.</i>	<i>50</i>
<i>Grafico N° 4: Resistencia a la compresión a los 28 días.....</i>	<i>51</i>
<i>Grafico N° 5: Resistencia a la compresión a los 28 días.....</i>	<i>52</i>

I. INTRODUCCIÓN

LOS ANTECEDENTES UTILIZADOS PARA ESTA INVESTIGACIÓN, SON LOS SIGUIENTES:

Goyo & Rojas (2014). En su trabajo para optar al título de ingeniero civil titulada “Evaluación de mezclas concreto con adiciones de arena de sílice en un 5 y 10% como sustituto del peso del cemento” realizada en la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado de Barquisimeto tuvo como objetivo general “Evaluar mezcla de concreto con adiciones de arena de sílice, sustituyendo el 5 y 10% del cemento con estas adiciones”, llegó a la conclusión de que “la incorporación de sustituciones no aporta cambios considerables en cuanto al porcentaje de aire y peso unitario con respecto a la mezcla patrón para ambas resistencias, en cuanto a los ensayos de resistencia a la compresión se puede observar que como era lo esperado, los valores tienden a desarrollarse luego de los 28 días, siendo a los 90 días que supera con buena expectativa el valor de la resistencia de diseño, lo cual comprueba una vez más el aporte de la sustitución de sílice en el tiempo”, pero se recomienda profundizar en la investigación con otros estudios.

Hernández F. (2009), en su tesis de maestro en ciencias “Estudio del Método de Sustitución aplicado arcillas expansivas de Querétaro” realizado en la universidad autónoma de Querétaro Facultad de ingeniería, tuvo como objetivo general “determinar si el material inerte que se utiliza en el método de sustitución para suelos expansivos, cumple con las propiedades indispensables como baja permeabilidad y resistencia aceptable. Así mismo proponer y estudiar mezclas con cal y cemento y algunas otras como arcilla con cal y cemento, que puedan ser otra alternativa como material de sustitución”, concluyo que la arena limosa conocida en la región como “tapetate”, en condiciones naturales presenta permeabilidad semejante al de una arena fina y mezclado con cal y cemento lo incrementa por lo tanto este material en condiciones naturales y mezclado con cal y cemento no cumplen el objetivo de ser un material eficiente que pueda ser utilizado en sustitución de la arcilla expansiva debido a su permeabilidad, aunque sea inerte también que la resistencia de la arcilla-cal y la arcilla-cemento tuvieron grandes diferencias entre ellas como el tiempo y con

los porcentajes, presentándose mayor resistencia en las mezclas de suelo cemento. La expansión en la arcilla deja de presentarse en las mezclas de cal y cemento a partir de 4% se logra eliminar por completo la expansión con las mezclas del 6% para ambos casos.

En Cuba, Castillo (2015). En su trabajo de diploma titulada “Evaluación de la arcilla calcinada de pontezuela como aditivo ex tendedor en lechadas de cemento portland” realizada en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas tuvo como objetivo general “Evaluar la influencia de la arcilla de pontezuela calcinada en las propiedades geológicas y mecánicas de lechadas de un cemento portland producido a escala de planta piloto a partir de clinker de Sigüaney y yeso de la salina Bidos”, llegó a la conclusión de que “al pasar del 5 y 10% de sustitución de cemento portland por arcilla calcinada de pontezuela se produce una disminución de la resistencia mecánica y al pasar del 10 al 30% se produce un aumento de la resistencia mecánica. Esto es resultado de una posible combinación del efecto de dilución, el cual contribuye a una disminución de la resistencia mecánica, y el efecto positivo de la elevada superficie específica y la reactividad puzolánica de la arcilla calcinada de pontezuela”.

Taylor, S.C., Lamon, E.L., Riding, K.A. & Juenger, M.C. (2015). En un esfuerzo para limitar el impacto ambiental de los materiales de concreto, hay un creciente interés en el desarrollo y el uso de una gama más amplia de minerales como materiales cementicios suplementarios aceptables. El uso combinado de las técnicas de análisis termogravimétrico (TGA) difracción de rayos x (XRD) y demostró ser útil para medir inicialmente contenido amorfo post-calcinación, dando información sobre la relación entre la temperatura de calcinación y reactividad puzolánica. La Calcinación de las arcillas usadas fueron de 650 ° C, 830 ° C y 930 ° C por 1 hora. Los resultados demostraron que, para las arcillas calcinadas mezclados, ya que el contenido amorfo aumenta, el SCM consumió más portlandita y la resistencia a la compresión de morteros de cemento-SCM aumentó. Las mezclas de arcillas de caolinita-bentonita, que contiene inicialmente 35% Caolinita cristalina antes de la calcinación, tuvieron un crecimiento más o menos 10% de resistencia a la compresión sobre muestras que

contenían 100% en peso de cemento, a los 90 días. SCM caolinita combinadas pueden ofrecer ventajas significativas como un material alternativo aglutinante o de cemento de reemplazo de bajo costo, con la capacidad de mantener o mejorar la resistencia mecánica.

Chackchouk, Samet y Mnif (2006). Muestran arcillas de Túnez de diferentes lugares se calcinan a 600, 700 y 800 ° C. Se estudian las propiedades físicas de ambas muestras no tratadas y calcinados geotécnico, y químicos. El calcinado arcillas mezcladas con cal y agua fueron arrojados en mini-cilindro moldes (20 mm de diámetro y 40 mm de altura), des moldear después de 7 días y luego se cura en agua a 20 ° C durante 28 días (Gniewek, 1987). La investigación llegó a la conclusión que La actividad puzolánica de las arcillas calcinadas evaluados por ensayos de resistencia de compresión aplicadas en mini-cilindros confirma que las muestras que son ricas en caolinita presente la mejor actividad puzolánica mientras que las muestras que contiene illita y montmorillonite y un alto contenido de minerales no arcillosos tales como cuarzo y calcita presentar una actividad Puzolanica débil

Cárdenas (2011); Cuando los suelos arcillosos son horneados, las moléculas de agua se liberan, formando un material cuasi-amorfo reactivo con la cal. Esto también es cierto para los esquistos y suelos lateríticos y bauxíticos. Tal hecho fue descubierto en la antigüedad y las primeras puzolanas artificiales fueron hechas de piezas de alfarería molidas, una tecnología tradicional que aún es ampliamente practicada en el subcontinente de la India, Indonesia y Egipto, empleando ladrillos poco cocidos o defectuoso. (En India se le llama «surkhi», en Indonesia «semen merah» y en Egipto «homra»).

Fundamentación científica

La presente investigación se fundamenta en la teoría de la tecnología del concreto, en los principios básicos de la resistencia de materiales, así como en los estudios científicos que se viene realizando sobre la resistencia del concreto con la sustitución del cemento por arcilla.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La justificación para la realización de esta investigación, es la siguiente:

En Perú los escombros de la construcción no se aceptan en vertederos debido a su gran volumen. Los residuos de la construcción y demolición se componen principalmente de materiales cerámicos y concretos, y en menor proporción de madera, metales y plásticos. Si bien es cierto en el país actualmente existe una gran abundancia de áridos, es necesario tener en cuenta que este recurso no es renovable, por otro lado, su extracción en forma irresponsable produce graves impactos ambientales entre los cuales se puede mencionar cambios en el paisaje y en la forma del caudal de los ríos.

En La investigación está basada en el estudio de una mezcla experimental con material reciclado el cual permitirá desarrollar nuevas tecnologías que optimicen la reutilización de desechos, característica que toma importancia en el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente. Debido a la cultura de consumo, la sociedad cada vez exige mayor explotación de recursos naturales a la vez que contamina, por ejemplo; el volumen de bloques de arcilla ya sea de desperdicios o demoliciones de construcciones desechados anualmente se está reduciendo en nuestro país por su correcto uso como materia prima en la elaboración de concreto simple, una de las formas de mitigar este impacto, es encontrando como aprovechar estos residuos; la reutilización de materiales de bloques de arcilla desechados es un aporte importante para la preservación del medio ambiente, de ahí parte la relevancia de este trabajo, el cual se centra en analizar el comportamiento de bloques de arcilla reciclado molido en una mezcla, en donde se remplazará un porcentaje de cemento dentro del diseño de un concreto de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, y se determinará si su uso satisface o no, las necesidades para el diseño del concreto.

Para La Presente Investigación, Se Plantea El Siguiete Problema.

¿Cuál es la Resistencia de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución del cemento en un 3% y 5 % con bloques residuales de arcilla, Ancash – 2018?

Arcilla

Laszlo (1990) define la arcilla como una roca sedimentaria consistente en mezclas de distintos minerales, esencialmente silicatos hidratados de aluminio, hierro o magnesio, junto a diversas impurezas, en forma de partículas cristalinas extremadamente pequeñas y en proporciones variables”

Angelone(2007) Las arcillas son cualquier sedimento o depósito mineral y natural que es plástico cuando se humedece y que consiste de un material muy fino, formado por partículas muy pequeñas cuyo tamaño es inferior a 4 micras, y que se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados.

Características:

- ✓ Su masa se expande con el agua.
- ✓ Con la humedad se reblandece y se vuelve plástica.
- ✓ Al secarse su masa se contrae en un 10%
- ✓ Generalmente se le encuentra mezclada con materia orgánica.
- ✓ Adquiere gran dureza al ser sometida a temperaturas mayores a 600°C

Clasificación de las arcillas:

Arcillas Caolinitas

Es una arcilla blanca muy pura que se utiliza para la fabricación de porcelanas y de aprestos para almidonar. También es utilizada en ciertos medicamentos y como agente adsorbente. Conserva su color blanco durante la cocción. Es silicato de aluminio hidratado formado por la descomposición de feldespato y otros silicatos de aluminio. (Cruz, 2014)

Características: Usos en la construcción

- ✓ Terraplén.
- ✓ Placas de vidrio.
- ✓ Usado para producir arcillas pesadas.
- ✓ En pistas para aterrizaje de aviones.
- ✓ En mezclas termoplásticas para techar.
- ✓ Como relleno en cementos resistentes de ácidos y refractarios.
- ✓ En el concreto mejora la durabilidad, remueve el hidróxido de calcio químicamente activo, mejora la porosidad y la adhesión entre el cemento, la arena y la grava.

Arcillas Illitas

La illita es un mineral del grupo de los silicatos. La illita es un filosilicato o silicato laminar. El grupo de las illitas está constituido por diversos minerales parecidos a la mica muscovita. La illita es, posiblemente, el grupo más abundante en los depósitos arcillosos marinos modernos. Es también la arcilla más abundante en los depósitos sedimentarios antiguos y es el material arcilloso predominante. (Cruz, 2014)

Características

- ✓ Medianamente inestables.
- ✓ Medianamente expansibles.
- ✓ Angulo de fricción interna media.
- ✓ Tienen mediana plasticidad.

Arcillas Montmorillonitas (Expansivas)

Una arcilla expansiva es aquella arcilla susceptible de producir grandes cambios

de volumen, en directa relación con los cambios en la humedad del suelo. Las arcillas se expanden con la humedad y se contraen al secarse, formando profundas grietas. Este proceso favorece la mezcla de materiales desde horizontes más profundos, ya que al rellenarse las grietas con material externo, cuando la arcilla vuelve a hidratarse, expulsa parte del material más profundo por la falta de espacio.

Las "montmorillonitas" están formadas por una lámina alumínica y dos silícicas, en este tipo de arcilla la unión entre las retículas es débil, por lo que las moléculas del agua pueden introducirse en la estructura con relativa facilidad. Son expansivas ya que, debido a lo anterior, se produce un incremento volumétrico. La montmorillonita es un mineral del grupo de los silicatos, subgrupo filosilicatos y dentro de ellos pertenece a las llamadas arcillas. Es un hidrosilicato de magnesio y aluminio, con otros posibles elementos. (Cruz, 2014)

Propiedades Físico-Químicas

Capacidad de absorción y Retención de Líquidos

La capacidad de absorción está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede hablar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan de forma aislada: absorción (cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad) y adsorción (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato). La absorción de agua de arcillas absorbentes es mayor del 100% con respecto al peso. (García, 2012)

Hidratación e hinchamiento

La hidratación y deshidratación del espacio interlaminar son propiedades características de las esmectitas, y cuya importancia es crucial en los diferentes usos industriales. Aunque hidratación y deshidratación ocurren con independencia del tipo de catión de cambio presente, el grado de hidratación sí está ligado a la naturaleza del catión interlaminar y a la carga de la lámina.

La absorción de agua en el espacio interlaminar tiene como consecuencia la separación de las láminas dando lugar al hinchamiento. Este proceso depende del

balance entre la atracción electrostática catión-lámina y la energía de hidratación del catión. Cuando el catión interlaminares es el sodio, las esmectitas tienen una gran capacidad de hinchamiento, pudiendo llegar a producirse la completa disociación de cristales individuales de esmectita, teniendo como resultado un alto grado de dispersión y un máximo desarrollo de propiedades coloidales. Si por el contrario, tienen Ca o Mg como cationes de cambio su capacidad de hinchamiento será mucho más reducida. (García, 2012).

Plasticidad

Jiménez & de Justo (1975) afirman que las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas. Generalmente, esta plasticidad puede ser cuantificada mediante la determinación de los índices de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico.

Andrade, Al-Quereshi & Hotza (2011) definen la plasticidad es la propiedad excepcional de sistemas de agua- arcillas. Esto es la sustancia de propiedad tiene cuando deformado continuamente bajo una fuerza finita. Cuando la fuerza es quitada o reducida, la forma se mantiene. La composición mineralógica, la distribución de tamaño de partícula, sustancias orgánicas y aditivos pueden afectar la plasticidad de arcillas.

Tabla 1: *Grado de plasticidad de arcilla.*

GRADO DE PLASTICIDAD	
IP	DESCRIPCION
0 -3	no plástico
3_15	ligeramente plástico
15-30	baja plasticidad
> 30	alta plasticidad

Fuente: (Sowers, 1979)

Puzolanas

NTP 334.090(2013) afirma que es un material silíceo o silíceo y aluminoso, que por sí mismo puede tener poco o ningún valor cementicio pero que, finamente dividido y en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio, a temperaturas comunes, para formar compuestos que poseen propiedades cementicias.

Puzolanas artificiales

ASTM. C618 (2015) afirman que los materiales que deben su condición de tales a un tratamiento térmico adecuado. Dentro de esta condición cabe distinguir dos grupos uno, el formado por materiales naturales silicatados de naturaleza arcillosa y esquistosa, que adquieren el carácter puzolánico por sometimiento a procesos térmicos “ex profeso”, y otro el constituido por subproductos de determinadas operaciones industriales, que, en virtud de su naturaleza y de las transformaciones sufridas en las mismas, adquieren las propiedades puzolanas.

ASTM Standard C618 (citado por Chackchouk et al., 2006), especificando los criterios de actividad puzolana de aditivos minerales, requiere de arcilla tener una sílice total de alúmina y el contenido de óxido de hierro mayor que 70%, dióxido de azufre de menos de 4%. En relación a estos criterios, especifica que, para una buena puzolana, el contenido de CaO no debe exceder de 10% y el contenido de SiO₂ y Al₂O₃ total debe ser mayor que 50%.

Los bloques de arcilla residual en el concreto

Las investigaciones sugieren que la arcilla mejora las características físicas de las pastas de cemento y morteros. En pastas de cemento, disminuye la permeabilidad y aumenta la resistencia a la compresión. Se ha encontrado que adiciones de arcilla deshidratada en concentraciones pequeñas pueden funcionar como acelerantes de fraguado de pastas de cemento y que disminuyen la trabajabilidad de morteros base cemento (disminuye su fluidez). Para que la fluidez de los morteros con adiciones sea igual a los morteros sin las adiciones se tendría que aumentar la cantidad de agua en la mezcla. Esto podría aumentar la porosidad de los morteros y, en consecuencia, disminuir su resistencia a la compresión (Chandra, klund, & Villarreal, 1998; Hernández-Zaragoza & Serrano- Gutiérrez, 2003).

Las resistencias a la compresión de morteros con adiciones de bloques de arcilla deshidratado se mantuvieron en valores similares a la mezcla control (sin adiciones) a pesar de que la relación agua/cemento (a/c) fue incrementada para obtener la misma fluidez¹⁰. A mayores edades, la resistencia a la compresión de los morteros con mayores porcentajes de adición de nopal deshidratado alcanzó valores similares a la mezcla control. En contraste, la resistencia a la compresión de los morteros con adiciones de sábila deshidratada (con bajo porcentaje de reemplazo) disminuyó hasta un 28% de los valores obtenidos en las mezclas de control, por lo que, hasta ahora, con los resultados obtenidos, no se encontró mejora alguna en su uso. Deben continuar las investigaciones en este tema y así corroborar lo que hasta ahora se ha obtenido: las adiciones de nopal mejoran las propiedades físicas y mecánicas de pastas y morteros base cemento (Celis, 2007; Hernández-Zaragoza & Serrano-Gutiérrez, 2003).

Tabla 2: *Análisis químico de los principales elementos encontrados en la arcilla.*

Análisis químico por FRX de los elementos encontrados en la arcilla		
Elementos	Arcilla natural (%)	Arcilla activada (%)
Si	67.83	74.32
Al	12.58	11.01
Fe	11.28	10.89
Mg	2.27	1.35
Ca	1.82	0.262
K	1.32	0.728
Cl	1.19	0.478

Fuente: Revista de la sociedad química del Perú

Cemento

Portland Cement Association, PCA (2002) sostienen que los cementos portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Los cementos hidráulicos se fraguan y se endurecen por la reacción química con el agua. Durante la reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una masa similar a una piedra, llamada pasta. Cuando se adiciona la pasta (cemento y agua) a los agregados (arena y grava, piedra triturada piedra machacada, pedrejón u otro material granular), la pasta actúa como un adhesivo y

une los agregados para formar el concreto, el material de construcción más versátil y más usado en el mundo.

El cemento Portland se fabrica a partir de materiales calizos, por lo general piedra caliza, junto con arcillas, pizarras o escorias de altos hornos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio, en proporciones aproximadas de un 60% de cal, 19% de óxido de silicio, 8% de óxido de aluminio, 5% de hierro, 5% de óxido de magnesio y 3% de trióxido de azufre.

Características físicas

Norma ASTM.C150 (2007). Especificación estándar para el cemento portland: Define que las propiedades físicas de cemento son útiles para evaluar y controlar la calidad del cemento, estos ensayos no pueden ser considerados para interpretar la calidad del hormigón pese a que los mismos van de la mano; dichos ensayos presentan límites indicados en las distintas normativas y son distintos dependiendo el tipo de cemento a ser utilizado; entre las principales propiedades físicas tenemos:

- ✓ **Finura y tamaño de las partículas:** Finura superficie específica Blaine 360 m²/kg.
- ✓ **Contenido de aire:**9.0%
- ✓ **Estabilidad de volumen:** Expansión de autoclave 0.2%
- ✓ **Densidad:** La densidad del cemento portland recién fabricado tiene un valor de 3.10
- ✓ **Contenido de partículas %:** Mayores a 10 µm 48; entre 10 y 45 µm 46 y mayores a 45µm

Características químicas

Norma ASTM. C150 (2007). Especificación estándar para el cemento portland: Define que la composición química del cemento, en base a un buen CLINKERS bien quemado, produce la siguiente composición:

- ✓ **Silicato Tricálcico 3CaO.SiO₂:** **Composición** del 36.0 %, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

- ✓ **Silicato Dicálcico $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$:** Composición del 33.0%, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
- ✓ **Aluminato Tricálcico $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$:** Composición del 21.0 %, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.
- ✓ **Componentes menores:** Oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio 10%.

Tabla 3: Componentes principales del cemento portland tipo I.

OXIDOS	CONTENIDO (%)
Oxido de calcio (CaO)	60 - 67
Oxido de Silice (SiO_2)	17 - 25
Oxido de Aluminio (Al_2O_3)	3 - 8
Oxido de Hierro (Fe_2O_3)	0.5 - 6.
Oxido de Magnesio MgO	0.1 - 4.0
Álcalis	0.2 - 1.3
Óxido de azufre (SO_3)	1 - 3

Fuente: elaboración propia.

El cemento empleado para el presente proyecto de investigación fue el cemento Portland Tipo I.

Tabla 4: Composición química del cemento.

Items	ASTM C150	
	Units	Specification
	Chemical analysis	
SiO_2	%	≤ 22.0
Al_2O_3	%	≤ 5.80
Fe_2O_3	%	≤ 4.00
CaO	%	≥ 59.00
MgO	%	≤ 6.00
SO_3	%	≤ 3.0

Fuente: Norma ASTM C-15

Tipos de cementos:

Norma Técnica Peruana, NTP. 334.009 (2007). Cementos portland. Requisitos. Está definido que de acuerdo a las normas nacionales ITINTEC, NTP 334.009 y a las internacionales ASTM C-150 los cementos están clasificados

Tabla 5: *Tipos de cemento hidráulico, ASTM C 150*

TIPO	DESCRIPCION
I	Normal
IA	Normal con aire incluido
II	Moderada resistencia a los sulfatos
IIA	Moderada resistencia a los sulfatos con aire incluido III
III	Alta
IV	Bajo calor deshidratación
V	Resistencia a los sulfatos

Fuente: ASTM C150

Agregado Fino

El agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es retenido en el tamiz N°200 (74um). Norma Técnica Peruana 400.011

Propiedades físicas:

El agregado fino a utilizarse en el mortero debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas.

Para la gradación de la arena se utilizan las mallas N° 04 el cual debe pasar en un 100% todo el material, además de las mallas N° 08, 16, 30, 50 ,100 y 200; el agregado no debe tener más de 50% de retenido en dos mallas consecutivas y a la vez debe tener como máximo 25% entre la malla N° 50 y 100.

Tabla 6: *Granulometría de la arena gruesa*

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Fuente: Elaboración propia.

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.

La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.

El módulo de finura es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La arena debe tener un módulo de finura entre 2.3 y 3.1.

El agua es imprescindible en las etapas de la elaboración del mortero: mezclado fraguado y curado. El agua de mezclado ocupa normalmente entre 15% y 20% del volumen de mortero fresco y, conjuntamente con el cemento, forman un producto coherente, pastoso y manejable, que lubrica y adhiere el agregado. Simultáneamente esta agua reacciona químicamente con el cemento, hidratándolo y produciendo el fraguado en su acepción más amplia, desde el estado plástico inicial, pasando por lo que llamamos endurecimiento, hasta el desarrollo de resistencias a largo plazo. Por otra parte, el agua de curado es necesaria para reponer la humedad que se pierde por evaporación luego que el mortero ha sido colocado compactado en su superficie.

Si se tuviera dudas e la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de ésta, para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación de la mezcla.

Agua

El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla (Teodoro, 1997).

Tabla 7: *Requisitos para agua de Mezcla-NTP 339.088 descripción limite permisible*

Cloruros	300ppm.
Sulfatos	300ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500ppm.
Materia Orgánica	10pm.

Fuente: NTP 339.088

Método ACI Para Diseño De Mezclas De concreto.

El método estudiado en el presente trabajo tiene como base el procedimiento del American Concrete Institute elaborado por el Comité ACI 211. El método americano ACI es el más conocido y ampliamente usado, fundamentado en el principio básico de la relación agua/cemento desarrollado por Abrams, que consiste en seguir en forma ordenada una secuencia de pasos y determinar la cantidad de cada material en peso y en volumen, para 1m³ de concreto.

Los factores más importantes que deben considerarse al seleccionar el proporcionamiento de los agregados son en el orden propuesto por el Instituto Americano del Concreto (ACI 211), se incluyen en los siguientes pasos:

PASO 1: Elección del revenimiento para cumplir los requisitos de trabajo:

Cuando no se especifica el revenimiento, puede seleccionarse un valor apropiado para la obra de los que aparecen en Tabla 08.

Tabla 8: *Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción [ACI 211]*

Tipos de Construcción	Revenimiento, cm	
	Máximo*	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas 8 2	8	2
Zapatas, cajones de cimentación y muros de sub-estructuras sencillos	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas para edificios	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto masivo	8	2

Fuente: Elaboración propia.

El revenimiento se puede incrementar cuando se emplee aditivos químicos, siempre que la mezcla de concreto tenga la misma o más baja relación Agua/Cemento y no exhiba segregación o sangrado excesivo. *También se puede incrementar 2 cm, cuando los métodos de compactación no sean por vibrado.

PASÓ 2: Elección del tamaño máximo del agregado: Los agregados de tamaño máximo o agregados bien graduados tienen menos vacíos que los tamaños pequeños. Por lo tanto, concretos con tamaños más grandes requieren menos mortero por unidad de volumen del concreto.

Generalmente el tamaño máximo del agregado debe ser el más grande que esté económicamente disponible y el que resulte compatible con las dimensiones de la estructura. En ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso debe exceder de 1/5 de la menor dimensión entre los costados de las cimbras, 1/3 del espesor de la losa, ni 3/4 de la separación mínima entre varillas de refuerzo o paquetes de varillas.

PASÓ 3: Determinación del agua de mezclado y contenido de aire: La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir determinado revenimiento, depende del tamaño máximo, de la forma de la partícula y granulometría de los agregados, así como de la cantidad de aire incluido.

En la Tabla 05, aparecen valores estimados del agua de mezclado requerida para concretos hechos con diversos tamaños máximos de agregados, con o sin aire incluido. Dependiendo de la textura y forma del agregado, los requerimientos de agua de mezclado pueden estar por encima o por debajo de los valores tabulados,

pero son suficientemente precisos para una primera estimación.

Tales diferencias en los requerimientos de agua no se reflejan necesariamente en la resistencia, ya que existen otros factores que compensan y que pueden estar incluidos. Por ejemplo, con un agregado grueso redondo y uno angular, ambos similarmente bien graduados y de buena calidad, pueden producirse concretos de aproximadamente igual resistencia a la compresión utilizando la misma cantidad de cemento, a pesar de las diferencias en la relación agua/cemento resultante de los distintos requerimientos de agua de mezclado.

La forma de la partícula en sí, no constituye un indicio de que un agregado este por encima o por debajo del promedio en su capacidad de producción de resistencia. En la parte superior del cuadro 3.3, se indica la cantidad aproximada de aire atrapado que puede esperarse en concretos sin aire incluido, premeditada, y en la parte inferior, el promedio de contenido de aire recomendado para concretos con aire incluido.

Para el caso de que sea necesario o deseable incluir aire, se señalan tres niveles de contenido de aire para cada tamaño de agregado, los que dependen del propósito de la inclusión de aire y de la severidad de la exposición, si la inclusión de aire está en función de la durabilidad [ACI 211].

Exposición Ligera: cuando se desee la inclusión de aire por otros efectos benéficos que no sean la durabilidad, por ejemplo, para mejorar la cohesión o trabajabilidad, o para incrementar la resistencia del concreto con bajo factor de cemento, pueden emplearse contenidos de aire inferiores a los necesarios para la durabilidad. Esta exposición incluye servicio interior o exterior en climas en los que el concreto no estará expuesto a agentes de congelación y deshielo.

Exposición Moderada: implica el servicio en climas en donde es probable la congelación, pero en los que el concreto no estará expuesto continuamente a la humedad o al agua corriente durante largos periodos antes de la congelación, ni agentes descongelantes u otros productos químicos agresivos.

Exposición Severa: el concreto expuesto a productos químicos descongelantes u otros agentes agresivos, o bien, cuando el concreto pueda resultar altamente saturado por el contacto continuo con humedad o agua corriente antes de la congelación. Ejemplos de estos son: pavimentos, pisos de puentes, guarniciones, desagües, aceras, revestimiento de canales, tanques exteriores para agua o resumideros [ACI 211].

Tabla 9: *Requerimientos de Agua aproximada de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregado [ACI 211].*

Agua, Kg/m ³ de concreto para tamaño máximo nominal de agregado indicado								
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Revenimiento, cm	10	12.5	20	25	40	50	70	150
Concreto sin aire incluido								
De 3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125
De 7 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
De 15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	-
% Aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
De 3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
De 7 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
De 15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	-
% total del aire atrapado	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Fuente: Elaboración propia.

PASÓ 4: Elección de la relación agua/cemento: la relación agua/cemento requerida se determina no sólo por los requisitos de resistencia, sino también por otros factores como la durabilidad y las propiedades del acabado.

Puesto que los diferentes agregados y cementos generalmente producen distintas resistencias empleando la misma relación agua/cemento, es muy deseable establecer una relación entre la resistencia y la relación agua/cemento para los materiales que de hecho van a emplearse. En ausencia de estos datos, pueden tomarse del cuadro 3.4 valores aproximados y relativamente conservadores para concretos que contengan

cemento Portland Tipo I.

Tabla 10: Relaciones entre la relación Agua/Cemento y la resistencia a la compresión del concreto [ACI 211].

Resistencia a la compresión a los 28 días*Kg/cm ²	Relación agua / cemento (por peso)	
	Concreto sin incluir aire	Concreto con aire incluido
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

Fuente: Elaboración propia.

*Los valores indican las resistencias promedio estimadas para concreto conteniendo un porcentaje de aire no mayor que el indicado en la tabla 3.4 para la relación agua cemento constante. La resistencia del concreto se reduce conforme el contenido de aire aumenta. La resistencia está basada en cilindros de 15 x30 cm.

El promedio de la resistencia seleccionada en la Tablas N° 10, debe exceder la resistencia especificada con un margen suficiente de error para condición de exposiciones severas, la relación agua cemento debe mantenerse baja, aun cuando los requerimientos de resistencia puedan cumplirse con un valor mayor. En la Tabla 12, se establecen los valores límites.

Tabla 11: Relaciones agua/cemento máximas permisibles para concreto sujeto a exposiciones severas.

Tipos de estructuras	Estructuras continuas o frecuentemente mojadas y expuestas congelación y deshielo	
	Estructuras expuestas al agua de mar o a sulfatos	
Secciones esbeltas y secciones con menos de 3 cm.	0.45	0.40
Todas las demás estructuras	0.50	0.45

Fuente: Elaboración propia.

PASÓ 5: Cálculo del Contenido de Cemento: la cantidad de cemento por volumen unitario de concreto se rige por las determinaciones expuestas en el paso 3 y 4. El cemento requerido es igual al contenido estimado de agua de mezclado (paso 3), dividido entre la relación Agua/Cemento (paso 4).

Sin embargo, la especificación incluye un límite mínimo separado sobre el cemento aparte de los requerimientos para la resistencia y durabilidad, la mezcla debe basarse en el criterio que conduzca a una cantidad mayor de cemento.

PASÓ 6: Estimación del contenido de agregado grueso: los agregados con tamaño máximo y granulometría esencialmente iguales producirán concreto con una trabajabilidad satisfactoria cuando un volumen dado de agregado grueso, seco y varillado, es utilizado por unidad de volumen de concreto.

Valores apropiados de volumen para el agregado grueso están dados en la Tabla 07. Se puede ver que para una trabajabilidad igual, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto depende sólo de su tamaño máximo y del módulo de finura del agregado fino. Este volumen se convierte a masa seca del agregado grueso requerido en un metro cúbico de concreto, multiplicándolo por la masa unitaria de varillado en seco por metro cúbico de agregado grueso [ACI 211].

Tabla 12: *Volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto [ACI 211].*

Tamaño máximo del agregado		Volumen de agregado varillado en seco, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de la arena			
Mm	Plg.	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
19	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
75	3"	0.82	0.80	0.78	0.76
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Elaboración propia.

PASÓ 7: Estimación del contenido de agregado fino: al término del paso 6, todos

los ingredientes del concreto han sido estimados excepto el agregado fino, cuya cantidad se determina por diferencia. Se pueden emplear cualquiera de estos procedimientos: 1.- método por “peso”, 2.- método de “volumen absoluto”. Si se desea obtener un cálculo teóricamente exacto del peso del concreto fresco por metro cubico, se puede utilizar la siguiente formula:

$$U_m = 10G_a (100 - A) + C_m (1 - G_a/G_c) - W_m (G_a - 1)$$

De donde:

U_m = Peso volumétrico del concreto fresco.

G_a = Promedio obtenido de los pesos específicos de los agregados, fino y grueso combinados al granel.

G_c = Peso específico del cemento, por lo general es de 3.15.

A = Contenido de aire, en %.

W_m = Requerimiento de agua de mezclado Kg/m³.

C_m = Requerimiento de cemento, Kg/m³.

Tabla 13: *Calculo tentativo del peso del concreto fresco.*

Tamaño máximo del agregado		Calculo tentativo del peso del concreto, Kg/m ³	
Mm	Plg.	Concreto sin incluir aire	Concreto con aire incluido
9.5	3/8"	2280	2200
12.5	1/2"	2310	2230
19	3/4"	2345	2275
25	1"	2380	2290
37.5	1 1/2"	2410	2350
50	2"	2445	2345
75	3"	2490	2405
150	6"	2530	2435

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, un procedimiento más exacto para calcular la cantidad de volumen total desplazado por los componentes conocidos (agua, aire, cemento y agregado grueso) se restan del volumen unitario de concreto para obtener el volumen requerido de agregado fino. El volumen ocupado por cualquier componente en el concreto es igual a su peso dividido entre la densidad de ese material.

PASO 8: Ajustes por el contenido de humedad del agregado: debe considerarse la humedad del agregado para que pueda pesarse correctamente. Por lo general, los agregados están húmedos, y su peso en seco habrá que incrementar el porcentaje de agua que contenga, tanto absorbida como superficial. El agua de mezclado que se agrega a la mezcla, debe reducirse en una cantidad igual a la humedad libre contenida en el agregado, es decir, humedad total menos absorción.

PASO 9: Ajustes en la mezcla de prueba: las proporciones calculadas de la mezcla deben verificarse mediante de mezclas de prueba, fabricaciones y curados de muestras de concreto para pruebas a tensión y compresión en el laboratorio o por medio de mezclas reales en el campo. **Sólo debe usarse el agua suficiente para producir el revenimiento requerido, independientemente de la cantidad supuesta al dosificar los componentes de la prueba.** Deben verificarse el peso unitario y el rendimiento del concreto, así como el contenido de aire. También debe tenerse cuidado de lograr la trabajabilidad apropiada y ausencia de segregación, así como las propiedades del acabado [ACI 211].

Ensayo de resistencia a la compresión

Norma Técnica Peruana (NTP) 334.051, 2008. La presente norma ASTM C 109 y su réplica NTP 334.051 establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland, usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. El esfuerzo a la compresión se expresa en Kg/cm² y se calcula con la siguiente expresión:

$$f' c = \frac{P}{A}$$

Dónde:

P = Carga de rotura (Kg)

A = Área de la sección transversal (cm²)

F'c = Esfuerzo de rotura del concreto (Kg/cm²)

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 sustituye la cantidad de arcilla.

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

CUADRO N° 01: *variable dependiente, resistencia a la compresión.*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
Resistencia A La Compresión Del Concreto	La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm ²), mega pascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg ² o psi) a una edad de 28 días.	La fuerza que reciben las probetas de concreto es de 175 kg/cm ²	Kg/cm ²

Elaboración: Propia

CUADRO N° 02: *variable independiente sustitución de cemento por 3% y 5 % de arcilla de bloques residuales de arcilla.*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
Bloques Residuales De Arcilla	Es una sustancia alcalina que de obtiene de la arcilla natural con propiedades físicas y químicas	Sustitución de un porcentaje de cemento por Bloques residuales de arcilla en el diseño de concreto 175 kg/cm ²	0% 3% 5%

Elaboración: Propia

La hipótesis planteada indica que cuando se sustituye en 3% y 5% de cemento por bloques residuales de arcilla se mejoraría la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Los objetivos se plantearon de la siguiente manera:

Objetivo general

Determinar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con la sustitución del cemento en un 3% y 5% por material residual de bloques de arcilla.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar las propiedades físicas y mecánicas los bloques residuales de arcilla.
- ✓ Determinar la composición química de los bloques de arcilla mediante fluorescencia FRX.
- ✓ Determinar el pH del concreto patrón y experimental del 3% y 5% de sustitución de bloques de arcilla.
- ✓ Determinar la relación a/c del concreto patrón y experimental del 3% y 5% de bloques residuales de arcilla.
- ✓ Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución del cemento por bloques de arcilla residual al 3% y 5%.
- ✓ Analizar y comparar resultados.

II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

El tipo y diseño de investigación, es la siguiente:

Es una investigación de diseño experimental continua por que se tomaron datos en tiempos diferentes de la resistencia a la compresión de los moteros con concreto sustituido con bloques de arcilla.




























El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos sirvieron para dar solución de problemas relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades del concreto, explicando el comportamiento del concreto en la resistencia cuando se sustituye un porcentaje de cemento por material residual de bloques de arcilla.

La investigación es de enfoque cuantitativo, porque estudiara las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (Guía de observación).

La hipótesis se comprobó por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

Siendo su diseño de investigación el siguiente:

Tabla 14: *Diseño de bloque completo al azar*

DÍAS DE CURADO	PATRÓN	3%	5%
7	P1 	E1 	E10 
	P2 	E2 	E11 
	P3 	E3 	E12 
14	P1 	E4 	E13 
	P2 	E5 	E14 
	P3 	E6 	E15 
28	P1 	E7 	E16 
	P2 	E8 	E17 
	P3 	E9 	E18 

Fuente: Elaboración Propia

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas que Está conformado por la totalidad de 27 probetas con concreto sustituido con Bloques residuales de arcilla.

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Los instrumentos necesarios para la recolección de los datos en toda la investigación fueron las plantillas usadas en el laboratorio del concreto.

Las plantillas tomadas con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo granulométrico.
- Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso
- Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.
- Contenido de humedad de los agregados.
- Peso unitario de los agregados.
- Cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla del concreto patrón y de los Concretos experimentales
- Ensayo de cono de Abrams (Asentamiento).
- Elaboración de probetas cilíndricas.
- Ensayos a la compresión (Ruptura).
- Representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios para verificar la hipótesis.

La recolección, proceso y análisis de esta investigación fue:

Recolección de los bloques residuales de arcilla

Ubicación de la muestra: Distrito de Independencia - Provincia de Huaraz - Departamento de Ancash.

Limpieza de los bloques residuales de arcilla

Se limpió los bloques de arcilla utilizando una malla y una escobilla, para eliminar todo residuo de impurezas presentes en ellas durante la recolección.

Pulverización de los bloques residuales de arcilla

Los bloques residuales de arcilla se pulverizaron con la ayuda de un mortero y pilón de piedra hasta conseguir un polvo muy fino. Tamizado del polvo de los bloques residuales de arcilla

Una vez pulverizadas los bloques residuales de arcilla, se guardaron dentro de bolsas plásticas a fin de evitar la humedad y posteriormente se tamizó por la malla N° 200. Solo se usaron las partículas que pasaron la malla durante el tamizado.

ELABORACIÓN DE PROBETAS PATRONES Y EXPERIMENTALES

Procedimiento:

- ✓ Los dos materiales en estudio: arcilla se acopiaron del Distrito de Independencia - Provincia de Huaraz -Departamento de Ancash.
- ✓ El material no presentaba algunas impurezas como barro y restos material orgánico. Se protegió el material para evitar la contaminación de la muestra.
- ✓ Después se procedió a la trituración de los ladrillos artesanales hasta hacerlo polvo.
- ✓ Luego pasar por la malla N° 200, de esta manera se obtuvo una arcilla natural limpia y activada mecánicamente la cual fue utilizada en la elaboración del concreto de la presente investigación.
- ✓ Luego procedimos a los ensayos de Límites de Atterberg para ver el tipo de arcilla que esta presenta.
- ✓ Se procedió al ensayo de gravedad específico

Agregados

- ✓ Se acopió el agregado fino y agregado grueso de la cantera de Taclán ubicado a 900 m al sur de Huaraz, distrito y provincia de Huaraz.
- ✓ Se recolectó a azar 4 sacos de agregado fino y agregado grueso 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 procedió a realizar los ensayos de laboratorio a los agregados, como son:

granulometría, cálculo de peso unitario, gravedad específica y % de absorción del agregado grueso.

- ✓ Se realizó análisis de pH del cemento tipo I, la arcilla y de las combinaciones de la arcilla y el cemento realizadas.
- ✓ Se realizó análisis FXRDE de la arcilla en el laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional de San Marcos.
- ✓ 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 con la arcilla con los porcentajes calculados.
- ✓ 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.
- ✓ Con la ganancia de resistencias calculadas se procedió a realizar el cuadro ANOVA.

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en diversos laboratorios se muestran a continuación:

En las tablas 15, 16 y 17 se presentan los límites de consistencia de los bloques residuales de arcilla

Tabla 15: *Límite Líquido*

Limite Liquido			
N° Tarro	10	26	9
Peso tarro + Suelo húmedo (g)	52.68	55.2	57.14
Peso tarro + Suelo seco (g)	45.29	47.5	49.28
Peso del agua (g)	7.39	7.7	7.86
Peso del tarro (g)	26.14	26.5	26.15
Peso del suelo seco (g)	19.15	21	23.13
Contenido de humedad (%)	38.59	36.67	33.98
Numero de Golpes	17	26	35

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP.

Tabla 16: *Límite Plástico*

Limite Plástico		
N° Tarro	12	11
Peso tarro + Suelo húmedo (g)	31.2	31.07
Peso tarro + Suelo seco (g)	30.53	30.24
Peso del agua (g)	0.67	0.83
Peso del tarro (g)	27.21	26.2
Peso del suelo seco (g)	3.32	4.04
Contenido de humedad (g)	20.18	20.54

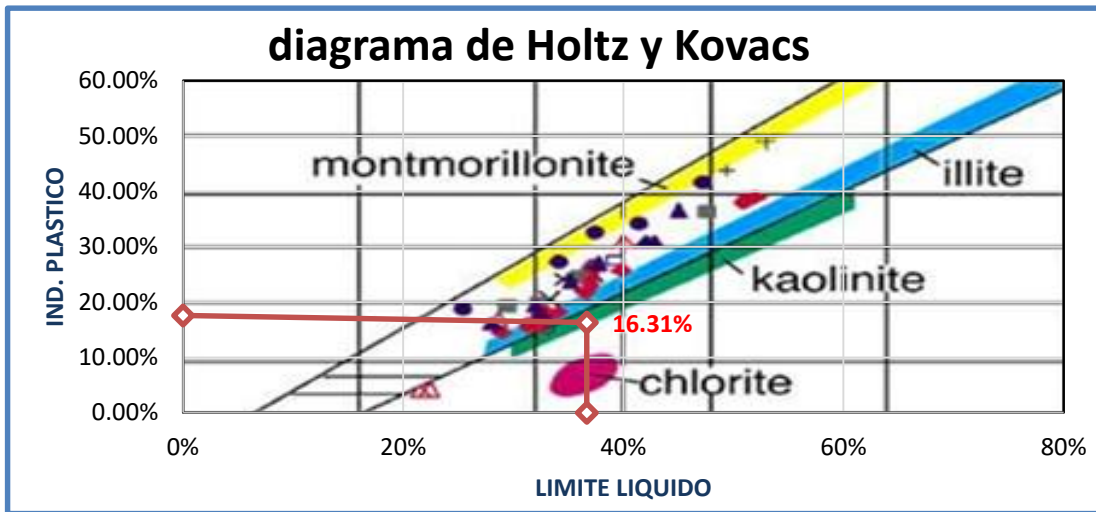
Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 17: *Constantes físicas de la muestra.*

Constantes Físicas De La Muestra	
Limite Liquido	36.67
Limite Plástico	20.36
Índice de Plasticidad	16.31

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

GRAFICO N° 1: Diagrama de holtz y kovacs.



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos del laboratorio USP.

Clasificación de la arcilla

En el presente gráfico, observamos que la arcilla de los bloques residuales, en base a su índice de plasticidad y el límite líquido es de tipo caolinita.

Determinación de peso específico

Se realizó la determinación de los pesos específicos mediante el método de desplazamiento.

Pesamos 500 gr de muestra en la balanza analítica y también 500 ml de agua usando la probeta volumétrica luego vertimos la muestra para posteriormente agitar la probeta y dejar reposar por unos minutos luego observar cuanto fue la distancia en desplazarse el agua de la muestra.

Tabla 18: Determinación del peso específico de los bloques residuales de arcilla

PESO DE MATERIAL	500gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	185Cm3
PESO ESPECIFICO	$D= P/V = 500/185$
PESO ESPECIFICO ARCILLA	2.7 gr/cm3

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

OBSERVACIONES: Material arcilla utilizado paso por la malla N° 200

Tabla 19: Determinación del peso específico del cemento

PESO DE MATERIAL	500gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	158.5 Cm ³
PESO ESPECIFICO	D= P/V = 500/158.5
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.15gr/cm³

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 20: Determinación del peso específico del cemento con 3% de sustitución por bloques de arcilla residual.

475 gramos de cemento + 15 gramos de arcilla residual	
PESO DE MATERIAL	500 gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	160 Cm ³
PESO ESPECIFICO	D= P/V = 500/160
PESO ESPECIFICO ARCILLA 3%	3.13gr/cm³

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

OBSERVACIONES: Material arcilla utilizado paso por la malla N° 200

Tabla 21: Determinación del peso específico del cemento con 5% de sustitución por bloques de arcilla residual

485 gramos de cemento + 25 gramos de arcilla residual	
PESO DE MATERIAL	500gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	161.5 Cm ³
PESO ESPECIFICO	D= P/V = 500/161.5
PESO ESPECIFICO ARCILLA 5%	3.1

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos de USP

Observaciones: Material arcilla utilizado paso por la malla N° 200.

Tabla 22: Resultado de fluorescencia de rayos x del polvo de bloques residuales de arcilla.

En la tabla 22 Mediante el resultado de fluorescencia de rayos X en la muestra de polvo de bloques residuales de arcilla determino un alto porcentaje en los siguientes Óxidos: Trióxido de aluminio (AL₂O₃) que equivale a un 19.99%, Oxido de Silicio (Al₂O₃) en un 70.22%, trióxido de hierro (Fe₂O₃) en un 5.24 %.

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	19.991	
Óxido de silicio (SiO ₂)	70.22	
Dióxido de Cloro (ClO ₂)	0.016	
Óxido de Potasio (K ₂ O)	1.929	
Óxido de calcio (CaO)	1.651	
Dióxido de Titanio (TiO ₂)	0.666	
Óxido de Vanadio (V ₂ O ₅)	0.022	
Óxido de Cromo(Cr ₂ O ₃)	0.005	
Óxido de Magnesio (MnO)	0.101	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	5.245	Fluorescencia de rayos -
Óxido de Níquel (Ni ₂ O ₃)	0.002	X
Óxido de Cobre (CuO)	0.007	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.021	
Trióxido de Arsénico (As ₂ O ₃)	0.007	
Óxido de Rubidio (Rb ₂ O)	0.003	
Óxido de Estroncio (SrO)	0.022	
Óxido de Itrio (Y ₂ O ₃)	0.001	
Dióxido de Zirconio (ZrO ₂)	0.024	
Óxido de Bario (BaO)	0.066	
TOTALES	100	

Fuente: Laboratorio de física de la UNMSM.

Potencial Hidrógeno

Tabla 23: *pH del cemento, pH del polvo de bloques de arcilla residual, pH del cemento con la sustitución del Polvo De Bloques residuales de Arcilla en 3% y 5%.*

Muestra	pH
Cemento	12.14
Polvo de Los Bloques Residuales de Arcilla	8.8
Cemento con sustitución de 3% Por Bloques residuales de Arcilla	11.98
Cemento con sustitución de 5% Bloques residuales de Arcilla	11.94

Fuente: Laboratorio de Química la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNASAM.

El pH para los bloques residuales de arcilla fue calificado como fuertemente alcalino y las demás muestras fueron calificadas como extremadamente alcalinas.

Caracterización Del Agregado

Tabla 24: *Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)*

Prueba N°	1	2
Tarro + suelo húmedo (gr)	980,0	960,0
Tarro + suelo seco (gr)	941,0	920,0
Peso del agua (gr)	39,00	40,00
Peso del tarro (gr)	172,00	164,7
Peso del suelo seco (gr)	769,00	755,3
Contenido de humedad (%)	5,07	5,3
Prom. Contenido humedad (%)	5,2	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: *Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127)*

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300
B	Peso de picnómetro + agua gr.	670,7
C	Peso de picnómetro + agua + material gr.	970,7
D	Peso del material + agua en el picnómetro	857,7
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D) cm ³	113,0
F	Peso de material seco en el horno gr.	296,9
G	Volumen de masa (E-(A-F))	109,9
K	Absorción (%) ((A-F/F)x100)	1.04

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 26: Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino

Ensayo n°	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	7617	7640	7630
Peso de molde (g)	3420	3420	3420
Peso de muestra (g)	4197	4220	4210
Volumen de molde (cm ³)	2776	2776	2776
Peso unitario (kg /m ³)	1512	1520	1517
Peso unitario promedio (kg /m ³)		1519	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 27: Peso Unitario Compactado Del Agregado Fino

Ensayo n°	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	7921	7935	7945
Peso de molde (g)	3420	3420	3420
Peso de muestra (g)	4501	4515	4525
Volumen de molde (cm ³)	2776	2776	2776
Peso unitario (kg /m ³)	1621	1626	1630
Peso unitario promedio (kg /m ³)		1626	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 28: Requisitos Físicos De Gradación Para El Cálculo De La Fluidéz

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO				
N° mallas	Peso retenidos (g)	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa
3/8"	0	0	0	100
# 4	53	3,48	3,48	96,52
# 8	138	9,06	12,53	87,47
# 16	201	13,19	25,72	74,28
# 30	344	22,57	48,29	51,71
# 50	495	32,48	80,77	19,23
# 100	201	13,19	93,96	6,04
# 200	44	2,89	96,85	3,15
PLATO	48	3,15	100	0
TOTAL	1524	100		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Condición:	Agregado Fino
Total:	1524gr
Diagnóstico:	Procede
Módulo de Finura	2.6

Tabla 29: Contenido de humedad agregado grueso (ASTM D-2216)

Prueba N°	1	2
Tarro + suelo húmedo (gr)	1238,0	1326,0
Tarro + suelo seco (gr)	1210,0	1298,0
Peso del agua (gr)	28,50	28,00
Peso del tarro (gr)	169,70	167,3
Peso del suelo seco (gr)	1040,30	1130,7
Contenido de humedad (%)	2,74	2,48
Prom. Contenido humedad (%)	2,60	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 30: Gravedad Específica Y Absorción Agregado grueso (Según Norma ASTM C-127)

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	984,66
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua) .gr	612,9
C	Volumen de masa + Volumen de vacíos (A –B)	371,76
D	Peso del material seco en el horno	978,66
E	Volumen de masa cm ³	365,2
F	Absorción Promedio (%) ((A-D/D)x100)	0,61

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos de USP

Tabla 31: Peso Unitario suelto del agregado grueso

Ensayo n°	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	18440	18460	18450
Peso de molde (g)	5310	5310	5310
Peso de muestra (g)	13130	13150	13140
Volumen de molde (cm ³)	9341	9341	9341
Peso unitario (kg /m ³)	1406	1408	1407
Peso unitario promedio (kg /m ³)	1407 kg/m ³		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP.

Tabla 32: Peso Unitario Compactado Del Agregado grueso

Ensayo n°	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	19210	19240	19180
Peso de molde (g)	5310	5310	5310
Peso de muestra (g)	13900	13930	13870
Volumen de molde (cm ³)	9341	9341	9341
Peso unitario (kg /m ³)	1488	1491	1485
Peso unitario promedio (kg /m ³)	1488 kg/m ³		

Fuente: Laboratorio Mecánica de suelos de US

Tabla 33: Requisitos físicos de gradación para el cálculo de la fluidez

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO.				
N° mallas	Peso retenidos (g)	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa
1"	0	0	0	100
3/4"	2878	32,27	32,27	67,73
1/2"	4638	52	84,27	15,73
3/8"	1025	11,49	95,76	4,24
# 4	370	4,15	99,91	0,09
# 8	8	0,09	100	0
# 16	0	0	100	0
# 30	0	0	100	0
PLATO	0	0	100	0
TOTAL	8919	100		

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos de USP

Condición: **Grava**
 Total: 1524gr
 Diagnóstico: **Procede**
 Módulo de Finura 7,28

DISEÑO DE MEZCLA

(Patrón)

ESPECIFICACIONES

La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI

La resistencia en compresión de diseño especificada es de 175 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento:

Pórtland ASTM_C-150 TIPO I

Peso específico.....3.15

B.- Agua:

Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino:

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

Peso específico de masa	2.66
Peso unitario suelto	1515 kg/m ³
Peso unitario compactado	1626 kg/m ³
Contenido de humedad	5.20 %
Absorción	1.04 %
Módulo de fineza	2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

Piedra, perfil angular	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Peso específico de masa	2.63
Peso unitario suelto	1407 kg/m ³
Peso unitario compactado	1488 kg/m ³
Contenido de humedad	2.60 %
Absorción	0.51 %

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tengan una consistencia seca, a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 190 lt/m³

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.750

RELACIÓN AGUA - CEMENTO EFECTIVO

Se obtiene una relación agua - cemento efectivo de 0.520

FACTOR DE CEMENTO

F.C.: $190/0.750 = 253.33 \text{ kg/m}^3 = 5.96 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO SECOS

Cemento.....253.333 Kg/m³
Agua efectiva.....190.000 lts/m³
Agregado fino.....924.291 Kg/m³
Agregado grueso.....952.320 Kg/m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....253.333 kg/m³
Agua efectiva.....131.646 lts/m³
Agregado fino.....972.354 kg/m³
Agregado grueso.....977.080 kg/m³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{253.33}{253.33} : \frac{924.291}{253.33} : \frac{952.32}{253.33}$$

1 : 3.6 : 3.76 : 31.88 lts / bolsa

PROPORCIONES EN PESO CORREJIDOS

1 : 3.84 : 3.86 : 22.10 lts / bolsa

**DISEÑO DE MEZCLA
(3% SUSTITUCION DEL CEMENTO)**

ESPECIFICACIONES

La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI

La resistencia en compresión de diseño especificada es de 175 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento:

Pórtland ASTM_C-150 TIPO I

Peso específico.....3.15

B.- Agua:

Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino:

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

Peso específico de masa	2.66
Peso unitario suelto	1515 kg/m ³
Peso unitario compactado	1626 kg/m ³
Contenido de humedad	5.20 %
Absorción	1.04 %
Módulo de fineza	2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

Piedra, perfil angular	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Peso específico de masa	2.63
Peso unitario suelto	1407 kg/m ³
Peso unitario compactado	1488 kg/m ³
Contenido de humedad	2.60 %
Absorción	0.51 %

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tengan una consistencia seca, a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 190 lt/m³

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.750

La relación agua - cemento + cenizas arcilla 0.536

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³) 0.078
3 % de arcilla.....	(m ³) 0.003
Agua efectiva.....	(m ³) 0.190
Agregado fino.....	(m ³) 0.347
Agregado grueso.....	(m ³) 0.362
Aire.....	<u>(m³) 0.020</u>
	1.000 m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	245.73 kg/m ³
3 % de arcilla.....	7.600 kg/m ³
Agua efectiva.....	190.00 lts/m ³
Agregado fino.....	923.22 kg/m ³
Agregado grueso.....	952.32 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	245.73 kg/m3
3 % de arcilla.....	7.600 kg/m3
Agua efectiva.....	131.69 lts/m3
Agregado fino.....	971.23 kg/m3
Agregado grueso.....	977.08 kg/m3

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$\frac{245.73}{245.73}$:	$\frac{7.600}{245.73}$:	$\frac{971.23}{245.73}$:	$\frac{977.08}{245.73}$	
1	:	0.03	:	3.95	:	3.98	22.78 lts / bolsa

DISEÑO DE MEZCLA
(5% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

ESPECIFICACIONES

La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI

La resistencia en compresión de diseño especificada es de 175 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento:

Pórtland ASTM_C-150 TIPO I

Peso específico.....3.15

B.- Agua:

Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino:

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

Peso específico de masa	2.66
Peso unitario suelto	1515 kg/m ³
Peso unitario compactado	1626 kg/m ³
Contenido de humedad	5.20 %
Absorción	1.04 %
Módulo de fineza	2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

Piedra, perfil angular	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Peso específico de masa	2.63
Peso unitario suelto	1407 kg/m ³
Peso unitario compactado	1488 kg/m ³
Contenido de humedad	2.60 %
Absorción	0.51 %

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tengan una consistencia seca, a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 190 lt/m³

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.750

La relación agua - cemento + arcilla de 0.550

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....(m³) 0.076

5 % de arcilla.....(m³) 0.005

Agua efectiva.....(m³) 0.190

Agregado fino.....(m³) 0.347

Agregado grueso..... (m³) 0.362

Aire..... (m³) 0.020

1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....240.67 kg/m³

5 % de arcilla.....12.667 kg/m⁴

Agua efectiva.....190.00 lts/m³

Agregado fino.....922.51 kg/m³

Agregado grueso.....952.32 kg/m³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....240.67 kg/m3
5 % de arcilla.....12.667 kg/m3
Agua efectiva.....131.72 lts/m3
Agregado fino..... 970.48 kg/m3
Agregado grueso.....977.08 kg/m3

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{240.67}{240.67} : \frac{12.667}{240.67} : \frac{970.48}{240.67} : \frac{977.08}{240.67}$$

$$1 : 0.05 : 4.03 : 4.06$$

23.375 lts / bolsa

CANTIDAD MATERIAL

CALCULO DE CANTIDAD DE MATERIAL CANTERA TACLLAN -HUARAZ (patrón)

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 :	2334.413 kg
para: 0.00612 m ³	14.277 kg → 15.000 kg

TABLA 15: cantidad de material por probeta de concreto patrón $f'c=175$ kg/cm²

Materiales	Peso por m ³	Para 1 testigo	para 9 testigo
-Cemento	253.333 kg/m ³	1.628 kg	14.650 kg
-Agua efectiva	131.646 lt/m ³	0.846 kg	7.613 kg
-Agregado fino húmedo	972.354 kg/m ³	6.248 kg	56.232 kg
-Agregado Grueso húmedo	977.080 kg/m ³	6.278 kg	56.505 kg
total	2334.413 kg/m ³	15.000 kg	135.000 kg

Fuente: Elaboración Propia.

CALCULO DE CANTIDAD DE MATERIAL CANTERA TACLLAN -HUARAZ (Porcentaje de arcilla al 3%)

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 :	2333.332 kg
para: 0.00612 m ³	14.271 kg → 15.000 kg

TABLA 16: cantidad de material por probeta de concreto experimental con cemento sustituido en 3% por arcilla reciclada.

material	peso por m3	Para 1 testigo	para 9 testigo
-Cemento	245.733 kg/m3	1.580 kg	14.217 kg
-Arcilla al 3%	7.600 kg/m3	0.049 kg	0.440 kg
-Agua efectiva	131.690 lt/m3	0.847 kg	7.619 kg
-Agregado fino húmedo	971.229 kg/m3	6.244 kg	56.193 kg
-Agregado Grueso húmedo	977.080 kg/m3	6.281 kg	56.531 kg
TOTAL	2333.332 kg/m3	15.000 kg	135.000 kg

Fuente: Elaboración Propia.

**CALCULO DE CANTIDAD DE MATERIAL CANTERA TACLLAN -HUARAZ
(Porcentaje de arcilla al 5%)**

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 :	2332.612 kg
para: 0.00612 m ³	14.266 kg → 15.000 kg

TABLA 17: cantidad de material por probeta de concreto experimental con cemento sustituido en 3% por arcilla reciclada.

Material	peso por m3	Para 1 testigo	Para 9 testigos
-Cemento	240.666 kg/m3	1.548 kg	13.929 kg
-Arcilla al 5 %	12.667 kg/m3	0.081 kg	0.733 kg
-Agua efectiva	131.720 kg/m3	0.847 kg	7.623 kg
-Agregado fino húmedo	970.479 kg/m3	6.241 kg	56.166 kg
-Agregado Grueso húmedo	977.080 kg/m3	6.283 kg	56.549 kg
TOTAL	2332.612 kg/m3	15.000 kg	135.000 kg

Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYOS DE COMPRESIÓN

CONCRETO ENDURECIDO

Tabla 18: Resistencias de los especímenes de concreto patrón $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Ensayo N°	Edad en días	Peso después del desencofrado (Kg)	Peso después del curado(Kg)	Diámetro	Área cm	Carga de Ruptura (Kg)	F'c Ruptura	F'c Proyecto	% Resistencia
1	7	13.03	12.54	15.2	181.46	24321	133.3	175	76.20%
2	7	13.10	12.63	15.2	181.46	20048	113	175	64.60%
3	7	13.06	12.32	15.2	181.46	21046	116.2	175	66.40%
4	14	12.17	12	15.2	181.46	25990	142.6	175	81.50%
5	14	12.57	12.11	15.2	181.46	26426	144.9	175	82.80%
6	14	12.48	12.2	15.2	181.46	25083	138.3	175	79.00%
7	28	12.65	12.2	15.2	181.46	33656	184.6	175	105.50%
8	28	12.86	12.5	15.2	181.46	32794	179.9	175	102.80%
9	28	13.03	12.7	15.2	181.46	33792	185.6	175	106.00%

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 47, observamos las resistencias obtenidas por los especímenes del concreto patrón: a los 07 días el concreto patrón tiene una resistencia a la compresión que esta sobre los 113.00 kg/cm^2 , que representa al 64.6% de la resistencia proyectada; a los 14 días el concreto patrón tiene una resistencia a la compresión que esta sobre los 138.3 kg/cm^2 , que representa al 79.0% de la resistencia proyectada; mientras que a los 28 días el concreto patrón tiene una resistencia a la compresión que esta sobre los 179.9 kg/cm^2 , que representa al 102.8% de la resistencia proyectada.

Tabla 19: Resistencias de los especímenes de concreto experimental $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con la sustitución del cemento en un 3% de arcilla de bloques residuales

Ensayo N°	Edad en días	Peso después del desencofrado (Kg)	Peso después del curado(Kg)	Diámetro	Área cm	Carga de Ruptura (Kg)	F'c Ruptura	F'c Proyecto	% Resistencia
1	7	13.03	12.54	15.2	181.46	21749	120.1	175	68.60%
2	7	12.17	12.63	15.2	181.46	22879	125.4	175	72.00%
3	7	13.06	12.32	15.2	181.46	22430	123	175	70.30%
4	14	13.20	12.9	15.2	181.46	24902	136.5	175	78.00%
5	14	12.57	12.11	15.2	181.46	28227	154.9	175	88.50%
6	14	12.48	12.2	15.2	181.46	27269	149.5	175	85.40%
7	28	12.65	12.2	15.2	181.46	34531	189.3	175	108.20%
8	28	12.69	12.5	15.2	181.46	33475	183.7	175	105.00%
9	28	13.06	12.7	15.2	181.46	34981	192.2	175	109.80%

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla n° 48, se observa las resistencias obtenidas por el concreto experimental con la sustitución del cemento en un 3% por bloques residuales de arcilla, a los 07, 14 y 28 días respectivamente; a los 07 días el concreto experimental tiene una resistencia a la compresión que esta sobre 120.1 kg/cm^2 , que representa al 68.6% de la resistencia proyectada; a los 14 días el concreto experimental tiene una resistencia a la compresión que esta sobre 136.5 kg/cm^2 , que representa al 78.0% de la resistencia proyectada; mientras que a los 28 días el concreto experimental tiene una resistencia a la compresión que esta sobre 183.7 kg/cm^2 , que representa al 105% de la resistencia proyectada.

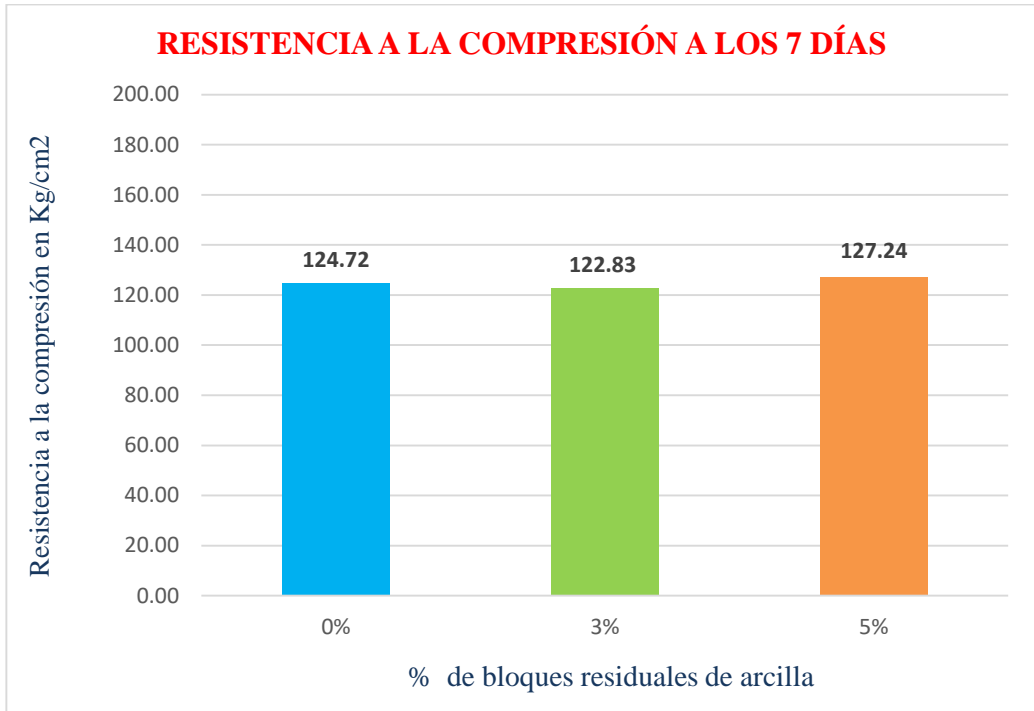
Tabla 20: Resistencias de los especímenes de concreto experimental $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con la sustitución del cemento en un 5% de arcilla de bloques residuales.

Ensayo N°	Edad en días	Peso después del desencofrado (Kg)	Peso después del curado(Kg)	Diámetro	Área cm	Carga de Ruptura (Kg)	F'c Ruptura	F'c Proyecto	% Resistencia
1	7	12.57	12.54	15.2	181.46	23405	128.3	175	73.30%
2	7	13.25	12.63	15.2	181.46	22030	120.8	175	69.00%
3	7	13.06	12.32	15.2	181.46	24195	132.6	175	75.80%
4	14	13.20	12.9	15.2	181.46	25378	139.1	175	79.50%
5	14	12.57	12.11	15.2	181.46	23886	131	175	74.80%
6	14	12.48	12.26	15.2	181.46	26920	147.6	175	84.30%
7	28	12.65	12.2	15.2	181.46	34173	188.3	175	107.60%
8	28	13.45	13.00	15.2	181.46	34971	191.7	175	109.60%
9	28	13.26	12.95	15.2	181.46	35809	196.2	175	112.10%

Fuente: Elaboración Propia.

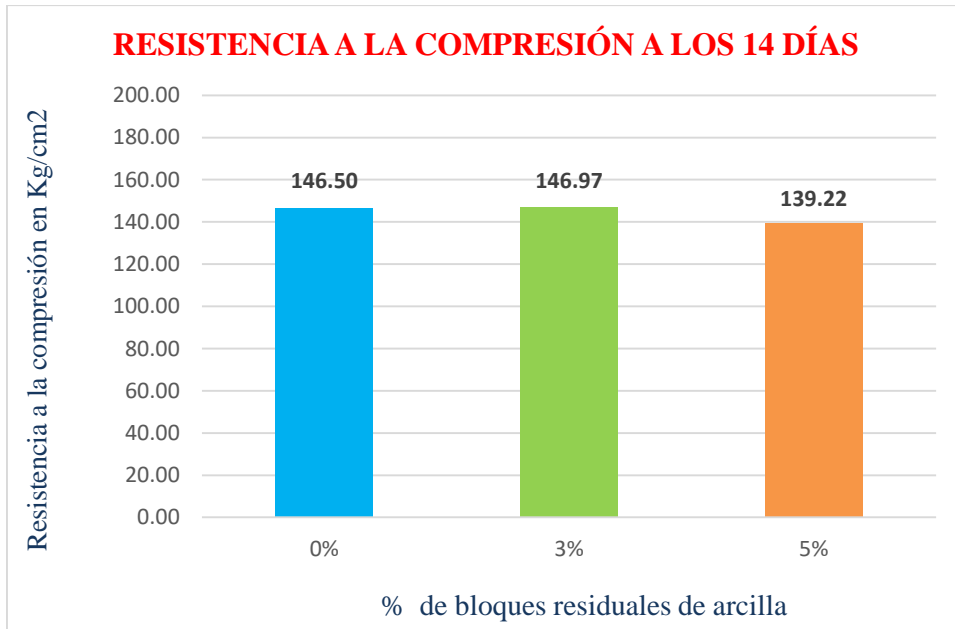
En la tabla n° 39, se observa las resistencias obtenidas por el concreto experimental con la sustitución del cemento en un 5% por bloques residuales de arcilla, a los 07, 14 y 28 días respectivamente; a los 07 días el concreto experimental tiene una resistencia a la compresión que esta sobre 120.8 kg/cm^2 , que representa al 69% de la resistencia proyectada, mientras que a los 14 días tiene una resistencia que esta sobre 131 kg/cm^2 , que representa al 74% de la resistencia proyectada, finalmente a los 28 días tiene una resistencia que esta sobre los 188.3 kg/cm^2 , que representa al 107.6% de la resistencia proyectada.

GRAFICO N° 2: Resistencia a la compresión a los 7 días.



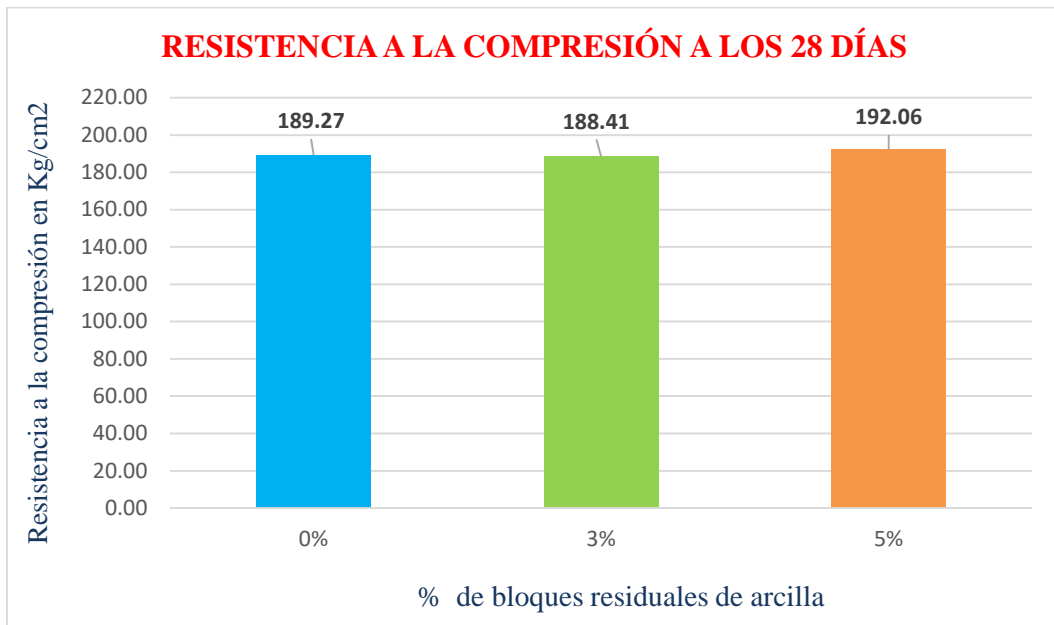
Fuente: Elaboración Propia.

GRAFICO N° 3: Resistencia a la compresión a los 14 días.



Fuente: Elaboración Propia.

GRAFICO N° 4: Resistencia a la compresión a los 28 días



Fuente: Elaboración Propia.

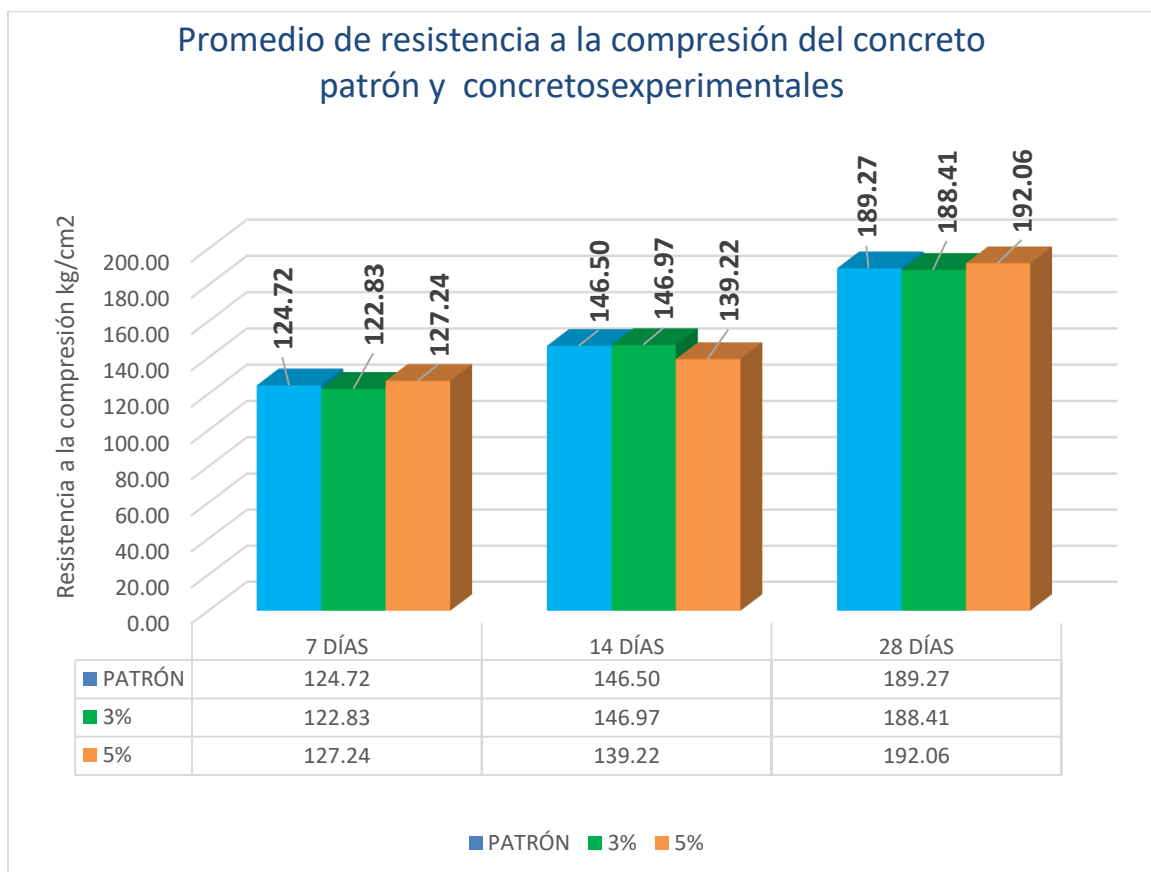
COMPARACIÓN DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN Y EXPERIMENTALES

Tabla 21: Comparación de las Resistencias a la Compresión del Concreto Patrón y Experimentales

DÍAS	RESISTENCIA PATRÓN	EXPERIMENTAL AL 3%	EXPERIMENTAL AL 5%
7	127.81Kg/cm ²	123.25Kg/cm ²	123.02Kg/cm ²
14	156.93Kg/cm ²	150.52Kg/cm ²	140.71Kg/cm ²
28	203.11Kg/cm ²	195.03Kg/cm ²	184.32Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

GRAFICO N° 5: Resistencia a la compresión a los 28 días.



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 22: Fórmulas de análisis de varianza (ANOVA)

FV	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	(b-1)	$\sum x^2_{.j}/t - (\sum x)^2/bt$	$S_{cb}/b-1$	CM_b/CMe
Tratamientos	(t-1)	$\sum x^2_{i.}/b - (\sum x)^2/bt$	$S_{ct}/t-1$	CM_t/CMe
Error	(b-1)	$S_{c\ total} - S_{c\ bloque}$	$S_{ce}/(b-1) (t-1)$	
Experimental	(t-1)	$S_{c\ tratamiento}$		
Total	bt-1	$\sum x^2_{..} - (\sum x)^2/bt$		

Fuente: Elaboración propia

ANALISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR LAS DIFERENCIAS DE LAS RESISTENCIAS DE LOS CONCRETOS PATRÓN Y EXPERIMENTALES F'C=175 KG/CM²

Tabla 23: Análisis de varianza (ANOVA)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	gl	Promedio de los cuadrados	F cal.	Prob.	Valor crítico para F
Días	6682.211	2	3341.106	247.106	0.05	5.143
Tipos de concreto	1.015	2	0.508	0.038	0.05	5.143
Error	53.891	4	13.473			
Total	6737.117	7				

Fuente: Elaboración propia.

Al ser los valores de la Probabilidad menores que 0.05 y la Fcalculada < Fcrítico, tal como se puede observar en la presente Tabla ($0.038 < 5.143$), indica que existen no diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 3 y 5% por bloques residuales de arcilla. Comparando la ganancia de resistencia en relación a los días transcurridos si existe una diferencia significativa, puesto que $F_{calculada} > F_{crítico}$ ($247.991 > 5.143$).

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

- ✓ En la figura N° 01 Diagrama de Holtz y Kovacs determinamos el tipo de arcilla el cual se clasifico en caolinita es un mineral de arcilla que forma parte del grupo de minerales industriales, con la composición química $Al_2Si_2O_5(OH)_4$. se trata de un mineral tipo silicato estratificado.

- ✓ En los resultados de los análisis de Fluorescencia de Rayos X, realizados para los bloques de arcilla, que se muestra los porcentajes más relevantes de sus óxidos activados son: 19.991% (Al_2O_3), 70.220% (SiO_2) Y 5.245% (Fe_2O_3) las sumas de las mismas alcanzan un 95.456% que supera en un 25.456% El proceso de activación ha permitido obtener un material de alta reactividad puzolánica.

- ✓ El concreto, con su ambiente altamente alcalino (rango de pH de 12 a 13), protege al acero de refuerzo contra la corrosión. Esta protección se logra por la formación de una capa de óxido pasivo sobre la superficie del acero que permanece estable en el ambiente altamente alcalino. Cuando progresa la carbonatación hacia la profundidad del refuerzo, la capa de óxido protectora y pasivadora deja de ser estable. A este nivel de pH (por debajo de 9.5), es posible que empiece la corrosión, resultando finalmente en el agrietamiento y astillamiento del concreto. En la tabla N° 23 se muestra el pH de los materiales utilizados como el polvo de los bloques residuales de arcilla con un valor de 8.8 de pH , el cemento 12.14 de pH, la combinación de cemento con 3% de sustitución por polvo de los bloques residuales de arcilla posee 11.98 de pH y la combinación de cemento con 5% de sustitución por polvo de los bloque residuales de arcilla 11.94 de pH, observando valores alcalinos que permitirán la reacción con el cemento para que la activación alcalina de materiales silicoaluminosos con disoluciones fuertemente alcalinas tras un corto periodo de curado permiten obtener un material con buenas propiedades cementantes.

- ✓ En los resultados del peso específico se puede ver que el cemento tiene un peso específico 3.15 gr/cm³ y de la arcilla 2.70gr/cm³, mientras las combinaciones tienen 3% y 5% de arcilla tienen un peso específico 3.13 gr/cm³ y 3.10 gr/cm³ esto hace que el volumen absoluto tiende a variar obteniendo en cada diseño de mezcla. La relación A/C (Agua-Cemento) para el concreto patrón es 0.520 y concretos experimentales al 3% es 0.536 y al 5% es 0.550, lo cual es irrelevante por no encontrar una diferencia considerable entre los pesos específicos obtenidos.
- ✓ A los 28 días, los especímenes del concreto experimental con sustitución al 5% por bloques residuales de arcilla tienen mayores resistencias que los especímenes de los concretos patrones y los especímenes experimentales con la sustitución del 3% por bloques residuales de arcilla. Debido al gran porcentaje de SiO₂ que presenta en forma más o menos pura como cuarcita, arenisca, o arena de cuarzo. Actúan en el concreto incrementando la resistencia y la trabajabilidad incluso son resistentes al ataque de acides, pero en este caso no en forma tan relevante debido a los bajos porcentajes de sustitución.
- ✓ ASTM Standard C618 (citado por Chackchouk et al., 2006), especificando los criterios de actividad puzolana de aditivos minerales, requiere de arcilla tener una sílice total de alúmina y el contenido de óxido de hierro mayor que 70%, dióxido de azufre de menos de 4%. En relación a estos criterios, especifica que, para una buena puzolana, el contenido de CaO no debe exceder de 10% y el contenido de SiO₂ y Al₂O₃ total debe ser mayor que 50%.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que:

- ✓ En los resultados de los análisis de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X, realizados para los bloques de arcilla, que se muestra los porcentajes más relevantes de sus óxidos activados son: 19.991% (Al_2O_3), 70.220% (SiO_2) Y 5.245% (Fe_2O_3) las sumas de las mismas alcanzan un 95.456% que supera del 70% que debería tener para considerarse como tal, según la norma ASTM C-618. cumpliendo con dicho parámetro.
- ✓ El pH de los materiales utilizados como el polvo de los bloques residuales de arcilla con un valor de 8.8 de pH, el cemento 12.14 de pH, la combinación de cemento con 3% de sustitución por polvo de los bloques residuales de arcilla posee 11.98 de pH y la combinación de cemento con 5% de sustitución por polvo de los bloques residuales de arcilla 11.94 de pH, se puede decir que no es un parámetro que influye en la resistencia del concreto ya que su alcalinidad es similar al del cemento.
- ✓ La relación A/C (Agua-Cemento) para el concreto patrón es 0.520 y concretos experimentales al 3% es 0.536 y al 5% es 0.550 esto se debe al peso específico de la arcilla, lo cual es irrelevante debido a que no hay una gran variación entre los pesos específicos hallados en el cemento y las sustituciones de 3% y 5% por los bloques residuales de arcilla.
- ✓ Los especímenes del concreto experimental superaron a los especímenes del concreto patrón debido a haberse encontrado alto contenido de sílice en la composición química de los bloques residuales de arcilla el cual actúa mejorando la resistencia del concreto
- ✓ Los concretos experimentales tienden a incrementar su resistencia a la compresión cuanto más tiempo transcurre debido al aporte del sílice encontrado composición química de los bloques residuales de arcilla que mejora la resistencia del concreto a mayor días de curado

- ✓ En el cuadro ANOVA se puede ver que no existen diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 3% y 5% por bloques residuales de arcilla, por lo cual se puede sustituir de manera óptima para su uso en elaboración de concreto.

- ✓ A los 28 días el concreto experimental con sustitución al 5% por bloques residuales de arcilla llega a alcanzar una resistencia de 192.06 kg/cm mientras que la resistencia a la compresión del concreto patrón está por debajo en 1.45% y la del concreto sustituido al 3% por bloques residuales de arcilla está por debajo en un 1.90%.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se sugiere que al momento de realizar los ensayos para la obtención de pesos unitarios (suelto y compactado) y específicos; el recipiente destinado a contener la muestra para el ensayo se encuentre sobre una superficie completamente plana a lo largo del ensayo.
- ✓ Se recomienda realizar investigaciones a fines a la presente investigación con la finalidad de profundizar estudios sobre la resistencia de los concretos con la sustitución de materiales existentes en las diferentes zonas de la región.
- ✓ Se recomienda a los tesisistas que van a realizar futuras investigaciones a fines a la presente investigación, aumentar los porcentajes de sustitución de bloques residuales de arcilla a usar en sustitución del cemento, para llegar a obtener una resistencia cercana a la resistencia máxima.
- ✓ En los estudios posteriores mejorar el tiempo de curado de los especímenes a fin de obtener resultados más relevantes.
- ✓ A la universidad San Pedro implementar con más equipos para los diferentes ensayos y pruebas en el laboratorio para así mejorar la calidad de los futuros proyectos de investigación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto Castillo, Flavio (2000). *Tecnología del Concreto*. Lima – Perú: Edición San Marcos.

Celis Mendoza, C. (2007). *Mejora en la durabilidad de materiales base cemento utilizando adiciones deshidratadas de dos cactáceas*. Tesis de licenciatura en ingeniería civil. Universidad Marista de Querétaro, Santiago de Querétaro, Querétaro, diciembre, 2007.

Céspedes García, Marco Antonio (2003). *Resistencia a la compresión del concreto a partir de la Velocidad de pulsos de Ultrasonido*. Universidad de Piura. Perú.

Chandra, S., Eklund, L., and Villarreal R. R., (1998). *Use of Cactus in Mortars and Concrete*, *Cement and Concrete Research*, Vol.28, No.1. pp. 41-51.

De León Castillo, Ricardo (2012). *Evaluación del mucílago de nopal como reductor de retracción en Concreto auto-consolidable*. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Díaz Vilca, Miguel Justiniano (2010). *Correlación entre la porosidad y la resistencia del concreto*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Ricardo Palma. Lima Perú.

Durán-Herrera, A.; De-León, Ricardo; Juárez, C.A. & Valdez, P. (2012). *Mucilago de nopal como reductor de retracción en concreto auto-consolidable*. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Gibson, A. C., K. C. Spencer, R. Bajaj y J. L. McLaughlin. (1986). *The ever-changing landscape of cactus systematic*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 73: 532-555.

Grudemo A. (1975) *Development of strenghtproperties of hydrating cement pastes and their relation to structural features*. Cembureau.

Harmsen, Teodor E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto*. 4ta ed. Fondo editorial de la pontificia Universidad Católica, p. 18.

Hernández-Zaragoza, J.B. & Serrano- Gutiérrez, G.R. (2003). *Use of nopal in the construction industry*. Proceedings IX Mexican and VII International Congress on Knowledge and Use of Nopal, 2003, 286.

Martínez Molina, W.; Morales Méndez, E.; Alonso Guzmán, E. M. & Bedolla Arroyo, J. A. (2004). *Las adiciones de cactus opuntia blanco y su efecto sobre los morteros de albañilería elaborados con cal*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

Mather, B. Ozyildirim, C. (2004). *Cartilla del concreto*. Instituto Mexicano del cemento y del concreto (IMCYC).

Medina-Torres, L., Brito-De la Fuente, E., Torrestiana-Sánchez, B. y Katthain, R. (2000). "*Rheological properties of the mucilage gum (Opuntiaficus-indica)*". En Food Hydrocoll.14: 417-424.

Mehta K., Monteiro P. (1998). *Concreto, estructura, propiedades y materiales*. IMCYC, México, p. 38.

Neville, Adam M. (1999). *Tecnología del Concreto*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. México.

Ramírez Arellanes, Samuel (2008). *Propiedades mecánicas y microestructura de concreto Conteniendo mucílago de nopal como aditivo natural*. [Tesis de maestría].

Instituto Técnico Regional de Oaxaca. México.

Rivva López, Enrique. (2007). *Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas*. Segunda Edición.

Rodríguez-García M.E., De Lira C., Hernández-Becerra, M.A., Cornejo-Villegas M.A. Palacios- Fonseca A.J., Rojas-Molina, I., Reynoso R., Quintero L.C., Del-Real A., Zepeda T.A. y Muñoz-Torres C. (2007). *Physicochemical Characterization of Nopal Pads (Opuntiaficusindica) and Dry Vacuum Nopal Powders as a Function of the Maturation. PlantFoodsfor human Nutrition (FormerlyQualitasPlantarum) 62(3):107-112.*

Serrano M. F. (2010) *La calidad del concreto: responsabilidad del diseñador y del constructor*, Innovación y Ciencia, Volumen XVII, No. 2, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.

Somayaji, Shan (1995). *Civil engineering materials*. Englewood cliffs, New Jersey. Prentice Hall. Primera edición.

Torrado, L. M, Porras, N. A. (2009). *Determinación de las ecuaciones del módulo de elasticidad estático y dinámico del concreto producido en Bucaramanga y su área metropolitana*. Tesis, Universidad Pontificia Bolivariana.

<http://www.ecoingenieria.org/docs/Puzolanas.pdf>

<http://www.imcyc.com/revista/2000/julio2000/pusolanicos3.htm>

http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_19858.pdf

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-6

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7684/1/Usode%20s%20ADlice%20en%20hormigones%20de%20alto%20desempe%20B1o.pdf>

VIII. APENDICES Y ANEXOS

Anexo 1: análisis de fluorescencia de rayos x de los bloques residuales de arcilla



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°15-LAQ/2018

Análisis de una muestra de arcilla por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de una muestra de arcilla a pedido del Sr. Bach. **Alegre Collas, Jarvis Jack**, egresado de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión de un Concreto de $F'C = 175 \text{ kg/cm}^2$ con Sustitución del Cemento en un 3% y 5% con Bloques Residuales de Arcilla.”

La muestra está en forma de grano fino de color ladrillo.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 pA. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la-muestra, fue de alrededor de 6910 cts/s.

Esta técnica permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de la arcilla. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra de arcilla. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la n

Óxido	% masa
Al ₂ O ₃	20.802
SiO ₂	73.070
ClO ₂	0.016
K ₂ O	2.007
CaO	1.718
TiO ₂	0.693
V ₂ O ₅	0.022
Cr ₂ O ₃	0.005
MnO	0.106
Fe ₂ O ₃	5.458
Ni ₂ O ₃	0.002
CuO	0.008
ZnO	0.022
As ₂ O ₃	0.007
Rb ₂ O	0.003
SrO	0.023
Y ₂ O ₃	0.002
ZrO ₂	0.025
BaO	0.069
Totales	104.059



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.

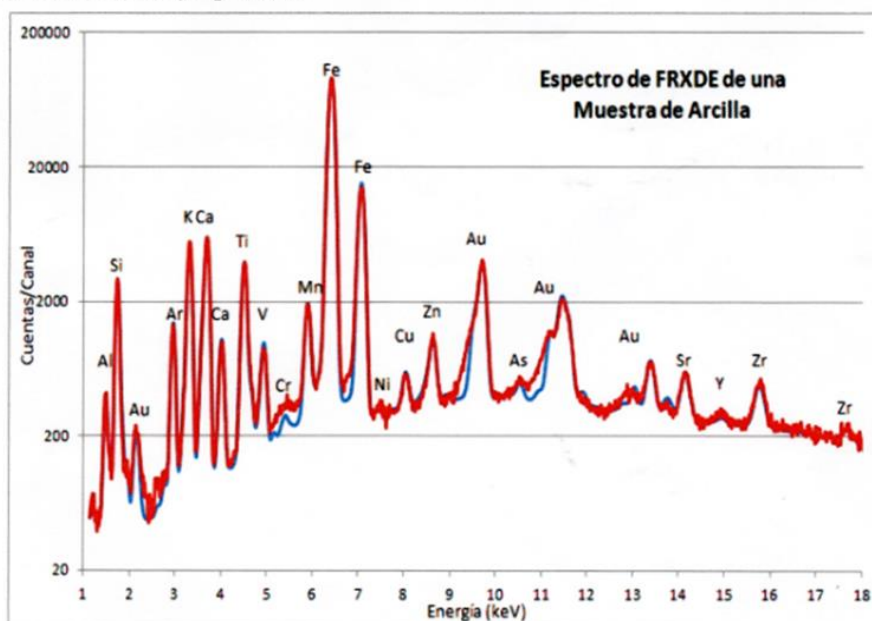


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de arcilla en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

La suma en términos de contenido de óxidos es l que la muestra esté constituida en parte por com puede detectar, o diferentes que óxidos y/o hay u instrumento. Para mayores detalles sobre la comp

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 15 de marzo del 2018

Límites de consistencia de los bloques residuales de arcilla.

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

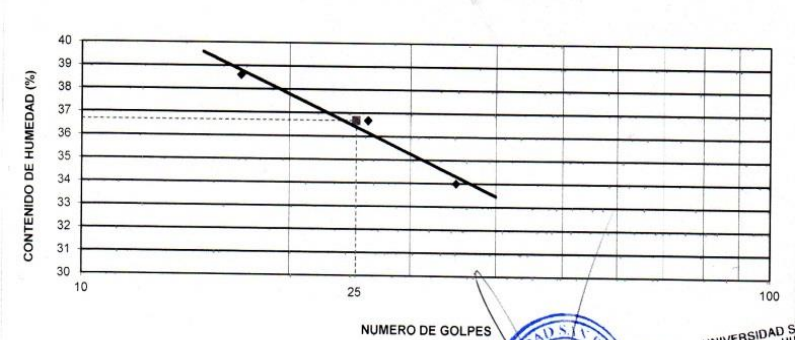
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	" Resistencia de un Concreto de F'C= 175 Kg/Cm2 con Sustitucion de Cemento en un 3 y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"		
SOLICITA:	Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack.		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	27/06/2018
		FORMATO	-

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:
MUESTRA	: N° 01 SUELOS ARCILLA
PROF. (m)	:

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		10	26	9
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		52,88	55,20	57,14
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		45,29	47,50	49,28
PESO DE AGUA (g)		7,39	7,70	7,86
PESO DEL TARRO (g)		26,14	26,50	26,15
PESO DEL SUELO SECO (g)		19,15	21,00	23,13
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		38,59	36,67	33,98
NUMERO DE GOLPES		17	26	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		12	11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		31,20	31,07	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		30,53	30,24	
PESO DE AGUA (g)		0,67	0,83	
PESO DEL TARRO (g)		27,21	26,20	
PESO DEL SUELO SECO (g)		3,32	4,04	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		20,18	20,54	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	36,67
LIMITE PLASTICO	20,36
INDICE DE PLASTICIDAD	16,31

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFF

Anexo 3: Análisis de PH del cemento, de los bloques de arcilla y de las muestras experimentales



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia a la Compresión de un Concreto $F^{\prime}C= 175 \text{ kg/Cm}^2$ con sustitución del Cemento en un 3 % y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla”

TESISTA : Bach. Alegre Collas Jarvis Jack - Tesista

MUESTRA : Cemento con sustitución de 3 % de bloques de arcilla

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 15-03-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 16-03-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 16-03-18

Muestra	pH
Cemento con sustitución de 3 % de bloques de arcilla	11.98

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como Extremadamente alcalina

Huaraz, 16 de Marzo del 2018.





RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión de un Concreto $F''C= 175 \text{ kg/Cm}^2$ con sustitución del Cemento en un 3 % y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"

TESISTA : Bach. Alegre Collas Jarvis Jack - Tesista

MUESTRA : Cemento con sustitución de 5 % de bloques de arcilla

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 15-03-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 16-03-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 16-03-18

Muestra	pH
Cemento con sustitución de 5 % de bloques de arcilla	11.94

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como Extremadamente alcalina

Huaraz, 16 de Marzo del 2018.


Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión de un Concreto $F''C= 175 \text{ kg/Cm}^2$ con sustitución del Cemento en un 3 % y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"

TESISTA : Bach. Alegre Collas Jarvis Jack - Tesista

MUESTRA : Cemento

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 15-03-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 16-03-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 16-03-18

Muestra	pH
Cemento	12.14

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 16 de Marzo del 2018.



Anexo 4: Análisis realizados en el laboratorio de la Universidad San Pedro



ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

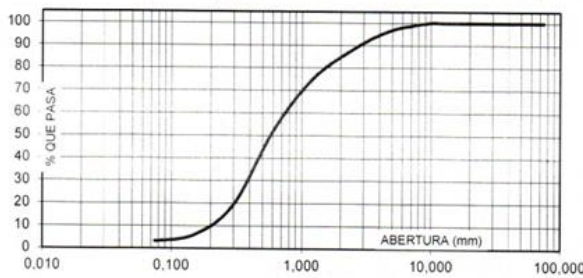
SOLICITA : **Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack.**
 TESIS : " Resistencia de un Concreto de F'c= 175 Kg/Cm2 con Sustitucion de Cemento en un 3 y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 22/01/2018 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1524
PESO SECO LAVADO	1476.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	48.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No 3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	53.00	3.48	3.48	96.52
N° 8	2.360	138.00	9.06	12.53	87.47
N° 16	1.180	201.00	13.19	25.72	74.28
N° 30	0.600	344.00	22.57	48.29	51.71
N° 50	0.300	495.00	32.48	80.77	19.23
N° 100	0.150	201.00	13.19	93.96	6.04
N° 200	0.075	44.00	2.89	96.85	3.15
PLATO		48.00	3.15	100.00	0.00
TOTAL		1524.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 4
 MODULO DE FINEZA : 2,6
 HUMEDAD : 5,20%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

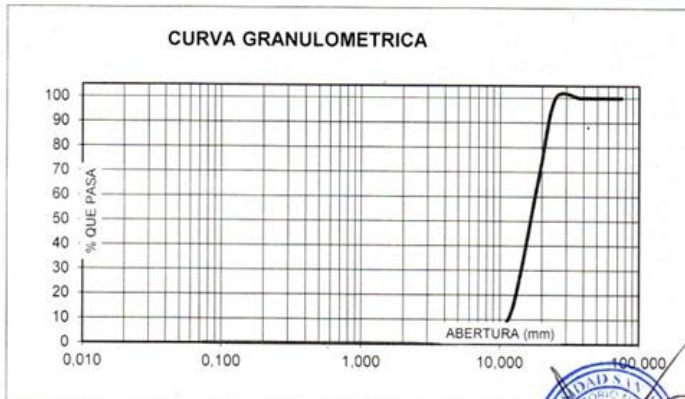
SOLICITA : **Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack.**
 TESIS : " Resistencia de un Concreto de F'C= 175 Kg/Cm2 con Sustitucion de Cemento en un 3 y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 22/01/2018 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	8919
PESO SECO LAVADO	8919,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	2878,00	32,27	32,27	67,73
1/2"	12,500	4638,00	52,00	84,27	15,73
3/8"	9,500	1025,00	11,49	95,76	4,24
N° 4	4,750	370,00	4,15	99,91	0,09
N° 8	2,360	8,00	0,09	100,00	0,00
N° 16	1,180	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 30	0,600	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,300	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,150	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		8919,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 7,28
 HUMEDAD : 0,45%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack.

TESIS : " Resistencia de un Concreto de F'C= 175 Kg/Cm2 con Sustitucion de Cemento en un 3 y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : TACLLAN

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

FECHA : 22/01/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18440	18460	18450
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	13130	13150	13140
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1406	1408	1407
Peso unitario prom.	1407 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19210	19240	19180
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	13900	13930	13870
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1488	1491	1485
Peso unitario prom.	1488 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack.

TESIS : " Resistencia de un Concreto de F'c= 175 Kg/Cm2 con Sustitucion de Cemento en un 3 y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"

LUGAR HUARAZ

CANTERA : TACLLAN

MATERIAL : AGREGADO FINO

FECHA : 22/01/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7617	7640	7630
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4197	4220	4210
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1512	1520	1517
Peso unitario prom.	1516 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7921	7935	7945
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4501	4515	4525
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1621	1626	1630
Peso unitario prom.	1626 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack.
 TESIS : " Resistencia de un Concreto de F'C= 175 Kg/Cm2 con Sustitucion de Cemento
 en un 3 y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 22/01/2018

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de frasco+ agua
 C = A + B : Peso frasco + agua +material
 D : Peso de material+agua en el frasco
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
 F : Peso Material seco en horno
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-F/F) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

300,0		
670,7		
970,7		
857,7		
113,0		
296,9		
109,9		
1,04		
1,04		

PROMEDIO

2,63		
2,65		
2,70		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,63		
2,65		
2,70		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ESFUERZO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack.**
 TESIS : "Resistencia de un Concreto de F'c= 175 Kg/Cm2 con Sustitucion de Cemento en un 3 y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**
 FECHA : **22/01/2018**

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

1005,0	944,0	1005,0
612,8	592,3	633,6
392,2	351,7	371,4
998,0	938,0	1000,0
385,2	345,7	366,4
0,70	0,64	0,50
0,61		

ABSORCION (%) : $((A-D/D) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO

2,54	2,67	2,69
2,56	2,68	2,71
2,59	2,71	2,73

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,61
2,62
2,65



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS : "Resistencia de un Concreto de F'c= 175 Kg/Cm2 con Sustitucion de Cemento en un 3 y 5% con Bloques Residuales de Arcilla"					
SOLICITA : Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack					
DISTRITO : HUARAZ			HECHO EN : USP -HUARAZ		
PROVINCIA : HUARAZ			FECHA : 22/01/2018		
PROG (KM.) :			ASESOR		
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA :					
MUESTRA : AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO					
PROF. (m) :					
AGREGADO GRUESO					
N° TARRO		10	8		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1238.5	1326.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1210.0	1298.0		
PESO DE AGUA	(g)	28.50	28.00		
PESO DEL TARRO	(g)	169.70	167.3		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1040.30	1130.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.74	2.5		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			2.6	
AGEGRADO FINO					
N° TARRO		7	4		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	980.0	960.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	941.0	920.0		
PESO DE AGUA	(g)	39.00	40.00		
PESO DEL TARRO	(g)	172.00	164.7		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	769.00	755.3		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.07	5.3		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			5.2	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Elizabeth Maza Amador
Ing. Elizabeth Maza Amador
CIP: 116544
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : Bach. Alegre Collas , Jarvis Jack
 TESIS : Resistencia de un concreto de F'C = 175 Kg/cm² con sustitución de cemento en un 3 y 5 % con bloques residuales de arcilla.
 CANTERA : Tacllan Del Distrito De Huaraz Provincia De Huaraz
 FECHA : 27/01/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 175 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Portland ASTM_C-150 TIPO I
- Peso específico 3,15

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa 2,66
- Peso unitario suelto 1515 kg/m³
- Peso unitario compactado 1626 kg/m³
- Contenido de humedad 5,20 %
- Absorción 1,04 %
- Módulo de fineza 2,60

D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2,63
- Peso unitario suelto 1407 kg/m³
- Peso unitario compactado 1488 kg/m³
- Contenido de humedad 2,60 %
- Absorción 0,51 %

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

consistencia seca , a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño maximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 190 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,750

RELACIÓN AGUA - CEMENTO EFECTIVO

Se obtiene una relación agua - cemento efectivo de 0,520

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $190 / 0,750 = 253,333 \text{ kg/m}^3 = 5,96 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO SECOS

Cemento.....	253,333	Kg/m ³
Agua efectiva.....	190,000	lts/m ³
Agregado fino.....	924,291	Kg/m ³
Agregado grueso.....	952,320	Kg/m ³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	253,333	kg/m ³
Agua efectiva.....	131,646	lts/m ³
Agregado fino.....	972,354	kg/m ³
Agregado grueso.....	977,080	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{253,33}{253,33} : \frac{924,291}{253,33} : \frac{952,32}{253,33}$$

$$1 : 3,6 : 3,76 : 31,88 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN PESO CORREJIDOS

$$1 : 3,84 : 3,86 : 22,10 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MATERIALES
Ing. Eli. In Meza Ambrosio
J.P-185-44
JEFE



DISEÑO DE MEZCLA
(3% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack
 TESIS : Resistencia de un concreto de F'C = 175 Kg/cm² con sustitucion en un 3 y 5 % con bloques residuales de arcilla
 CANTERA : Tacllan Del Distrito De Huaraz Provincia De Huaraz
 ARCILLA : Bloques residuales de arcilla.
 FECHA : 06/09/2017

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 175 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Portland ASTM_C-150 TIPO I
- Peso especifico 3,15

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

- Peso especifico de masa 2,66
- Peso unitario suelto 1515 kg/m³
- Peso unitario compactado 1626 kg/m³
- Contenido de humedad 5,20 %
- Absorción 1,04 %
- Módulo de fineza 2,60

D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2,63
- Peso unitario suelto 1407 kg/m³
- Peso unitario compactado 1488 kg/m³
- Contenido de humedad 2,60 %
- Absorción 0,51 %

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia seca a la que corresponde un asentamiento 1" a 2" .

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL
 FACULTAD DE INGENIERIA
 NACIO DE MELGAREJO SULLUS Y
 LA OROTA
 ENSEÑANZA DE INGENIERIA
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 / CIP: 116544
 JEFE



VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 190 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,750
La relación agua - cemento + arcilla 0,536

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0,078
3 % de arcilla.....	(m ³)	0,003
Agua efectiva.....	(m ³)	0,190
Agregado fino.....	(m ³)	0,347
Agregado grueso.....	(m ³)	0,362
Aire.....	(m ³)	<u>0,020</u>
		1,000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	245,73 kg/m ³
3 % de arcilla.....	7,600 kg/m ³
Agua efectiva.....	190,00 lts/m ³
Agregado fino.....	923,22 kg/m ³
Agregado grueso.....	952,32 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	245,73 kg/m ³
3 % de arcilla.....	7,600 kg/m ³
Agua efectiva.....	131,69 lts/m ³
Agregado fino.....	971,23 kg/m ³
Agregado grueso.....	977,08 kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{245,73}{245,73} : \frac{7,600}{245,73} : \frac{971,23}{245,73} : \frac{977,08}{245,73}$$

$$1 : 0,03 : 3,95 : 3,98 \quad 22,78 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Elizabeth Maza Ambrosio
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA
(5% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : Bach. Alegre Collas , Jarvis Jack
 TESIS : Resistencia de un concreto de F'c = 175 Kg/cm² con sustitución de cemento en un 3 y 5 % con bloques residuales de arcilla.
 CANTERA : Tacllan Del Distrito De Huaraz Provincia De Huaraz
 ARCILLA : Bloques residuales de arcilla.
 FECHA : 27/01/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 175 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Portland ASTM_C-150 TIPO I
- Peso especifico 3,15

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

- Peso especifico de masa 2,66
- Peso unitario suelto 1515 kg/m³
- Peso unitario compactado 1626 kg/m³
- Contenido de humedad 5,20 %
- Absorción 1,04 %
- Módulo de fineza 2,60

D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2,63
- Peso unitario suelto 1407 kg/m³
- Peso unitario compactado 1488 kg/m³
- Contenido de humedad 2,60 %
- Absorción 0,51 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION
 ING. Elizabeth Maiza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

consistencia | sec a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 190 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,750
La relación agua - cemento + l bloq. arcilla 0,550

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0,076
5 % de arcilla.....	(m ³)	0,005
Agua efectiva.....	(m ³)	0,190
Agregado fino.....	(m ³)	0,347
Agregado grueso.....	(m ³)	0,362
Aire.....	(m ³)	0,020
		1,000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	240,67	kg/m ³
5 % de arcilla.....	12,667	kg/m ³
Agua efectiva.....	190,00	lts/m ³
Agregado fino.....	922,51	kg/m ³
Agregado grueso.....	952,32	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	240,67	kg/m ³
5 % de arcilla.....	12,667	kg/m ³
Agua efectiva.....	131,72	lts/m ³
Agregado fino.....	970,48	kg/m ³
Agregado grueso.....	977,08	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{240,67}{240,67} : \frac{12,667}{240,67} : \frac{970,48}{240,67} : \frac{977,08}{240,67}$$

$$1 : 0,05 : 4,03 : 4,06 \quad 23,375 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maya Ambrosio
CIP: 116544
JEFE





USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO
(ARCILLA)**

SOLICITA: Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack.

TESIS: "Resistencia de un Concreto de F'C= 175 Kg/Cm2 con Sustitucion de Cemento en un 3 y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"

LUGAR : HUARAZ

CANTERA -----

MATERIAL Bloques residuales de arcilla

FECHA: 13/02/2018

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	185	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D= P/V = 500/185$
------------------------	--------------------

PESO ESPECIFICO ARCILLA	2,70
--------------------------------	-------------

OBSERVACIONES: Material arcilla utilizado paso por la malla N° 200

**PESO ESPECIFICO
(CEMENTO)**

SOLICITA: Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack.

TESIS: "Resistencia de un Concreto de F'C= 175 Kg/Cm2 con Sustitucion de Cemento en un 3 y 5 % con Bloques Residuales de Arcilla"

LUGAR : HUARAZ

CANTERA -----

MATERIAL CEMENTO SOL

FECHA: 13/02/2018

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	158,5	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D= P/V = 500/158$
------------------------	--------------------

PESO ESPECIFICO ARCILLA	3,15
--------------------------------	-------------

OBSERVACIONES: Material arcilla utilizado paso por la malla N° 200



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE CARBONADA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO

(Cemento con 3% de sustitucion de arcilla reciclada)

SOLICITA: Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack
TESIS: "Resistencia a la compresion de un concreto de F'C=175 Kg/cm2 con sustitucion de cemento en un 3 y 5 % con bloques residuales de arcilla"
LUGAR: Huaraz
MATERIAL: Bloques residuales de arcilla

475 gramos de cemento + 15 gramos de arcilla residual

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	160	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	D= P/V = 500/160	
------------------------	------------------	--

PESO ESPECIFICO ARCILLA	3,13	
--------------------------------	-------------	--

PESO ESPECIFICO

(Cemento con 5% de sustitucion de arcilla reciclada)

SOLICITA: Bach. Alegre Collas, Jarvis Jack
TESIS: "Resistencia a la compresion de un concreto de F'C=175 Kg/cm2 con sustitucion de cemento en un 3 y 5 % con bloques residuales de arcilla"
LUGAR: Huaraz
MATERIAL: Bloques residuales de arcilla

485 gramos de cemento + 25 gramos de arcilla residual

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	161,5	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	D= P/V = 500/170	
------------------------	------------------	--

PESO ESPECIFICO ARCILLA	3,10	
--------------------------------	-------------	--

OBSERVACIONES: Material arcilla utilizado paso por la malla N° 200



Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. Alegre Collas Jarvis Jack

TESIS " Resistencia de un concreto F' C = 175 kg/cm2 con sustitucion del cemento en un 3 y 5% con bloques residuales de arcilla"

FECHA: 24/03/2018

F' C : 175 kg/cm2

	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
Nº	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	CONCRETO PATRON	-	1" - 2"	21/02/2018	27/02/2018	7	133,3	76,2
2	CONCRETO PATRON	-	1" - 2"	21/02/2018	27/02/2018	7	113,0	64,6
3	CONCRETO PATRON	-	1" - 2"	21/02/2018	27/02/2018	7	116,2	66,4
4	CONCRETO PATRON	-	1" - 2"	21/02/2018	06/03/2018	14	142,6	81,5
5	CONCRETO PATRON		1" - 2"	21/02/2018	06/03/2018	14	144,9	82,8
6	CONCRETO PATRON		1" - 2"	21/02/2018	06/03/2018	14	138,3	79,0
7	CONCRETO PATRON		1" - 2"	21/02/2018	20/03/2018	28	184,6	105,5
8	CONCRETO PATRON	-	1" - 2"	21/02/2018	20/03/2018	28	179,9	102,8
9	CONCRETO PATRON	-	1" - 2"	21/02/2018	20/03/2018	28	185,6	106,0

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MEZCLANZA DE SUELOS Y
ENSAYOS MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. Alegre Collas Jarvis Jack

TESIS " Resistencia de un concreto F' C = 175 kg/cm2 con sustitucion del cemento en un 3 y 5% con bloques residuales de arcilla"

FECHA: 24/03/2018

F' C : 175 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
1	CONCRETO CON 3% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	27/02/2018	7	120,1	68,6
2	CONCRETO CON 3% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	27/02/2018	7	125,4	71,7
3	CONCRETO CON 3% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	27/02/2018	7	123,0	70,3
4	CONCRETO CON 3% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	06/03/2018	14	136,5	78,0
5	CONCRETO CON 3% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	06/03/2018	14	154,9	88,5
6	CONCRETO CON 3% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	06/03/2018	14	149,5	85,4
7	CONCRETO CON 3% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	20/03/2018	28	189,3	108,2
8	CONCRETO CON 3% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	20/03/2018	28	183,7	105,0
9	CONCRETO CON 3% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	20/03/2018	28	192,2	109,8

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. Alegre Collas Jarvis Jack

TESIS " Resistencia de un concreto F'C = 175 kg/cm2 con sustitucion del cemento en un 3 y 5% con bloques residuales de arcilla"

FECHA: 24/03/2018

F' C : 175 kg/cm2

	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
Nº	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	27/02/2018	7	128,3	73,3
2	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	27/02/2018	7	120,8	69,0
3	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	27/02/2018	7	132,6	75,8
4	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	06/03/2018	14	139,1	79,5
5	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION		1" - 2"	21/02/2018	06/03/2018	14	131,0	74,8
6	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION		1" - 2"	21/02/2018	06/03/2018	14	147,6	84,3
7	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION		1" - 2"	21/02/2018	20/03/2018	28	188,3	107,6
8	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	20/03/2018	28	191,7	109,6
9	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION	-	1" - 2"	21/02/2018	20/03/2018	28	196,2	112,1

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



Foto N° 1 Recoleccion y triturado de los bloques residuales de arcilla





Foto N° 2 Triturando los bloques residuales de arcilla para tamizarlos por el tamiz N° 200





Foto N° 3 Recoleccion de los agregados en la cantera de Tacllan



Foto N° 4 Realizando los ensayos de en el laboratorio de de la USP



Foto N° 5 Pesando las muestras en la balanza analítica



Foto N° 6 Realizando la mezcla homogéneamente con la mezcladora



Foto N° 7 Finalizando con el vaciado de todas las probetas



Foto N° 8 Realizando los ensayos de rotura de probetas y tomándose anotación





Foto N° 9 Realizando la prueba de asentamiento con el cono de Abrams



Foto N° 10 Sumergiendo las probetas realizadas para su respectivo curado

