

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo
al cemento en 12% y 20% por la combinación de cáscara
de huevo y arcilla.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Alvarado Maguiña, Elizabeth Sonia

Asesor

Solar Jara, Miguel

Huaraz – Perú

2019

PALABRAS CLAVE:

Tema	Resistencia del Concreto, Cascara de huevo, arcilla.
Especialidad	Tecnología del Concreto.

KEYWORDS:

Theme	Concrete resistance, egg Shell, clay Tecnología del Concreto.
Specialty	Concrete Technology.

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Línea de investigación	área	Sub área	Disciplina	Sub líneas o campos de acción.
Gestión de la construcción	Ingeniería y tecnología	Ingeniería civil	Ingeniería civil	Materiales de la construcción

TÍTULO

Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de cáscara de huevo y arcilla.

RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue determinar la resistencia a la compresión de un concreto, Sustituyendo el 12% y 20% del peso del cemento por:

- ✓ 9% Cáscara de huevo + 3% de arcilla.
- ✓ 15% Cáscara de huevo + 5% de arcilla

Se procedió a recolectar la cáscara de huevo que fue quemada en el horno mufla a una temperatura de 530 °C por 3 horas en promedio, obteniendo la ceniza propiamente dicha y también se recolectó la arcilla que fue calcinada a temperatura de 700°C por 4 horas en promedio, para así obtener los elementos puzolánica, luego, se determinó el Potencial de Hidrógeno (pH) de la ceniza de cáscara de huevo sola, de la arcilla sola, cemento + el 12 % de las combinaciones (cáscara de huevo y arcilla) y cemento + el 20 % de las combinaciones(cáscara de huevo y arcilla); luego, se determinó el peso específico de las muestras y de las combinaciones del 12% y 20%.

Se determinó la relación agua/cemento de las probetas patrón y experimental empleando el Método del Comité 211 del ACI, previa realización de los ensayos en los agregados. Se elaboraron probetas de concreto con $f'c=210$ kg/cm², en un número de 27 muestras: 9 del patrón, 9 experimentales al 12% (cáscara de huevo + arcilla) y 9 experimentales al 20% (cáscara de huevo + arcilla), y se realizaron las roturas a los 7, 14 y 28 días, analizando y comparando las Resistencias a la Compresión de las muestras patrón y experimentales. Lo que confirmó mediante los ensayos, que la resistencia a la compresión de las probetas experimentales al 12% y 20%, a los 7, 14 y 28 días siendo el 217.8 Kg/cm²(12%) respectivamente, encontrándose bastante cercano a la resistencia proporcionada por el concreto patrón que fue de 218.00 Kg/cm², mientras que la resistencia del 166.6 Kg/cm² (20%) está debajo del patrón experimental.

ABSTRACT

The purpose of the present investigation was to determine the compressive strength of a concrete, substituting 12% and 20% of the cement weight for:

- ✓ 9% Eggshell + 3% clay.
- ✓ 15% Eggshell + 5% clay

The eggshell that was burned in the muffle a temperature of 530 ° C for 3 hours on average, obtaining the ash itself and the clay that was calcined at a temperature of 700 ° C was also collected. for 4 hours on average, in order to obtain the pozzolanic elements, then the Hydrogen Potential (pH) of the eggshell ash alone, the clay alone, cement + 12% of the combinations (shell) was determined of egg and clay) and cement + 20% of the combinations (eggshell and clay); then, the specific weight of the samples and the combinations of 12% and 20% was determined.

The water / cement ratio of the standard and experimental specimens was determined using the ACI Committee Method 211, prior to conducting the tests on the aggregates. Concrete specimens with $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ were made, in a number of 27 samples: 9 of the standard, 9 experimental at 12% (eggshell + clay) and 9 experimental at 20% (eggshell + clay), and breaks were made at 7, 14 and 28 days, analyzing and comparing the Compression Resistance of the standard and experimental samples. This was confirmed by the tests, that the compressive strength of the experimental specimens at 12% and 20%, at 7, 4 and 28 days, being 217.8 Kg / cm² (12%) respectively, being quite close to the resistance provided by the standard concrete that was 218.00 Kg / cm², while the resistance of 166.6 Kg / cm² (20%) is below the experimental pattern.

INDICE

PALABRAS CLAVE:	i
TÍTULO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
INDICE	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	20
III. RESULTADOS	23
IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN	68
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	71
VI. AGRADECIMIENTO	75
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
VIII. ANEXOS Y APÉNDICES.....	79

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Clases de mezcla según su asentamiento.....	10
Tabla N°2. variable dependiente, resistencia a la compresión.....	18
Tabla N°3. Variable Independiente Sustitución al cemento en 12% y 20% de arcilla y cáscara de huevo.....	19
Tabla N°4. Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	21
Tabla N°5. Diseño en bloque completo al azar.....	22
Tabla N°6. Granulometría del agregado fino.....	24
Tabla N°7. Granulometría del agregado grueso.....	26
Tabla N°8. Contenido de humedad agregado grueso.....	28
Tabla N°9. Contenido de humedad agregado fino	28
Tabla N°10: Peso unitario suelto agregado fino	30
Tabla N°11: Peso unitario suelto agregado grueso	30
Tabla N°12: Datos de ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino.....	31
Tabla N°13: Datos de ensayo de gravedad específica y absorción de agregado grueso	32
Tabla N°14: Composición elemental de la cáscara de huevo en % de masa.....	35
Tabla N°15: Composición elemental de una muestra de arcilla en % de masa	38
Tabla N°16: Potencial de Hidrogeno de CH	39
Tabla N°17: Potencial de Hidrogeno de arcilla.....	39
Tabla N°18: Potencial de Hidrógeno de Cemento.....	39
Tabla N°19. Potencial de Hidrógeno del 12% de (CH y Arcilla+ Cemento)	40

Tabla N°20. Potencial de Hidrógeno del 20% de (CH y Arcilla+ Cemento)	40
Tabla N°21. Peso específico por desplazamiento de la Arcilla.....	41
Tabla N°22. Peso específico por desplazamiento de la cáscara de huevo	41
TablaN°23. Peso específico por desplazamiento de la cáscara de huevo 9% y Arcilla de 3%	42
Tabla N°24. Peso específico por desplazamiento de la cáscara de huevo 15% y arcilla 5%	42
Tabla. N°25. Limite Líquido	43
Tabla N° 26. Limite plástico	44
Tabla N°27. Cantidad de material para una probeta patrón.....	45
TablaN°28. Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras.....	47
Tabla N°29. Volumen unitario de agua	48
Tabla N°30: Contenido de aire atrapado	48
Tabla N°31: Relación agua/ cemento por resistencia	49
Tabla N°32: Contenido de aire atrapado.....	51
Tabla N°33: Cantidad de materiales y relación A/C para el concreto patrón y experimentales.....	59
Tabla N°34: Resistencia a la compresión del concreto patrón.....	60
Tabla N°35. Resistencia a la compresión del concreto sustituyendo al cemento en 12%(cáscara de huevo y arcilla)	61
Tabla N°36. Resistencia a la compresión del concreto sustituyendo al cemento en 20%(cáscara de huevo y arcilla)	62
Tabla N°37. Fórmulas de análisis de varianza (anova).....	66
Tabla N°38. Desviación Estándar	67
Tabla N°39. Analisis de varianza del concreto patrón y experimental.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1: (Avicultura, 2014)	13
Figura N°2: Proceso de activación mecánica de la arcilla.....	18
Figura N°3: Cantera de “TACLLAN ROLAN	23
Figura N°4: Curva granulométrica del agregado fino.....	25
Figura N°5. Curva granulométrica del agregado grueso	26
Figura N°6: Secuencia para obtener la ceniza de Cáscara de Huevo	33
Figura N°7: Cáscara de huevo recolectada	34
Figura N°8: Ubicación de Distrito de San Miguel de Aco-Carhuaz.....	36
Figura N°9. Secuencia para obtener la arcilla calcinada	36
Figura N°10. contenido de humedad de arcilla.....	44
Figura N°11. Relación de agua y cemento vs experimentales.....	59
Figura N°12. Resistencia a la compresión del concreto patrón.....	63
Figura N°13. Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% de (CH +arcilla)	63
Figura N°14. Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 20% de (CH +arcilla)	64
Figura N°15: comparación general de esfuerzos promedios de la resistencia a compresión del concreto patrón y experimentales a los 7, 14 y 28 días de curado.....	65

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de los antecedentes revisados para el presente estudio, se hizo una ardua revisión de los diversos estudios a nivel local y mundial, por lo que se encontró que en el estudio de **Reibán (2017)**, evaluó las características mecánicas de matrices cementicias con adición de cáscara de huevo pulverizado, sustituyendo el cemento en 10, 20 y 30% en el diseño, usaron la dosificación 1:2.75 según la ASTM C. Los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto, indicaron que la muestra de concreto con adición de cáscara de huevo 10% presentó mayor resistencia que las demás muestras. En la mezcla de concreto con adición de cáscara de huevo en porcentaje de 10.00% sustituyendo al cemento, se obtuvo una resistencia de $F'c=233.31\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de curado. Respecto al patrón mejoró en un 19.29%.

Ríos (2017), evaluó la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de cáscara de huevo; cuando se adiciona un porcentaje de cáscara de huevo sustituyendo al cemento en porcentajes de 5% y 10% en el diseño. Los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto, indicaron que la probeta de concreto con adición de cáscara de huevo presentó mayor resistencia a la compresión a comparación del concreto convencional (patrón), y como también al obtener los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto con adición de cáscara de huevo se obtuvo un concreto de alta resistencia a edad de 7 días de curado, es decir que la cáscara de huevo se comportó como un aditivo acelerante natural. En la mezcla de concreto con adición de cáscara de huevo en porcentaje de 5% sustituyendo al cemento, se obtuvo un concreto de alta resistencia de $F'c=230.12\text{kg/cm}^2$ a temprana edad de 7 días de curado, y a los 28 días de curado una resistencia promedio de $F'c=277.20\text{kg/cm}^2$.

Asimismo, **Soto & Argumedo(2014)**, Realizaron la caracterización fisicoquímica de la Cáscara de huevo donde tuvieron como objetivo caracterizar fisicoquímicamente la Cáscara de huevo como futura aplicación para la creación de un material industrial, concluyendo en que la Cáscara de huevo posee una cantidad porcentual muy elevadas de ceniza, la cantidad de calcio observada en absorción atómica es muy considerable para la aplicación de la muestra en prótesis dental, también se puede considerar la Cáscara de huevo como un buen sustituyente para un material industrial.

En la investigación de **Castillo, R. et al. (2011)**, en su investigación que las arcillas calcinadas en forma de meta caolín han recibido especial atención en años recientes. Se conoce que estas adiciones, cuando se añaden a morteros y hormigones, mejoran tanto su resistencia mecánica como su durabilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de las propiedades físico-mecánicas y la durabilidad en micro hormigones, empleando arcillas calcinadas y molidas como material sustituyente del 30% en peso del cemento Portland ordinario (CPO). Para ello se utilizó una tierra arcillosa, compuesta principalmente por mineral caolín de bajo grado de pureza, para la obtención de arcillas calcinadas como minerales cementicios suplementarios. Los mejores resultados se resistencia a la compresión a los 28 días se obtuvieron para la arcilla sedimentada y calcinada, la cual posee mayor contenido de mineral caolín debido a un proceso de purificación por sedimentación de la materia prima acometido sólo para esta sustitución.

Vásquez (2016), en su investigación titulada “Resistencia en concreto con cemento sustituido en un 5% y 7% por arcilla de Carhuaz-Ancash”, desarrollada en la Universidad San Pedro - Chimbote, tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² cuando se sustituye el cemento en 5% y 2 7% por arcilla de San Miguel de Aco - Carhuaz –Ancash, esta investigación fue de tipo experimental, para el cual se elaboraron 27 testigos de concreto; 9 del concreto patrón, 9 con el 5% de cemento sustituido por arcilla y 9 con el 7% de cemento sustituido por arcilla. Al sustituirse el

cemento en un 5% se obtuvieron resistencias de $f'c=171.57 \text{ Kg/cm}^2$, $f'c=193.68 \text{ Kg/cm}^2$, $f'c=227.01 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días respectivamente y en un 7% se obtuvieron resistencias de $f'c=203.43 \text{ Kg/cm}^2$, $f'c=219.11 \text{ Kg/cm}^2$, $f'c=240.24 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Concluyó que la mayor resistencia a la compresión del concreto se alcanzó adicionando arcilla en un 7%, por lo que recomendó su utilización en este porcentaje. En esta investigación claramente se pudo evidenciar que la mayor resistencia a la compresión axial se pudo alcanzar adicionando un 7% de arcilla, pero no se evaluó el comportamiento del concreto adicionando porcentajes superiores, motivo por el que existe la posibilidad de que se puedan obtener mayores resistencias si se incrementa la concentración de arcilla en futuras investigaciones.

Chackchouk, Sometí y Mnif (2006). Mostraron arcillas de Túnez de diferentes lugares, se calcinaron a diferentes temperaturas: 600, 700 y 800 °C. se estudiaron las propiedades físicas de ambas muestras no tratadas o patrones y las calcinadas geotécnicas y químicas. La actividad puzolánicas de las arcillas calcinadas se evaluó por resistencia a la compresión, se realizó en hidróxido de calcio en minicilindros de arcillas calcinadas. Se encontró que el estudio geotécnico asociado con el análisis químico para ser útil y predecir la actividad puzolánicas de las arcillas. Las arcillas ricas en caolinita mostraron tener la mayor resistencia y por lo tanto la mayor actividad puzolánicas. La presencia de algunas arcillas minerales tales como la ilita, montmorillonita y moscovita no mejoró la actividad puzolánicas a pesar de su nivel relativamente alto de sílice, aluminio y hierro.

Finalmente, Molina, Moragues, G. (2008), indicaron según sus resultados que, las puzolanas contribuyeron en la mejora de las características del hormigón. Entre estas se destaca el refinamiento de la estructura porosa del material. Además, las cenizas ofrecieron un impacto positivo como sustituto parcial del cemento portland. También que las cenizas volantes contribuyeron

en la mejora de la resistencia a compresión a edades tan tempranas como los 28 días.

El propósito de la investigación fue hacer uso de arcilla y cáscara de huevo lo que convirtió en un material ligero. Su resistencia y dureza la hace ideal para el uso de concreto. Con lo cual se buscó mejorar las características de dicho concreto, con esta alternativa que se propone en este estudio para la elaboración de concreto, se beneficiará las zonas de bajos recursos económicos, social y ambiental.

Se justifica económica y social y ambientalmente; debido a que el diseño de concreto será más beneficioso ya que se utilizará menos cantidad de cemento, en tal sentido permitirá disminuir la contaminación ambiental.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de cáscara de huevo y arcilla, mejorara la resistencia?

Conceptualización

Tecnología del Concreto:

García, J. (2013). Es el campo de la ingeniería civil que abarca el conjunto de conocimientos científicos orientados hacia la aplicación técnica, practica y eficiente del concreto en la construcción. En su desarrollo y utilización intervienen varias ciencias interrelacionadas, como son la física, la química, las matemáticas y la investigación científica. Cada elemento que interviene, bien sea el cemento, el agua, los agregados, los aditivos y las técnicas de producción, colocación, curado y mantenimiento, representan aspectos particulares a estudiar y controlar de modo que puedan trabajar eficientemente de manera conjunta en la aplicación.

Concreto:

Portland Cement Association, PCA. (2004). El concreto (hormigón) es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava, creando una masa similar a una roca. Esto ocurre por el endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento con el agua. Otros materiales cementosos (cementantes) y adiciones minerales se pueden incluir en la pasta.

Componentes del Concreto:

Cemento: Se define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad de fraguar y endurecer, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. (Rivva, 2010).

Componentes químicos:

Silicato dicálcico, es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento.

Silicato Tricalcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación. Aluminato Tricalcico, el yeso agregado al cemento portland durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación se combina con para controlar el tiempo de fraguado. Aluminio-Ferrito tetra cálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación. Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio. (Abanto,2009, pág. 16)

El cemento portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual se obtiene de las materias primas, finalmente molidas y mezcladas

calentándose hasta principios de la fusión (1400– 1450 C°) cuando se mezcla con agua, ya sea solo o con combinaciones con arena, piedra u otros materiales similares tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida (Abanto, 2009, pág. 15).

Existen diferentes tipos de cemento que son:

TIPO I: Para uso general en la construcción con hormigón en condiciones normales, destinados a usos generales: estructuras, pavimentos, bloques, tubos de hormigón.

TIPO II: Adecuado en general para obras hidráulicas por su calor de hidratación moderado y su regular resistencia a los sulfatos.

TIPO III: Rápida resistencia alta, recomendable para sustituir al tipo I en obras de emergencia; adquiere una determinada resistencia, en igualdad de condiciones, en la tercera parte del tiempo que necesita para ello el cemento tipo I.

TIPO IV: De bajo calor, adecuado para la construcción de grandes espesores (presas) porque su calor de hidratación es muy reducido.

TIPO V: De alta resistencia a los sulfatos, recomendable en cimentaciones expuestas a la acción de aguas sulfatadas y agresivas.

Agregados:

Los agregados constituyen los componentes predominantes del concreto, su selección es importante debiendo consistir en partículas que soporten y resistan las condiciones de la intemperie, además, no deben contener materiales que produzcan efectos perjudiciales. Para el uso eficaz del cemento, es conveniente que la gradación de los agregados sea continua (Céspedes, 2003).

Clasificación de los agregados:

Según, (Abanto Castillo, 2009) “Tecnología del concreto”. Los agregados se clasifican básicamente en agregado grueso y agregado fino.

Agregado fino:

Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8” y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas y cumple con la norma NTP – 400.037. La granulometría del agregado fino empleado en un trabajo determinado debe ser razonablemente uniforme. Las variaciones de más o menos 0.2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo. El agregado fino deberá contener suficiente cantidad de material que pasa la malla Nª 50 si se desea obtener adecuada trabajabilidad en la mezcla (Neville, 1999).

Afirma que el agregado fino debe tener un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. Ello no excluye la posibilidad de emplear agregados con módulos de fineza mayores o menores si se toman las precauciones adecuadas en la selección de las proporciones de la mezcla. Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactas libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas (Rivva, 2007).

El agregado fino es aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa al tamiz 3/8” y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037. Podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes.

Propiedades físicas:

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

Agregado Grueso.

Según Rivva (2007), en su libro “Tecnología del Concreto”. Diseño de mezclas., el agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas y que cumple con la norma NTP 400.037; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

Se denomina agregado grueso al material retenido en el tamiz N° 4 y cumple los límites establecidos en la NTP 400.037. Puede consistir de grava natural a triturada, piedra partida, os agregados metálicos naturales o artificiales. Debe estar conformado por partículas limpias, estables, libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa (Neville, 1999).

El tamaño máximo del agregado a tomar será:

- 1/5 de la menor dimensión entre caras de encofrados.
- 1/3 de la altura de las losas.
- $\frac{3}{4}$ del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo.

Para el caso de ser necesario el lavado del material este debe hacerse con agua libre de materia orgánica, sales o sólidos en suspensión.

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 (Silva, I.2005).

Granulometría

Según Céspedes (2003), en su libro “Resistencia a la compresión del concreto a partir de la Velocidad de pulsos de Ultrasonido”, la granulometría se

entiende como la distribución de los tamaños de las partículas o granulometría de un agregado es una característica importante debido a que determina los requerimientos de la pasta para lograr un concreto trabajable. Debido a que el cemento es el componente más costoso del concreto, es deseable, minimizar el costo del concreto utilizando la menor cantidad de pasta consistente con la producción de un concreto que pueda ser manejado, compactado, acabado y proporcionar la resistencia y durabilidad necesaria.

Para Neville (1999) la granulometría es un factor importante en la trabajabilidad de la mezcla de concreto. A su vez, la trabajabilidad, afecta las cantidades de agua y cemento, controla la segregación, ejerce cierto efecto en el sangrado e influye en la colocación y el acabado del concreto. Esos factores representan las características importantes del concreto fresco y también afecta sus propiedades cuando ya ha fraguado: resistencia, contracción y durabilidad. Tamaño máximo: (NTP 400.037) Correspondiente al menor tamiz por el que pasa todo el agregado tamizado. Tamaño máximo nominal: (NTP 400.037) Correspondiente al menor tamiz que produce el primer retenido.

Propiedades físicas

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación del concreto de alta resistencia deben cumplir, aparte de los requisitos mínimos de las normas, que proceda de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han enfriado en profundidad, con una dureza no menor a 7 y una resistencia en compresión no menor del doble de la resistencia que se desea alcanzar en el concreto. (Silva, I.2005).

La trabajabilidad: La consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua utilizada, el equipo necesario para realizar la consistencia del concreto consiste en un tronco de cono, los dos círculos de las bases son paralelos entre si midiendo 20 cm y 10 cm los diámetros respectivos, la altura del molde es de 30 cm (Abanto, 1995).

Tabla N°1 Clases de mezcla según su asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración Ligera
Fluida	Mayor a 5"	Muy Trabajable	Chuseado

Fuente: Flavio Abanto Castillo, "Tecnología del concreto", Pág. 49

Durabilidad: El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio.

Resistencia: Es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. (Silva, I.2005).

Resistencia a la compresión: Indica que algunas propiedades del concreto endurecido están relacionadas con esta resistencia, como son: densidad, impermeabilidad, durabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia al impacto, resistencia a la tensión, resistencia a los sulfatos. Esto no quiere decir que estas propiedades sean una función simple y única de la resistencia a la compresión, sino que, un concreto de mayor resistencia a la compresión tendrá mejores propiedades (Neville,1999).

Cualquier tipo de vacíos llenos de aire reduce la resistencia del concreto en una proporción de 5% de reducción de resistencia por cada 1% de aumento en el volumen de los vacíos llenos de aire (Mather&Ozyildirim, 2004).

Las principales exigencias que se deben cumplir para lograr una dosificación

apropiada en estado fresco son las de manejabilidad, resistencia, durabilidad y economía (Céspedes, 2003).

Comportamientos de la resistencia mecánica del concreto: El concreto es una masa endurecida que por su propia naturaleza es discontinua y heterogénea. Las propiedades de cualquier sistema heterogéneo dependen de las características físicas y químicas de los materiales que lo componen y de las interacciones entre ellos. Con base en lo anterior, la resistencia del concreto depende principalmente de la resistencia e interacción de sus fases constituyentes: La resistencia de la pasta hidratada y endurecida (matriz), la resistencia de las partículas del agregado y la resistencia de la interface matriz-agregado (Osorio, J. 2013).

Factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto.

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: la relación agua y cemento y contenido de aire, Abrams formuló la conocida “Ley de Abrams”, según la cual, para los mismos materiales y condiciones de ensayo, la resistencia del concreto completamente compactado, a una edad dada, es inversamente proporcional a la relación agua-cemento (Osorio, J. 2013).

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: la Influencia de los agregados, la distribución granulométrica juega un papel importante en la resistencia del concreto, ya que si esta es continua permite la máxima capacidad del concreto en estado fresco y una mayor densidad en estado endurecido, lo que se traduce en una mayor resistencia (Osorio, J. 2013).

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: el tamaño máximo del agregado recientes investigaciones sobre la influencia del tamaño máximo del agregado en la resistencia del concreto (Osorio, J. 2013)

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: Fraguado del concreto, es factor que afecta la resistencia del concreto es la velocidad de endurecimiento que presenta la mezcla al pasar del estado plástico al estado endurecido (Osorio, J. 2013).

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: Edad del concreto, a partir del momento en que se presenta el fraguado final del concreto, comienza realmente el proceso de adquisición de resistencia, el cual va aumentando con el tiempo (Osorio, J. 2013).

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: el curado del concreto, es el proceso mediante el cual se controla la pérdida de agua de la masa de concreto por efecto de la temperatura, sol, viento, humedad relativa, para garantizar la completa hidratación de los granos de cemento y por tanto garantizar la resistencia final del concreto (Osorio, J. 2013).

Agua de mezcla

El agua de mezcla cumple con dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30 % de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla empiece a dejarse trabajar, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento (Rivera, 2002).

Consideraciones de agua de mezcla.

El agua no debe contener sustancias en suspensión o disueltas que alteren el fraguado del cemento.

Las aguas muy puras (lluvia) son ácidas si el $\text{PH} < 7$.

El Agua potable es incolora, inodora, insípida, fresca y no contiene materia orgánica. Los mayores problemas del concreto provenientes del agua están relacionados con la cantidad y no con calidad. Cuando se sospecha de la calidad del agua lo mejor es hacer ensayos comparativos de cementación, resistencia mecánica y estabilidad del volumen.

Cáscara de huevo

Cáscara de Huevo es un material de desecho orgánico compuesto por un 95% de CaO (óxido de zinc), con un costo cero o muy bajo a diferencia de los minerales utilizados mediante explotación recursos naturales. Dentro de la construcción se la incluye en forma triturada ya que el calcio que posee es un aditivo para el cemento, la mezcla se solidifica y se disminuye el agua (Vega, 2006).

El CaO deriva del silicato di cálcico para formar el silicato tricalcico, según su reacción:

Esta cal libre reacciona con el agua formando hidróxido.



Es un material que presenta un sistema biomineralizado que cuenta con dos fases: una matriz orgánica y una mineral cristalina, haciendo una comparación entre el calcio de la concha de nácar y la CH, produciendo 5 gr de calcio por día, esto muestra que es un modelo muy conveniente para la realización de un experimento (Choi, 2015).

CÁSCARA DE HUEVO



Figura N°1: (Avicultura, 2014)
Elaborado por: (Avicultura, 2014)

Su elección data del estudio de los desechos de CH en la localidad de Loja sin darle un segundo uso, a más de ser un abono orgánico para la agricultura,

los desechos que se producen en las industrias de condimentos y panificadoras, desechan toneladas de material que se depositan en vertederos, esto forma un problema de contaminación ambiental, pudiendo ser potencializado dentro de construcción. Sus características generales son las siguientes (Montes, 2013).

Características:

- El 95% de su composición es de carbonato de calcio.
- Tiene un grosor de 0.35 mm en promedio.
- Es un residuo de bajo costo y baja índice de refracción.
- Posee una alta blancura, una baja abrasividad y una buena dispersión.
- Su cascara posee un alto de dureza y absorción.

La CH sirve como un aditivo dentro del cemento, buscando la adecuación de la biomasa del CH como un determinado tipo de catalizador para el mejoramiento del desempeño de materiales de construcción. Para ello se detalla su composición y estructura para el máximo provecho de cascara, tomando en cuenta la versatilidad y manejo del material respecto a la mezcla entre cemento, arena, agua y CH, en algunas matrices se podría implementar el uso de algún acelerante del mercado, acorde a los referentes estudiados (Pliya & Cree, 2015; Mtallib & Rabiou, 2009; Ludovico & Hideo, 2014)

También es un material que presenta un sistema biomineralizado que cuenta con dos fases, una matriz orgánica y una mineral cristalina, haciendo una comparación entre el calcio de la concha de nácar y la CH, produciendo 5 gramos de calcio por día, esto muestra que el material es un modelo muy conveniente para la realización de un estudio de biomineralización (Araneda, 2015).

Arcilla

Las calizas, esencialmente silicatos cálcicos, y las arcillas, principales aportadoras de sílice junto con sus intermedias las margas, aportadoras de alúmina y hierro, constituyen de las que pudiera llamarse materias primas principales para

la fabricación del cemento portland. Valencia E. (2013).

Valencia E. (2013) afirma que cuantitativamente el componente más importante del cemento es la cal, siguiéndola a gran distancia la sílice, a está la alúmina y finalmente el óxido de hierro. Composición de la Materia Prima para la elaboración del cemento: Oxido de Calcio (CaO), Oxido de Sílice (SiO₂), Oxido de Aluminio (Al₂O₃), Oxido de Fierro (Fe₂O₃), Oxido de Magnesio, Sodio.

Según Alujas, A. (2010), los minerales de arcillas son básicamente silicatos hidratados de aluminio, con una estructura cristalina parecida a las micas. Se forman por meteorización o alteración hidrotermal de silicatos ricos en aluminio. El principal factor de esta alteración físico-química es el agua. Las arcillas transportadas y depositadas forman estratos tabulares o lentes y sus impurezas por lo general son el cuarzo o limos.

Propiedades físico – químicas de la arcilla

Las importantes aplicaciones industriales de este grupo de minerales radican en sus propiedades físico y químicas. Dichas propiedades derivan, principalmente, de:

Su extremadamente pequeño tamaño de partícula (inferior a 2 mm), Su morfología laminar (filosilicatos). Las sustituciones isomorfas, que dan lugar a la aparición de carga en las láminas y a la presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar, presentan, por una parte, un valor elevado del área superficial y, a la vez, la presencia de una gran cantidad de superficie activa, con enlaces no saturados. Por ello pueden interactuar con diversas sustancias, en especial compuestos polares, que tienen comportamiento plástico en mezclas arcilla-agua con elevada proporción sólido/líquido y son capaces en algunos casos de hinchar, con el desarrollo de propiedades reológicas en suspensiones acuosas.

Por otra parte, la carga en las láminas se compensa, como ya se ha citado, con la entrada en el espacio interlaminar de cationes débilmente ligados y con estado variable de hidratación, que pueden ser intercambiados fácilmente mediante el

contacto de la arcilla con una solución saturada en otros cationes, a esta propiedad se la conoce como capacidad de intercambio catiónico y es también la base de multitud de aplicaciones industriales.

a) Plasticidad: Fernández J. (1962) define la plasticidad de la siguiente manera “es la capacidad que tienen algunos materiales para modificar su forma por acción de una fuerza exterior, subsistiendo tal deformación después de cesar la causa que lo produjo”, en base a esta definición, es necesario conocer cuáles son las propiedades que convierten a un material en plástico, pues no todo lo que nos rodea merece llamarse “material plástico”. La plasticidad de las arcillas y en general de todos los materiales plásticos está definida por los siguientes:

Contenido de agua: Una de las características de la arcilla es que es un material altamente impermeable, es decir, no permite el ingreso de agua hacia su interior fácilmente, pero al estar sometido a la humedad por intervalos de tiempos largos se van formando películas de agua que rodean a sus partículas y desestabilizan su masa, permitiendo que sean fácilmente deformables ante la acción de una carga externa.

Tamaño de las partículas: Es sabido que los granos que conforman las arcillas son altamente pequeños, es así que según la clasificación AASHTO. se considera como arcillas a suelos con granos inferiores con 0.005 mm de diámetro y según la clasificación SUCS menores con 0.002 mm, referenciando ambas clasificaciones a suelos altamente finos que por lo general son suelos netamente cohesivos y por lo tanto plásticos.

b) Refractoriedad: La masa de arcilla, al someterse a la acción de altas temperaturas no varía su composición química ni su estructura física, es decir es un material que no se ve afectado por la variación de temperatura. Por lo general se considera que con el aumento de temperatura se le otorga rigidez y resistencia a la masa alterando la composición química, esto es totalmente incierto, pues lo que ocasiona el aumento de temperatura es la expulsión total de la cantidad de agua contenida en la masa, convirtiéndolo a través de ello más

sólida y compacta.

c) Impermeabilidad: Esta propiedad está referida a la capacidad de obstruir el paso o no permitir el ingreso del agua a través de una masa de arcilla.

d) Tixotropía: Se define como el fenómeno consistente en la pérdida de resistencia de un coloide, al amasarlo, y su posterior recuperación con el tiempo, cuando son amasadas se convierten en un verdadero líquido. Si, a continuación, se las deja en reposo recuperan la cohesión, así como el comportamiento sólido. Para que una arcilla tixotrópica muestre este especial comportamiento deberá poseer un contenido en agua próximo a su límite líquido. Por el contrario, en torno a su límite plástico no existe posibilidad de comportamiento.

e) Superficie específica: La superficie específica o área superficial de una arcilla se define como el área de la superficie externa más el área de la superficie interna (en el caso de que esta exista) de las partículas constituyentes, por unidad de masa, expresada en m^2/g . Las arcillas poseen una elevada superficie específica, muy importante para ciertos usos industriales en los que la interacción sólido-fluido depende directamente de esta propiedad.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de superficies específicas de arcillas:

- Caolinita de elevada cristalinidad hasta 15 m^2/g
- Caolinita de baja cristalinidad hasta 50 m^2/g
- Halloisita hasta 60 m^2/g - Illita hasta 50 m^2/g
- Montmorillonita 80-300 m^2/g
- Sepiolita 100-240 m^2/g
- Paligorskita 100-200 m^2/g

Proceso de activación de la arcilla Para ser empleado en la preparación del concreto, sustituyendo al cemento en los porcentajes establecidos para el desarrollo de la presente investigación, la arcilla se activó por medios mecánicos, es decir mediante la pulverización manual y el tamizado por la malla N°200, este

estuvo libre de materia orgánica u otro similar que altere el proceso de hidratación del cemento posterior a la colocación del concreto. En el siguiente grafico se describe el proceso de activación de la arcilla.

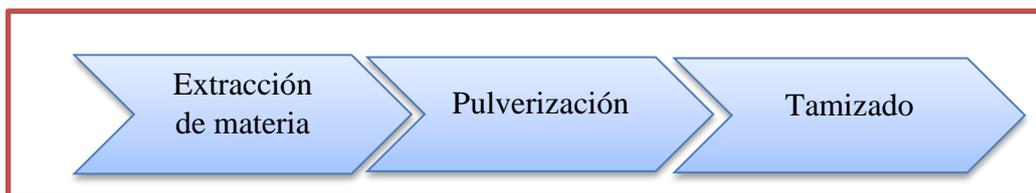


Figura N°2: Proceso de activación mecánica de la arcilla
Fuente: Elaboración propia

Respecto a las variables consideradas en la presente investigación podemos mencionar que la variable dependiente es la resistencia a la compresión y la variable independiente que el tesista manipula la cantidad de arcilla y cáscara de huevo.

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

Tabla N°2. variable dependiente, resistencia a la compresión

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia del concreto a la compresión.	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E.2005)	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta bajo una carga 210Kg.	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°3. Variable Independiente Sustitución al cemento en 12% y 20% de arcilla y cáscara de huevo.

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Combinación de cascara de huevo y arcilla.	Sustitución de un porcentaje de cemento por la combinación de arcilla y cáscara de huevo a un diseño convencional de concreto	para 12% (9% de cáscara de huevo y 3% de arcilla) para 20% (15% de cáscara de huevo y 5% de arcilla).

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, este proyecto está encaminado a determinar comparativamente la resistencia a la compresión de cada una de las mezclas de concreto con la sustitución del cemento por la combinación de cáscara de huevo y arcilla, activadas cada dicho elemento en los porcentajes indicados, el análisis comparativo también implica la comparación con la resistencia a compresión del concreto sin sustitución (concreto patrón) para una fuerza de compresión de 210 Kg/cm².

HIPÓTESIS

¿Cuál es la resistencia a compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de cáscara de huevo y arcilla, mejorará la resistencia a la compresión frente al concreto convencional de 210 Kg/cm²?

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de cascara de huevo y arcilla.

Los objetivos específicos:

1. Determinar el tipo de arcilla, mediante los límites de ATTERBERG.
2. Determinar el ensayo de ATD (Análisis Térmico diferencial), cáscara de huevo y arcilla.
3. Determinar la composición química mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x, de las cenizas de cáscara de huevo y arcilla.
4. Determinar el grado de alcalinidad (pH) y el peso específico de cáscara de huevo, arcilla y combinaciones.
5. Determinar la relación de A/C del concreto patrón y experimental.
6. Determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimentales y comparar los resultados.
7. Determinar el grado de relación y varianza de las resistencias a la compresión del concreto patrón y experimentales con la sustitución al cemento en 12% y 20% por la combinación de cáscara de huevo y arcilla.

II. METODOLOGÍA

El Tipo y diseño de investigación, según el proceso, fue una investigación aplicada, porque la investigación estuvo orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer la resistencia del concreto por la sustitución de 10% y 16% de cemento por una combinación de Cáscara de huevo al 9% - 15% y arcilla al 3% - 5%, en la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm². En coherencia con el fin de la ciencia, fue una Investigación explicativa porque los datos de la investigación fueron obtenidos por observación de fenómenos condicionados por el investigador. Se utilizó la experimentación.

La Población y muestra, Conjunto de probetas con diseño capaz cumplir las condiciones de resistencias indicadas de acuerdo a las normas técnicas peruanas. Para este estudio se trabajó con una muestra de 27 probetas con $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ de, 9 probetas patrón, 9 probetas experimentales con sustitución del 9% de cáscara de huevo y 3% de arcilla y 9 probetas experimentales con sustitución del 15% de cáscara de huevo y 5% de arcilla. Para la elaboración de las unidades de estudio se utilizaron las siguientes referencias: ceniza de Cáscara de Huevo, arcilla calcinada, Agregados naturales de la cantera de “Tacllan”, Cemento portland Tipo I de la marca “Sol”. Todos los materiales fueron llevados en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro Filial Huaraz. Las Técnicas e instrumentos de investigación utilizados, son las que se muestra en la tabla.

Tabla N°4. Técnicas e Instrumentos de Investigación

TÉCNICA	INSTRUMENTO
OBSERVACIÓN	Guía de observación de resumen Fichas técnicas del laboratorio de los ensayos a realizar

Fuente: Elaboración propia

Sobre el Diseño de Investigación, fue un diseño experimental del tipo en bloque completo al azar, porque estudiaremos el diseño del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ convencional en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución de un porcentaje de cáscara de huevo y arcilla. El estudio en su mayor parte se centró en los ensayos del Laboratorio de Mecánica de Suelos, de acuerdo a lo planeado en los objetivos. El Bloque Completo Al Azar, el diseño experimental de Bloque completo al azar, tiene la siguiente configuración:

Tabla N°5. Diseño en bloque completo al azar

DÍAS DE CURADO	Resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del cemento en % por la combinación de cáscara de huevo y arcilla.		
	Sin Sustitución 0%	Con Sustitución 12%	Con Sustitución 20%
7	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 
14	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 
28	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 

Fuente: Elaboración propia.

Sobre el Procesamiento y análisis de la información, los datos recolectados, mediante el método de la experimentación, y para el procesamiento de los datos se usó el software Excel v 2016. Se muestran cuadros y figuras que resumen datos para obtener la información final. Además del software IBM SSPS V21. Se analizó los datos mediante promedios, varianzas y la prueba de hipótesis se realizará con el método ANOVA (Análisis Of VAriance).

III. RESULTADOS

Procedimiento y análisis de la información.

Ensayos de los agregados en laboratorio para determinar las propiedades mecánicas.

ENSAYOS DE AGREGADOS (GRUESO Y FINO)

Los agregados se recolecto de:

Ubicación de Tacllan Alto

Distrito: Huaraz

Provincia: Huaraz

Región: Ancash

Latitud Sur :9° 32' 32.7" S (-9.54242378000)

Longitud Oeste :77° 31' 10.1" W (-77.51946877000)

Altitud :3219 msnm



Figura N°3: Cantera de “TACLLAN ROLAN”
Fuente: elaboración propia.

Ensayo de granulometría (Norma Técnica Peruana 400.012)

Se toma una muestra del agregado y es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

Para agregado fino (Arena)

1. Secar la muestra por 24 horas a una temperatura constante de $110^{\circ} \pm 5C^{\circ}$
2. Se pesa la arena ya retirada del horno.
3. Se seleccionó los tamices para realizar el ensayo que son: 3/8", N°4, N°8. N°16, N°30, N°50 y N°100. Se puso la muestra y se agito los tamices hasta lograr la distribución de las partículas.
4. Se destapo los tamices con las retenciones de las partículas y se pesó cada una de ellas y se determinó el peso retenido en casa tamiz.
5. Se realizó los cálculos de: % Retenido parcial, % Retenido acumulado y % que pasa, para luego calcular el Modulo de Finesa que es:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ retenido parcial}}{100}$$

Tabla N°6. Granulometría del agregado fino.

Tamiz N°	ABERT(mm)	P. RETEN. (gr)	% RETEN. PARCIAL	% RETN. ACUMUL.	% QUE PASA.
3"	75.000	0.00	0.00	1.00	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
# 4	4.75	186.50	7.52	7.52	92.48
# 8	2.36	242.50	9.78	17.31	82.69
# 16	1.18	423.50	17.08	34.39	65.61
# 30	0.60	703.50	28.38	62.77	37.23
# 50	0.30	527.50	21.28	84.05	15.95
# 100	0.15	188.50	7.60	91.65	8.35
# 200	0.08	47.00	1.90	93.55	6.45
FONDO		160.00	6.45	100.00	0.00
TOTAL		2,479.00	100		

Fuente: Elaboración –Laboratorio mecánica de suelos UPS - Huaraz

Mf= $\frac{\% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$

Mf= 3.00

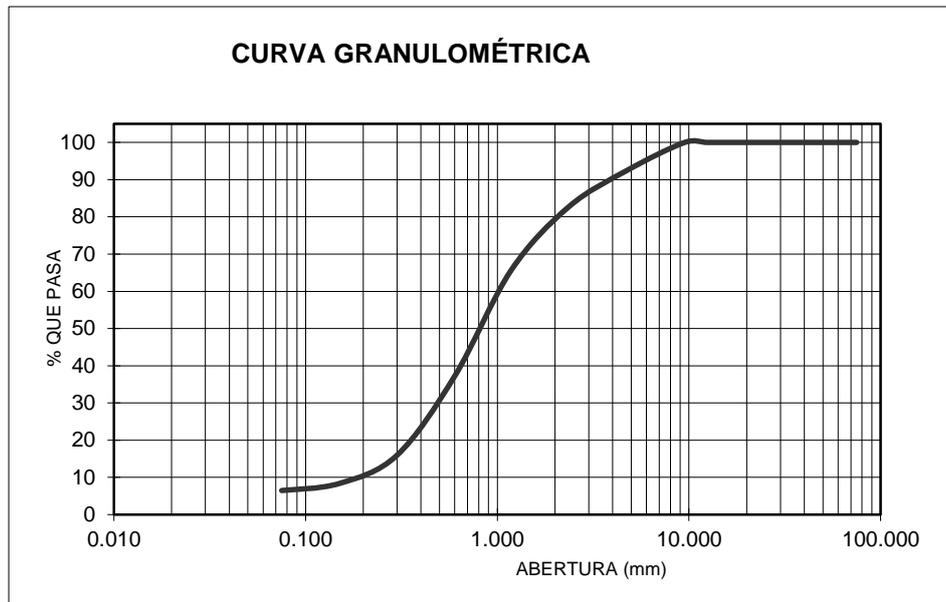


Figura N°4: Curva granulométrica del agregado fino.
Fuente: Elaboración –Laboratorio mecánica de suelos UPS - Huaraz

Para agregado grueso (Piedra chancada)

Procedimiento:

1. Secar la muestra por 24 horas a una temperatura constante de $110^{\circ} \pm 5C^{\circ}$
2. Se pesa la piedra chancada ya retirada del horno.
3. Se seleccionó los tamices para realizar el ensayo que son: 1 1/2", 1",
4. 3/4", 1/2", 3/8", 1/4" y N°4. Se puso la muestra y se agito los tamices hasta lograr la distribución.
5. Se destapo los tamices con las retenciones de las gravas y se pesó cada una de ellas.
6. Se determinó el tamaño nominal máximo (T.N.M.), identificando el primer retenido.

Tabla N°7. Granulometría del agregado grueso

TAMÍZ N°	ABERT (mm)	P. RETEN. (gr)	%		% QUE PASA
			RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	
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	4,656.00	15.02	15.02	84.98
1/2"	12.500	13,079.00	42.20	57.22	42.78
3/8"	9.500	6,863.00	22.14	79.36	20.64
N° 4	4.750	4,470.00	14.42	93.78	6.22
N° 8	2,360	1,927.00	6.22	100.00	0.00
FONDO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		30,995.00	100.00		

Fuente: Elaboración –Laboratorio mecánica de suelos UPS - Huaraz

TM= 1 1/2"

TMN= 3/4"

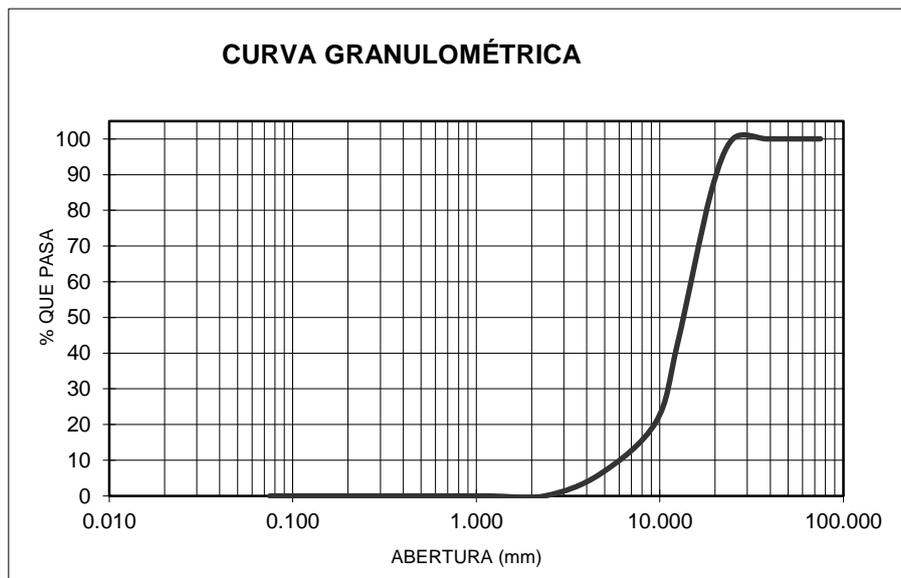


Figura N°5. Curva granulométrica del agregado grueso.
Fuente: Elaboración –Laboratorio mecánica de suelos UPS – Huaraz.

Contenido de humedad (Norma Técnica Peruana 339.185)

Determinar la cantidad de agua existente en cada uno de los agregados a emplear en la mezcla y que podría afectar al diseño de mezcla.

1. Se pesaron dos recipientes en una balanza eléctrica para que proporcione datos precisos.
2. Colocar las muestras en los recipientes, pesarlos y registrarlos los datos obtenidos.
3. Colocar los recipientes con muestra al horno a $110^{\circ} \pm 5C^{\circ}$ por un lapso de 24 horas.
4. Después de transcurrido las 24 horas retirar cada muestra seca del horno y se deja enfriar a temperatura ambiente.
5. Se pesa las muestras con recipientes y se registra.
6. Se procede al cálculo de cada una de las muestras, el peso del suelo seco, del agua y obtener el porcentaje de humedad de cada muestra y el promedio que representa.

$$w\% = \frac{PESO DE AGUA}{PESO SECO} \times 100 = \frac{Wh - ws}{ws} \times 100$$

Donde:

W% = Contenido de humedad del suelo.

Wh = Peso de la muestra húmedo.

Ws = Peso de la muestra seco.

Tabla N°8. Contenido de humedad agregado grueso

Recipiente N°		
Peso de recipiente + suelo húmedo	1,281.5	1330.7
Peso de recipiente + suelo seco	1,274.50	1323.2
Peso de recipiente (gr)	7.00	7.50
Peso de agua	164.10	164.1
Peso de suelo seco	1110.40	1159.1
Humedad (W%)	0.63	0.6
Humedad promedio	0.6%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°9. Contenido de humedad agregado fino

Recipiente N°		
Peso de recipiente + suelo húmedo	1,260.50	981.10
Peso de recipiente + suelo seco	1,257.50	953.10
Peso de recipiente (gr)	164.40	164.70
Peso de agua	33.50	28.00
Peso de suelo seco	1,093.10	788.40
Humedad (W%)	3.06	3.55
Humedad promedio	3.31%	

Fuente: Elaboración propia

Pesos Unitarios (Norma Técnica Peruana 400.017)

Determinar el peso unitario seco suelto y compactado para poder desarrollar un diseño de mezcla adecuado.

- Se tomó 6 muestras, 3 para peso unitario suelto y 3 para peso unitario compactado, tanto par agregado fino y grueso.
- El procedimiento para la determinación de peso unitario suelto se usará sólo cuando sea indicado específicamente. De otro modo, el peso unitario compactado será determinado por el procedimiento de apisonado para agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 37,5 mm (1 ½ pulg) o

menos; o por el procedimiento de percusión para agregados con tamaño máximo nominal entre 37,5 mm y 150 mm (1 ½ pulg a 6 pulg).

- Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre 24 la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.
- Calcular el peso unitario compactado o suelto, como sigue:

$$M = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

M = Peso Unitario del agregado.

G = Peso del agregado más molde.

T = Peso del molde.

V = Volumen del molde

Tabla N°10. Peso unitario suelto y compactada del agregado fino

Tipo de Peso Unitario	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario compactado		
	1	2	3	1	2	3
Muestra N°	1	2	3	1	2	3
Peso de material + molde	7,830	7,860	7,855	8,200	8,230	8,215
Peso del molde	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420
Peso del material	4,410	4,440	4,435	4,780	4,810	4,795
Volumen del molde	2,776	2,776	2,776	2,776	2,776	2,776
Peso unitario	1.589	1.599	1.598	1.722	1.733	1.727
peso unitario prom.	1,595			1,727		

Fuente: Elaboración propia-Laboratorio mecánica de suelos USP- Huaraz

Tabla N°11. Peso unitario suelto y compactada agregado grueso

Tipo de Peso Unitario	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Varillado		
	1	2	3	1	2	3
Muestra N°	1	2	3	1	2	3
Peso de material + molde	18,795	18,765	18,780	19,383	19,415	19,400
Peso del molde	5,220	5,220	5,220	5,220	5,220	5,220
Peso del material	13,575	13,545	13,560	14,163	14,195	14,180
Volumen del molde	9,341	9,341	9,341	9,341	9,341	9,341
Peso unitario	1.453	1.450	1.452	1.516	1.520	1.518
peso unitario prom	1,452			1,518		

Peso específico y porcentaje de absorción (Norma Técnica Peruana 339.022. y 339.021)

Fuente: Elaboración propia-Laboratorio mecánica de suelos USP- Huaraz

Para agregado fino (Arena)

- seleccionamos la muestra de agregado fino, después se seca la muestra a una temperatura de 100°C.
- Luego se dejó el agregado por 24 horas.
- Después de las 24 horas se secó en una hornilla removiendo la muestra.
- Realizamos un ensayo con el cono metálico y la varilla, llenamos en 3 capas el agregado fino, golpeamos 25 veces con la varilla, luego retiramos el cono para comprobar si la muestra estaba en estado saturado superficialmente seco.

- Pesamos 500gr de muestra para luego llenar a la fiola, se elimina el aire con la bomba de vacíos.
- Luego agitamos la fiola que contiene al agregado aproximadamente durante 20 minutos. Colocamos el material que se encuentra en la fiola en una tara y lo colocamos en el horno durante 24 horas.

Tabla. N°12. Datos de ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino

Identificación		8	
A	peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	300.00	300.00
B	peso frasco + agua	670.70	670.70
C	peso frasco + agua + peso mat. Sus seca (aire)	970.70	970.70
D	peso del material. + agua en el frasco	856.30	856.30
E	vol. De masa + vol. De vacíos	114.40	114.40
F	peso de mat. Seco en estufa (105°C)	296.30	296.20
G	vol. De masa	110.70	110.60
	pe bulk (base seca)	2.59	2.59
	pe bulk (saturada)	2.62	2.62
	pe aparente (base seca)	2.68	2.68
	% de absorción	1.25	1.28
ABS.PROMEDIO (%)		1.27	

Fuente: Elaboración propia-Laboratorio mecánica de suelos USP- Huaraz

Para agregado grueso (Piedra chancada)

- ✓ Se escogió una muestra representativa del agregado, la cual se redujo desechando el material que pasara por el tamiz # 4, luego se procedió a lavarla y sumergirla en el balde durante 24 horas.
- ✓ Al día siguiente, se tomó la muestra secándola parcialmente con una toalla hasta eliminar películas visibles de agua en la superficie. Se tuvo en cuenta que las partículas más grandes se secaron por separado. Cuando las partículas tienen un color mate es porque ya está en la condición saturada y superficialmente seca.

- ✓ Con la balanza debidamente calibrada se pesa la muestra para averiguar su masa en esta condición. Luego se introdujo en la canastilla y se sumergió, y se cuantifico la masa sumergida en agua a una temperatura ambiente. Luego fue llevada al horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas, al día siguiente se cuantifico su peso y se tomaron apuntes.

Tabla N° 13. Datos de ensayo de gravedad específica y absorción de agregado grueso

Identificación	8		
A peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	895.50	985.50	1,106.20
B peso mat. Sat. Sup. Seca (en agua)	559.70	618.50	694.70
C vol. De masa / vol. De vacíos = A-B	335.80	367.00	411.50
D peso mat. Seco en estufa (105° C)	889.50	978.50	1,099.50
E vol. de masa = C-(A-D)	329.80	360.00	404.80
pe bulk (base seca) = D/C	2.65	2.67	2.67
pe bulk (base saturada) = A/C	2.67	2.69	2.69
pe aparente (base seca) = D/E	2.70	2.72	2.72
% de absorción = ((A-D)/D)*100	0.67	0.72	0.61
ABS.PROMEDIO (%)	0.67		

Fuente: Elaboración propia-Laboratorio mecánica de suelos USP- Huaraz

Para esta investigación se utilizó cemento Sol Tipo 1.

De acuerdo a la ficha técnica de Cementos Sol Tipo 1, su peso específico es 3.15gr/cm³.

Material experimental: cáscara de huevo y arcilla.

La cáscara de huevo se obtuvo de Huaraz-región Ancash.

La Caracterización la Ceniza de cáscara de huevo por Análisis térmico diferencial (DTA), se realizó una secuencia, desde la obtención de la cáscara de huevo, en el pre - quemado, para poder determinarlo mediante el Análisis térmico diferencial (DTA), la temperatura y tiempos adecuados para realizar la calcinación de la cáscara de huevo, para que se obtengan las características puzolánicas necesarias. La secuencia es la siguiente: Recolección, Pre-quemado, secado, pre-quemado, Análisis térmico diferencial, Quemado, Tamizado, Fluorescencia de Rayos X.

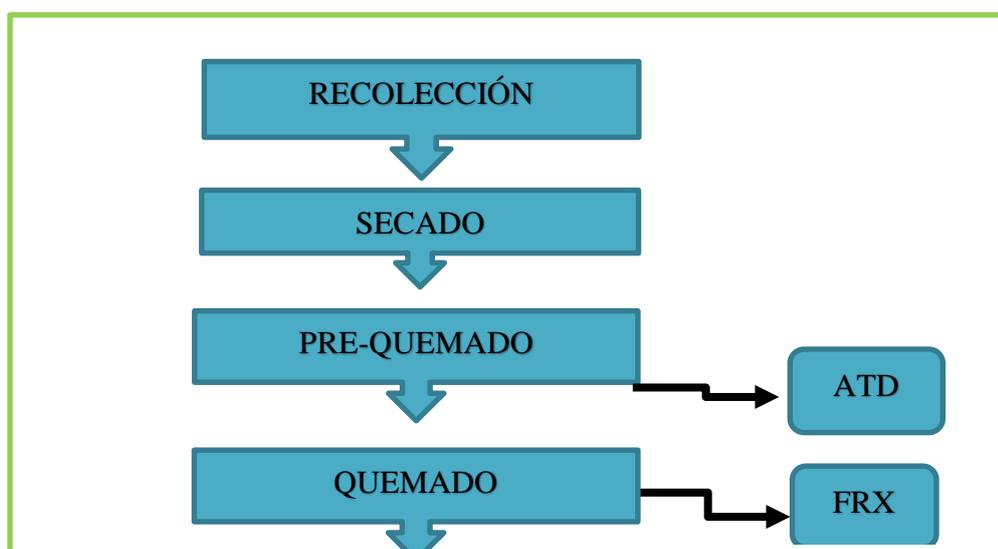


Figura N°6: Secuencia para obtener la ceniza de Cáscara de Huevo
Fuente: Elaboración Propia.

- La Recolección de la cáscara de huevo se puede dar, en todos los domicilios consumidores de huevo de ave, ya que estas no son reutilizadas y son desperdicio en su mayoría.



Figura N°7: Cáscara de huevo recolectada
Fuente: Elaboración Propia

- Cáscara de huevo, fue secado a cielo abierto y triturado.
- Se realizó un pre-quemado de la cáscara de huevo
- Posteriormente se extrajo una muestra de ceniza (50 gr) aproximadamente, que pasó por la malla N°200 para realizar el Análisis térmico diferencial en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo.
- Con los resultados obtenidos se calcinó la cáscara de huevo pre-quemado en la mufla del laboratorio por 4 horas a 700C° de temperatura, en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo- Huaraz.
- La determinación de la composición química fue mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, se logró saber el contenido y porcentaje de óxidos de la muestra de cáscara de huevo, ensayo realizado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en el Laboratorio de Arquimetría de la Facultad de Ciencia Físicas. Se utilizó un espectrómetro de FRXDE, de Marca Amptek con ánodo de oro, de voltaje de operación de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon en intervalo de 300s, utilizando 2048 canales, los ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X =4 cm y distancia de muestra a detector = 2 cm. Y 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 6810 cts/s. La composición química de Óxidos presentes en la muestra de cáscara de huevo molido enviada al laboratorio, se determina mediante porcentajes.

Tabla N°14. Composición elemental de la cáscara de huevo en % de masa.

ÓXIDO	Concentración % masa	Normalizado A 100%
Al ₂ O ₃	6.290	6.202
SiO ₂	2.751	2.712
SO ₂	0.442	0.436
ClO ₂	0.287	0.293
K ₂ O	0.219	0.216
CaO ₃	90.067	88.801
MnO	0.004	0.004
Fe ₂ O ₃	0.063	0.062
Ni ₂ O ₃	0.014	0.014
CuO	0.774	0.763
ZnO	0.386	0.381
As ₂ O ₅	0.005	0.005
SrO	0.095	0.093
Y ₂ O ₃	0.001	0.001
ZrO ₂	0.007	0.007
Total	101.425	100.00

Fuente: Informe N° 19-LAQ/2019 – UNMSM

- La ceniza se enfrió por 24 horas posteriormente fue tamizado por la malla 200.

La arcilla se obtuvo de San Miguel de Aco –Carhuaz- Ancash.

Ubicación:

Está ubicado a 35 km. de Huaraz a una altura de 3,450 m.s.n.m y pertenece a la Comunidad Campesina de Túpac Yupanqui, sector Atoqpampa, del Centro Poblado de Atoqpampa, del distrito de San Miguel de Aco, Provincia de Carhuaz, Región Ancash.



Figura N°8. Ubicación de Distrito de San Miguel de Aco-Carhuaz.

Fuente: elaboración propia.

La Caracterización de la arcilla por Análisis térmico diferencial (DTA), se realizó una secuencia, desde la obtención de la arcilla, en el pre - quemado, para poder determinarlo mediante el Análisis térmico diferencial (DTA), la temperatura y tiempos adecuados para realizar la calcinación de la arcilla, para que se obtengan las características puzolánicas necesarias. La secuencia es la siguiente: Recolección, limpieza, Pre-quemado, Análisis térmico diferencial, Quemado, Tamizado, Fluorescencia de Rayos X.

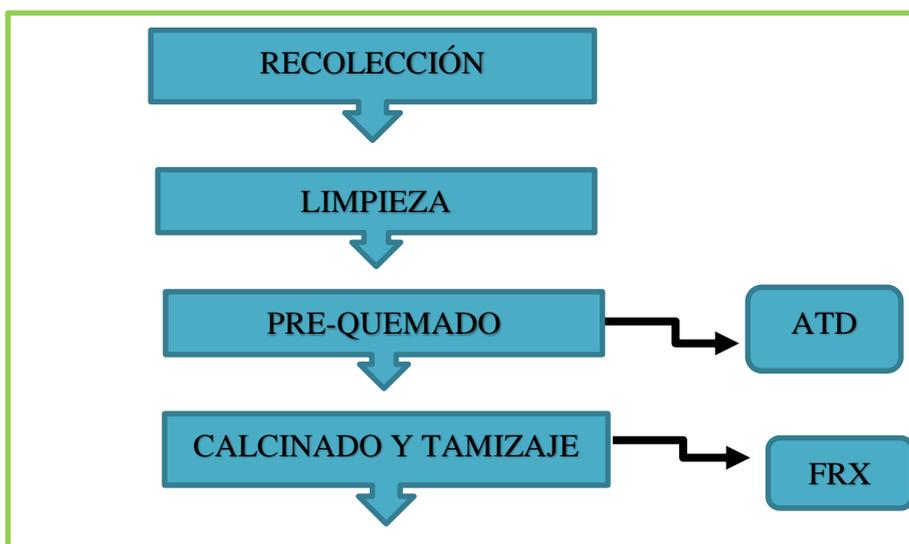


Figura N°9: Secuencia para obtener la arcilla calcinada

Fuente: Elaboración Propia

- La recolección de la arcilla se realizó de un punto con estratos uniforme en color y con la menor cantidad de material orgánico.
- Se separó la arcilla de elementos como raíces, hojas y piedras, se trituró parte de la arcilla que se compactó por el traslado, se pesó muestra de arcilla de 4 kg posteriormente se pasó por un colador con el fin de seguir separándola de piedras y material aun impregnado en ella. Esto se realizó promedio de dos veces con el fin de no desperdiciar el material.
- Se colocó la muestra en un recipiente donde se agregó agua al material y se agitó con una vara de madera, luego se vertió nuestra mezcla en un recipiente acondicionado con una malla. Donde pasó casi en su totalidad la mezcla de arcilla y agua, mediante este proceso se hace que cambie la composición química de la arcilla por último se dejó reposar la mezcla por 48 horas bajo sombra
- Luego de 48 horas la arcilla y el agua se separaron y se procedió a extraer el agua con mucho cuidado con una jeringuilla,
- Luego la arcilla se colocó en un recipiente para su secado bajo sombra este proceso demoró 8 días aproximadamente.
- Posteriormente se extrajo una muestra de arcilla (50 gr) aproximadamente, que pasó por la malla N°200 para realizar el análisis térmico diferencial en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo.
- Luego de obtener el estudio de ATD de la arcilla se realizó la calcinación del dicho elemento en la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo–Huaraz.
- La determinación de la composición de óxidos mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, se logró saber el contenido y porcentaje de óxidos de la muestra de la arcilla calcinada, ensayo realizado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en el Laboratorio de Arquimetría de la Facultad de Ciencia Físicas. Se utilizó un espectrómetro de FRXDE, de Marca Amptek con ánodo de oro, de voltaje de operación de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon en intervalo de 300s, utilizando 2048 canales, los ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia

muestra a fuente de rayos-X =4 cm y distancia de muestra a detector = 2 cm. Y 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 4990 cts./s.

Tabla N°15. Composición elemental de una muestra de arcilla en % de masa

ÓXIDO	Concentración % masa	Normalizado A 100%
Al ₂ O ₃	25.711	28.706
SiO ₂	55.020	61.428
SO ₂	0.554	0.618
K ₂ O	1.138	1.271
CaO	0.370	0.412
TiO ₂	0.912	0.918
V ₂ O ₅	0.029	0.032
Cr ₂ O ₃	0.013	0.014
MnO	0.029	0.032
Fe ₂ O ₃	5.001	5.583
Ni ₂ O ₃	0.013	0.014
CuO	0.431	0.482
ZnO	0.223	0.249
As ₂ O ₅	0.012	0.013
SrO	0.027	0.030
Y ₂ O ₃	0.003	0.003
ZrO ₂	0.019	0.021
Baco	0.065	0.073
PbO	0.009	0.010
Total	89.577	100.00

Fuente: Informe N° 17-LAQ/2019 – UNMSM

- La arcilla calcinada se trituro y posteriormente fue tamizada por la malla 200.

En la determinación del PH de las cenizas obtenidas, Cáscara de huevo y mezcla de cenizas y Cáscara de huevo en mezcla de concreto; se determinó el Potencial Hidrógeno para las muestras de ceniza calcinada a 700C° (cáscara de huevo) al 100%, denominado muestra (cáscara de huevo), para la muestra de la arcilla calcinada al 100%, denominada Muestra(arcilla); para la muestra de Cemento Sol tipo I al 100% denominada Cemento; la combinación de 88% de cemento (Sol Tipo I) y 12% de la combinación (9% cáscara de huevo + 3% de arcilla), la combinación de 80% de

cemento (Sol Tipo I) y 20% de la combinación (15% cáscara de huevo + 5% de arcilla), denominada Muestra de Cemento + 20% de combinación. Para la muestra de Ceniza de cáscara de huevo al 100%, se determinó:

Tabla N°16: Potencial de Hidrogeno de CH

Muestra	pH
Ceniza de cáscara de huevo	10.48

Fuente: Ver Apéndice

Extremadamente
alcalina



Para la muestra de arcilla al 100%, se determinó:

Tabla N°17: Potencial de Hidrógeno de arcilla

Muestra	pH
Arcilla	6.53

Fuente: Ver Apéndice

Ligeramente ácida



Para la muestra de Cemento al 100%, se determinó:

Tabla N°18: Potencial de Hidrógeno de Cemento

Muestra	pH
Cemento	12.42

Fuente: Ver Apéndice

Extremadamente
alcalina



Para la muestra de Ceniza de cáscara de huevo y arcilla al 12% + Cemento al 88%, se determinó:

Tabla N°19: Potencial de Hidrógeno del 12% de (CH y Arcilla+ Cemento).

Muestra	pH
Cemento+12%(CH y Arcilla)	12.32



Fuente: Ver Apéndice

Para la muestra de Ceniza de cáscara de huevo y arcilla al 20% + Cemento al 80%, se determinó:

Tabla N°20: Potencial de Hidrógeno del 20% de (CH y Arcilla+ Cemento).

Muestra	pH
Cemento+20%(CH y Arcilla)	12.25



Fuente: Ver Apéndice

Se concluye que las muestras son fuertemente alcalinas y que, al realizar la mezcla de CH, Arcilla y Cemento, se obtiene un pH de similar alcalinidad al del Cemento. Por lo que tienen un pH adecuado para ser trabajados en la investigación.

Para la determinación de la Relación Agua-Cemento del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, se tomó en cuenta los parámetros del diseño ACI, para el Factor de seguridad, para fines de laboratorio, no contempla el Factor de seguridad. Por lo que el $f'cr = 210 \text{ Kg/cm}^2$, se trabajara con un Slump de 3 a 4”.

Ensayo de peso específico de la Arcilla, Cáscara de huevo y combinaciones del 12% y 20%.

El peso específico, es la relación entre el peso del material y su volumen, su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Es necesario tener este valor para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Donde Se pesó aproximadamente 60 gr de la muestra, luego se fueron introducidas a la fiola hasta completarse con agua.

Tabla N°21: Peso específico por desplazamiento de la Arcilla.

Peso específico de la Arcilla		
a	Peso de la muestra secado en el horno	60gr
b	Volumen desplazado en cm ³	22,06gr ml
	Promedio	2,72

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°22: Peso específico por desplazamiento de la cáscara de huevo

Peso específico de la cáscara de huevo		
a	Peso de la muestra secado en el horno	60gr
b	Volumen desplazado en cm ³	31,75gr ml
	Promedio	1,89

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°23: Peso específico por desplazamiento de la cáscara de huevo 9% y Arcilla de 3%

Peso específico de la cáscara de huevo 9% y arcilla 3% + cemento.		
a	Peso de la muestra secado en el horno	60gr
b	Volumen desplazado en cm ³	20gr ml
	Promedio	3.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°24: Peso específico por desplazamiento de la cáscara de huevo 15% y arcilla 5%

Peso específico de la cáscara de huevo 15% y arcilla 5% + cemento.		
a	Peso de la muestra secado en el horno	60gr
b	Volumen desplazado en cm ³	20.69 gr ml
	Promedio	2.9

Fuente: Elaboración propia.

Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg, límites de plasticidad o límites de consistencia, se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque su comportamiento varía a lo largo del tiempo. El nombre de estos es debido al científico sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916).

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco, va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y, finalmente, líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo. Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites:

- Límite líquido: cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande.
- Límite plástico: cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico.
- Límite de retracción o contracción: cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y se contrae al perder humedad.

Relacionados con estos límites, se definen los siguientes índices:

- Índice de plasticidad: I_p o $IP = w_l - w_p$
- Índice de fluidez: $I_f =$ Pendiente de la curva de fluidez
- Índice de tenacidad: $I_t = I_p/I_f$
- Índice de liquidez (IL o I_L), también conocida como relación humedad-plasticidad (B):

$$IL = (W_n - W_p) / (W_l - W_p) \quad (W_n = \text{humedad natural})$$

Tabla N°25. Limite Líquido

Tarro N°	1	14	32
Tarro + S. Húmedo	50.9	50.00	49.55
Tarro + S. Seco	43.70	43.19	43.06
Peso del agua	7.20	6.81	6.49
Peso del tarro	27.20	27.18	27.33
Peso del suelo seco	16.5	16.01	15.73
% de humedad	43.64	42.54	41.26
Numero de golpes	18	28	35

Fuente: Elaboración propia-Laboratorio mecánica de suelos USP- Huaraz

Tabla N°26. Limite plástico

Tarro N°	35	34
Tarro + S. Húmedo	31.43	32.45
Tarro + S. Seco	30.56	31.30
Peso del agua	0.87	1.15
Peso del tarro	27.02	26.55
Peso del suelo seco	3.54	4.75
% de humedad	24.58	34.21

Fuente: Elaboración propia-Laboratorio mecánica de suelos USP- Huaraz

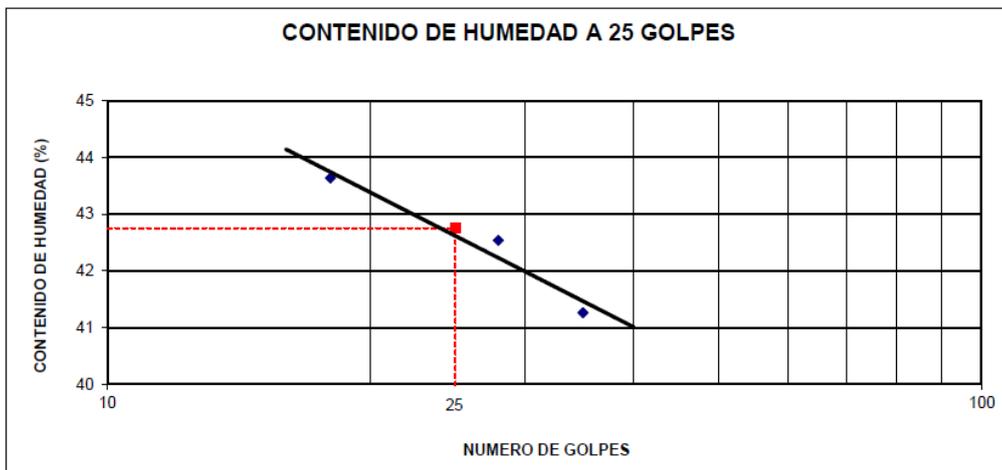


Figura N°10. contenido de humedad de arcilla.
Fuente: Laboratorio mecánica de suelos USP- Huaraz

Constantes físicas de la muestra

- Limite liquido : 42.75
- Limite plástico : 24.39
- Índice de plasticidad : 18.36

CÁLCULO DE CANTIDAD DE MATERIALES

Medida de molde:

$$\text{Volumen} = \pi r^2 h$$

Dónde:

$$r = 3'' \approx 7.62$$

$$h = 12'' \approx 30.48$$

$$\text{Vol. Probeta} = 5560.000$$

$$\text{Vol. Probeta} = 0.00556 \text{ m}^3$$



Tabla N°27: Cantidad de material para una probeta patrón.

MATERIALES	Cantidad de material (kg)
Cemento	2.01
Agua de Diseño	1.25
Agregado Grueso seco	5.89
Agregado Fino Seco	6.45
	SUMA=15.6kg

Fuente: elaboración propia.

DISEÑO DE MEZCLA (CONCRETO PATRÓN)

SOLICITA : BACH: Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia.
TESIS : Resistencia a la compresión de concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de Cáscara de huevo y Arcilla.
LUGAR : DIST. Huaraz - Ancash
FECHA : 09/09/2019

0.1-Especificaciones

la selección de las proporciones se hará empleando el método de ACI *la resistencia en compresión es de 210 kg/cm², a los 28 días.

0.2-Materiales:

A-. Cemento:

–Portland TIPO I –Peso específico = 3.15 gr/cm³

B-. Agua:

–Potable, de la red de servicio público de Huaraz

C-. Agregado fino:

Peso específico de masa	2.62 gr/cm ³
Peso unitario suelto	1595 kg/m ³
Peso unitario compactado	1727 kg/m ³
Contenido de humedad	3.3
Absorción	1.27 %
Módulo de fineza	3.00

D-. Agregado grueso:

Tamaño máximo nominal	¾"
Peso específico de masa	2.68 gr/cm ³
Peso unitario suelto	1452 kg/m ³
Peso unitario compactado	1518 kg/m ³
Contenido de humedad	0.60
Absorción	0.67%

0.3-Determinación de la resistencia promedio

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

0.4-Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

Como ya se definió, el tamaño máximo nominal que se va a emplear, será de $TMN = 3/4"$.

0.5-Selección del asentamiento

Se diseñará con una consistencia plástica, comprendida entre 3" a 4".
Consistencia plástica.

Tabla N°28: Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP	SLUMP
	MÁXIMO	MÍNIMO
Zapata y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Muros y Pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: Elaboración propia.

0.6-Volumen unitario de agua

El informe presenta una tabla con los contenidos de agua recomendables en función del slump requerido y el tamaño máximo del agregado, considerando concreto sin y con aire incluido.

Tabla N°29: Volumen unitario de agua

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Agua en lt/m ³ para los tamaños máximo nominal de agregado grueso y consistencia indicada.								
ASENTAMIENTO	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 ½"	2"	3"	4"
concretos sin aire incorporado								
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
concretos con aire incorporado								
1 a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Enrique Rivva López

Para el diseño el agua seleccionada:

Agua: 205 Lt/m³.

0.7-Contenido de aire

Tabla N°30: Contenido de aire atrapado

TNM del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.0
½"	2.5
¾"	2.0
1"	1.5
1 ½"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: Enrique Rivva López

Para nuestro tamaño máximo nominal de ¾”, de la tabla 29 se obtiene que el aire atrapado sea de 2%.

0.8-Relacion de agua y cemento

El ACI proporciona unas tablas con los valores de la relación agua cemento de acuerdo con la resistencia a la compresión a los 28 días que se requiera.

Tabla N°31: Relación agua/ cemento por resistencia

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS	RELACIÓN AGUA-CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORAD O	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
28 DIAS (f'cp) (kg/cm2)		
450	0.38	-----
400	0.43	-----
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.43
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Enrique Rivva López

Interpolando se obtiene relación agua / cemento

250	-----	0.62
210	-----	X
200	-----	0.70

$a/c = 0.684$

0.9-Factor cemento

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua de mezclado

Factor cemento = Volumen unitario de diseño / Relación de agua /cemento para $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Factor cemento = 299.71 kg/cm²

Factor cemento = 7.05 bls

1.0-Contenido de agregado grueso

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

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Tamaño nominal del Agregado (pulg)	máximo del grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"		0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"		0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"		0.66	0.64	0.62	0.60
1"		0.71	0.69	0.67	0.65

1 ½"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Enrique Rivva López

Para MF = 3

$$\text{TMN} = \frac{3}{4}'' \quad \underline{\underline{\quad 3 \quad \quad 0.60 \quad}}$$

VAG = 0.60

Con el módulo de fineza del agregado fino de 3.00 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de ¾", se encuentra un valor de 0.60 metros cúbicos de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen.

Peso de agregado grueso: 871.20 kg.

1.1-Cálculo de volúmenes absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{\text{F.C}}{\text{P.e} \times 1000} = 0.095$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{VUA}}{1000} = 0.205 \quad \text{m}^3$$

$$\text{Aire Atrapado} = 2.00\% = 0.02 \quad \text{m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{\text{PAG}}{\text{P.e} \times 1000} = \frac{0.325}{1} = 0.325 \text{ m}^3$$

$$\text{Suma de vol.} = 0.625$$

1.2-contenido de agregado fino

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

- volumen absoluto de agregado fino = $1 - 0.625 = 0.375\text{m}^3$
- El peso del agregado fino seco = 960.2 kg/m^3

1.3-Valores de diseño

Cemento	299.71 kg/m ³
Agua de diseño	205 lt/m ³
Agregado fino seco	929.52 kg/m ³
Agregado grueso seco	871.20 kg/m ³

1.4-. Corrección por humedad del agregado

peso húmedo del:

$$\text{Agregado fino} = 929.52 \times (1 + 3.3/100) = 960.20 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 871.20 \times (1 + 0.60/100) = 876.43\text{kg/m}^3$$

Humedad Superficial

$$\text{Ag. Grueso} \quad 0.60 \quad - \quad 0.67 \quad = \quad -0.07 \quad \%$$

$$\text{Ag. Fino} \quad 3.3 \quad - \quad 1.27 \quad = \quad 2.03 \quad \%$$

Aporte de Humedad de los Agregados

$$\text{Ag. Grueso} \quad 876.43 \quad (-0.07/100) = -0.61$$

$$\text{Ag. Fino} \quad 960.20 (2.03/100) = 19.49$$

$$18.88 \text{ Kg}$$

$$\text{Agua efectiva} \quad 205 - 18.88 = 186.12 \text{ Lit/m}^3$$

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

Cemento	299.71 kg/m ³
Agua de diseño	186.12lt/m ³
Agregado fino seco	960.20 kg/m ³
Agregado grueso seco	876.43kg/m ³

1.5-. Proporción en peso

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

$$\text{Relación de agua/cemento diseño} = 205 / 299.71 = 0.684$$

$$\text{Relación de agua/cemento corregido} = 186.12 / 299.71 = 0.621$$

$$299.71 / 299.71 + 929.52 / 299.71 + 871.20 / 299.71 = 1: 3.10: 2.91: 29.07 \text{ lt/bolsa.}$$

$$299.71 / 299.71 + 960.20 / 299.71 + 876.43 / 299.71 = 1: 3.20: 2.92: 26,39 \text{ lt/bolsa.}$$

$$1: 3.10: 2.91 / 29.07 \text{ lt / bolsa (en peso seco)}$$

$$1: 3.20: 2.92 / 26.39 \text{ lt / bolsa (por corrección).}$$

DISEÑO DE MEZCLA: (Sustitución del 12%) 9% de CH y 3% de Arcilla.

SOLICITA : BACH: Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia.

TESIS : Resistencia a la compresión de concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de Cáscara de huevo y Arcilla.

LUGAR : DIST. Huaraz - Ancash

FECHA : 09/09/2019

ESPECIFICACIONES

La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

Cemento nuevo:

- Peso específico (C+ Cáscara de huevo + Arcilla): 3

Agua:

- Potable de la zona

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3" a 4", sin aire incorporado 3/4, el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Relación de agua - cemento por teoría	0.684
Relación de agua – cemento por corrección	0.621
Relación de agua – cemento experimental	0.622

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	0.088
9% Cáscara de huevo	0.009
3% Arcilla.....	0.003
Agua efectiva.....	0.205
Agregado fino.....	0.350
Agregado grueso.....	0.325
Aire.....	0.020
	1.000 m ³

PESOS SECOS

Cemento	: 263.74 kg/m ³
9% Cáscara de Huevo	: 26.97kg/m ³
2% Arcilla	: 8.99kg/m ³
Agua efectiva	: 186.38lt/m ³
Agregado fino	: 917.06kg/m ³
Agregado grueso	: 871.20kg/m ³

PESOS CORREGIDOS

Cemento	: 263.74 kg/m ³
9% Cáscara de Huevo	: 26.97kg/m ³
2% Arcilla	: 8.99kg/m ³
Agua efectiva	: 186.38lt/m ³
Agregado fino	: 947.32kg/m ³
Agregado grueso	: 876.43kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento	CH	A.	A.F	A.G
----------------	-----------	-----------	------------	------------

<u>263.74</u>	<u>26.97</u>	<u>8.99</u>	<u>947.32</u>	<u>876.43</u>
263.74	263.74	263.74	263.74	263.74

1 : 0.10 : 0.034 : 3.59 : 3.32 30.03 lts / bolsa

DISEÑO DE MEZCLA: (Sustitución del 20%) 15% de CH y 5% de Arcilla.

SOLICITA : BACH: Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia.

TESIS : Resistencia a la compresión de concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de Cáscara de huevo y Arcilla.

LUGAR : DIST. Huaraz - Ancash

FECHA : 09/09/2019.

ESPECIFICACIONES

La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

Cemento nuevo:

- Peso específico (C + Cáscara de Huevo + Arcilla): 2.9

Agua:

- Potable de la zona

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3" a 4", sin aire incorporado 3/4, el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Relación de agua - cemento por teoría	0.684
Relación de agua – cemento por corrección	0.621
Relación de agua – cemento experimental	0.623

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	0.083
15% Cáscara de huevo	0.015
5% Arcilla.....	0.005
Agua efectiva.....	0.205
Agregado fino.....	0.347
Agregado grueso.....	0.325
Aire.....	0.020
	1.000 m ³

PESOS SECOS

Cemento	: 239.77kg/m ³
9% Cáscara de Huevo	: 44.96kg/m ³
2% Arcilla	: 14.99kg/m ³
Agua efectiva	: 186.57lt/m ³
Agregado fino	: 908.03kg/m ³
Agregado grueso	: 871.20kg/m ³

PESOS CORREGIDOS

Cemento	: 239.77 kg/m ³
9% Cáscara de Huevo	: 44.96kg/m ³
2% Arcilla	: 14.99kg/m ³
Agua efectiva	: 186.57lt/m ³
Agregado fino	: 938.00kg/m ³
Agregado grueso	: 876.43kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento	CH	A.	A.F	A.G
<u>239.77</u>	<u>44.96</u>	<u>14.99</u>	<u>938.00</u>	<u>876.43</u>
239.77	239.77	239.77	239.77	239.77

Cemento	CH	A.	A.F	A.G	
1	: 0.19	: 0.06	: 3.91	: 3.66	33.1 lts / bolsa

RELACIÓN DE AGUA Y CEMENTO

Tabla N 33. Cantidad de materiales y relación A/C para el concreto patrón y experimentales

CONCRETO	Teoría	Corregido inicial	Corregido final
Patrón	0.684	0.621	0.621
Sustitución de (CH+Arcilla) 12%	0.684	0.621	0.622
Sustitución de (CH+Arcilla)20%	0.684	0.621	0.623

Fuente: elaboración propia

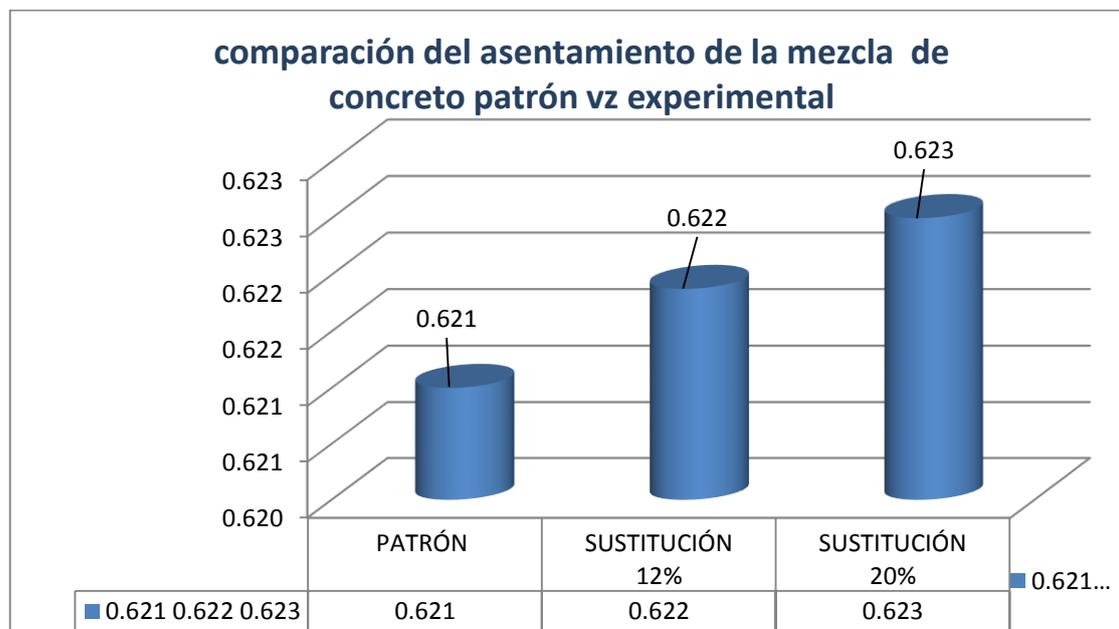


Figura N°11. Relación de agua y cemento vs experimentales.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se puede apreciar que la mayor relación agua cemento lo obtuvo el de mayor porcentaje sustituido con 20%.

Tabla N°34. Resistencia a la compresión del concreto patrón.

N°	Días	Ø cm	H Cm	V m ³	Peso Kg	Densidad del H° kg/m ³	Densidad Promedio kg/m ³	Área cm ²	Carga (P) KG	Esfuerzo de compresión kg/cm ²	F'c kg/cm ²	% respecto al diseño 210 kg/cm ²
1	7	15.1	30	0.0054	13.1	2376.98		179.08	31438	175.6		
2	7	15.2	30	0.0054	13.21	2406.42	2392.70	181.46	31030	171	174.0	83%
3	7	15.2	30.4	0.0055	13.2	2394.7		181.46	31845	175.5		
4	14	15.1	30	0.0054	13.2	2457.02		179.08	35618	198.9		
5	14	15.2	30.3	0.0055	13.08	2378.96	2448.24	181.46	35651	196.5	199.0	95%
6	14	15	30	0.0053	13.3	2508.75		176.72	35634	201.6		
7	28	15	30	0.0053	13.07	2465.36		176.72	38710	219.1		
8	28	15.1	30.5	0.0055	13.05	2389.27	2421.58	179.08	38870	217.1	218.1	104%
9	28	15.2	30	0.0054	13.12	2410.1		181.46	39550	218.0		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°35. Resistencia a la compresión del concreto sustituyendo al cemento en 12%(cáscara de huevo y arcilla)

N°	Días	Ø cm	H Cm	V m³	Peso Kg	Densidad del H° kg/m³	Densidad Promedio kg/m³	Área cm²	Carga (P) KG	Esfuerzo de compresión kg/cm²	F'c kg/cm2	% respecto al diseño 210 kg/cm2
1	7	15.1	30.3	0.0054	12.99	2417.93		179.08	25100	140.2		
2	7	15.2	30	0.0054	13.23	2430.30	2404.92	181.46	25315	139.5	139.5	66.4%
3	7	15.3	30	0.0056	13.14	2366.54		183.85	25530	138.9		
4	14	15	30.1	0.0053	13.6	2556.81		176.72	34140	193.2		
5	14	15.1	30	0.0054	13.2	2457.02	2472.34	179.08	34165	190.8	191.6	91.3%
6	14	15.1	30.3	0.0054	13.04	2403.20		179.08	34190	190.9		
7	28	15.3	30.3	0.0055	13.08	2371.44		183.85	39500	214.8		
8	28	15.2	30	0.0054	13.11	2408.26	2405.75	181.46	39530	217.8	217.8	103.7%
9	28	15.1	30.4	0.0054	13.27	2437.54		176.08	39515	220.7		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°36. Resistencia a la compresión del concreto sustituyendo al cemento en 20%(cáscara de huevo y arcilla

N°	Días	Ø cm	H Cm	V m³	Peso Kg	Densidad del H° kg/m³	Densidad Promedio kg/m³	Área cm²	Carga (P) KG	Esfuerzo de compresión kg/cm²	F'c kg/cm2	% respecto al diseño 210 kg/cm2
1	7	15.2	30	0.0054	13.02	2391.73		181.46	25315	139.5		
2	7	15.1	30	0.0054	13.26	2468.18	2427.84	179.08	25357	141.6	141.0	67.4%
3	7	15.00	30	0.0054	13.02	2423.62		176.72	25400	143.7		
4	14	15.1	30	0.0054	13.13	2443.15		179.08	27612	154.2		
5	14	15	30.2	0.0053	13.14	2462.15	2436.91	176.72	27676	156.6	154.6	73.6%
6	14	15.2	30	0.0054	13.09	2404.59		181.46	27740	152.9		
7	28	15.1	30.3	0.0054	13.01	2397.67		179.08	29512	164.8		
8	28	15	30	0.0053	13.03	2457.82	2449.09	176.72	29581	167.4	166.6	79.3%
9	28	15	30	0.0053	13.21	2491.77		176.72	29612	167.6		

Fuente: Elaboración propia

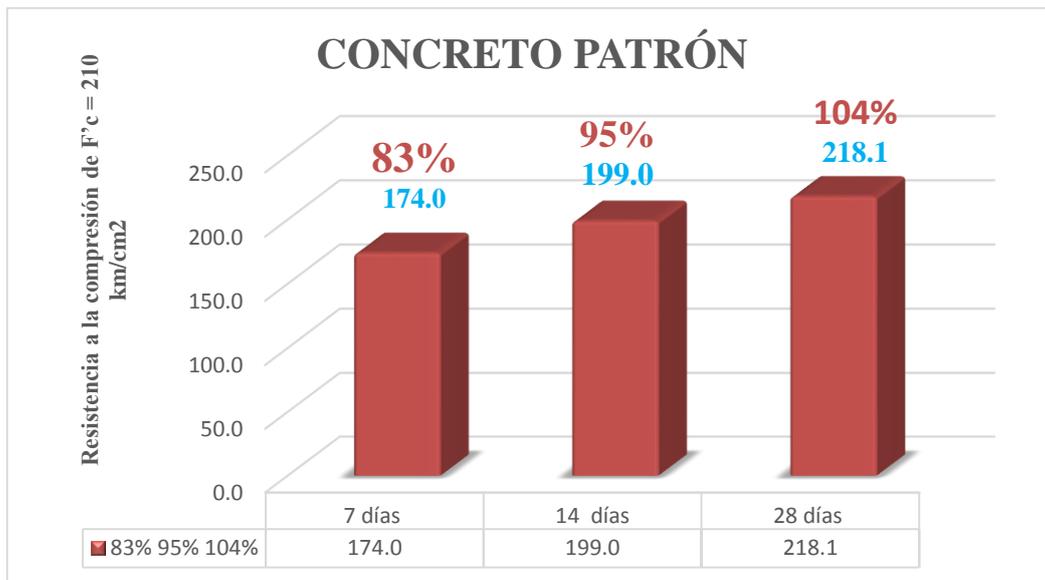


Figura N°12. Resistencia a la compresión del concreto patrón.
Fuente: Elaboración propio

En la Figura N°12. podemos observar las resistencias a la compresión del concreto patrón con una resistencia promedio de 174.0 kg/cm² y un porcentaje promedio de 83% a los 7 días de curado, a los 14 días se observa una resistencia a la compresión promedio de 199.0 kg/cm² y un porcentaje promedio de 95% y a los 28 días una resistencia a la compresión promedio de 218.1 kg/cm² y un porcentaje promedio de 104 %.

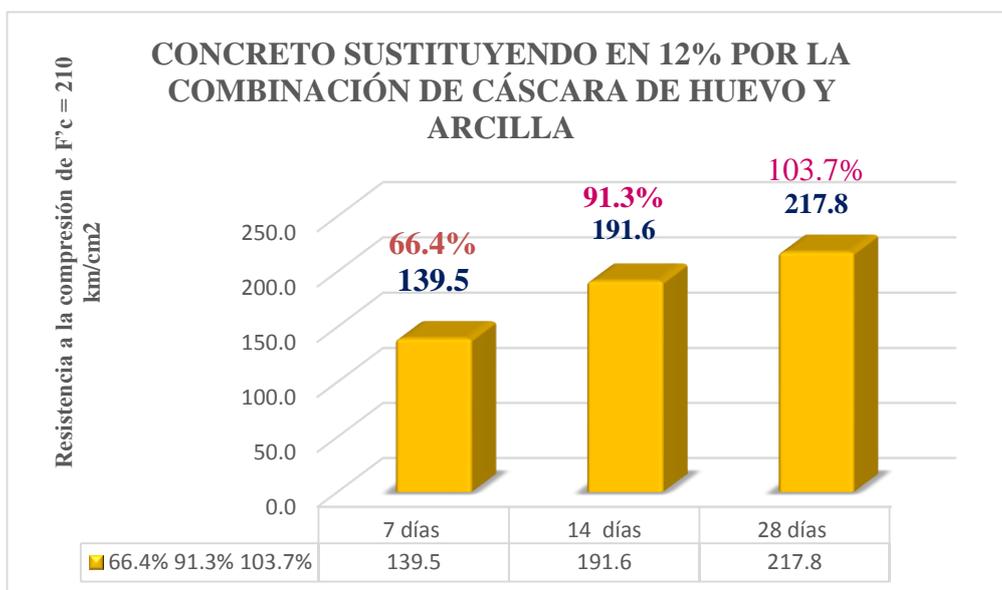


Figura N°13. Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% de (CH +arcilla).
Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°13. podemos observar las resistencias a la compresión del concreto experimental con 12% de sustitución (CH + Arcilla) con una resistencia promedio de 139.5kg/cm² y un porcentaje promedio de 66.4% a los 7 días de curado, a los 14 días se observa una resistencia a la compresión promedio de 191.6 kg/cm² y un porcentaje promedio de 91.3% y a los 28 días una resistencia a la compresión promedio de 217.8kg/cm² y un porcentaje promedio de 103.7 %.

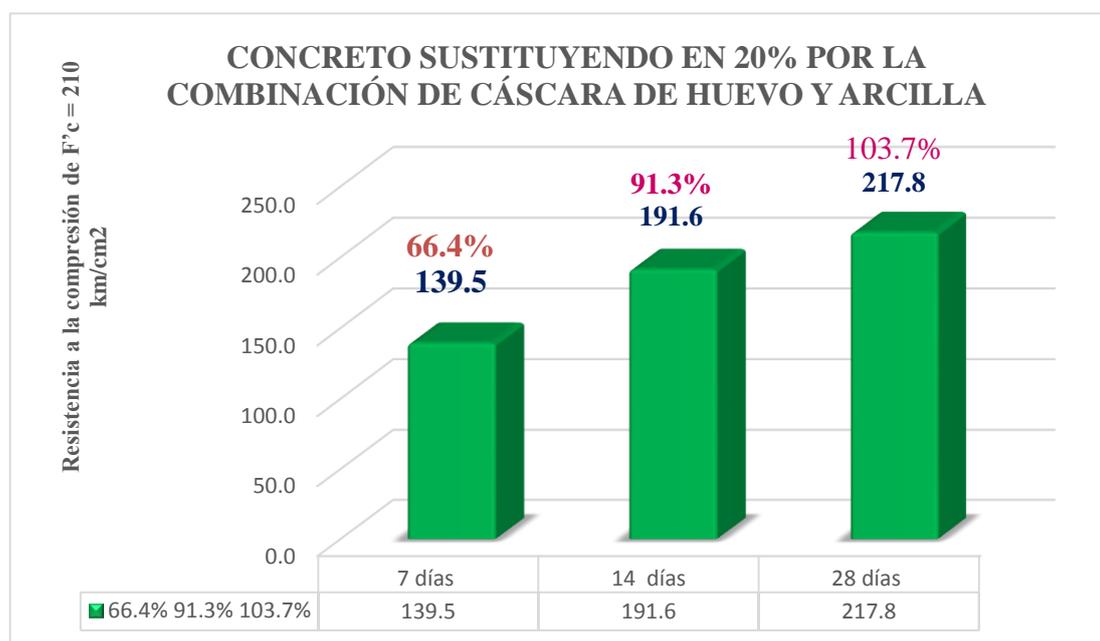


Figura N°14. Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% de (CH + arcilla).

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°14. podemos observar las resistencias a la compresión del concreto experimental con sustitución de 20% de sustitución (CH + Arcilla) con una resistencia promedio de 141.0kg/cm² y un porcentaje promedio de 67.1% a los 7 días de curado, a los 14 días se observa una resistencia a la compresión promedio de 154.6kg/cm² y un porcentaje promedio de 73.6% y a los 28 días una resistencia a la compresión promedio de 166.6kg/cm² y un porcentaje promedio de 79.3 %.

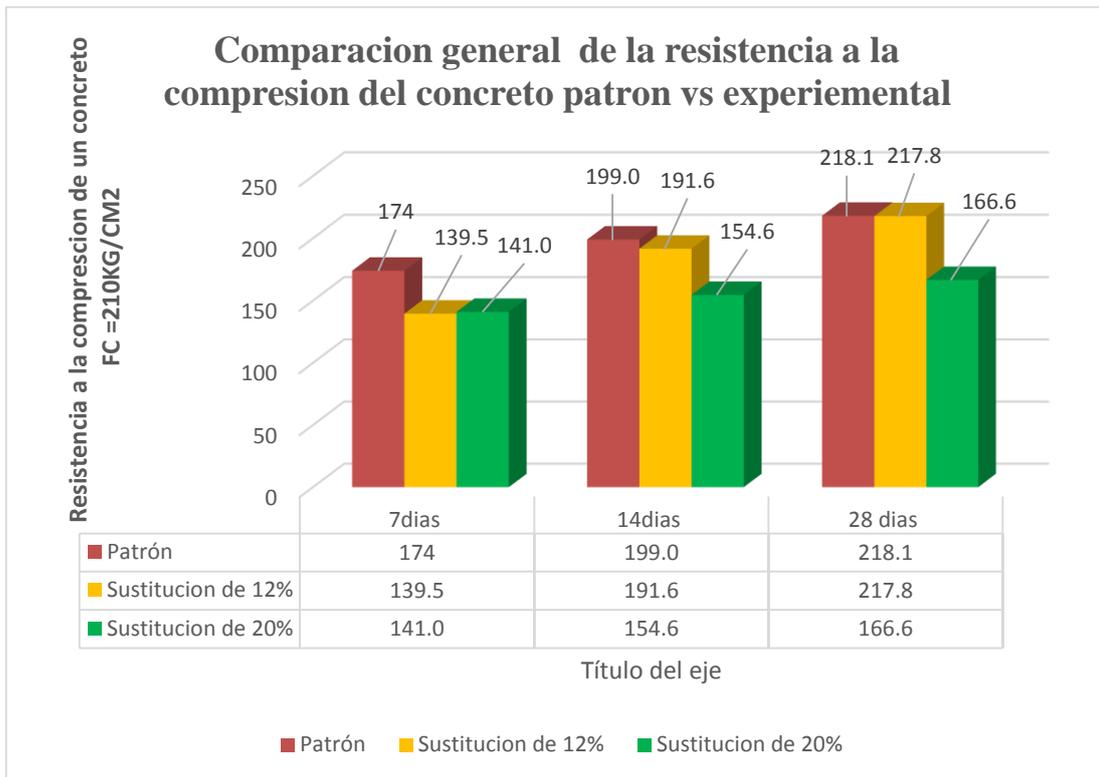


Figura N°15: comparación general de esfuerzos promedios de la resistencia a compresión del concreto patrón y experimentales a los 7, 14 y 28 días de curado.
Fuente: elaboración propia.

Se observa en la figura N°15. que la resistencia del concreto con sustitución de 12% al cemento por la combinación (CH y Arcilla) tiene mayor resistencia a la compresión que la sustitución de 20%, lo que significa que a menor porcentaje de sustitución de CH y Arcilla mayor resistencia a compresión.

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETO 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

ANALISIS DE VARIANZA

Tabla N°37. 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)	$\sum x^2_i/t - (\sum x)^2/bt$	$S_{ct}/t-1$	CM_t/CMe
Error	(b-1)	$S_{C_{total}} - S_{C_{bloque}}$		
Experimental	(t-1)	$S_{C_{tratamiento}}$		
Total	bt-1	$\sum x^2 \dots - (\sum x)^2/bt$		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°38. Desviación Estándar

Origen de las Variaciones	Suma de cuadrados	gl	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Días	2755.196	2	1377.598	4.844	0.05	5.143
Tipos de concreto	74202.782	3	24734.261	86.967	0.05	4.757
Error	1706.4605	6	284.410			
Total	78664.439	11				

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°39. Análisis de Varianza para determinar las diferencias de las resistencias del concreto patrón y experimentas $f'c=210$ kg/cm²

DÍA	0.0%	12.0%	20.0%	Sumatoria	Promedio
7	174.02	139.51	141.61	455.14	113.78439
14	199.00	191.63	154.56	545.19	136.29661
28	218.02	217.78	166.58	602.38	150.59629
Sumatoria	591.04	548.92	462.75		
Promedio	197.01179	182.97422	154.25039		133.5591

Fuente: Elaboración propia.

Al ser los valores de la Probabilidad menores que 0.05 y la F calculada $> F$ crítico, tal como se puede observar en la presente Tabla ($86.967 > 5.143$ y $8.696 > 4.757$), indica que existen diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 12% Y 20% por Cascara de Huevo y Arcilla.

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

Se realizó una comparación de los resultados obtenidos de ensayos de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días de un concreto $f'c = 210$ Kg/cm² sustituido al cemento en 12% y 20% por la combinación de cáscara de huevo y arcilla, de los cuales nos permite las deducciones del estudio en cuestión.

El ensayo a compresión de las probetas de concreto a los 7 días permite identificar que conforme incrementa el porcentaje de la combinación (CH y Arcilla) en sustitución al cemento, la resistencia disminuye dando alcance los siguientes resultados : 12% y 20% de la combinación de cáscara de huevo y arcilla ; 174.02 kg/cm², 139.5 kg/cm² y 141.61kg/cm² respectivamente; se observó que las muestras patrón adquirieron una resistencia a la compresión dentro de los límites admisibles, pero sin embargo, las muestras con sustituciones de la combinación (CH y Arcilla) adquirieron una resistencia a la compresión por debajo de los límites admisibles para los siete días. (Figura N° 15).

Se visualizó que, a los 14 días de la muestra de 12% de la combinación (CH y Arcilla) aumentó considerablemente la resistencia del concreto a 191.6 kg/cm² que es 91.3 % lo cual estuvo ligeramente dentro de los límites admisibles, la muestra patrón igual se encuentra dentro del límite admisible, mientras que la sustitución del 20% de la combinación de cáscara de huevo y arcilla estuvo por debajo del límite admisible de resistencia para la edad de 14 días (Figura N° 15).

A los 28 días, el concreto ensayado a compresión mostró que al 12% de la combinación (CH y Arcilla) aumentó su resistencia a 217.8 kg/cm², lo cual estuvo ligeramente dentro de los límites admisibles, esto se debió a las composiciones químicas de dichos elementos, tales como la cáscara de huevo, la cual contiene un 2.712% de óxido de silicio (SiO₂) y un 88.8% de óxido de calcio (CaO), y la arcilla estuvo compuesto con un 61.428 de

óxido de silicio (SiO_2), estos componentes de óxido de calcio y silicio generaron un elemento llamado silicato dicálcico (2CaO , SiO_2), el cual contribuyó al incremento de la resistencia del concreto (la resistencia del concreto con sustitución de 12% al cemento por la combinación de cascara de huevo y arcilla, presentó mayor resistencia a la compresión que la sustitución de 20%, lo que significó que a menor porcentaje de sustitución de cascara de huevo y arcilla, la resistencia a la compresión también aumenta. (Figura N° 15).

Ríos (2017), evaluó la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de cáscara de huevo; cuando se adiciona un porcentaje de Cáscara de huevo sustituyendo al cemento en porcentajes de 5.00% y 10.00% en el diseño. Los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto, indican que la probeta de concreto con adición de Cáscara de huevo presentó mayor resistencia a la compresión a comparación del concreto convencional (patrón) y como también al obtener los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto con adición de cáscara de huevo se obtuvo un concreto de alta resistencia a edad de 7 días de curado, es decir que la cáscara de huevo es un aditivo acelerante natural. En la mezcla de concreto con adición de cáscara de huevo en porcentaje de 5.00% sustituyendo al cemento, se obtuvo un concreto de alta resistencia de $F'_c=230.12\text{kg/cm}^2$ a temprana edad de 7 días de curado, y a los 28 días de curado una resistencia promedio de $F'_c=277.20\text{kg/cm}^2$. Mientras que la sustitución del 12% y 20% de la combinación de cáscara de huevo y arcilla, a pesar de las diferencias en las resistencias a la compresión de los especímenes del concreto patrón frente a los especímenes de los concretos experimentales, no significa que la sustitución del 12% del cemento por ceniza cáscara de huevo y arcilla, sea de baja calidad puesto que los especímenes elaborados de los concretos experimentales de 12% alcanzaron su resistencia óptima.

De la tabla N°33 la relación agua cemento a/c del concreto patrón fue de 0.684 y la relación agua y cemento por corrección es 0.621 y del concreto experimental al sustituir al cemento el 12% por la combinación (CH + Arcilla) la relación a/c del corrección inicial fue 0.621 y la corrección final es 0.622 y para el concreto experimental al sustituir al cemento el 20% por la combinación (CH + Arcilla) la relación a/c del corrección inicial fue 0.621 y la corrección final es 0.623; Se puede decir que la rehidratación del que exige la propiedad aportada por la ceniza de cáscara de huevo, que es el Óxido de Calcio, exige una mayor cantidad de agua que pone en desventaja a nuestro nuevo cemento en lugares áridos con escasas de agua. Así que es importante discutir el tema de uso de este nuevo cemento. Ya que demandara 1% y 2% más de agua para las sustituciones respetivas en 12% y 20.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El límite líquido fue de 42.75 y el límite plástico fue de 24.39, el índice de plasticidad fue de 18.36, de acuerdo con estos datos el tipo de arcilla fue de media plasticidad.

El ensayo ATD (Análisis Térmico diferencial) fue de 530 C° por 3 horas promedio para 2 kg. de arcilla, y 700 C° por 4 horas promedio para 5 kg de cáscara de huevo.

La composición química mediante el ensayo de fluorescencia de la cáscara de huevo indicó que contiene: CaO₃ 88.801%, Al₂O₃ 6.202%, SiO₂ 2.712 %, y otros elementos químicos 2.285%. La composición química mediante el ensayo de fluorescencia de la arcilla indicó que contiene: SiO₂ 61.428%, Al₂O₃ 28.706%, Fe₃O₂ 5.583%, K₂O 1.271%, y otros elementos químicos 3.012%.

El grado de alcalinidad de la cascara de huevo fue 10.48, de la arcilla fue de 6.53, de las combinaciones Cemento+12%(CH y Arcilla) fue de 12.32, y de las combinaciones Cemento+20%(CH y Arcilla) fue de 12.5. Se puede afirmar que el pH no fue un parámetro que influyó en la resistencia del concreto, ya que su alcalinidad fue similar a la del cemento utilizado en el diseño de concreto.

La relación agua cemento A/C para el concreto patrón fue de 0.621, para el concreto con 12% de cáscara de huevo y arcilla fue de 0.622, y para el concreto con 20% de cáscara de huevo y arcilla fue de 0.623.

La resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días fue 174.0 kg/cm² (83.0%), a los 14 días fue 199.0 kg/cm² (95.0%), a los 28 días fue 218.1 kg/cm² (104.0%). La resistencia a la compresión del concreto con sustitución de 12% de cascara de huevo y arcilla a los 7 días fue 139.5 kg/cm² (66.4%), a los 14 días fue 191.6 kg/cm² (91.3%), a los 28 días fue 217.8 kg/cm² (103.7%). La resistencia a la compresión del concreto con sustitución de 20% de cascara de huevo y arcilla a los 7 días fue 141.0 kg/cm² (67.4%), a los 14 días fue 154.6 kg/cm² (73.6%), a los 28 días fue 166.6. kg/cm² (79.3%). Se concluye que la resistencia a la

compresión del concreto tiende a disminuir con la sustitución porcentual de cáscara de huevo y arcilla, y que mientras más se incrementa el porcentaje de la sustitución, se decrementan la resistencia a la compresión del concreto, lo cual indica que los componentes químicos no fueron favorables para la sustitución al cemento.

Para un nivel de confianza de 95% o de error de 0.05 se obtuvo que la F calculada $> F$ crítico ($86.967 > 5.143$ y $8.696 > 4.757$), indica que existieron diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 12% Y 20% por Cascara de Huevo y Arcilla.

Recomendaciones

Se recomienda a los futuros tesisistas, que deben tener en cuenta que la resistencia a la compresión del concreto patrón de 210 kg/cm², al ser sustituido por un determinado porcentaje de combinaciones de cáscara de huevo y arcilla, la resistencia a la compresión baja significativamente, por lo tanto, no se recomienda sustituir estas combinaciones si se deseara incrementar la resistencia a la compresión. Para el caso de diseños de concreto con menores resistencia a la compresión, tal como 175 kg/cm², se recomienda utilizar entre 0.5 y 1% de cáscara de huevo y arcilla.

Los futuros tesisistas, deben tener en cuenta que el límite líquido y el límite plástico con la finalidad de determinar el índice de plasticidad, ya que con este índice se determina el tipo arcilla con que se está diseñando el concreto.

Los futuros tesisistas, deben tener en cuenta que el ensayo ATD (Análisis Térmico diferencial) debe mantener en el rango de valores indicadas por las normas nacionales.

Los futuros tesisistas, deben tener en cuenta que la composición química mediante el ensayo de fluorescencia de la cáscara de huevo y de la arcilla no contribuyeron al incremento de la resistencia a la compresión del concreto patrón, por el contrario, se redujo significativamente.

Los futuros tesisistas, deben tener en cuenta que el grado de alcalinidad de la cascara de huevo y el de la arcilla, no influyen en la resistencia del concreto debido a que tienen similar índice de alcalinidad que el cemento, no obstante, se debe tener cuidado con el uso de otros tipos de cemento, para lo cual se recomienda realizar los estudios previos.

Se recomienda que en las relaciones a/c se mantenga el slump de consistencia plástica, para las probetas patrón y experimentales, porque garantiza una mayor resistencia al tener agua ideal

Los futuros tesisistas, deben tener en cuenta que la resistencia a la compresión del concreto tiende a disminuir con la sustitución porcentual de cáscara de huevo y arcilla, y que mientras más se incrementa el porcentaje de la sustitución, se decrementan la resistencia a la compresión del concreto, lo cual indica que los componentes químicos no fueron favorables para la sustitución al cemento.

Los futuros tesisistas, deben tener en cuenta que existen diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 12% Y 20% por cascara de huevo y Arcilla.

VI. AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque se hizo realidad este sueño anhelado.

A mi señor Padre, Alvarado Alberto Ambrosio Teodoro y a mi madre Maguiña Menacho Emilia y a mis hermanas, por brindarme todo su amor, apoyo y confianza a lo largo de mi vida y más aún en mis duros años de carrera profesional.

A la Universidad San Pedro filial Huaraz por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.

A mi asesor de tesis, Ing. Solar Jara Miguel por su esfuerzo y dedicación, quien, con su conocimiento, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado que culmine mi tesis con éxito.

Al laboratorio de suelos y materiales de la Universidad San Pedro filial Huaraz, por depositar su confianza y a todo el personal técnico y profesional que labora, por todo el apoyo brindado en la realización de la presente investigación.

Para ellos, muchas gracias.

Elizabeth Alvarado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, F. (1995). *Tecnología del Concreto*.

Abanto, (2009, pág. 16). *Componentes químicos del cemento*.

Alujas, A. (2010). Propiedades físicas y químicas de la arcilla.

Araneda, M. (01 de agosto de 2015). Huevos y derivados: Composición y propiedades.

Céspedes, M. (2003). Resistencia a la Compresión del Concreto A partir de la Velocidad de Pulsos de Ultrasonido, Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de Piura, Perú.

Castillo, R. et all. (2011). *Evaluar el comportamiento de las propiedades físico-mecánicas y la durabilidad en micro hormigones, empleando arcillas calcinadas sustituyendo del 30% en peso del cemento Portland*.

Chackchouk, Samet y Mnif (2006). “Muestran Arcillas de Túnez de diferentes lugares, calcinadas a diferentes temperaturas”.

Choi, X. (2015). Propiedad de la Cáscara de huevo. Obtenido de Botánica Online

<http://www.botanical-online.com/cascaradehuevopropiedades.htm#>.

Fernández J. (1962). Definición de la plasticidad en las arcillas.

Molina, Moragues, G. (2008), Indican según sus resultados que, las puzolanas pueden contribuir a mejorar las características del hormigón.

Montes (2013). Estudio de los desechos de Cáscara de Huevo en la localidad de Loja.

Neville, (1999): “Resistencia a la compresión de un concreto”.

Norma Técnica Peruana 400.017. (1999). Ensayo de peso unitario para los agregados fino y grueso.

- Norma Técnica Peruana 400.012. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso
- Norma Técnica Peruana 339.185. (2002). Análisis del contenido de humedad de los agregados.
- Norma Técnica Peruana 339.022. y 339.021. (2002). Análisis, peso específico y absorción de los agregados fino y grueso.
- Pliya, P., & Cree, D. (2015). Limestone derived eggshell powder as a replacement in Portland cement. ScienceDirect
- Osorio, J. (2013,26 de junio). “Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión”.
- Rivva (2007). Tecnología del Concreto. Definición del agregado fino y agregado grueso.
- Rivva (2010). Tecnología del Concreto. Definición del cemento y sus propiedades.
- Ríos (2017). Evaluación de la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de Cáscara de huevo. Recuperado de: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/1508/Tesis_52741.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Reibán (2017). Evaluación experimental de las características mecánicas de matrices cementicias con adición de Cáscara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura. Recuperado de: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/20988/1/Reib%c3%a1n%20Ojeda%2c%20Dayanna%20Ver%c3%b3nica..pdf>.
- Silva (2005). El uso principal del agua y su función en el diseño de la mezcla.
- Soto & Argumedo (2014). Caracterización fisicoquímica de la Cáscara de huevo.

Vega (2006). Estudio experimental de la cáscara de huevo triturada como aditivo para el cemento.

Valencia E. (2013). Estudio experimental para determinar Patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, Perú.

Vásquez, J. (2016). Resistencia en concreto con cemento sustituido en un 5% y 7% por arcilla de Carhuaz - Ancash (Tesis de pregrado). Universidad San Pedro, Chimbote – Perú.

VIII. ANEXOS Y APÉNDICES

Anexo: a

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO Departamento de Ingeniería de Materiales	FACULTAD DE INGENIERÍA Laboratorio de Polímeros								
Trujillo, 03 de Mayo del 2019										
INFORME N° 04 - MAY 19										
Solicitante:	Alvarado Maguiña Elizabeth - Universidad San Pedro									
RUC/DNI:	47424274									
Supervisor:									
1. MUESTRA: Cáscara de huevo (1 gr)										
<table border="1"><thead><tr><th>N° de Muestras</th><th>Código de Muestra</th><th>Cantidad de muestra ensayada</th><th>Procedencia</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>CH 4M</td><td>32.1 mg</td><td>.....</td></tr></tbody></table>	N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia	1	CH 4M	32.1 mg		
N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia							
1	CH 4M	32.1 mg							
2. ENSAYOS A APLICAR										
<ul style="list-style-type: none">▪ Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.▪ Análisis Termogravimétrico TGA.										
3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES										
<ul style="list-style-type: none">▪ Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.▪ Tasa de calentamiento: 20 °C/min▪ Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min▪ Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.▪ Masa de muestra analizada: 32.1 mg.										
Jefe de Laboratorio:	Ing. Danny Chávez Novoa									
Analista responsable:	Ing. Danny Chávez Novoa									
<small>Tel.: 44-203810549/7008800/6866003 dannchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo</small>										
 										

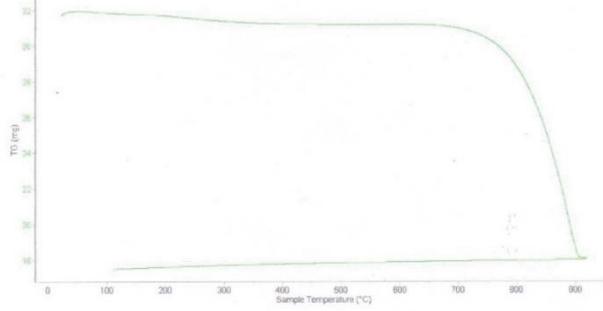


Trujillo, 03 de Mayo del 2019

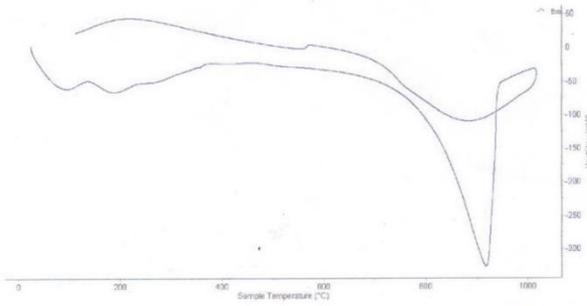
INFORME N° 04 - MAY 19

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-3055105/49790880/56866005 damchavez@untrujillo.edu.pe / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo





Trujillo, 03 de Mayo del 2019

INFORME N° 04 - MAY 19

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C después del cual el material comienza a descomponerse y como consecuencia de ello llega a perder un total de 44% de su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmico intenso a aproximadamente 910°C indicando un posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 03 de mayo del 2019



[Firma]
Ing. Dany Medina Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°019-LAQ/2019

Análisis de cáscara de huevo por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cáscara de huevo a pedido de la Srta. **Alvarado Maguina, Elizabeth**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a Compresión de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinación de Cáscara de Huevo y Arcilla.”

La muestra está en forma de cáscara chancada de grano grueso. Para el ensayo se separó granos finos usando una malla de 170 micrones.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptel con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. 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 6430 cts/s.

Esta técnica de FRXDE 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 Na (Z=11) y 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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Laboratorio de Arqueometría

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 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 esta muestra de cascara de huevo. 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. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

formar en un proceso de calcinación, excepto en el caso del calcio que está presente en forma de carbonato de calcio. La suma en términos de contenido de óxidos y carbonato es ligeramente mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estos porcentajes son normalizados al 100%. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de la cáscara de huevo en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	6.290	6.202
SiO ₂	2.751	2.712
SO ₂	0.442	0.436
ClO ₂	0.287	0.293
K ₂ O	0.219	0.216
CaCO ₃	90.067	88.801
MnO	0.004	0.004
Fe ₂ O ₃	0.063	0.062
Ni ₂ O ₃	0.014	0.014
CuO	0.774	0.763
ZnO	0.386	0.381
As ₂ O ₅	0.005	0.005
SrO	0.095	0.093
Y ₂ O ₃	0.001	0.001
ZrO ₂	0.007	0.007
Total	101.425	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

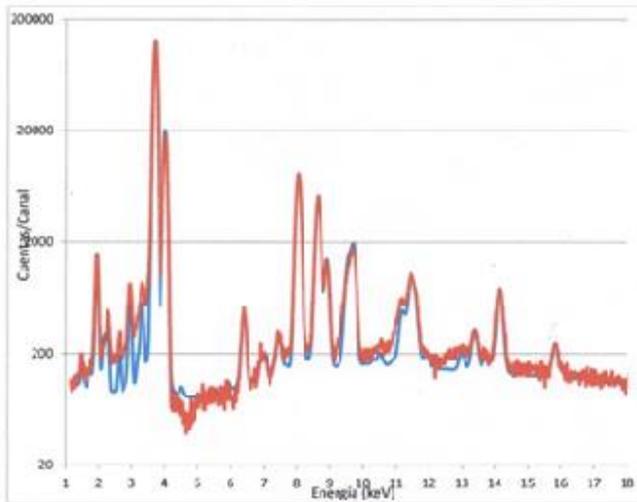


Figura 1. Espectro de FXDE de cáscara de huevo en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 06 de mayo del 2019



Trujillo, 03 de mayo del 2019

INFORME N° 05 - MAY-19

Solicitante: Alvarado Maguiña, Elizabeth Sonia

RUC/DNI: 47424274

Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	A-03M	24.5 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 530°C.
- Masa de muestra analizada: 24.5 mg

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



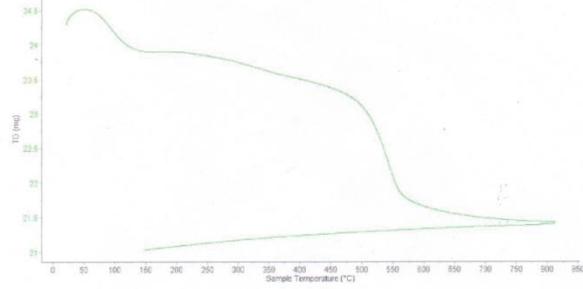


Trujillo, 03 de mayo del 2019

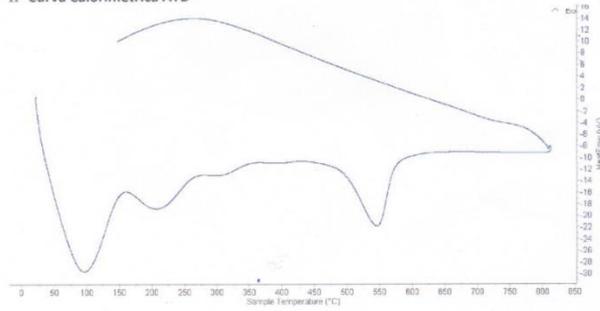
INFORME N° 05 - MAY - 19

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD



LABORATORIO DE POLIMEROS UNTRUJILLO
JEFATURA
[Signature]



Trujillo, 03 de mayo del 2019

INFORME N° 05 - MAY-19

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos importantes caída del material, la primera entre un rango de 70°C hasta 120°C, posteriormente se muestra una caída más intensa entre el rango de 470 y 560° posteriormente la caída es más leve, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 9 % de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar una primera banda endotérmica, aproximadamente a 100, luego a 210°C y más adelante un pequeño pico a aproximadamente 530 °C, todas estas temperaturas podrían indicar cambio estructural y cambio en las características en el material.

Trujillo, 03 de mayo del 2019


JEFATURA

Ing. Danny Mejías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros

Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°017-LAQ/2019

Análisis de arcilla por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla a pedido del Sr. **Alvarado Maguñá, Elizabeth Sonia**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de Cáscara de Huevo y Arcilla.”

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

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 μ A. 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 6760 cts/s.

Esta técnica de FRXDE 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 Na (Z=11) y 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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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 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 esta muestra de 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. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es menor



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar, y/o diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estos porcentajes son normalizados a 100%. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de la arcilla en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	25.711	28.706
SiO ₂	55.020	61.428
SO ₂	0.554	0.618
K ₂ O	1.138	1.271
CaO	0.370	0.412
TiO ₂	0.912	0.918
V ₂ O ₅	0.029	0.032
Cr ₂ O ₃	0.013	0.014
MnO	0.029	0.032
Fe ₂ O ₃	5.001	5.583
Ni ₂ O ₃	0.013	0.014
CuO	0.431	0.482
ZnO	0.223	0.249
As ₂ O ₅	0.012	0.013
SrO	0.027	0.030
Y ₂ O ₃	0.003	0.003
ZrO ₂	0.019	0.021
BaO	0.065	0.073
PbO	0.009	0.010
Total	89.577	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

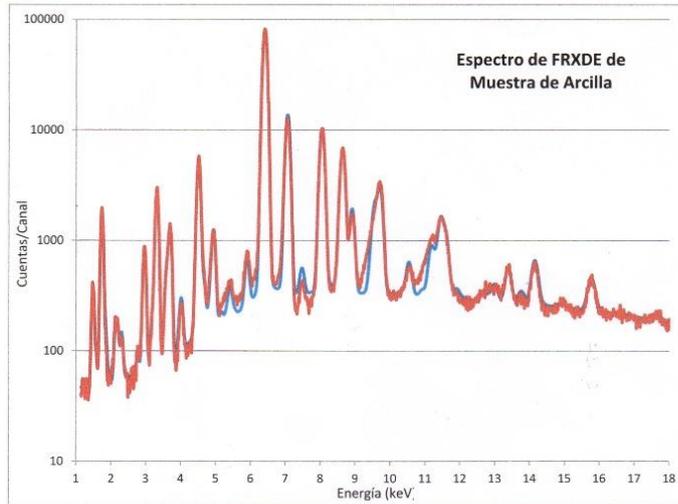


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de arcilla en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 06 de mayo del 2019



RESULTADOS DE INSENERACIÓN (CENIZA) DE CASCARA DE HUEVO

TITULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12 % y 20 % por la Combinación de Cascara de Huevo y Arcilla"

TESISTA : Alvarado Maguiña, Elizabeth Sonia - Tesista

MUESTRA : Cascara de huevo

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 08-04-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 08-04-19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 09-04-19

Muestra	Cantidad Kg.
Ceniza de cascara de huevo	5.00

ENSAYOS

1.- Determinación de Ceniza

OBSERVACIONES:

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

CONCLUSIONES

- Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Mufla a una temperatura de 700 °C por 4 horas en promedio.

Huaraz, 11 de Abril del 2019.

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



RESULTADOS DE INSENERACIÓN DE ARCILLA

TITULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12 % y 20 % por la Combinación de Cascara de Huevo y Arcilla"

TESISTA : Alvarado Maguiña, Elizabeth Sonia - Tesista
MUESTRA : Arcilla

LUGAR DE MUESTREO: San Miguel de aco - Carhuaz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 08-04-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 10-04-19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-04-19

Muestra	Cantidad Kg.
arcilla	2.00

ENSAYOS

1.- Determinación de Ceniza

OBSERVACIONES:

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

CONCLUSIONES

- Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Mufla a una temperatura de 530 °C por 3 horas en promedio.

Huaraz, 11 de Abril del 2019.



[Handwritten Signature]
D. Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS

PESO ESPECIFICO

(CASCARA DE HUEVO)

SOLICITA: Bach. Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia
TESIS: "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : -----
MATERIAL : CASCARA DE HUEVO
FECHA: 20/05/2019

PESO DE MATERIAL	60	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	31,75	gramos ml.

PESO ESPECIFICO	$D= P/V = 60/31,75$
-----------------	---------------------

PESO ESPECIFICO	1,89
-----------------	-------------



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 FUNDACIONES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116644
 JEFE

PESO ESPECIFICO

(ARCILLA)

SOLICITA: Bach. Alvarado Magaña Elizabeth Sonia
TESIS: "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : -----
MATERIAL : ARCILLA
FECHA: 20/05/2019

PESO DE MATERIAL	60	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	22,06	gramos ml.

PESO ESPECIFICO	$D= P/V = 60/22,06$
-----------------	---------------------

PESO ESPECIFICO	2,72
-----------------	-------------

OBSERVACIONES: Material arcilla utilizado paso por la malla Nº 200



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUANCAVELICA - PERU
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 FUNDACIONES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

PESO ESPECIFICO

(COMBINACION 12%)

SOLICITA: Bach. Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia
TESIS: "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"
LUGAR: HUARAZ
CANTERA:
MATERIAL: CASCARA DE HUEVO 9%, ARCILLA 3%
FECHA: 20/05/2019

PESO DE MATERIAL	60	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	20	gramos ml.

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 60/20$
-----------------	-------------------

PESO ESPECIFICO	3,00
-----------------	-------------



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO
 DEPARTAMENTO DE MATERIALES

 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO (COMBINACIÓN 20%)

SOLICITA : BACH. ALVARADO MAGUIÑA ELIZABETH
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO ALA CEMENTO EN 12% Y 20% POR LA COMBINACIÓN DE CÁSCARA DE HUEVO Y ARCILLA
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA :
 MATERIAL : CÁSCARA DE HUEVO 15%, ARCILLA 5%
 FECHA : 20/05/2019

PESO DE MATERIAL	60	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	20,69	gramos ml.

PESO ESPECIFICO	$D=P/V = 60/20,69$
-----------------	--------------------

PESO ESPECIFICO	2,9
-----------------	-----



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

FILIALES: Cajamarca: Jr. Huánuco 2512 / Telf.: 076 342122 / Huacho: Calle Ausejo Salas 362 / Telf.: 012 394403
 Barranca: Calle Ramón Castilla 491 / Telf.: 01 2354469 / Piura: Carretera Chulucanas Km 41 / Telf.: 078 655394
 Trujillo: Av. América Norte 2415 - Urb. Las Quintanas / Telf.: 044 470089 / Sullana: Av. Panamericana y José de Lama / Telf.: 073 502531
 Huaraz: Jr. San Martín 1222 / Telf.: 043 423509 / Caraz: Jr. Sucre cuadra 15 / Telf.: 043 391540
 Lima: Av. Cuba 528 - 538 / Jesús María / Telf.: 01 3309862 www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TÍTULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12 % y 20 % por la Combinación de Cascara de Huevo y Arcilla"

TESISTA : Alvarado Maguiña, Elizabeth Sonia - Tesista

MUESTRA : Cemento

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 25-04-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 26-04-19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 26-04-19

Muestra	pH
Cemento	12.42

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, 26 de Abril del 2019.

[Signature]
M.Sc. GONNETTO CASILLO 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 Sustituyendo al Cemento en 12 % y 20 % por la Combinación de Cascara de Huevo y Arcilla"

TESISTA : Alvarado Maguiña, Elizabeth Sonia - Tesista

MUESTRA : Cascara de Huevo

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 25-04-19

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 26-04-19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS: 26-04-19

Muestra	pH
Cascara de Huevo	10.48

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, 26 de Abril del 2019.


M.C. 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 Sustituyendo al Cemento en 12 % y 20 % por la Combinación de Cascara de Huevo y Arcilla"

TESISTA : Alvarado Maguiña, Elizabeth Sonia - Tesista

MUESTRA : Arcilla

LUGAR DE MUESTREO: San Miguel de Aco - Carhuaz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 25-04-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 26 - 04 - 19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 26 - 04 - 19

Muestra	pH
Arcilla	6.53

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 Ligeramente ácida

Huaraz, 26 de Abril del 2019.





RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinación de Cascara de Huevo y Arcilla"

TESISTA : Alvarado Maguiña, Elizabeth Sonia - Tesista

MUESTRA : Cemento + 12% (Cascara de huevo y arcilla)

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 25-04-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 26-04-19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 26-04-19

Muestra	pH
Cemento + 12% (cascara de huevo y arcilla)	12.32

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, 26 de Abril del 2019.

[Signature]
MSc. 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 Sustituyendo al Cemento en 12 % y 20 % por la Combinación de Cascara de Huevo y Arcilla"

TESISTA : Alvarado Maguiña, Elizabeth Sonia - Tesista

MUESTRA : Cemento + 20 % (Cascara de huevo y arcilla)

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 25-04-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 26-04-19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 26-04-19

Muestra	pH
Cemento + 20 % (cascara de huevo y arcilla)	12.25

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, 26 de Abril del 2019.

F.C.A.
Ing. C. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

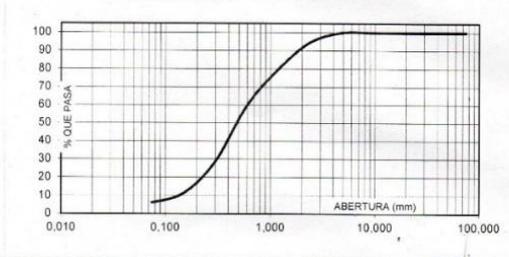
SOLICITA : **Alumn. Alvarado Maguiña Elizabeth.**
 TESIS : " Efecto de la Sustitucion de Cemento de 3% y 5%, por Cenizas de Hoja de Eucalipto "Eucalyptus" en la Elaboracion de un Concreto Permeable en la Ciudad de Huaraz"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 01/06/2018 CANTERA : TACLLAN ROLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1172.2
PESO SECO LAVADO	1100.10
PESO PERDIDO POR LAVADO	72.10

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	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	65.10	5.55	5.55	94.45
N° 16	1.180	174.80	14.91	20.47	79.53
N° 30	0.600	232.00	19.79	40.26	59.74
N° 50	0.300	365.20	31.16	71.41	28.59
N° 100	0.150	201.90	17.22	88.64	11.36
N° 200	0.075	61.10	5.21	93.85	6.15
PLATO		72.10	6.15	100.00	0.00
TOTAL		1172.20	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8
 MODULO DE FINEZA : 2.3
 HUMEDAD : 8.60%

CURVA GRANULOMETRICA



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

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : **Bach. Alvarado Maguina Elizabeth Sonia**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 20/05/2019 CANTERA : TACLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

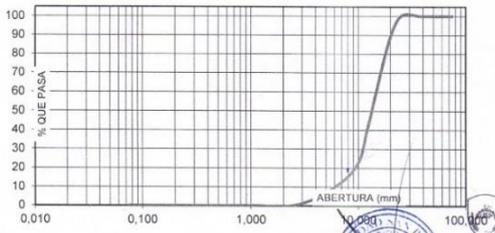
PESO SECO INICIAL	30995
PESO SECO LAVADO	30995,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No					
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	4656,00	15,02	15,02	84,98
1/2"	12,500	13079,00	42,20	57,22	42,78
3/8"	9,500	6863,00	22,14	79,36	20,64
Nº 4	4,750	4470,00	14,42	93,78	6,22
Nº 8	2,360	1927,00	6,22	100,00	0,00
Nº 16	1,180	0,00	0,00	100,00	0,00
Nº 30	0,600	0,00	0,00	100,00	0,00
Nº 50	0,300	0,00	0,00	100,00	0,00
Nº 100	0,150	0,00	0,00	100,00	0,00
Nº 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		30995,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"

HUMEDAD : 0,60%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUARAZ - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
INGENIERIA CIVIL

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Alvarado Maguña Elizabeth Sonia
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 20/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7830	7860	7855
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4410	4440	4435
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1589	1599	1598
Peso unitario prom.	1595 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8200	8230	8215
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4780	4810	4795
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1722	1733	1727
Peso unitario prom.	1727 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FICAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIA DE SUELOS Y
 ESTRUCTURAS
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 20/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7830	7860	7855
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4410	4440	4435
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1589	1599	1598
Peso unitario prom.	1595 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8200	8230	8215
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4780	4810	4795
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1722	1733	1727
Peso unitario prom.	1727 Kg/m3		



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

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"				
SOLICITA : Bach. Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia				
DISTRITO : HUARAZ		HECHO EN : USP -HUARAZ		
PROVINCIA : HUARAZ		FECHA : 20/05/2019		
PROG (KM.) :		ASESOR		
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA :				
MUESTRA : AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO				
PROF. (m) :				
AGREGADO FINO				
Nº TARRO		33	26	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1260.5	981.1	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1228.0	953.1	
PESO DE AGUA	(g)	32.50	28.00	
PESO DEL TARRO	(g)	164.40	164.7	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1063.60	788.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.06	3.55	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			3,30
AGREGADO GRUESO				
Nº TARRO		8	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1281.5	1330.7	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1274.5	1323.2	
PESO DE AGUA	(g)	7.00	7.50	
PESO DEL TARRO	(g)	164.10	164.1	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1110.40	1159.1	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.63	0.6	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0,6



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116944
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : **Bach. Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en
 - 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : **AGREGADO FINO**
 FECHA : **20/05/2019**

A	: Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	300,0	300,0
B	: Peso de frasco+ agua	670,7	670,7
C = A + B	: Peso frasco + agua +material	970,7	970,7
D	: Peso de material+agua en el frasco	856,3	856,3
E = C - D	: Volumen de masa+volumen de vacio	114,4	114,4
F	: Peso Material seco en horno	296,3	296,2
G= E - (A - F)	: Volumen de masa	110,70	110,60
ABSORCION (%) : ((A-F/F)x100)		1,25	1,28
ABS. PROM. (%) :		1,27	

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

PROMEDIO	
2,59	2,59
2,62	2,62
2,68	2,68

PROMEDIO	
P.e. Bulk (Base Seca)	2,59
P.e. Bulk (Base Saturada)	2,62
P.e. Aparente (Base Seca)	2,68

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FIEL: C. HUAFIAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LAICHA ORO, C. DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y
 SISTEMAS DE INGENIERIA
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Alvarado Magaña Elizabeth Sonia**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**
 FECHA : 20/05/2019

A	: Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	895,5	985,5	1106,2
B	: Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	559,7	618,5	694,7
C = A - B	: Volumen de masa + volumen de vacios	335,8	367,0	411,5
D	: Peso de material seco en el horno	889,5	978,5	1099,5
E = C - (A - D)	: Volumen de masa	329,8	360,0	404,8
ABSORCION (%) : $((A-D)/D) \times 100$		0,67	0,72	0,61
ABS. PROM. (%) :		0,67		

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

PROMEDIO		
2,65	2,67	2,67
2,67	2,69	2,69
2,70	2,72	2,72

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

PROMEDIO

2,66
2,68
2,71



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

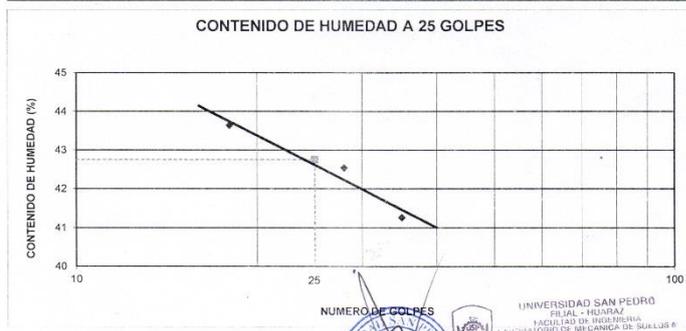
LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"		
SOLICITA:	Bach. Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	20/05/2019
		FORMATO	

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

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		1	14	32
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		50,80	50,00	49,55
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		43,70	43,19	43,06
PESO DE AGUA (g)		7,20	6,81	6,49
PESO DEL TARRO (g)		27,20	27,18	27,33
PESO DEL SUELO SECO (g)		16,50	16,01	15,73
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		43,64	42,54	41,26
NUMERO DE GOLPES		18	28	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		35	34	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		31,43	32,45	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		30,56	31,30	
PESO DE AGUA (g)		0,87	1,15	
PESO DEL TARRO (g)		27,02	26,55	
PESO DEL SUELO SECO (g)		3,54	4,75	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		24,58	24,21	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	42,75
LIMITE PLASTICO	24,39
INDICE DE PLASTICIDAD	18,38

NUMERO DE GOLPES

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FISICA - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS E
Estructuras

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. ALVARADO MAGUIÑA ELIZABETH SONIA
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 12% Y 20% POR LA COMBINACIÓN DE CÁSCARA DE HUEVO Y ARCILLA.
LUGAR : HUARAZ - PROVINCIA HUARAZ - ANCASH
FECHA : 09/09/2019

ESPECIFICACIONES

La selección de las proporciones se hará empleando el método ACI
 La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días

MATERIALES
A.- Cemento

Tipo I "Sol"
 Peso específico 3,15

B.- Agua

Potable de la zona

C.- Agregado Fino

CANTERA : "TACLLAN"

Peso específico de masa 2,62
 Peso unitario suelto 1595 kg/m³
 Peso unitario compactado 1727 kg/m³
 Contenido de humedad 3,3
 Absorción 1,27
 Modulo de Fineza 3,00

D.- Agregado Grueso

CANTERA : "TACLLAN"

Piedra, perfil angular
 Tamaño Maximo Nominal 3/4"
 Peso específico de masa 2,68
 Peso unitario suelto 1452 kg/m³
 Peso unitario compactado 1518 kg/m³
 Contenido de humedad 0,60
 Absorción 0,67



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

SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4"

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de 205 l/m³

RELACION AGUA - CEMENTO

relación de agua - cemento por teoría 0.684
relación de agua - cemento por corrección 0.621

FACTOR DE CEMENTO

F C 205 / 0.684 = 299,71 kg/m³ 7,05 blsm³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento 299,71 kg/m³
Agua efectiva 186,12 l/m³
Agregado Fino 960,2 kg/m³
Agregado Grueso 876,43 kg/m³

PROPORCIONES EN PESO

299.71	960.20	876.43
299.71	299.71	299.71

1 3,20 2,92 26,39 lb/bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

cálculos: 1 pie³: 35,32
1 Bolsa cemento: 42,5 Kg

Agregado Fino	
PUSS	1595,00
CH	3,30
	1.647,64

Agregado Grueso:	
PUSS	1452,00
CH	0,60
	1.460,71

Peso por pie cubico :

Fino = 46,65 kg/pie³
Grueso = 41,36 kg/pie³
Cemento = 1 l bolsa
Fino = 2,92
Grueso = 3,01
Agua = 26,39



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
INFORMÁTICA

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118244
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA
(12% DE SUSTITUCIÓN AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN (CH Y ARCILLA))

SOLICITA BACH. ALVARADO MAGUIÑA ELIZABETH SONIA
TESIS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 12% Y 20% POR LA COMBINACIÓN DE CÁSCARA DE HUEVO Y ARCILLA
LUGAR HUARAZ - PROVINCIA HUARAZ - ANCASH
FECHA 09/09/2019

ESPECIFICACIONES

La selección de las proporciones se hará empleando el método ACI
 La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días

MATERIALES

A.- Cemento nuevo	Peso específico	C+ CH+ Arc.	3
B.- Agua	Potable de la zona		
C.- Agregado Fino	CANTERA	"TACLLAN"	
	Peso específico de masa		2.62
	Peso unitario suelto		1595 kg/m ³
	Peso unitario compactado		1727 kg/m ³
	Contenido de humedad		3.30
	Absorción		1.27
	Modulo de Fineza		3.00
D.- Agregado Grueso	CANTERA	"TACLLAN"	
	Piedra, perfil angular		
	Tamaño Máximo Nominal	3/4"	
	Peso específico de masa		2.68
	Peso unitario suelto		1452 kg/m ³
	Peso unitario compactado		1518 kg/m ³
	Contenido de humedad		0.60
	Absorción		0.67



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

SELECCION DE ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4"

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³

RELACION AGUA - CEMENTO

Relación de agua - cemento del patrón	0.684
Relación de agua - cemento por corrección	0.621
Relación de agua - cemento experimental	0.622

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0,068
Cáscara de huevo (9%).....	(m ³)	0,009
Arcilla (3%).....	(m ³)	0,003
Agua efectiva.....	(m ³)	0,205
Agregado Fino.....	(m ³)	0,350
Agregado Grueso.....	(m ³)	0,325
Aire.....	(m ³)	0,020
		1,000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	263,74 kg/m ³
Cáscara de huevo (9%).....	26,97 kg/m ³
Arcilla (3%).....	8,99 kg/m ³
Agua efectiva.....	186,38 lt/m ³
Agregado Fino.....	917,06 kg/m ³
Agregado Grueso.....	871,20 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	263,74 kg/m ³
Cáscara de huevo (9%).....	26,97 kg/m ³
Arcilla (3%).....	8,99 kg/m ³
Agua efectiva.....	186,38 lt/m ³
Agregado Fino.....	947,32 kg/m ³
Agregado Grueso.....	876,43 kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

263.74	26.79	8.99	947.32	876.43	186.38
263.74	263.74	263.74	263.74	263.74	263.74
C	CH	ARCILLA	A.F	AG	A
1	0,10	0,034	3,59	3,32	30.03 lts/bol



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
L.P. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 119244
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA
(20% DE SUSTITUCIÓN AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN (CH Y ARCILLA))

SOLICITA : BACH. ALVARADO MAGUIÑA ELIZABETH SONIA
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO ALA CEMENTO EN 12% Y 20% POR LA COMBINACIÓN DE CÁSCARA DE HUEVO Y ARCILLA
LUGAR : HUARAZ - PROVINCIA HUARAZ - ANCASH
FECHA : 09/09/2019

ESPECIFICACIONES

La selección de las proporciones se hará empleando el metodo ACI
 La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 dias

MATERIALES

A.- Cemento nuevo

Peso especifico	C+ CH+ Arc.	2,9
-----------------	-------------	-----

B.- Agua

Potable de la zona

C.- Agregado Fino

CANTERA : "TACLLAN"

Peso especifico de masa	2,62
Peso unitario suelto	1595 kg/m ³
Peso unitario compactado	1727 kg/m ³
Contenido de humedad	3,30
Absorción	1,27
Modulo de Fineza	3,00

D.- Agregado Grueso

CANTERA : "TACLLAN"

Piedra, perfil angular	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Peso especifico de masa	2,68
Peso unitario suelto	1452 kg/m ³
Peso unitario compactado	1518 kg/m ³
Contenido de humedad	0,60
Absorción	0,67



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 119544
 JEFE



SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4"

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene máximo nominal de 3/4" el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³

RELACION AGUA - CEMENTO

Relación de agua - cemento del patrón	0.684
Relación de agua - cemento por corrección	0.621
Relación de agua - cemento experimental	0.623

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.083
Cáscara de huevo (15%).....	(m ³)	0.015
Arcilla(5%).....	(m ³)	0.005
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado Fino.....	(m ³)	0.347
Agregado Grueso.....	(m ³)	0.325
Aire.....	(m ³)	0.02
		1,000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	239.77 kg/m ³
Cáscara de huevo (15%).....	44.96 kg/m ³
Arcilla(5%).....	14.99 kg/m ³
Agua efectiva.....	186.57 lt/m ³
Agregado Fino.....	938.03 kg/m ³
Agregado Grueso.....	871.20 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

cemento.....	239.77 kg/m ³
Cáscara de huevo(15%).....	44.96 kg/m ³
Arcilla(5%).....	14.99 kg/m ³
Agua efectiva.....	186.57 lt/m ³
Agregado Fino.....	938.00 kg/m ³
Agregado Grueso.....	876.43 kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

239.77	44.96	14.99	938.00	876.43	186.57
239.77	239.77	239.77	239.77	239.77	239.77

C	CH	ARCILLA	A.F	AG	A
1	0,19	0,06	3,91	3,66	1 lt/bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO NACIONAL DE SUELOS Y
CIENCIAS AFINES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 115244

RELACION AGUA CEMENTO (A/C) DEL CONCRETO PATRON Y EXPERIMENTAL

SOLICITA : BACH. ALVARADO MAGUÑA ELIZABETH SONIA
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 EN 12% Y 20% POR LA COMBINACION DE CÁSCARA DE HUEVO Y ARCILLA.
 LUGAR : HUARAZ - PROVINCIA HUARAZ - ANCASH
 FECHA : 09/09/2019

Diseño $f_c = 210$ kg/cm ²	Teorico	Correccion Inicial	Correccion Final
Concreto Patron	0,684	0,621	0,621
sustitucion 12%	0,684	0,621	0,622
sustitucion 20%	0,684	0,621	0,623



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 TITULO : INGENIERO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE BARRIOS Y
 SISTEMAS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 DIF: 1103-64
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"
FECHA: 21/05/2019

F'c : 210 kg/cm²

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/cm ²	FC/F'c (%)
1	CONCRETO PATRON	3	12/04/2019	19/04/2019	7	175,6	83,6
2	CONCRETO PATRON	3	12/04/2019	19/04/2019	7	171,0	81,4
3	CONCRETO PATRON	3	12/04/2019	19/04/2019	7	175,5	83,6
4	CONCRETO PATRON	3	12/04/2019	26/04/2019	14	198,9	94,7
5	CONCRETO PATRON	3	12/04/2019	26/04/2019	14	196,5	93,6
6	CONCRETO PATRON	3	12/04/2019	26/04/2019	14	201,6	96,0
7	CONCRETO PATRON	3	12/04/2019	10/05/2019	28	219,1	104,3
8	CONCRETO PATRON	3	12/04/2019	10/05/2019	28	217,1	103,4
9	CONCRETO PATRON	3	12/04/2019	10/05/2019	28	218,0	103,8

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
 FUNDACIONES
 Ing. Elizabeth Maguiña
 CIP: 16544
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: Bach. Alvarado Maguiña Elizabeth Sonia

TESIS: "Resistencia a la Compresion de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinacion de Cascara de Huevo y Arcilla"

FECHA: 21/05/2019

FC: 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F.C (%)
1	SUSTITUCION (CH Y ARCILLA EN 12%)	3	12/04/2019	19/04/2019	7	140,2	66,7
2	SUSTITUCION (CH Y ARCILLA EN 12%)	3	12/04/2019	19/04/2019	7	139,5	66,4
3	SUSTITUCION (CH Y ARCILLA EN 12%)	3	12/04/2019	19/04/2019	7	138,9	66,1
4	SUSTITUCION (CH Y ARCILLA EN 12%)	3	12/04/2019	26/04/2019	14	193,2	92,0
5	SUSTITUCION (CH Y ARCILLA EN 12%)	3	12/04/2019	26/04/2019	14	190,8	90,8
6	SUSTITUCION (CH Y ARCILLA EN 12%)	3	12/04/2019	26/04/2019	14	190,9	90,9
7	SUSTITUCION (CH Y ARCILLA EN 12%)	3	12/04/2019	10/05/2019	28	214,8	102,3
8	SUSTITUCION (CH Y ARCILLA EN 12%)	3	12/04/2019	10/05/2019	28	217,8	103,7
9	SUSTITUCION (CH Y ARCILLA EN 12%)	3	12/04/2019	10/05/2019	28	220,7	105,1

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
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA CIVIL
Ing. Elizabeth Maguiña Ambrosio
CIP: 118544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: Bach. Alvarado Maguina Elizabeth Sonia

TESIS: "Resistencia a la Compresión de un Concreto Sustituyendo al Cemento en 12% y 20% por la Combinación de Cascara de Huevo y Arcilla"

FECHA: 21/05/2019

FC: 210 kg/cm²

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/cm ²	FC/FC (%)
1	SUSTITUCION (CH+ARCILLA 20%)	3	12/04/2019	19/04/2019	7	139,5	66,4
2	SUSTITUCION (CH+ARCILLA 20%)	3	12/04/2019	19/04/2019	7	141,6	67,4
3	SUSTITUCION (CH+ARCILLA 20%)	3	12/04/2019	19/04/2019	7	143,7	68,4
4	SUSTITUCION (CH+ARCILLA 20%)	3	12/04/2019	26/04/2019	14	154,2	73,4
5	SUSTITUCION (CH+ARCILLA 20%)	3	12/04/2019	26/04/2019	14	156,6	74,6
6	SUSTITUCION (CH+ARCILLA 20%)	3	12/04/2019	26/04/2019	14	152,9	72,8
7	SUSTITUCION (CH+ARCILLA 20%)	3	12/04/2019	10/05/2019	28	164,8	78,5
8	SUSTITUCION (CH+ARCILLA 20%)	3	12/04/2019	10/05/2019	28	167,4	79,7
9	SUSTITUCION (CH+ARCILLA 20%)	3	12/04/2019	10/05/2019	28	167,6	79,8

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
PERU - HUANCA
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO Y ACERO
Ing. Elizabeth Maguina Ambrosio
CIP: 116044
JEFE

Anexo: b

MATERIALES A SUSTITUIR POR EL CEMENTO:



Fotografía N°1: Cáscara de Huevo



Fotografía N°2: Recolección del agregado fino y grueso de la cantera Tacllan Rolan.

TRATAMIENTO DE MATERIALES PARA SUSTITUCIÓN:



Fotografía N°03: Arcilla y Cáscara de huevo limpiadas, secadas al cielo abierto y después pre quemado y llevados para realizar el ensayo de ATD y el ensayo de Fluorescencia.



Fotografía N°04. Análisis de agregados

TIPO DE ARCILLA, EL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

ARCILLA



Fotografía N°05: Calculando el limite líquido y plástico de la arcilla

ELABORACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO:

PROBETAS DE CONCRETO PATRON Y EXPERIMENTALES: PESADO DE LOS MATERIALES:



Fotografía N°06: Cáscara de huevo y arcilla, calcinada y tamizada por la malla n°200

MEZCLADO:



Fotografía N°07: Mezcla de todo el material como el agregado fino, agregado grueso, cemento, cáscara de huevo calcinada, arcilla calcinada y

SLUMP



Fotografía N°08: Elaboración del slump para la mezcla patrón y experimental.



Fotografía N°09: Calculando el peso específico de cáscara de huevo y arcilla y porcentajes de sustitución por el método de desplazamiento.

VACEADO, CHUCEADO Y ENRASADO:



Fotografía N°10: Limpiar probetas y engrasar cada una de ellas, listos para el vaciado de concreto.

MEDIDA DE CADA PROBETAS Y SU PESO.



Fotografía N°12: Desencofrado y medido cada probeta.

ROTURA DE PROBETAS DEL PATRÓN Y EXPERIMENTAL



Fotografía N°13: Preparación y colocación de las testigos para las roturas correspondientes con la prensa hidráulica