

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL



Sustitución de 3% Y 5% de cemento por ceniza de Huarango en
un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ Huaraz – 2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

Autor

Ponte Jesús, Wilmer Arquímedes

Asesor

López Carranza, Atilio Rubén

Huaraz – Perú

2018

PALABRA CLAVE:

TEMA	RESISTENCIA DE CONCRETO
ESPECIALIDAD	TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

KEY WORDS

TOPIC	RESISTANCE CONCRETE
SPECIALITY	CONCRETE TECHNOLOGY

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Área	2.Ingeniería y Tecnología
Sub-área	2.1 Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

TITULO:

**SUSTITUCIÓN DE 3% Y 5% DE CEMENTO POR CENIZA DE
HUARANGO EN UN CONCRETO $f'_c=210$ kg/cm² HUARAZ - 2017**

RESUMEN DEL PROYECTO:

El propósito de la investigación fue conocer cuál es el efecto de la sustitución del cemento en un 3 y 5% por ceniza de Huarango, en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, estudio que se realizó en la ciudad de Huaraz - 2017, utilizando agregado grueso de la cantera de Tacllan, agregado fino de la cantera Tacllan y con cemento portland tipo I, con el fin de encontrar alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la ingeniería civil.

Dentro de su metodología se inició determinando el rango de activación de la ceniza de Huarango del valle de Puruhuay distrito de Quiches – Provincia de Sihuas –Ancash, mediante la Activación Térmica manual seguido se determinó la composición química de la ceniza de Huarango utilice un ensayo llamado Fluorescencia de Rayos X, se obtuvo el Ph del cemento, ceniza de Huarango y compuesto de cemento con ceniza de Huarango para así determinar la relación A/C de la probeta patrón y experimental, se ensayó los especímenes de las probetas patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días y comparo los resultados.

ABSTRACT

The purpose of investigation was knowing what the effect of the substitution of the cement in a 3 and 5 % for ash of Huarango is, in the resistance the understanding of a concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, study that came true in the city of Huaraz - 2017, using thick aggregate of the stone pit of Tacllan, fine aggregate of the stone pit Tacllan and with Portland cement type I, with the aim of finding alternatives of materials for his application in the field of civil engineering.

Within your methodology it started up determining the status of activation of the ash of Huarango of the valley of Puruhuay Quiches – Provincia of Sihuas – Ancash's district, By means of the Thermal Activation The followed manual determined the chemical composition of the ash of Huarango itself use a so-called essay Ray x Fluorescence the boss obtained the PH of cement, Huarango is ash and cement compound with ash of Huarango in order to determine the relation To C of the test tube himself and experimental he tested him the specimens of the test tubes boss and experimental at 7 14 and 28 days and I compare results.

INDICE GENERAL

PALABRA CLAVE.....	i
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA	34
III. RESULTADOS.....	36
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	52
V. CONCLUSIONES.....	56
VI. RECOMENDACIONES.....	57
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	58
VIII. AGRADECIMIENTO.....	61
IX. ANEXOS	62

APENDICE

TABLAS

Tabla I. Características de composición química del cemento portland.....	08
Tabla II. Requisitos Granulométricos.....	13
Tabla III. Requisitos granulométricos para los agregados grueso.....	18
Tabla IV. Requisitos Granulométricos del agregado fino.....	19
Tabla V. Valores máximos admisibles de sustancias en el agua.....	20
Tabla VI : Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con una sustitución de cemento por un porcentaje de ceniza de Huarango, según días de curado.....	50
Tabla VII. Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas.....	51
Tabla VIII : porcentajes químicos del cemento y ceniza.....	53

FIGURAS

Figura N°- 01: Se ilustra del proceso de hidratación del cemento.....	27
Figura N°- 02: Resistencia a la compresión.....	28
Figura N°- 03: Vista panorámica del lugar de obtención de la madera de Huarango.....	40
Figura N°- 04: Se describe la conclusión según el ensayo realizado.....	41
Figura N°- 05: Cantidad total obtenida de la calcinación de la ceniza de Huarango.....	42
Figura N°- 06: Cantidad total obtenida de la calcinación de la ceniza de Huarango.....	43
Figura N°- 07: Composición química de la ceniza de Huarango.....	44

GRÁFICOS

Grafico 01: pH de materiales utilizados.....	37
Grafico 02: 7 días de curado de las probetas de concreto en kg/cm ²	47
Grafico 03: 7 días de curado de las probetas de concreto en (%)	47
Grafico 04: 14 días de curado de las probetas de concreto.....	48
Grafico 05: 14 días de curado de las probetas de concreto.....	48
Grafico 06: 28 días de curado de las probetas de concreto.....	49
Grafico 07: 28 días de curado de las probetas de concreto.....	49
Grafico 08: 28 días de curado de las probetas de concreto (Resumen) en kg/cm ²	50
Grafico 09: Componentes químicos del cemento sol.....	51
Grafico 10: Componentes químicos de la ceniza de Huarango.....	53

I. INTRODUCCIÓN:

Díaz O (2012) Sostiene que la evolución de la industria del cemento alrededor del mundo, ha sido influenciada por acontecimientos ajenos, como las guerras, las crisis económicas y la crisis ambiental, los cuales han marcado significativamente los cambios, tanto en su demanda como en su producción, Latinoamérica se ha convertido en una zona potencialmente atractiva para las grandes empresas fabricantes de cemento, debido a la demanda que los países de esta región han realizado en los últimos años. Esto es a causa del crecimiento acelerado en infraestructura, especialmente países como Brasil y México. Contrario a lo que ocurre en regiones como Norteamérica y Europa, en las cuales la demanda ha decaído desde la crisis económica mundial que inició en el 2008, afectando principalmente a estos países, Debido a la situación ambiental que se ha venido dando en lo concerniente al efecto invernadero, la producción cementera, cuyo principal gas que emite es el dióxido de carbono, se proyecta en un futuro como una de las industrias que más investigaciones y avances tendrá en ese campo, situación que se observa en la actualidad con la implementación de nuevos materiales tanto en la producción del mismo como en su uso, obteniendo resultados positivos, pero sin encontrar aún el material ideal que emita la menor cantidad de contaminantes y que cumpla con todas las propiedades físicas, químicas y mecánicas del cemento actual.

Sepulcre (2005) Concluyo que sobre las influencias de las adiciones puzolánicas en los morteros de restauración considero que las sobre las ventajas de los morteros de cales hidráulicas respecto de los morteros bastardos de cal y cemento son bastante discutibles. En los casos estudiados, todos apunta a que las denominadas cales hidráulicas naturales, cuando menos llevan adiciones de cemento portland blanco en proporciones significativas. Dada la relevancia que en el ámbito de la restauración se le da a la presencia de este producto, habría

que estudiar más profundamente este producto, tanto por su diversidad, como por sus efectos en el comportamiento de los morteros resultantes.

Villegas (2012) En este trabajo consta de la utilización de puzolanas naturales, existen investigaciones similares, en especial con caña de azúcar, bagazo y paja de caña, con resultados relevantes, pero no se ha encontrado experiencias de aplicación en componentes prefabricados y morteros para la construcción de viviendas de bajo costo, se realizaron ensayos de energías dispersas y rayos X (EDX), nos indican que las puzolanas y cenizas de cáscara de arroz estudiado contienen mayoritariamente Sílice (Si) en un 94% y 4% en menores proporciones de. Potasio (K), Sodio (Na), Calcio (Ca), lo que representan materiales con alta actividad puzolánica. En la elaboración de probetas de concreto, adicionando en reemplazo del cemento por ceniza de cascará de arroz del 10% se obtuvo a los 28 días una resistencia superior al 11% respecto a la muestra de control, con la adición del 15% se obtiene una resistencia a los 28 días del 103% respecto a la muestra de control y con 20% se obtiene a los 28 días el 91% de la resistencia de control, La utilización de este material como reemplazo de parte del cemento de elementos de concreto o mortero es fundamental sobretodo, donde este material abunda como por ejemplo entre las ciudades de Lambayeque y Pacasmayo debido a que existe la disponibilidad de cascarilla de arroz.

Vivas (2016) Sostuvo que en su proyecto estudio el hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino, investigación que parte con el diseño de un hormigón para una resistencia a la compresión de 180 kg/cm² con la incorporación de ceniza de madera como agregado liviano en sustitución parcial del agregado fino, que será añadida en porcentajes desde el 0, 30, 50 hasta el 70%, verificando la densidad en conjunto y la resistencia a compresión del hormigón en estado endurecido, para establecer lineamientos sobre el comportamiento de éste en relación a las propiedades mencionadas, la obtención artesanal de la ceniza de madera se hará mediante un proceso de calcinación a una temperatura promedio de entre 580 y 600 °C, con

el uso parcial de este agregado se buscará un hormigón de características distintas al convencional, con algunas propiedades especiales que posee el hormigón liviano entre las cuales podemos destacar el aislamiento térmico, acústico y resistencia al fuego para lo cual su densidad no debe exceder los 2.000 kg/m³, Este tipo de hormigón constituiría una gran alternativa de construcción para obras civiles en general, y para nuestro país una respuesta al problema actual del costo de vivienda debido a que por su ligereza en peso y por el aprovechamiento de desechos de madera, sería más económico y conveniente permitiendo así el ahorro de materiales, reducción de áreas de sección asimismo otorgaría la posibilidad de erigir estructuras en terrenos de baja capacidad de soporte y a su vez contribuir a mayores innovaciones de obras.

Orrala y Gómez (2015) Manifiesta que su tesis desarrollada que el fundamento tanto teórico como práctico necesario para garantizar el uso de hormigón con adición de puzolana a base de ceniza producida por la calcinación del cultivo de maíz. Esta ceniza es un material válido en la sustitución parcial del cemento portland, respaldado por normas y ensayos que avalan la puzolana así obtenida, El método de calcinación controlada escogido para realizar la combustión de los residuos del cultivo de maíz detallado en el Capítulo 3 es adecuado, ya que se obtuvo un material puzolánico artificial. Con este método se logró cumplir con los requerimientos de temperatura constante de 500 °C, 600 °C y 700 °C y pérdidas por exposición al fuego menor al 91%, La ceniza de los residuos del cultivo de maíz puede ser utilizada como sustituto parcial del cemento al mejorar las propiedades de resistencia a la compresión en el hormigón, sin modificar el proceso de obtención del mismo. De esta manera se genera un producto de posible comercio considerando que los residuos del cultivo de maíz son un producto renovable, a diferencia de las materias primas utilizadas en la fabricación del cemento portland.

Revista científica Nexo (2014), Vol. 27, No. 02:82-89 En este estudio, se presenta la valoración del uso de las cenizas de bagazo de caña (CBCA) proveniente del Ingenio Monte Rosa (Nicaragua) como material alternativo al

cemento Portland (CP) mediante estudios de caracterización avanzada y propiedades mecánicas, en pastas endurecidas de CP sustituidas en 15 y 45 % por CBCA; además se utilizó pastas de referencia con 100 % CP sobre las cuales se evaluó las resistencias mecánicas (RM), el consumo de hidróxido de calcio y el desarrollo de los productos de reacción. Los resultados revelaron que los valores más altos de RM reportados fueron por el sistema de referencia, indicando que la RM disminuyó con el incremento en el porcentaje de sustitución. Por medio de los análisis de difracción de rayos X (DRX) y análisis térmicos por ATG/ATD fue demostrado el consumo de Ca(OH)_2 que dio lugar a la formación de gel CSH como principal producto de hidratación y responsable de la ganancia de las propiedades mecánicas. Los productos de reacción fueron observados también por microscopía electrónica de barrido (MEB) donde el mecanismo en estado sólido fue notable. A partir de estos resultados se puede concluir que las CBCA son un material puzolánico con una mejor reactividad frente al Ca(OH)_2 con 15 % de sustitución.

1.1. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN

Se pretende con este trabajo teórico determinar el efecto de la sustitución del cemento en un 3 y 5% por cenizas de Huarango en la resistencia de probetas de concreto, con el fin de encontrar alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la ingeniería civil.

También la investigación se justifica en el ámbito social porque busca dar una aplicación a la búsqueda de nuevos materiales orientados a resolver, así como disminuir los problemas en la construcción, en tal sentido existe lugares como el valle del Puruhuay donde se desperdicia este material cementante que podría ser utilizado sin ningún inconveniente en una sustitución adecuada generaría buenas resistencias es en este sentido la gran importancia.

1.2. PROBLEMA

Al realizar esta investigación de las problemáticas estructurales y medio-ambientales existentes en nuestra ciudad, al buscar una solución más factible, se

investigará al árbol de Huarango, aislando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos que se puede dar a esta biomasa. Mediante el análisis de cómo se llevan los procesos con respecto al Huarango, surgieron muchas interrogantes, los cuales llevaron a analizar una considerable cantidad de alternativas en posibles soluciones sobre cómo aprovechar la materia prima.

Por lo expuesto planteo el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es el efecto de la sustitución del 3% y 5% de cemento por ceniza de Huarango en la resistencia de probetas de concreto de $f'c=210$ kg/cm²; Huaraz – 2017?

1.3. CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

1.3.1. TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

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

1.3.2. CONCRETO

El concreto es un material durable y a su vez resistente al trabajarse este material en su forma líquida es moldeable para dar la forma que deseemos, en tal sentido su gran importancia de dicho material en la construcción en cualquier parte del mundo.

El concreto convencional o tradicional tiene en su conformación tres componentes indispensables las cuales son el cemento, agregados y agua, pero adicional mente se le incorpora otro que comúnmente es llamado aditivo.

Una vez realizada la mezcla de estos componentes interviene un quinto componente la cual es el aire. A todo este conjunto de componentes lo llamamos mezcla convencional o tradicional, al transcurrir las horas este concreto empieza a perder características líquidas es donde empieza endurecerse hasta llegar a un concreto endurecido con características mecánicas de resistencia a la compresión y con acero a la flexión.

1.3.2.1. COMPONENTES DEL CONCRETO

A) CEMENTO:

El cemento es un conglomerante hidráulico; este producto mezclado con H₂O forma una pasta que fragua y endurece, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto en el aire, como bajo agua, Días,M. (2012). El cemento portland ordinario (CPO) se obtiene mezclando fragmentos de rocas calizas y arcillas, cociéndolos por encima de la temperatura de clinkerización (1250 °C a 1450 °C) y moliendo en Clinker resultante con la adición de menos de 3.5-4.5 de yeso, como regulador de fraguado, Sepulcre (2005). Las materias primas fundamentales del cemento son las rocas calcáreas, las arcillas que se extraen de los yacimientos a cielo abierto (canteras) y el yeso que se incorpora en el proceso de la molienda para regular el tiempo de fraguado, Riva (2009). El proceso de fabricación consiste en obtener una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio que se obtienen mediante un proceso de cocción a altas temperaturas de las calizas y arcillas calcinados en hornos giratorios,

donde se produce la descomposición de las materias primas (arcilla y caliza) en óxidos que posteriormente se combinan entre sí a una temperatura de 850-1500°C y este producto que sale del horno giratorio se denomina Clinker, Abanto (2009).

Composición química cemento portland

Los componentes principales del cemento Portland son los silicatos y los aluminatos de calcio, estos compuestos se forman por la asociación química de diferentes óxidos como el óxido de calcio (CaO) entre 60-67%, el óxido de silicio (SiO₂) entre 17-25%, el trióxido de aluminio (Al₂O₃) entre 3-8%, el óxido de hierro (Fe₂O₃) entre 0.5-6%, el (MgO) entre 0.5-4%, el álcalis (Na₂O) entre 0.3-1.2% y el (SO₃) entre 2.3-5% Lorca (2014).

Propiedades principales del cemento

Cerca del 90 al 95% de un cemento Portland se compone de 4 minerales principales que son C₃S, C₂S, C₃A y C₄AF y el resto consisten en sulfato de calcio, sulfatos alcalinos sin reacciones como son CaO, MgO, y otros constituyentes menores que quedaron de la clinkerización y los pasos de molienda. Los cuatro minerales del cemento desempeñan papeles muy diferentes en el proceso de hidratación que convierte el cemento seco en la pasta de cemento endurecida. Los C₃S y el C₂S contribuyen prácticamente todas las propiedades beneficiosas mediante la generación del producto de hidratación principal, gel CSH. Sin embargo, el C₂S hidrata mucho más rápidamente que los C₃S y por lo tanto es responsable del desarrollo principal de resistencia inicial Taylor (2014).

Hidratación del cemento

Para producir las reacciones químicas que provocan el endurecimiento del cemento es necesario añadir agua. Este proceso se define como hidratación y los productos que se forman, son productos de hidratación. “El cemento es un sistema químico de componentes anhidro inestables, que al combinarse con agua

forman compuestos hidratados estables que tienen la propiedad de adherirse a los granos de áridos, formando una red resistente Días (2012).

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

La Norma norteamericana ASTM C150, consideran cinco tipos de cemento Portland, cuyas características se presentan en la Tabla I.

Tabla I. Características de composición química del cemento portland.

TIPO	CARACTERISTICAS	LIMITES DE LA COMPOSICION USUAL PROMEDIO (%)			
		C3S	C2S	C3A	C4FA
I	Es el destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exigen propiedades especiales.	40 - 55	25 - 30	8 - 15	5 - 10
II	Es el destinado en general a obras de hormigón expuestas a la acción moderada de sulfatos y a obras donde se requiera moderado calor de hidratación.	40 - 50	25 - 35	8	10 -15
III	Es el que desarrolla altas resistencias iniciales.	50 - 63	15 - 20	3 - 15	8 -12
IV	Es el que desarrolla muy bajo calor de hidratación.	25 - 35	40 - 50	<7%	10 -15
V	Es el que ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos.	32 - 42	38 - 48	<5%	10%

Fuente: La Norma norteamericana ASTM C150.

Los cementos que desarrollan rápidamente sus resistencias, contiene alta proporción de silicato tricálcico y aluminato tricálcico; en definitiva, en

composiciones altas en cal. Como se verá, para esta propiedad también se juega, con la finura. Los cementos de moderado calor de hidratación son usados para los grandes vaciados de concreto y moderada resistencia a los sulfatos son usados en caso de medios agresivos sulfatados, se basan principalmente en la rebaja del contenido de aluminato tricálcico y en parte del silicato tricálcico, es decir, composiciones bajas en alúmina y cal. Para los cementos que deban tener esta resistencia a los sulfatos en más alto grado, el contenido de alúmina se debe bajar aún más drásticamente. Como contrapartida, los cementos con capacidad resistente a los sulfatos ofrecen escasa defensa al paso de los iones cloruro y, por lo mismo, protegen menos el refuerzo metálico

- CEMENTO PORTLAND CON INCORPORADORES DE AIRE: Son aquellos cementos a los que se les adiciona un material incorporador de aire durante la pulverización; para identificarlos se les coloca una "A" así por ejemplo cemento Portland tipo 1-A o tipo 3-A, etc.
- CEMENTO PORTLAND BLANCO: Es el que se obtiene con materiales debidamente seleccionados que le confieren una coloración blanca; prácticamente cumple las especificaciones del cemento Portland tipo 1.

B) AGREGADOS

A los agregados se les llama áridos, estos son aquellos materiales inertes, usualmente pétreos, su forma es granular, naturales o artificiales, que tienen por objetivo abaratar la mezcla y dotarlas de características beneficiosas, entre ellas destaca la disminución de la retracción de fraguado o plástica.

Los agregados conforman la mayor parte de la mezcla o masa de concreto con un 70% y 80% del peso, en tal sentido se les atribuye una gran importancia para la calidad de nuestra mezcla final.

Los agregados deberán ser los adecuados las cuales garanticen y beneficien las cualidades del concreto tales como adherencia con la pasta, la trabajabilidad y desarrollo de la resistencia.

ORÍGENES

A los agregados se les considera como dos fracciones, las más finas se les denomina agregados finos o arenas y a los que están formadas por rocas grandes que estas pueden ser trituradas en tamaños deseados, estos granos redondeados naturales son arrastrados por las aguas de los ríos.

Para la obtención del agregado grueso se debe seleccionar las rocas más sólidas como son granito y similares, las blandas no son recomendables.

B.1) CLASIFICACION DE AGREGADOS

➤ AGREGADO FINO:

La arena más común está formada por granos naturales depositados por aguas. Las arenas de yacimientos o también llamadas de cantera, en los últimos años se ha estado observando el agotamiento de este material debido a la explotación se está generando la escasez de este material por ello se está optando a la trituración de las rocas, aunque ese material obtenido no tenga las mismas características de la arena en estado natural, si la roca es sana recibe un tratamiento adecuado para dar origen a una de mejor calidad.

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

PROPIEDADES FISICAS

- PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³.

Dicho peso depende de ciertas condiciones intrínsecas del agregado, como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación.

- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

PESO UNITARIO SUELTO

Se determina llenando un recipiente con volumen conocido, se deja caer libremente el agregado fino al recipiente desde una altura adecuada después se pesa y se establece la relación peso /volumen (ASTM C29, “método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado” y NTP. 400.017) este ensayo permite convertir pesos en volúmenes y viceversa, esto nos sirve para darnos cuenta en obra algunos cambios en la granulometría o en la forma de los agregados.

PESO UNITARIO COMPACTADO

Se realiza mediante un proceso parecido al anterior, pero compactado el material dentro del molde en tres capas cada capa se varilla 25 veces (ASTM C29 y NTP. 400.017 es la que rige el ensayo y NTP. 400.017)

- PESO ESPECÍFICO

Nos determina a calidad del agregado cuando los valores del agregado son altos entre 2.5 a 2.8 se denomina agregados de excelente calidad, cuando los valores son menores a los mencionados la calidad del material es mala, 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. (“método para determinar los vacíos en el agregado para concretos” ASTM C87 y NTP. 400.021)

- CONTENIDO DE HUMEDAD

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varia, (ASTM C128, C127, C709 y NTP. 339.185).

También se define como la diferencia entre el peso del agregado fino natural y el peso del agregado fino secado en horno por un tiempo de 24 horas, dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

- ABSORCION

Capacidad que tiene el agregado fino de absorber agua en contacto con él o la capacidad del agregado fino de llenar con agua los vacíos internos de las partículas.

Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad nos ayuda a determinar la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto, Según NTP 400.021.

- GRANULOMETRIA

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

La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas (NTP. 400.012).

Antes de comenzar a realizarse cualquier estudio de las características del concreto, se tiene primero que determinar la calidad del agregado con el que se trabaja verificar si cumple los requerimientos básicos de las normas.

La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, en especial de la granulometría y otras características de la arena. Como no es fácil modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado grueso, que se puede cribar y almacenar separadamente sin dificultad, la atención principal se dirige al control de su homogeneidad, ver tabla II.

Tabla II. Requisitos Granulométricos.

Malla	% que Pasa Limites totales
3/8	100
N° 4	89 - 100
N° 8	65 – 100
N° 16	45 – 100
N° 30	25 – 100
N° 50	5 – 70
N° 100	0 – 12

Fuente ASTM C-33.

➤ MODULO DE FINURA

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un Módulo de Fineza no menos a 2.35 ni mayor a 3.15.

Se denomina módulo de finura de las arenas en un parámetro que se obtiene sumando los porcentajes retenidos acumulados en las mallas N°4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100.

En la apreciación del Módulo de Finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducen segregación y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más adecuados para concretos de alta resistencia.

➤ SUPERFICIE ESPECÍFICA

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas.

Material más fino que pasa la malla N° 200

Consiste en determinar la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado, en forma de revenimiento superficial o en forma de partículas sueltas.

El material muy fino, constituido por arcilla y limo, se presenta recubriendo el agregado grueso, o mezclando con la arena.

➤ AGREGADO GRUESO:

Llamamos agregado grueso al retenido por la malla (N°- 9) que tiene una abertura de 4.75 mm, el agregado grueso de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.037.

El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural, la piedra chancada está conformado de fragmentos cuyos perfiles son puntiagudos las cuales mejora en la adherencia con el cemento.

PROPIEDADES FISICAS

Las propiedades físicas que se debe determinar en un agregado grueso serán: peso unitario, peso específico, contenido de humedad, absorción, granulometría.

➤ PESO UNITARIO

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³.

Dicho peso depende de ciertas condiciones intrínsecas del agregado, como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación.

El valor para agregados normales varía entre 1500 y 1700 kg/m³. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados, y en caso de proporcionarse el concreto por volumen. Se determinan dos (2) pesos unitarios. Peso unitario compactado (PUC) y el Peso Unitario Suelto (PUS).

➤ PESO UNITARIO SUELTO

Se determina llenando un recipiente con volumen conocido, se deja caer libremente el agregado grueso al recipiente desde una altura adecuada después se pesa y se establece la relación peso /volumen (ASTM C29, “método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”) este ensayo permite convertir pesos en volúmenes y viceversa, esto nos sirve para darnos cuenta en obra algunos cambios en la granulometría o en la forma de los agregados.

➤ PESO UNITARIO COMPACTADO

Se realiza mediante un proceso parecido al anterior, pero compactado el agregado grueso dentro del molde en tres capas cada capa se varilla 25 veces (ASTM C29 y NTP: 400.017 es la que rige el ensayo)

➤ PESO ESPECÍFICO

Nos determina a calidad del agregado cuando los valores del agregado son altos entre 2.5 a 2.8 se denomina agregados de excelente calidad, cuando los valores son menores a los mencionados la calidad del material es mala, 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. (“método para determinar los vacíos en el agregado para concretos” ASTM C87)

➤ CONTENIDO DE HUMEDAD

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varia, (ASTM C128, C127, C709).

También se define como la diferencia entre el peso del agregado fino natural y el peso del agregado fino secado en horno por un tiempo de 24 horas, dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

➤ ABSORCION

Capacidad que tiene el agregado fino de absorber agua en contacto con él o la capacidad del agregado fino de llenar con agua los vacíos internos de las partículas.

Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad nos ayuda a determinar la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto, Según (NTP 400.021 , 400.022.)

➤ GRANULOMETRIA

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

La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas. (NTP. 400.012).

Antes de comenzar a realizarse cualquier estudio de las características del concreto, se tiene primero que determinar la calidad del agregado con el que se trabaja verificar si cumple los requerimientos básicos de las normas.

Determinar la granulometría de los agregados se designa por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas.

Las Normas Nacionales especifican la granulometría de los agregados gruesos en 10 series, que son similares a las normas ASTM.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma, indicados en la tabla.

Tamaño Máximo

El tamaño máximo del agregado para la elaboración de concreto de alta resistencia deberá ser mantenido en un mínimo, en el orden de ½” a 3/8”, no es recomendable emplear agregados de ¾” y 1”.

También debe considerarse que los agregados de tamaño menor contribuyen a producir concretos de más alta resistencia debido a una menor concentración,

alrededor de las partículas, de esfuerzos originados por una diferencia entre los módulos de elasticidad de la pasta y el agregado.

Tamaño Máximo Nominal

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada, que produce el 1.

Los agregados finos y grueso según la norma ASTM C-33, Y NTP 400.037 deberán

cumplir con las GRADACIONES establecidas en la NTP 400.012, respectivamente. ver tabla III y IV.

Tabla III. Requisitos granulométricos para los agregados grueso.

TAMIZ	% que Pasa
1 1/2"	100
1"	95 – 100
3/4"	-
1/2"	25 – 60
3/8"	-
N° 4	0 - 10
N° 8	0 - 5

Fuente: NTP

Tabla IV. Requisitos Granulométricos del agregado fino.

TAMIZ	% que Pasa
3/8"	100
N° 4	95 - 100

N° 8	80 – 100
N° 16	50 - 85
N° 30	25 - 60
N° 50	10 - 30
N° 100	2 - 10
N° 200	0 - 5

Fuente: Elaboración propia.

➤ **MODULO DE FINURA**

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra, se usa para controlar la uniformidad de los agregados.

Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, dividido entre 100.

➤ **SUPERFICIE**

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas.

C) AGUA DE MEZCLA

El agua juega un papel indispensable en la elaboración del concreto ya sea en el mezclado, fraguado y curado, el agua nos permite que se realice una reacción química que es la hidratación del cemento y hacer que sea una mezcla moldeable esto es en la etapa inicial pasándolo a una etapa de endurecimiento hasta realizar la resistencia en un periodo de tiempo.

El agua de mezclado como el agua de curado no debe contener sustancias contaminadoras por ser perjudicial para curar nuestro concreto porque alteraría nuestros resultados que esperamos, en zonas urbanas generalmente se utiliza agua potable estas presentan un contenido de minerales de 2500ppm en peso, por lo general esta agua es adecuada.

Cuando se trabaje con agua de pozos ríos y lagos debe realizarse un estudio previo para determinar si existe materiales contaminantes o presencia de sales, azúcares, así como la verificación río arriba para observar si tiene contacto con aguas servidas, estas alteraran al concreto en sus propiedades de trabajabilidad, tiempo de fraguado, resistencia mecánica, adherencia entre concreto y refuerzo, permeabilidad, durabilidad, etc., ver Tabla V.

Tabla V. Valores máximos admisibles de sustancias en el agua.

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300ppm.
Sulfatos	300ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
pH	Mayor de 7 a 12
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 pm.

FUENTE: NTP 339.088

AGUAS PROHIBIDAS

Está prohibido emplear en la preparación del concreto:

- Aguas ácidas. En general, el agua de mezclado que contiene ácidos clorhídricos, sulfúrico y otros ácidos inorgánicos comunes en concentraciones inferiores a 10,000 ppm no tiene un efecto adverso en la resistencia. Las aguas ácidas con valores pH menores que 3.0 pueden ocasionar problemas de manejo y se deben evitar en la medida de lo posible
 - Aguas calcáreas; minerales; carbonatadas; o naturales, provenientes de minas o relaves o que contengan residuos industriales.
 - Aguas con un contenido de cloruro de sodio mayor del 3%; o un contenido de sulfato mayor del 1%.
 - Aguas que contengan algas; materia orgánica: humus; partículas de carbón; turba; azufre; o descargas de desagües.
 - Aguas que contengan ácido húmico u otros ácidos orgánicos.
 - Aguas que contengan azúcares o sus derivados.
 - Aguas con porcentajes significativos de sales de sodio o potasio disueltas, en especial en todos aquellos casos en que es posible la reacción álcali-agregado. Las aguas con concentraciones de hidróxido de sodio de 0.5% el peso del cemento, no afecta en gran medida a la resistencia del concreto toda vez que no ocasionen un fraguado rápido.

1.3.3. DISEÑO DE CONCRETO

El diseño de concreto es la combinación de materiales como son agregado fino, agregado grueso, cemento y agua, previa selección de estas, que nos garanticen una mejor trabajabilidad, consistencia adecuada, llamamos diseño al proceso por el cual calculamos la cantidad de materiales bajo el parámetro de la resistencia deseada.

Se maneja el parámetro de la trabajabilidad definiéndolo como la capacidad de ser colocado y consolidado, ensayos (Cono de Abrams), que mide la consistencia y fluidez del diseño de mezcla.

la consistencia de concreto es el estado de fluidez, que tan dura o blanda esta la

mezcla, la plasticidad es cuando es concreto fresco cambia de forma y la exudación que consiste en qué parte del agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie durante el proceso de fraguado de los especímenes.

El diseño del concreto es un proceso muy delicado de cálculo siguiendo pasos de acuerdo al método de diseño que se adopte.

1.3.3.1. DURABILIDAD DEL CONCRETO

La durabilidad del concreto es la resistencia a diferentes factores como son abrasión, ataques químicos, factores ambientales como interperismo entre otros deterioros que podría darse en el concreto

Comité 201 del American Concrete Institute (ACI), indica que, el concreto es diseñado para una resistencia mínima a compresión. Esta especificación de la resistencia puede tener algunas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la cantidad de material cementante. Es importante asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles o en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en las características más importante por tema de durabilidad.

1.3.3.2. DOSIFICACIÓN DE UNA MEZCLA DE CONCRETO

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

Dicho sistema consiste en preparar una mezcla de concreto con unas proporciones iniciales y calculadas por diferentes métodos. A la mezcla de prueba se le realizan los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y

resistencia a la compresión.

Estos datos se comparan con la especificación y si llegan a ser diferentes o no cumplen con la expectativa de calidad se reajustan las cantidades, se elabora nuevamente la mezcla que debe cumplir todos los ensayos de control de calidad, si nuevamente no cumple los requisitos exigidos es necesario revisar los materiales, el método del diseño y nuevamente otra mezcla de concreto hasta ajustar los requisitos exigidos por la especificación.

a) DATOS DE LOS MATERIALES

De las propiedades de los materiales que se van a utilizar se debe conocer:

- Granulometría.
- Módulo de finura del agregado fino.
- Tamaño máximo del agregado grueso.
- Densidad aparente del agregado fino y grueso.
- Absorción del agregado fino y grueso.
- Masa unitaria compacta del agregado grueso.
- Humedad de los agregados inmediatamente antes de hacer la mezcla.
- Densidad del cemento.

b) PROCESO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

- Estudio de las especificaciones de la obra.
- Definición de la resistencia Compresión.
- Elección del asentamiento.
- Estimación cantidad de aire.
- Estimación contenida de agua.
- Definir relación agua/material cementante.
- Contenido de material cementante.
- Verificar las granulometrías de los agregados.
- Estimación de agregado grueso.
- Estimación de agregado fino.

- Ajuste por humedad.
- Ajuste del diseño de mezcla.

1.3.3.3. TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO

Powers, S. (1992), indica que la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte y el manoseo. El grado de la trabajabilidad que se requiere para una buena colocación del concreto se controla por los métodos de colocación, tipo de consolidación y tipo de concreto. Los diferentes tipos de colocación requieren diferentes niveles de trabajabilidad. Los factores que influyen en la trabajabilidad del concreto son:

- (1) el método y la duración del transporte;
- (2) cantidad y características de los materiales cementantes;
- (3) consistencia del concreto (asentamiento en cono de Abrams o revenimiento)
- (4) tamaño, forma y textura superficial de los agregados finos y gruesos;
- (5) aire incluido (aire incorporado);
- (6) cantidad de agua;
- (7) temperatura del concreto y del aire y
- (8) aditivos.

La distribución uniforme de las partículas de agregado y la presencia de aire incorporado ayudan considerablemente en el control de la segregación y en la mejoría de la trabajabilidad. También enseña el efecto de la temperatura de colocación sobre la consistencia o asentamiento en cono de Abrams y sobre la trabajabilidad potencial de las mezclas. Las propiedades relacionadas con la trabajabilidad incluyen consistencia, segregación, movilidad, bombeabilidad, sangrado (exudación) y facilidad de acabado. La consistencia es considerada una

buena indicación de trabajabilidad. El asentamiento en cono de Abrams se usa como medida de la consistencia y de la humedad del concreto. Un concreto de bajo revenimiento tiene una consistencia rígida o seca. Si la consistencia es muy seca y rígida, la colocación y compactación del concreto serán difíciles y las partículas más grandes de agregados pueden separarse de la mezcla. Sin embargo, no debe suponerse que una mezcla más húmeda y fluida es más trabajable. Si la mezcla es muy húmeda, pueden ocurrir segregación y formación de huecos. La consistencia debe ser lo más seca posible para que aún se permita la colocación empleándose los equipos de consolidación disponibles.

1.3.3.4. SANGRADO Y ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

Kosmatka (1994), indica que el sangrado (exudación) es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie. El sangrado es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado. Un poco de sangrado es útil en el control de la fisuración por retracción plástica. Por otro lado, la excesiva aumenta la relación agua-cemento cerca de la superficie; puede ocurrir una camada superficial débil y con poca durabilidad, particularmente si se hace el acabado cuando el agua de sangrado aún está presente. Los vacíos y bolsas de agua pueden ocurrir, resultantes del acabado prematuro de la superficie.

Después que toda el agua de sangrado (exudación) se evapore, la superficie endurecida va a ser un poco más baja que la superficie recién colocada. Esta disminución de la altura desde el momento de la colocación (puesta, colado) hasta el inicio del fraguado se llama retracción por sedimentación. La tasa de sangrado (exudación) y la capacidad de sangrado (sedimentación total por unidad de peso del concreto original) aumentan con la cantidad inicial de agua, altura del elemento de concreto y presión. El uso de agregados de granulometría

adecuada, ciertos aditivos químicos, aire incluido, materiales cementantes suplementarios y cementos más finos reduce el sangrado. El concreto usado para rellenar vacíos, proporcionar soporte o proporcionar impermeabilidad con una buena adhesión debe presentar bajo sangrado para evitar formación de bolsas de agua.

1.3.3.5. HIDRATACIÓN, TIEMPO DE FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO DEL CONCRETO

En la Figura N°- 1 se ilustra el proceso de hidratación del cemento. Al contacto del agua con el polvo de cemento se inicia una reacción química (fraguado) desde la superficie hacia el centro de cada uno de los granos (de diferente tamaño) que constituyen el cemento (cuadro a). A los pocos minutos ya se ha formado un coloide (sol) alrededor de cada grano (cuadro b); las áreas coloidales crecen y se funden en una matriz dentro de la cual quedan partículas de cemento y agua libre (cuadro c); la matriz va endureciendo gradualmente y, en pocas horas, se convierte en un gel con inclusiones de cemento sin reaccionar, agua libre, poros y cristales (cuadro d). Siempre que haya humedad ambiental el proceso de fraguado continúa varios años, y, como en toda reacción química, la temperatura ambiente condiciona la velocidad de reacción. A largo plazo, la matriz de pasta de cemento está formada por:

- a) Haces de fibras entrecruzadas.
- b) Inclusiones de granos de cemento (los más grandes originalmente) que todavía están en proceso de reaccionar.
- c) Canales y poros, ocupados o no por agua.
- d) Cristales (cal, aluminatos y sulfoaluminatos), (“Cemento Portland. Determinación del calor de hidratación” y ASTM C186).

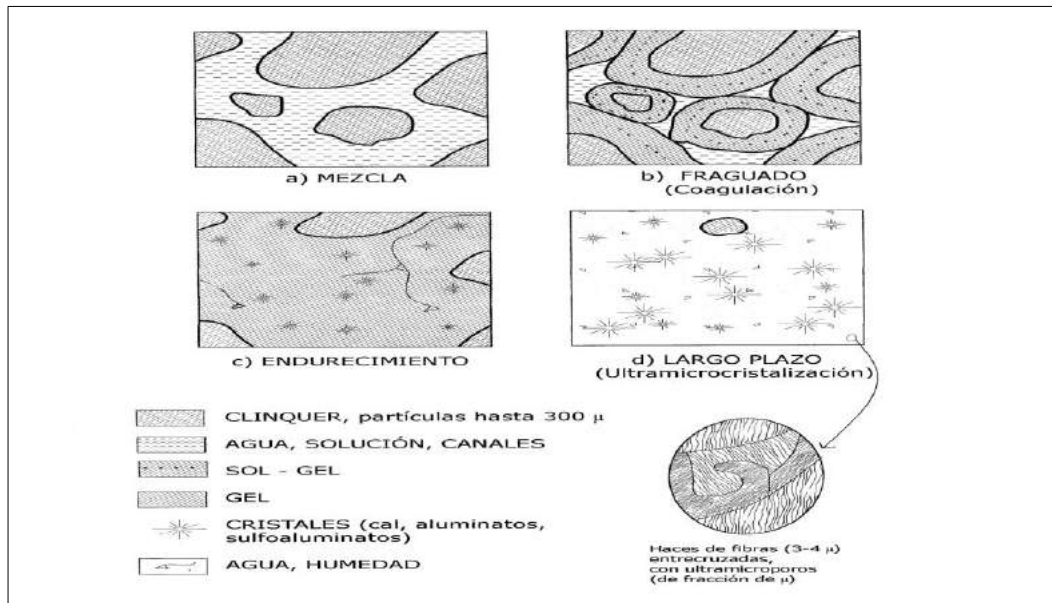


Figura N°- 1. Se ilustra del proceso de hidratación del cemento.

Fuente: Elaboración propia.

La composición química del silicato de calcio hidratado es un tanto variable, pero contiene cal (CaO) y dióxido de silicio (SiO₂) en una proporción de 3 para 2. El área superficial del silicato de calcio hidratado es unos 300 m²/ gramo. En pastas endurecidas de cemento, el silicato de calcio hidratado forma un vínculo denso entre las otras fases cristalinas y los granos de cemento aún no hidratados; también se adhiere a los granos de arena y a los agregados gruesos, cementándolo todo junto.

1.3.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplicada. Si se presentaran fallas será debido a fracturamiento, existen algunos materiales que no se rompen en la compresión esto es debido a la cantidad de esfuerzo necesario para deformar, según (NTP. 339.034)

La resistencia a la compresión se calculará dividiendo la carga máxima aplicada por el área transversal del espécimen en un ensayo a la compresión. Ver la Figura N°- 2



Figura N°- 2 Resistencia a la compresión.

Fuente: Elaboración propia.

La resistencia inicia desde la etapa de mezclado por ello se realiza el “asentamiento” del fraguado, continua ganando resistencia al principio acelerado, con el transcurrir del tiempo disminuye la velocidad para ganar resistencia hasta llegar a los 28 días en donde se manifiesta con la resistencia deseada.

1.3.4.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Osorio, J. (2013), señala que los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto son:

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

resistencia y a menor contenido la resistencia del concreto va a ser menor.

➤ La relación agua-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. Este es el factor más importante en la resistencia del concreto: Relación agua-cemento = A/C , (A: Contenido de agua en la mezcla en kg, y C: Contenido de cemento en la mezcla en kg). De acuerdo con la expresión anterior, existen dos formas de que la relación agua-cemento aumente y por tanto la resistencia del concreto disminuya: aumentando la cantidad de agua de la mezcla o disminuyendo la cantidad de cemento. Esto es muy importante tenerlo en cuenta, ya que en la práctica se puede alterar la relación agua-cemento por adiciones de agua después de mezclado el concreto con el fin de restablecer asentamiento o aumentar el tiempo de manejabilidad, lo cual va en decrecimiento de la resistencia del concreto y por tanto esta práctica debe evitarse para garantizar la resistencia para la cual el concreto fue diseñado. Se debe tener en cuenta si el concreto va a llevar aire incluido (naturalmente atrapado más incorporado), debido a que el contenido de aire reduce la resistencia del concreto, por lo tanto para que el concreto con aire incluido obtenga la misma resistencia debe tener una relación agua-cemento más baja.

➤ 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. La forma y textura de los agregados también influyen. Los agregados de forma cúbica y rugosa permiten mayor adherencia de la interface matriz-agregado respecto de los agregados redondeados y lisos, aumentando la resistencia del concreto. Sin embargo, este efecto se compensa debido a que los primeros requieren mayor

contenido de agua que los segundos para obtener la misma manejabilidad. La resistencia y rigidez de las partículas del agregado también influyen en la resistencia del concreto.

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

➤ El 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, es decir el tiempo de fraguado. Por tanto, es muy importante su determinación.

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

➤ El curado del concreto, es el proceso mediante el cual se controla la pérdida de agua de la masa de concreto por efecto de la temperatura, sol, viento, humedad relativa, para garantizar la completa hidratación de los granos de cemento y por

tanto garantizar la resistencia final del concreto. El objeto del curado es mantener tan saturado como sea posible el concreto para permitir la total hidratación del cemento; pues si está no se completa la resistencia final del concretos se disminuirá.

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

1.3.5. HUARANGO

Es un árbol espinoso muy invasor (*Prosopis pallida*), Alcanza 10 m de altura. Su dura madera se usa para hacer muebles y parkés. La corteza sirve para curtir cueros. La resina de su tronco se usa para teñir.

Tiene alta capacidad de infestación con renovales. Es muy espinoso. Posee flores verdes amarillentas y largas legumbres llenas de pequeñas semillas marrones. Es una planta muy exitosa en propagarse invasivamente, debido a su habilidad de reproducirse de dos maneras: produce grandes cantidades de semillas muy livianas, de fácil dispersión, y se clona produciendo muchas plantas renovales (reproducción vegetativa), compitiendo contra las plantas cercanas al imponerles su sombra. Sobrevive muy bien a la extrema sequedad, debido a sus extremadamente largas raíces.

Uso como desecho

Es una especie introducida en muchos ambientes por su acelerado crecimiento, con buena sombra, y su madera es excelente para leña. También es útil contra la erosión, pero, ya establecido, este árbol generalmente domina el hábitat. Las semillas son alimento para el ganado, y las flores son atractivas para las abejas.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE:

VARIABLE DEPENDIENTE: ‘RESISTENCIA DE LA PROBETA DE CONCRETO’

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia del Concreto	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material al aplicarle cargas de aplastamiento. (Reyna C. 2016).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de concreto bajo una carga capaz de cumplir con las condiciones indicadas en la norma N.T.P.	Kg/cm ²

VARIABLE INDEPENDIENTE:

SUSTITUCIÓN DEL 3 Y 5% DE CEMENTO POR CENIZA DE HUARANGO

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución de 3 y 5% de cemento por cenizas de huarango	Sustitución de un porcentaje de cemento por la combinación de ceniza de huarango 3 y 5% en comparación a un diseño convencional de la probeta de concreto.	3 y 5% de ceniza de huarango.

1.4. HIPOTESIS

La sustitución del 3 y 5% de cemento por ceniza de Huarango incrementa la resistencia en la compresión en un concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$; Huaraz – 2017

1.5. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la sustitución de 3 y 5% de cemento por ceniza de Huarango.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el rango de activación de la ceniza de Huarango mediante la activación térmica Diferencial.
- Determinar la composición química de la ceniza de Huarango utilizando el ensayo de Fluorescencia de Rayos X
- Determinar el pH de la ceniza de Huarango.
- Determinar la resistencia de los especímenes patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días y comparar resultados.

2. METODOLOGÍA DEL TRABAJO:

a. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Según el proceso es Aplicada, porque la investigación que se realizará apoyará a lograr un nuevo conocimiento, así como a dar soluciones a fin de conocer el efecto de la sustitución del cemento en un 3 y 5% por ceniza de Huarango en la resistencia del concreto.

Siguiendo los parámetros de la ciencia.

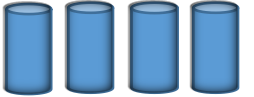
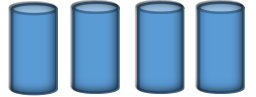
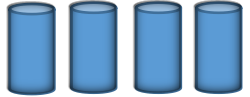






Explicativa, porque los datos de la investigación a realizarse serán obtenidos de acuerdo a la observación de fenómenos condicionados por el investigador, Se realizará la experimentación.

b. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Es un diseño experimental del tipo en bloque al azar, se realizará comparación con el diseño convencional y el elaborado con la sustitución de un porcentaje de cemento por de cenizas de Huarango, el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

➤ **DISEÑO DE BLOQUE COMPLETO AL AZAR**

- Cenizas de Huarango.

Días de Curado	RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO SUSTITUYENDO CENIZA DE HUARANGO		
	0%	3%	5%
7			
14			
28			

2.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

Conjunto de probetas de concreto con diseño capaz cumplir las condiciones de resistencias indicadas en el reglamento N.T.P.

Para este estudio se trabajará con una muestra de 36 probetas de concreto, 12 probetas sin sustitución, 12 probetas de concreto con sustitución del cemento por ceniza de Huarango en un 3% y 12 probetas de concreto sustituyendo el 5 % de cemento por ceniza de Huarango.

Para la elaboración de las unidades de estudio (probetas) se utilizaron las siguientes referencias:

- Madera de Huarango del valle de Puruhuay del distrito de Quiches- Sihuas- Ancash.
- Los agregados para el diseño de las probetas se compraron de la cantera Tacllan “Rolan.”
- El material será llevado en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro – filial Huaraz.
- El tamaño máximo nominal será de 3/4"
- Cemento portland Tipo I marca “SOL”

2.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación Resumen. Fichas técnicas del laboratorio de los ensayos a realizar.

Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión, según NTP. 339.034 (ver anexos).

3. RESULTADOS.

3.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo detallo los resultados obtenidos a través de los diferentes ensayos realizados, buscando sus interacciones y variaciones, que expresados en cuadros gráficos nos proporcionan datos suficientes para formular las conclusiones y recomendaciones.

Como se indicó en esta tesis se utilizó el cemento sol tipo I, y agregados de la cantera de Tacllan “Rolan” de la ciudad de Huaraz, utilizando ceniza de madera de Huarango sustituyendo al cemento en porcentajes de 3% y 5 %.

El método que se empleó para el diseño de mezcla es el ACI.

La experiencia y la observación durante todo el proceso de la investigación, permitirá visualizar mediante el análisis de los resultados, en qué medida aumenta o disminuya la resistencia a la compresión de los diferentes tipos de probetas empleados, para diferentes cantidades de cemento, ceniza según la edad del concreto obtenido en días de ensayo, lo cual nos proporcionará datos para poder obtener el objetivo de estos.

3.2. MATERIALES Y ENSAYOS

3.2.1. CEMENTO

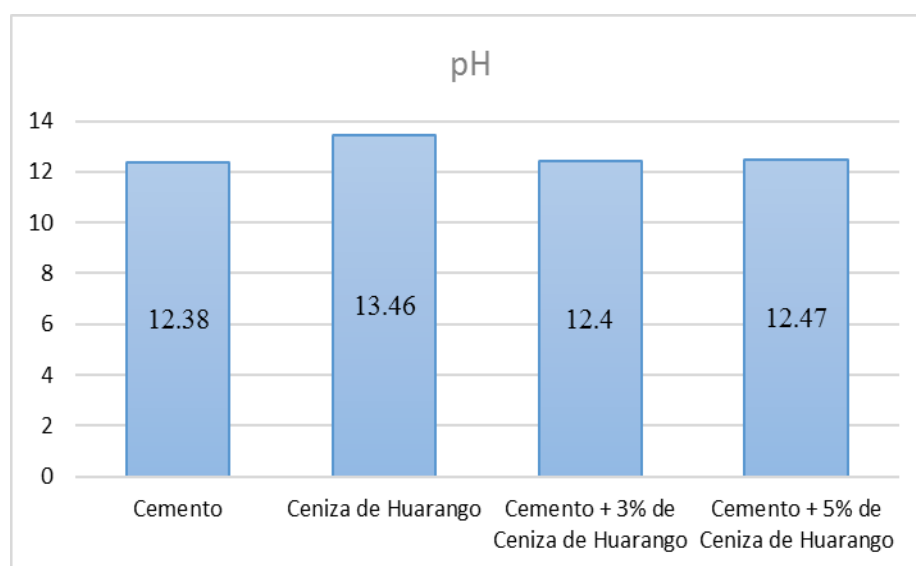
El cemento portland utilizado en la presente tesis es de la marca sol del tipo I, siendo este el más utilizado en la provincia de Huaraz y distritos.

3.2.1.1. ANALISIS DE PH DEL CEMENTO.

El Ph se realizó con normalidad en el Grafico N°- 01 presento los datos obtenidos.

- **Universidad** : Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” (UNASAM).
- **Laboratorio** : De análisis de suelos y aguas.
- **Provincia** : Huaraz.
- **Departamento** : Ancash.

Grafico N°- 01: pH de materiales utilizados.



Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. CANTERA (AGREGADOS)

Los agregados utilizados fueron obtenidos de la cantera cuyos datos obtenidos los presento a continuación:

- **DENOMINACION:** Cantera del Rio Santa.
- **UBICACIÓN**
 - **Cantera** : Rolan.
 - **Sector** : Tacllan.
 - **Distrito** : Huaraz.
 - **Provincia** : Huaraz.
 - **Departamento** : Ancash.

Movilidad (Zona urbana de Huaraz)	Cantera Rolan (tiempo aproximado)	Costo (S/.)
Taxi	10 minutos	3.5

3.2.2.1. ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS:

- Contenido de humedad agregado fino y grueso.

- Análisis granulométrico fino y grueso.
- Peso específico y absorción del agregado fino.
- Peso específico y absorción del agregado grueso.
- Pesos unitarios.
- Resistencia a la compresión.
 - **Universidad** : Universidad Privada San Pedro (USP).
 - **Laboratorio** : Mecánica de suelos y ensayo de materiales.
 - **Distrito** : Independencia
 - **Provincia** : Huaraz.
 - **Departamento** : Ancash.

3.2.3. AGUA

El agua usada para la dosificación y elaboración de especímenes de concreto fue potable de la ciudad de Huaraz la misma que cumple con todos los requisitos normativos vigentes.

3.2.4. CENIZA

La ceniza obtenida es de la madera de Huarango de:

- **DENOMINACION:** Valle del Puruhuay.
- **UBICACIÓN**
 - **Sector** : Puruhuay.
 - **Distrito** : Quiches.
 - **Provincia** : Sihuas.
 - **Departamento** : Ancash.
- **Coordenadas**
 - Longitud = 77°27'55.79" O
 - Latitud = 8°20'4.56" S



Figura N.- 03: Vista panorámica del lugar de obtención de la madera de Huarango.

Fuente: Elaboración propia (google Earth)

3.2.4.1. ACTIVACION MANUAL PARA OBTENER LA CENIZA DE HUARANGO.

Se realizó en el valle del Puruhuyay por un periodo de tiempo de 24 horas teniendo especial precaución que no se mezcle con otros materiales “arcillas”, posterior a ello se llevó la muestra de ceniza al laboratorio para el ATD.

3.2.4.2. ATD DE LA CENIZA DE HUARANGO.

Se analizó la ceniza de Huarango mediante el ensayo de Análisis térmico Diferencial (ATD) en:

- **Universidad** : Universidad Nacional de Trujillo (UNT).
- **Laboratorio** : De polímeros.
- **Provincia** : Trujillo.
- **Departamento** : La Libertad.

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una gran estabilidad térmica del material, indicando que recién a los 650°C el material comienza a perder masa y llega caer hasta un valor máximo de 17.5 mg lo que representa una pérdida del 27% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 105°C, uno de menor intensidad a 200°C y otro pico más intenso a 840°C, con gran posibilidad de existir cambio estructural y en las características del material.

Figura N° - 04: Se describe la conclusión según el ensayo realizado.

Fuente: Laboratorio de polímeros- departamento de ingeniería de materiales – UNT

3.2.4.3. CALCINACIÓN DE LA MADERA DE HUARANGO A 840 °C.

- **Universidad** : Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” (UNASAM).
- **Laboratorio** : De análisis de suelos y aguas.
- **Provincia** : Huaraz.

- **Departamento** : Ancash.

N°- calcinacion	fecha de calcinación	peso de leña en kg	tiempo de calcinación promedio (minutos)	ceniza en (kg)	total de ceniza x día en gramos
1	21/06/2017	3.4	110	0.0562	166.66
2		3.5		0.0569	
3		3.3		0.0535	
4	22/06/2017	3.4	114	0.0551	223.83
5		3.5		0.0566	
6		3.4		0.0550	
7		3.5		0.0571	
8	23/06/2017	3.5	117	0.0578	224.98
9		3.4		0.0551	
10		3.2		0.0523	
11		3.6		0.0597	
12	24/06/2017	3.5	115	0.0569	172.63
13		3.7		0.0599	
14		3.4		0.0558	
15	26/06/2017	3.3	113	0.0535	219.57
16		3.8		0.0624	
17		3.5		0.0578	
18		2.8		0.0459	
19	27/06/2017	3.7	116	0.0599	169.84
20		3.9		0.0640	
21		2.8		0.0459	
22	28/06/2017	3.1	119	0.0509	168.53
23		3.5		0.0574	
24		3.7		0.0602	
25	29/06/2017	3.5	118	0.0573	166.68
26		3.5		0.0566	
27		3.2		0.0528	
28	30/06/2017	3.3	115	0.0538	224.16
29		2.9		0.0476	
30		4.0		0.0650	
31		3.5		0.0578	
32	01/07/2017	3.3	120	0.0538	169.19
33		3.3		0.0538	
34		3.8		0.0615	
35	03/07/2017	3.2	117	0.0519	228.43
36		3.5		0.0574	
37		3.6		0.0584	
38		3.7		0.0607	
39	04/07/2017	3.2	114	0.0517	209.06
40		3.3		0.0535	
41		3.1		0.0515	
42		3.2		0.0523	
43	05/06/2017	3.4	119	0.0561	164.43
44		3.1		0.0509	
45		3.5		0.0574	
Cantidad total en Gramos					2507.99

Figura N°- 05: Cantidad total obtenida de la calcinación de la ceniza de Huarango.

Fuente: Elaboración propia, calcinación realizada en el Laboratorio de la UNASAM.

Muestra N°	Peso obtenido Kg
ceniza	2.50

ENSAYOS:
1. Obtención de ceniza

Figura N° - 06: Cantidad total obtenida de la calcinación de la ceniza de Huarango.

Fuente: Realizado en el Laboratorio de análisis de suelos y aguas – UNASAM.

3.2.4.4. ANALISIS DE PH.

- **Universidad** : Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo ” (UNASAM).
- **Laboratorio** : De análisis de suelos y aguas.
- **Provincia** : Huaraz.
- **Departamento** : Ancash.

3.2.4.5. ANALISIS DE FLUORECENCIA (FRXDE).

- **Universidad** : Universidad Nacional San Marcos (UNMSM).
- **Facultad** : Ciencias físicas.
- **Laboratorio** : Arqueometría.
- **Provincia** : Lima.
- **Departamento** : LIMA.

Oxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	9.507	14.994
SiO ₂	6.930	10.930
P ₂ O ₅	1.738	2.740
SO ₂	1.622	2.559
ClO ₂	0.800	1.262
K ₂ O	11.270	17.775
CaO	30.856	48.666
TiO ₂	0.019	0.029
MnO	0.017	0.027
Fe ₂ O ₃	0.250	0.394
Ni ₂ O ₃	0.004	0.006
CuO	0.004	0.007
ZnO	0.049	0.078
Rb ₂ O	0.003	0.006
SrO	0.251	0.395
ZrO ₂	0.034	0.054
Totales	63.403	100.00

Figura N°- 07: Composición química de la ceniza de Huarango.

Fuente: Laboratorio de Ciencias Físicas – Laboratorio de Areometría – UNMSM

3.2.5. DISEÑO POR EL MÉTODO ACI

Con los datos obtenidos de los ensayos se realizó el diseño de mezcla para 36 probetas en 6 tandas, cada tanda con mezcla para 6 probetas con el propósito de no esforzar la mezcladora.

3.2.6. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

- **Universidad** : Universidad Privada San Pedro (USP).
- **Laboratorio** : Mecánica de suelos y ensayo de materiales.
- **Distrito** : Independencia
- **Provincia** : Huaraz.

PROBETAS REALIZADAS EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Nº	ELEMENTO	FECHA		EDAD	RESISTENCIA		F'c	
		MOLDEO	ROTURA	DIAS	LIBRAS	KG	KG/CM2	%
1	PATRON 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	58310	26448.48	149.68	71.28
2	PATRON 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	59720	27088.03	153.30	73.00
3	PATRON 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	57360	26017.57	147.24	70.11
4	PATRON 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	58620	26589.09	150.48	71.66
5	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	62093	28164.38	159.39	75.90
6	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	64302	29166.35	165.06	78.60
7	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	63647	28869.25	163.38	77.80
8	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	64956	29462.96	166.74	79.40
9	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	62993	28572.61	161.70	77.00
10	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	63811	28943.64	163.80	78.00
11	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	61356	27830.09	157.50	75.00
12	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	64628	29314.22	165.90	79.00
13	PATRON 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	69000	31297.29	177.12	84.34
14	PATRON 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	71590	32472.07	183.77	87.51
15	PATRON 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	70519	31986.28	181.02	86.20
16	PATRON 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	71192	32291.54	182.75	87.02
17	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	72318	32802.28	185.64	88.40
18	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	71828	32580.02	184.38	87.80
19	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	72973	33099.38	187.32	89.20
20	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	72515	32891.64	186.14	88.64
21	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	69220	31397.08	177.69	84.61
22	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	67656	30687.67	173.67	82.70
23	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	66511	30168.32	170.73	81.30
24	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	68310	30984.32	175.35	83.50
25	PATRON 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	85250	38668.03	218.83	104.21
26	PATRON 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	84460	38309.70	216.81	103.24
27	PATRON 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	86980	39452.73	223.28	106.32
28	PATRON 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	87290	39593.34	224.07	106.70
29	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	89417	40557.95	229.53	109.30
30	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	90971	41262.98	233.52	111.20
31	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	89989	40817.70	231.00	110.00
32	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	88190	40001.35	226.38	107.80
33	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	91150	41344.17	233.98	111.42
34	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	89460	40577.61	229.64	109.35
35	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	88870	40310.00	228.13	108.63
36	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	87730	39792.91	225.20	107.24

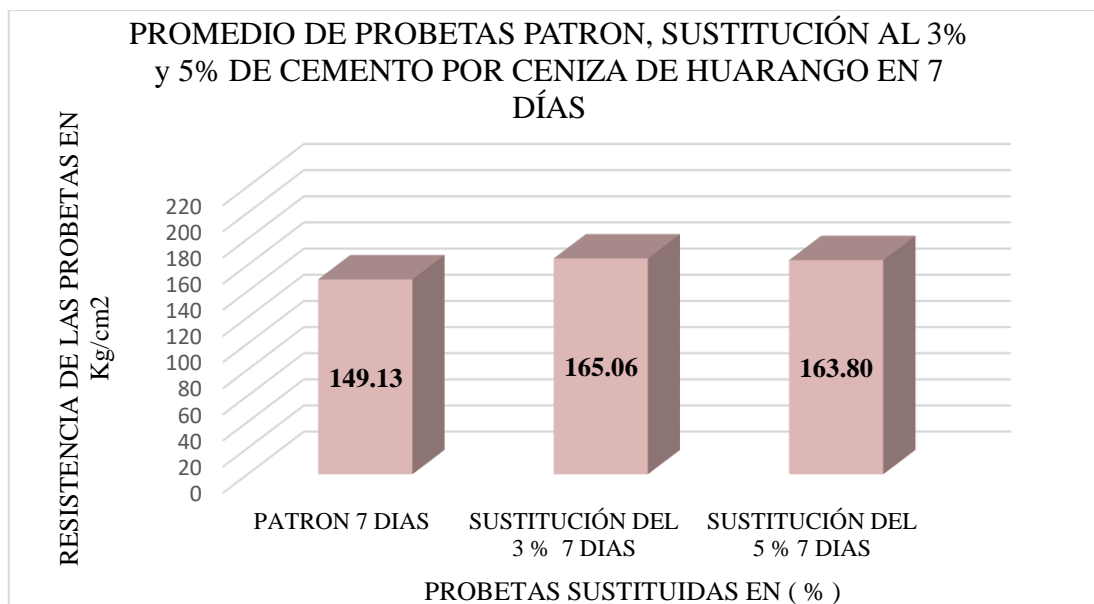
3.3. PROBETAS DEFINITIVAS ANALIZADAS CON SUS RESPECTIVOS PROMEDIOS Y PORCENTAJES.

MUESTRAS SELECCIONADAS									
N°	ELEMENTO	FECHA		EDAD	KG	KG/CM2	%	PROMEDIO	
		MOLDEO	ROTURA	DIAS				%	KG/CM2
1	PATRON 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	26,448	149.68	71.28		
2	PATRON 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	26,018	147.24	70.11	71.02	149.13
3	PATRON 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	26,589	150.48	71.66		
4	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	28,164	165.06	78.60		
5	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	29,166	163.38	77.80	78.60	165.06
6	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	29,463	166.74	79.40		
7	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	28,573	161.70	77.00		
8	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	28,944	163.80	78.00	78.00	163.80
9	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 7 DIAS	19/07/2017	26/07/2017	7	29,314	165.90	79.00		
10	PATRON 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	32,472	183.77	87.51		
11	PATRON 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	31,986	181.02	86.20	86.91	182.51
12	PATRON 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	32,292	182.75	87.02		
13	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	32,802	185.64	88.40		
14	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	33,099	187.32	89.20	88.7	186.37
15	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	32,892	186.14	88.64		
16	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	31,397	177.69	84.61		
17	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	30,688	173.67	82.70	83.60	175.57
18	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 14 DIAS	19/07/2017	02/08/2017	14	30,984	175.35	83.50		
19	PATRON 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	38,668	218.83	104.21		
20	PATRON 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	39,453	223.28	106.32	105.74	222.06
21	PATRON 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	39,593	224.07	106.70		
22	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	40,558	229.53	109.30		
23	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	41,263	233.52	111.20	110.17	231.35
24	SUSTITUCIÓN DEL 3 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	40,818	231.00	110.00		
25	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	40,578	229.64	109.35		
26	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	40,310	228.13	108.63	108.41	227.66
27	SUSTITUCIÓN DEL 5 % 28 DIAS	19/07/2017	16/08/2017	28	39,793	225.20	107.24		

➤ **RESISTENCIA A LA COMPRESION (promedios)**

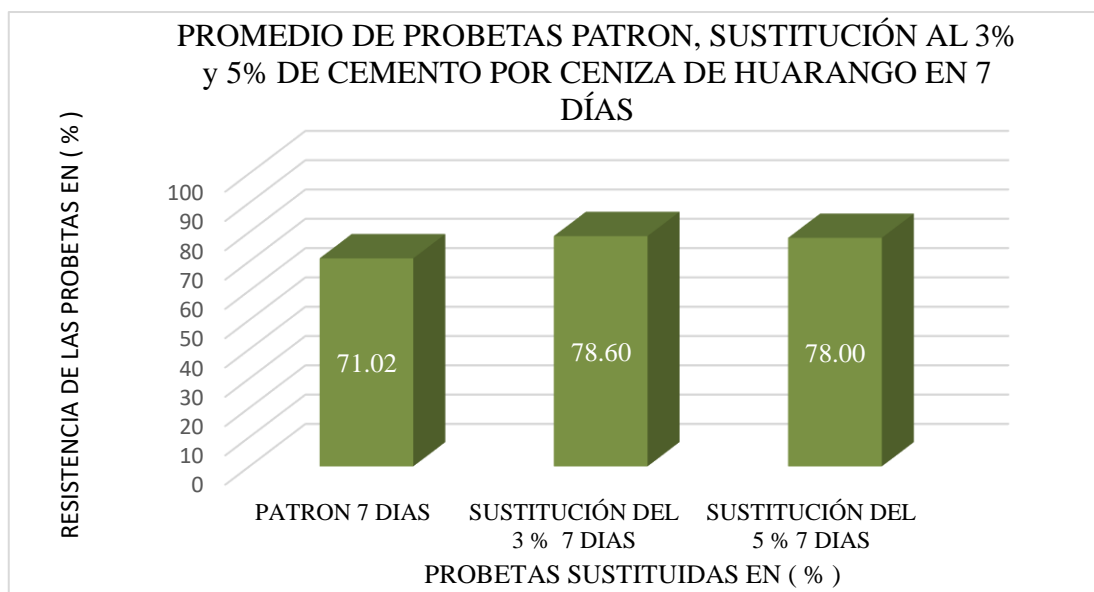
➤ **resistencia a la compresión a 7 días de curado**

Grafico 02: 7 días de curado de las probetas de concreto en kg/cm2.



Fuente: Elaboración propia.

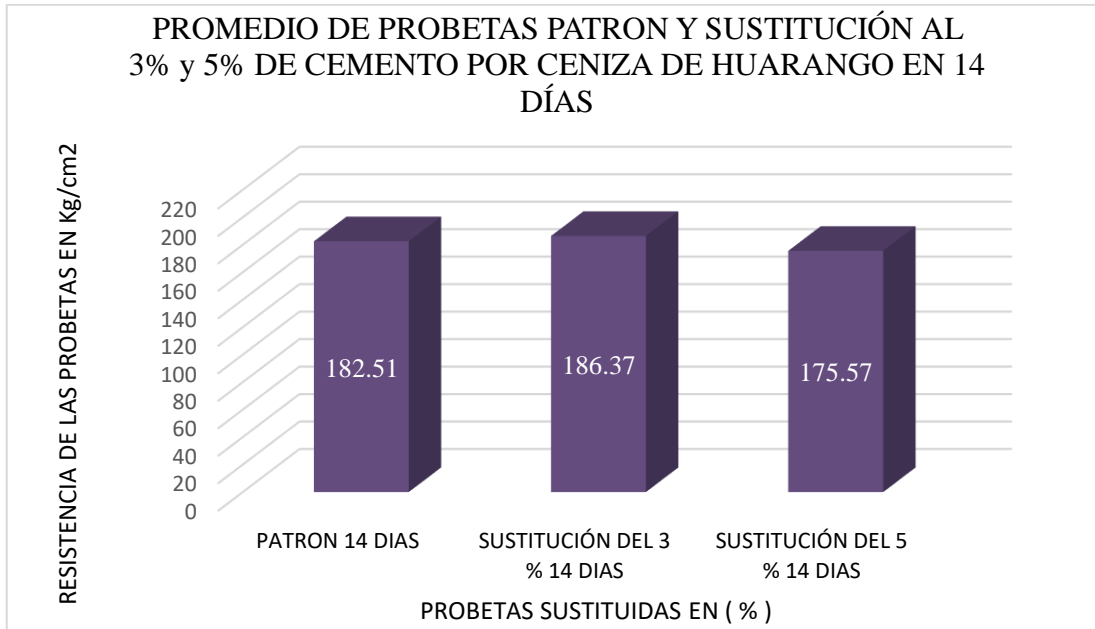
Grafico 03: 7 días de curado de las probetas de concreto en (%).



Fuente: Elaboración propia.

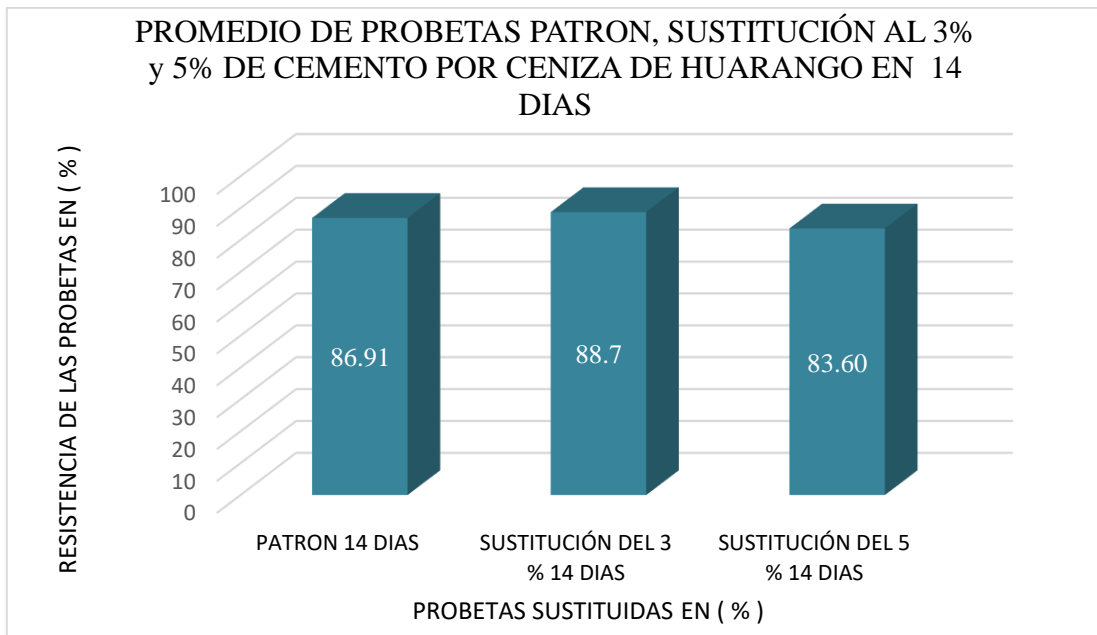
➤ **RESISTENCIA A LA COMPRESION A 14 DÍAS DE CURADO**

Grafico 04: 14 días de curado de las probetas de concreto en kg/cm2.



Fuente: Elaboración propia

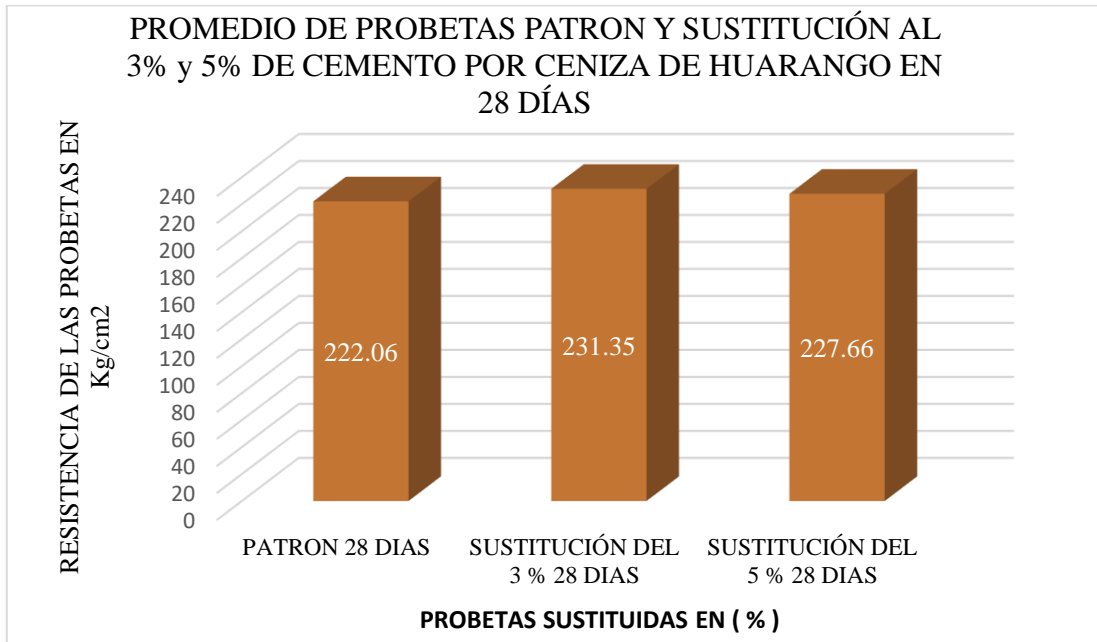
Grafico 05: 14 días de curado de las probetas de concreto en (%).



Fuente: Elaboración propia

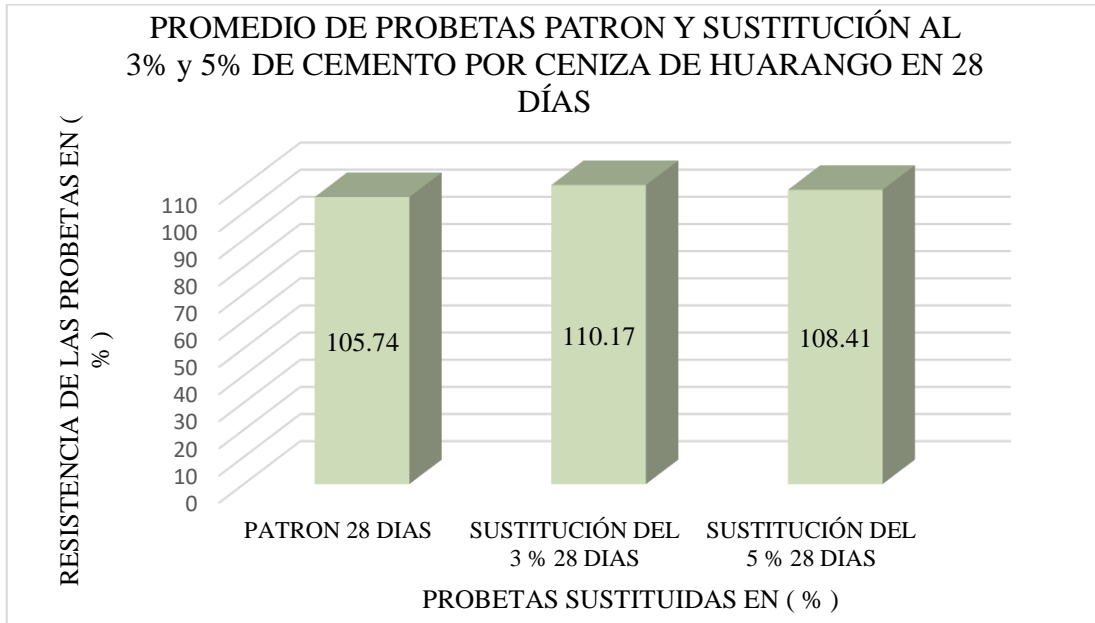
➤ **RESISTENCIA A LA COMPRESION A 28 DIAS DE CURADO**

Grafico 06: 28 días de curado de las probetas de concreto en kg/cm2.



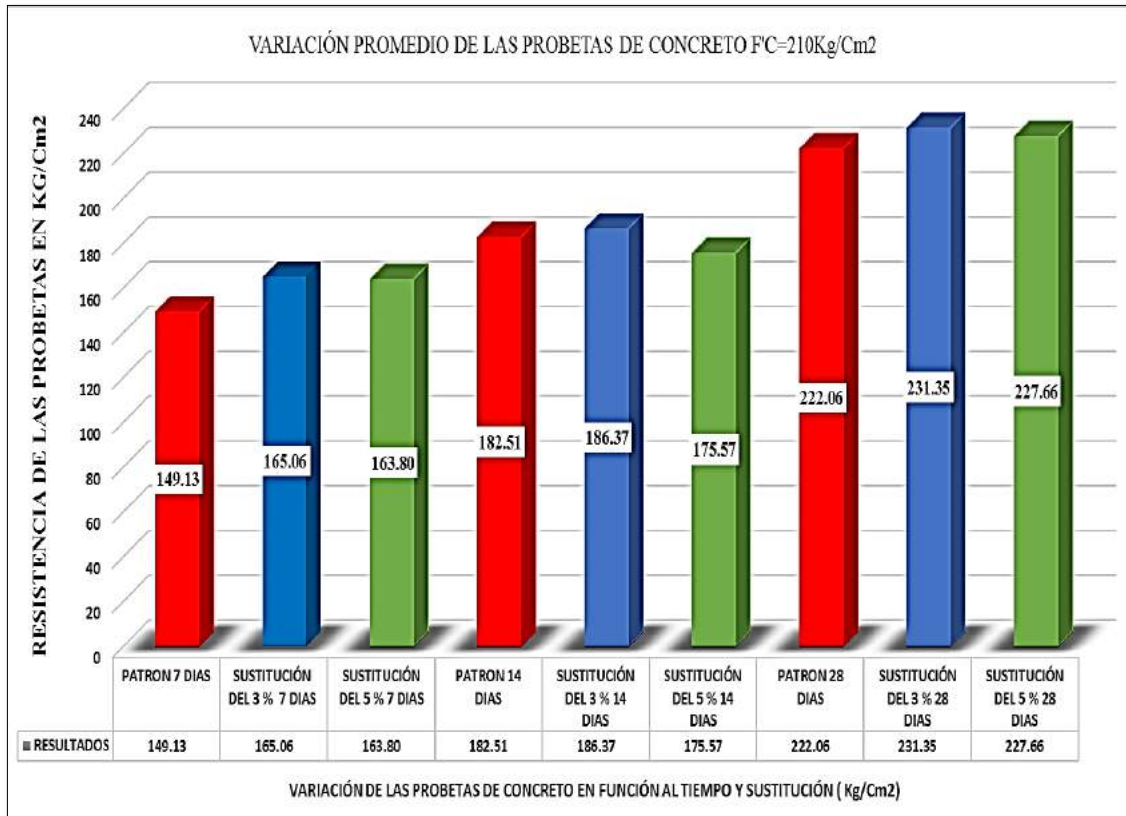
Fuente: Elaboración propia.

Grafico 07: 28 días de curado de las probetas de concreto en (%).



Fuente: Elaboración propia

Grafico 08: 28 días de curado de las probetas de concreto (Resumen) en kg/cm².



Fuente: Elaboración propia

Tabla VI : Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con una sustitución de cemento por un porcentaje de ceniza de Huarango, según días de curado.

Días de curado	Resistencia de concreto con sustitución de cemento por ceniza de Huarango		
	Patrón	3%	5%
7	149,13	165,06	163,80
14	182,51	186,37	175,57
28	222,06	231,35	227,66

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la Tabla VI, se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias de presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk con $p > 0.05$) y homogeneidad de varianzas (Contraste de Levene, con $p = 0.997$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas para cada tratamiento (sustitución de cemento por ceniza de Huarango) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla VII. Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución de cemento	141,266	2	70,633	2,369	,210
Días de curado	7147,049	2	3573,525	119,868	,000
Error	119,249	4	29,812		
Total	7407.564	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la Tabla VII se puede visualizar que para las sustitución del cemento por ceniza de Huarango el $p\text{-value} > \alpha$ ($0.210 > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en las probetas, con sustitución de cemento por ceniza de Huarango (Patrón, 3% y 5% no son diferentes.)

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.000 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas son diferentes a consecuencias de los días de curado.

4. ANALISIS Y DISCUSION.

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel.

Una vez recolectado nuestra información mediante el método de la experimentación procedemos a procesar los datos con los programas Excel y análisis ANOVA.

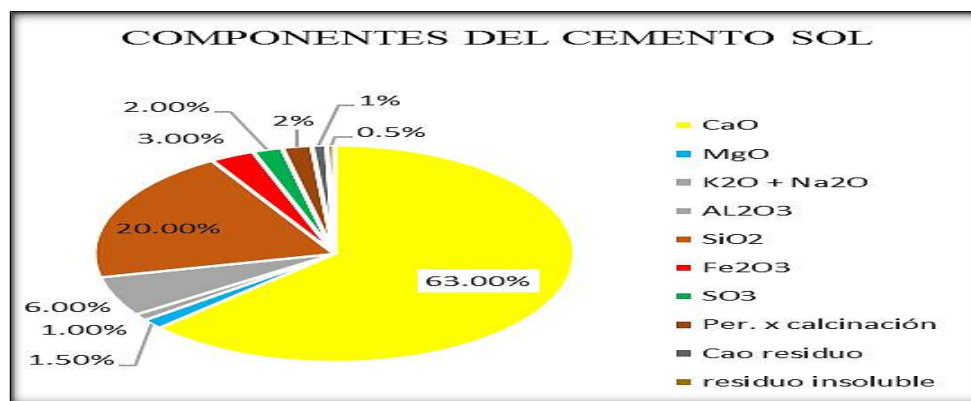
- La madera de Huarango se obtuvo del valle de Puruhuay la cual se aserró con una motosierra ver Foto N° 01, para su traslado al distrito de Quiches con un tiempo aproximado de 40 minutos con camioneta. La madera se trasladó a Huaraz con ómnibus, una vez en la provincia de Huaraz se calcinó un poco teniendo cuidado con la contaminación con otro material, la ceniza se envió al laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo para determinar el ATD (Figura 04) una vez obtenida la información se calcino la madera de Huarango en el horno de la universidad Nacional de Huaraz a 840 °C (Foto N° 03 y 04) cada hornada se realizó con un tiempo promedio de 1 hora y 50 minutos se calcinó en 13 días tal como se detalla en la Figura N° 05 obteniéndose una cantidad de 2.5 kilogramos de ceniza de Huarango.
- El ensayo de fluorescencia de rayos X se determinó en la Universidad Mayor de San Marcos obteniéndose la información que a continuación se detalla en el Tabla VI, Grafico 09 y 10.

Tabla VIII : porcentajes químicos del cemento y ceniza.

PROPIEDADES QUIMICAS			
CEMENTO		CENIZA	
CaO	63.00%	CaO	48.67%
MgO	1.50%	K ₂ O	17.78%
K ₂ O + Na ₂ O	1.00%	AL ₂ O ₃	14.99%
AL ₂ O ₃	6.00%	SiO ₂	10.93%
SiO ₂	20.00%	Fe ₂ O ₃	0.394%
Fe ₂ O ₃	3.00%	SO ₂	2.56%
SO ₃	2.00%	P ₂ O ₅	2.74%
Per. x calcinación	2%	Per. x calcinación	0.39%
Cao residuo	1%	Cao residuo	1.00%
residuo insoluble	0.5%	residuo insoluble	0.50%
	100%		100%

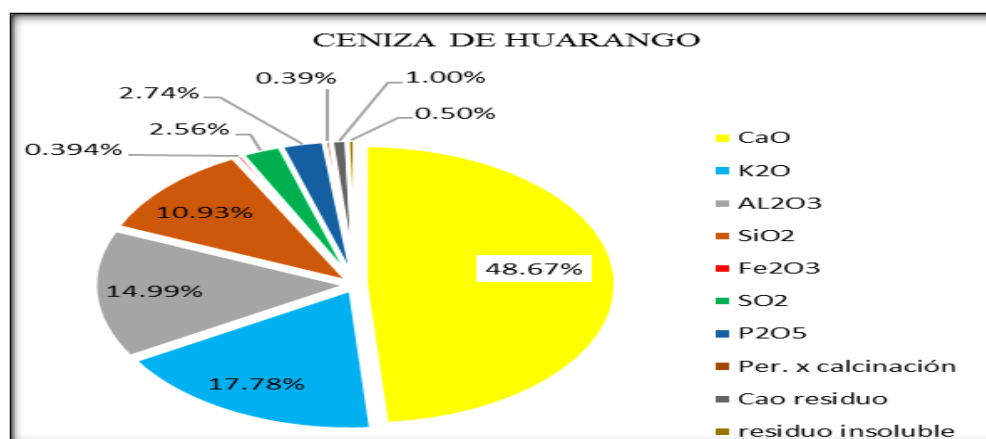
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 09: Componentes químicos del cemento sol.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10: Componentes químicos de la ceniza de Huarango



Fuente: Elaboración propia.

- Realizando una comparación de componentes químicos entre el cemento sol empleado y la ceniza de Huarango, se observa que la ceniza de Huarango contiene en CaO (Oxido de Calcio) una diferencia de 14.33 % la cual es debido a la clinkerización, este elemento es la de mayor composición en el cemento como en la ceniza de Huarango esta cal libre reacciona con el agua formando el hidróxido $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$.
- El óxido de magnesio (MgO) se observa solo en el cemento mas no en la ceniza de Huarango este componente químico, dicha reacción tiene una velocidad pequeña y, por tanto, tiene lugar cuando las reacciones de hidratación de los componentes mayoritarios del cemento prácticamente ya han finalizado y la masa de cemento ya ha fraguado y endurecido. Como hay aumento de volumen pueden aparecer grietas junto a los granos de periclasa que pueden disminuir considerablemente la resistencia mecánica del hormigón o el mortero, o incluso provocar su desintegración. Debido a que el óxido de magnesio es muy nocivo, las normas limitan su contenido en los cementos. Por este sentido sus escasas no afecto nuestras probetas.
- El MgO tiene una influencia beneficiosa en la aptitud a la cocción del crudo, ya que disminuye la temperatura de aparición de la fase líquida.
- Valores crecientes del módulo de alúmina (La cantidades decrecientes de Fe_2O_3 manteniendo constante el contenido de Al_2O_3) y para una misma temperatura, traen consigo que la viscosidad de la fase líquida (fundido) sea mayor, por lo que disminuirá la movilidad iónica (Difusión más difícil) y la facilidad a la cocción del crudo será peor, aumentando el consumo de combustible, ya que debe trabajarse a una mayor temperatura de cocción Por su parte, el aumento del módulo de alúmina, manteniendo constante los otros parámetros, trae consigo otros efectos como son:

1.- Mayor contenido de C3A y menor de C4AF. Esto ocasiona un fraguado rápido y resistencias elevadas en los periodos iniciales.

2.- Menor contenido en silicatos cálcicos (C3S+C2S), ya que, aunque aumenta el contenido de C2S la disminución del C3S es mayor.

- En el Grafico N°- 01, Los datos del Ph no varía al realizar la combinación por ello no nuestra variación en cuanto a resistencia con este parámetro.
- En los Gráficos N° 02, 03, 04, 05, 06, 07 y 08 se observa cómo ha ido variando la resistencia en función del tiempo en 7, 14 y 28 días teniendo en cuenta la sustitución del cemento por ceniza de Huarango determinando dichas resistencias.

5. CONCLUSIONES.

- Se realizó la activación térmica de la ceniza de Huarango del valle del Puruhuay del distrito de Quiches - provincia de Sihuas, para su posterior análisis Térmico Diferencial la cual fue de 840 °C, grados óptimos a calcinar la Madera de Huarango.
- Se realizó el ensayo de Fluorescencia de Rayos X determinando su composición química de la ceniza de Huarango satisfactoriamente en la universidad mayor de San Marcos.
- Se analizó el Ph del cemento = 12.38, ceniza de Huarango =13.46, cemento+ 3% de ceniza de Huarango = 12.4 y cemento + 5% de ceniza de Huarango = 12.47, encontrándose valores aproximados al cemento material cementante.
- Se determinó la resistencia del concreto mediante el ensayo de compresión los resultados son las siguientes:
 - Las probetas patrón de los 7 días =149.13 kg/cm², al sustituir en un 3 % de cemento aumento a 165.06 Kg/Cm² y al sustituir 5% de cemento por ceniza de Huarango aumenta su resistencia a 163.80 kg/cm² en relación a las probetas patrón.
 - Las probetas patrón de los 14 días =182.51 kg/cm², al sustituir en un 3 % de cemento aumento a 186.37 Kg/Cm² y al sustituir 5% de cemento por ceniza de Huarango disminuye su resistencia a 175.57 kg/cm² en relación a las probetas patrón.
 - Las probetas patrón de los 28 días = 222.06kg/cm², al sustituir en un 3 % de cemento aumento a 231.35 Kg/Cm² y al sustituir 5% de cemento por ceniza de Huarango aumento en su resistencia a 227.66 kg/cm² en relación a las probetas patrón.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Continuar la investigación aumentando la cantidad de probetas para tener una mejor precisión estadística más certera y confiable.
- Continuar el trabajo de sustitución del cemento con la ceniza en mayor porcentaje para tener una mejor proyección y así descubrir su resistencia a la compresión.
- Desarrollar con otros tipos de ceniza para verificar mediante el ensayo de compresión las diferencias en resistencias.
- Se sugiere que, en la práctica al momento de sustituir al cemento por ceniza, hacer una combinación lo más uniforme posible para que en la mezcla se distribuya de manera eficiente así no se presente errores futuros.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Abanto, F. (2009). Tecnología del Concreto. 2º Edición. Perú: San Marcos, Perú.
- Díaz, M. (2012). “Estudio del efecto conjunto de la Fluorita y el Yeso como mineralizadores en la fabricación de cemento Portland I”, Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia
- Díaz, O. (2012). “La evolución de la industria del cemento con énfasis en Latinoamérica”, Tesis de Ingeniería civil, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Gonzales, M. (1962). "Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas". Lima
- Kosmatka (1994). “Sangrado o exudación del Concreto”. Recuperado de: <http://notasdeconcretos.blogspot.pe/2011/04/sangrado-oexudacion-del-concreto>.
- Lorca, P. (2014). Efecto de la adición de hidróxido cálcico sobre mezclas con alta sustitución de cemento por ceniza volante, Tesis Doctoral, Universidad politécnica de Valencia.
- Morales, V. (2015). “Estudio de concretos de alta durabilidad”, Tesis en ingeniería civil, Universidad nacional autónoma de México, México.
- Orrala y Gómez (2015). “Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de santa Elena”, Tesis de ingeniería civil, Universidad estatal península de santa Elena, Ecuador.
- Osorio, J. (2013). “Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión”. Recuperado de: <http://360gradosblog.com/index.php/resistencia-mecanica-del-concreto-y-resistencia-a-la-compresion/#sthash.vjzEqzmd.dpuf>.
- Pintor y Hover (2001). “Diseño de Mezclas de Concreto y Conceptos Básicos”.

Recuperado de: <http://blog.360gradosenconcreto.com/disenode-mezclas-de-concreto-conceptos-basicos/>.

Powers, S. (1992). “Concreto: Trabajabilidad”. Recuperado de: <http://notasdeconcretos.blogspot.pe/2011/04/concreto-trabajabilidad.html>.

Reyna C.(2016) “Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo”, Tesis para optar el grado académico de maestro en ingeniería ambiental, Universidad nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

NTP 400.037. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Sepulcre,A. (2005). “Influencia de las adiciones puzolánicas en los morteros de restauración de fábricas de interés histórico – artístico”, Tesis Doctoral, Departamento de construcción y tecnología arquitectónica, Escuela técnica superior de arquitectura, Madrid.

Taylor J.(2014) Properties of the major cement minerals, 2da Edicion, Londres.

Vivas, K. (2016). “Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino”, Tesis de ingeniería civil, Universidad técnica de Ambato, Ecuador.

Normas ASTM

- ASTM C29, “método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”
- -ASTM C31-2003, “Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimen in the Field”. ASTM, EE.UU., 2003.
- ASTM C-33 Requisitos Granulométricos /
- ASTM C87 “método para determinar los vacíos en el agregado para concretos”

- ASTM C128, C127, C709
- ASTM C150 “tipos de cemento”
- ASTM C186 “Cemento Portland. Determinación del calor de hidratación”

Normas Técnicas Peruanas (NTP)

- Contenido natural de humedad NTP. 339.185
- Análisis granulométrico del agregado fino y grueso (NTP. 400.012)
- Peso unitario (NTP. 400.017)
- Peso específico y absorción (NTP. 400.021, 400.022)
- Compresión testigos cilíndricos de concreto NTP. 339.034
- Material que pasa la malla N° 200 (NTP 339.132)

http://fing.uach.mx/licenciaturas/ic/2012/01/26/manual_lab_de_concreto.pdf

<http://www.umng.edu.co/documents/63968/74796/10art4.pdf>

8. AGRADECIMIENTO.

En primer lugar, a Dios por su amor incondicional al brindarme la fuerza para concluir con mis metas trazadas.

A mis padres por el gran apoyo, son la razón de mi superación permanente y gracias por el aliento para no desmayar en el trayecto de mi formación a ellos los debo la vida y los tendré presente siempre.

A los docentes que apoyaron en mi formación profesional ilustrándome con sus conocimientos para ser mejor profesional.

9. ANEXOS

8.1. ANEXO 01 (MATRIZ DE CONSISTENCIA)

Matriz de consistencia

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
----------	-----------	-----------	-----------

<p>¿Cuál es el efecto de la sustitución del cemento por ceniza de Huarango en la resistencia de probetas de concreto de $f^c=210$ kg/cm²; Huaraz – 2017</p>	<p>La sustitución del 3 y 5% de cemento por ceniza de Huarango incrementa la resistencia en la compresión en un concreto $f^c = 210$ kg/cm²; Huaraz – 2017</p>	<p>-OG: Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f^c=210$ kg/cm² con la sustitución de 3 y 5% de cemento por ceniza de Huarango</p> <p>- OE: Determinar el rango de activación de la ceniza de Huarango en el valle del Puruhuay del distrito de quiches, provincia de Sihuas mediante la activación térmica Diferencial.</p> <p>Determinar la composición química de la ceniza de Huarango utilizando el ensayo de Fluorescencia de Rayos X</p> <p>Determinar el pH de la ceniza de Huarango.</p> <p>Determinar la resistencia de los especímenes patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días.</p>	<p>-VD: Resistencia de la probeta de concreto.</p> <p>- VI: sustitución del 3 y 5% del cemento por cenizas de Huarango</p>
---	--	--	--

8.2. ANEXO 02 (PH DEL CEMENTO)



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



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Sustitución de 3 % y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Huaraz -2017”

TESISTA : PONTE JESUS, Wilmer Arquímedes

MUESTRA : Cemento

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 04 de agosto del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 04 de agosto del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07 de agosto del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 07 de agosto del 2017

Muestra	pH
Cemento	12.38

ENSAYOS:

1. Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 07 de Agosto del 2017

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

8.3. ANEXO 03 (ENSAYOS DE LOS AGREGADOS)

- CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA.
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA GRAVA.
- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.
- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.
- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO.
- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO.



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: "Sustitucion de 3% y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto F'c = 210 Kg/Cm2 en Huaraz -2017"				
SOLICITA	: Bach. Ponte Jesus, Wilmer Arquimedes				
DISTRITO	: HUARAZ			HECHO EN : USP -HUARAZ	
PROVINCIA	: HUARAZ			FECHA 06/09/2017	
PROG (KM.)	:			ASESOR	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO				
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO					
N° TARRO		20	24		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1328.4	1297.9		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1318.0	1289.5		
PESO DE AGUA	(g)	10.40	8.40		
PESO DEL TARRO	(g)	166.60	166.2		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1152.40	1123.3		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.90	0.75		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.83	
AGEGRADO FINO					
N° TARRO		22	47		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1483.0	1493.9		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1442.0	1455.5		
PESO DE AGUA	(g)	41.00	37.40		
PESO DEL TARRO	(g)	166.60	168.5		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1276.40	1288.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.21	2.9		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			3.06	



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

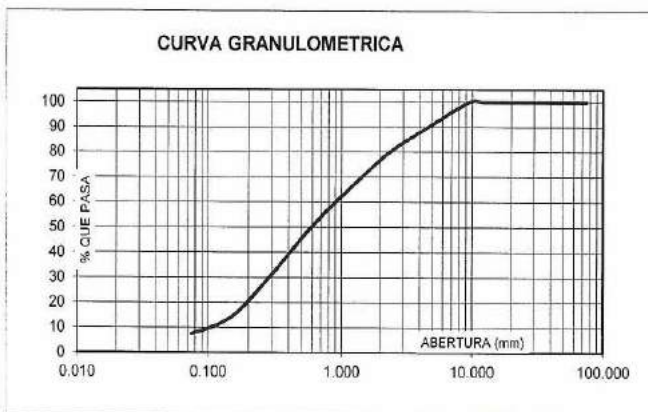
ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

SOLICITA : Bach. Ponte Jesus, Wilmer Arquimedes
TESIS : " Sustitucion de 3% y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto
 F'C = 210 Kg/Cm² en Huaraz -2017"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 06/09/2017 **CANTERA :** ROLAN - TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1551
PESO SECO LAVADO	1435.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	116.00

TAMIZ		PESO RETEN	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
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	150.00	9.67	9.67	90.33
N° 8	2.360	161.50	10.41	20.08	79.92
N° 16	1.180	219.50	14.15	34.24	65.76
N° 30	0.600	239.00	15.41	49.65	50.35
N° 50	0.300	298.00	19.21	68.86	31.14
N° 100	0.150	263.50	16.99	85.85	14.15
N° 200	0.075	103.50	6.67	92.52	7.48
PLATO		116.00	7.48	100.00	0.00
TOTAL		1551.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 4
 MODULO DE FINEZA : 2.7
 HUMEDAD : 3.06%



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

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

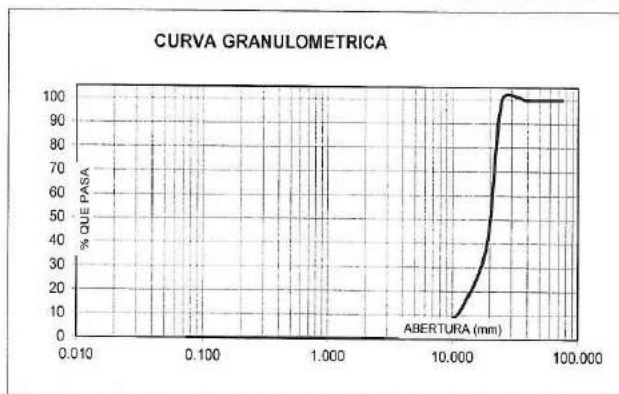
ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : **Bach. Ponte Jesus, Wilmer Arquimedes**
 TESIS : " Sustitucion de 3% y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto
 F'C = 210 Kg/Cm2 en Huaraz -2017"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 06/09/2017 CANTERA : ROLAN - TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	12442.5
PESO SECO LAVADO	12442.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ		PESO RETEN.	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	7506.00	60.33	60.33	39.67
1/2"	12.500	3110.50	25.00	85.32	14.68
3/8"	9.500	875.00	7.03	92.35	7.64
N° 4	4.750	858.50	6.90	99.26	0.74
N° 8	2.360	92.50	0.74	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.800	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		12442.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 7.52
 HUMEDAD : 0.83%



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



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Bach. Ponte Jesus, Wilmer Arquimedes
TESIS : " Sustitucion de 3% y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto
 F'c = 210 Kg/Cm2 en Huaraz -2017"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ROLAN - TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 06/09/2017

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

300.0		
670.7		
970.7		
856.6		
114.1		
296.1		
-110.2		
1.32		
1.32		

ABSORCION (%) : ((A-F/F)x100)
ABS. PROM. (%) :

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

PROMEDIO

2.60		
2.63		
-2.69		

PROMEDIO

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

2.60
2.63
-2.69



Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Ponte Jesus, Wilmer Arquimedes**
 TESIS : " Sustitucion de 3% y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto
 F'C = 210 Kg/Cm2 en Huaraz -2017"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : ROLAN - TACLLAN
 MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**
 FECHA : **06/09/2017**

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

1316.5	1227.0	1277.5
806.0	752.0	785.0
510.5	475.0	492.5
1306.0	1216.0	1268.0
500.0	464.0	483.0
0.80	0.90	0.75
0.82		

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

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

PROMEDIO

2.56	2.56	2.57
2.58	2.58	2.59
2.61	2.62	2.63

PROMEDIO

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

2.56
2.58
2.62



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



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Ponte Jesus, Wilmer Arquimedes

TESIS : " Sustitucion de 3% y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto
F'C = 210 Kg/Cm2 en Huaraz -2017"

LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ROLAN - TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 06/09/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7800	7805	7825
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4380	4385	4405
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1578	1580	1587
Peso unitario prom.	1581 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8070	8090	8090
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4650	4670	4670
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1675	1682	1682
Peso unitario prom.	1680 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

P



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Ponte Jesus, Wilmer Arquimedes
TESIS : " Sustitucion de 3% y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto
F'c = 210 Kg/Cm2 en Huaraz -2017"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ROLAN - TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 06/09/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18925	18950	18938
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	13615	13640	13628
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1458	1460	1459
Peso unitario prom.	1459 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19820	19830	19825
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	14510	14520	14515
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1553	1554	1554
Peso unitario prom.	1554 Kg/m3		



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544
JEFE

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

8.4. ANEXO 04 (ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 20 de junio del 2017

INFORME N° 82 - JUN 17

Solicitante: Ponte Jesús Wilmer - Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Ceniza Huarango (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CH-82J	24.8 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: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 24.8 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

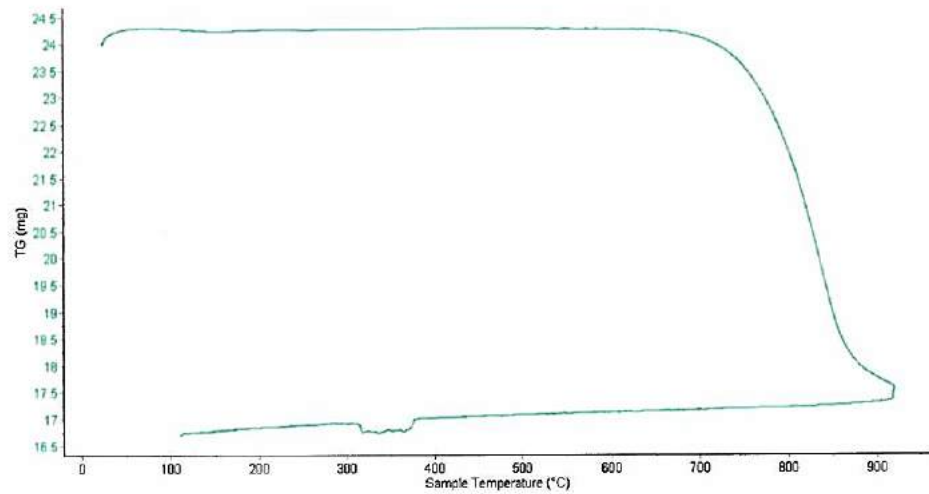


Trujillo, 20 de Junio del 2017

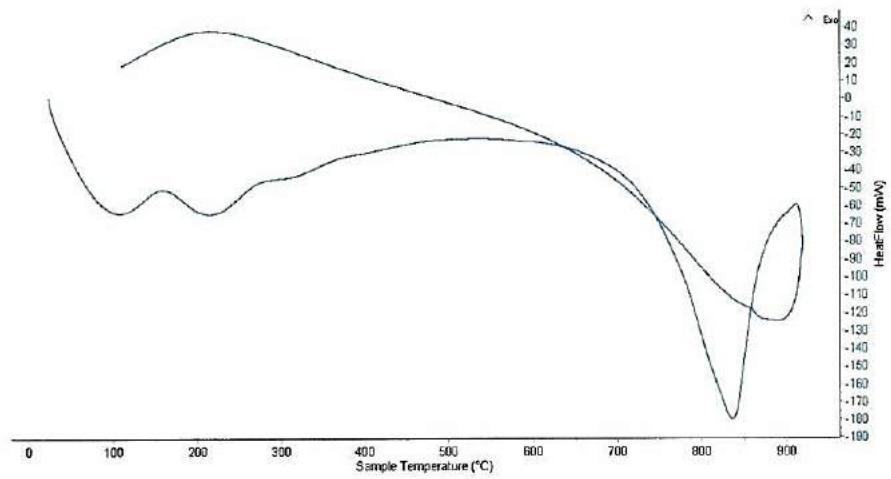
INFORME N° 82 - JUN 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 20 Junio del 2017

INFORME N° 82 - JUN 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una gran estabilidad térmica del material, indicando que recién a los 650°C el material comienza a perder masa y llega caer hasta un valor máximo de 17.5 mg lo que representa una pérdida del 27% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 105°C, uno de menor intensidad a 200°C y otro pico más intenso a 840°C, con gran posibilidad de existir cambio estructural y en las características del material.

Trujillo, 20 de Junio del 2017

Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

8.5. ANEXO 05 (CALCINACIÓN DE LA MADERA DE HUARANGO)



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



RESULTADOS DE CALCINACIÓN DE MADERA DE HUARANGO

TITULO DE TESIS: “Sustitución de 3 % y 5 % de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ Huaraz -2017”

TESISTA : PONTE JESUS, Wilmer Arquímedes

MUESTRA : Madera de Huarango

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de junio del 2017

FECHA DE INICIO: 21 de junio del 2017

FECHA DE TERMINO: 05 de julio del 2017

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN: 840 °C

Muestra N°	Peso obtenido Kg
ceniza	2.50

ENSAYOS:

1. Obtención de ceniza

OBSERVACIONES:

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

CONCLUSIONES.

- La ceniza propiamente dicha se obtuvo a una temperatura 840 °C. por un tiempo de 8 horas por muestra en el horno mufla.

Huaraz, 06 de julio del 2017




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

8.6. ANEXO 06 (ENSAYOS DE PH)

- PH DE LA CENIZA DE HUARANGO.
- PH DE LA CENIZA DE HUARANGO 3% + CEMENTO.
- PH DE LA CENIZA DE HUARANGO 5 % + CEMENTO.



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



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Sustitución de 3 % y 5 % de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Huaraz -2017”
TESISTA : PONTE JESUS, Wilmer Arquímedes
MUESTRA : Ceniza de Huarango
LUGAR DE MUESTREO: Valle de Purhuay – Quiches – Sihuas - Ancash
FECHA DE MUESTREO: 07 de agosto del 2017
FECHA DE RECEPCIÓN: 29 de agosto del 2017
FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31 de agosto del 2017
FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 31 de agosto del 2017

Muestra	pH
Ceniza de Huarango	13.46

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalino

Huaraz, 07 de Agosto del 2017





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



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Sustitución de 3 % y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Huaraz -2017”
TESISTA : PONTE JESUS, Wilmer Arquímedes
MUESTRA : Cemento + 3 % de Ceniza de Huarango
LUGAR DE MUESTREO: Valle de Puruhuy- Quiches – Sihuas - Ancash
FECHA DE MUESTREO: 28 de junio del 2017
FECHA DE RECEPCIÓN: 04 de agosto del 2017
FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07 de agosto del 2017
FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 07 de agosto del 2017

Muestra	pH
Cemento + 3 % de Ceniza de Huarango	12.40

ENSAYOS:
1,-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 07 de Agosto del 2017

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



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



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Sustitución de 3 % y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Huaraz -2017”
TESISTA : PONTE JESUS, Wilmer Arquímedes
MUESTRA : Cemento + 5 % de Ceniza de Huarango
LUGAR DE MUESTREO: Valle de Puruhuay- Quiches – Sihuas - Ancash
FECHA DE MUESTREO: 28 de junio del 2017
FECHA DE RECEPCIÓN: 04 de agosto del 2017
FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07 de agosto del 2017
FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 07 de agosto del 2017

Muestra	pH
Cemento + 5 % de Ceniza de Huarango	12.47

ENSAYOS:

I,-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 07 de Agosto del 2017



8.7. ANEXO 07(ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS- X)



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°36-LAQ/2017

Análisis de una muestra de ceniza de huarango por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de huarango del Sr. **Ponte Jesús, Wilmer Arquímedes**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Sustitución de 3% y 5% de cemento por ceniza de huarango en un concreto
 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 - \text{Huaraz} - 2017$ ”**

La muestra está en forma de grano fino de color gris verdoso.

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 $15\mu\text{A}$. 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. 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 4300 cts/s

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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 las muestras se hace primerode 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 fundamentalesysimula 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 ceniza de huarango. 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. Asimismo, se pueden observar los rayos-X de oro dispersados por la muestra,

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 y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la muestra deceniza en % de la masa total.

Oxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	9.507	14.994
SiO ₂	6.930	10.930
P ₂ O ₅	1.738	2.740
SO ₂	1.622	2.559
ClO ₂	0.800	1.262
K ₂ O	11.270	17.775
CaO	30.856	48.666
TiO ₂	0.019	0.029
MnO	0.017	0.027
Fe ₂ O ₃	0.250	0.394
Ni ₂ O ₃	0.004	0.006
CuO	0.004	0.007
ZnO	0.049	0.078
Rb ₂ O	0.003	0.006
SrO	0.251	0.395
ZrO ₂	0.034	0.054
Totales	63.403	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100% indicando que puede haber compuestos de Na y/o Mg que no se han detectado por esta técnica y/o la muestra contiene compuestos diferentes que óxidos, por ejemplo carbonatos, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría



Figura 1. Espectro de FRXDE, es escala semilogarítmica, de una muestra de ceniza de huarango. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul representa el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 07 de setiembre del 2017

8.8. ANEXO 08 (DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO ACI)



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. PONTE JESUS, WILMER ARQUIMEDES
 TESIS : SUSTITUCIÓN DE 3% Y 6% DE CEMENTO POR CENIZA DE HUARANGO EN UN CONCRETO F' C 210 KG/CM² HUARAZ-2017
 CANTERA : TACLLAN DEL DISTRITO DE HUARAZ PROVINCIA DE HUARAZ
 FECHA : 08/09/2017

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Portland ASTM_C-150 TIPO I
- Peso específico 3,12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa 2,63
- Peso unitario suelto 1581 kg/m³
- Peso unitario compactado 1680 kg/m³
- Contenido de humedad 3,06 %
- Absorción 1,32 %
- Módulo de fineza 2,70

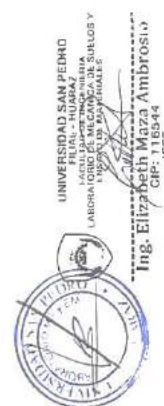
D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2,58
- Peso unitario suelto 1459 kg/m³
- Peso unitario compactado 1554 kg/m³
- Contenido de humedad 0,83 %
- Absorción 0,82 %

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 3/4", el volumen unitario de agua es de 205 l/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,690.

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $205 / 0,690 = 297,101 \text{ kg/m}^3 = 6,99 \text{ bolsas / m}^3$

F.C. : $191 / 0,644 = 297,101 \text{ kg/m}^3 = 6,99 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO SECOS

Cemento	297,110	Kg/m ³
Agua efectiva	205,000	lts/m ³
Agregado fino	789,000	Kg/m ³
Agregado grueso	979,020	Kg/m ³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento	297,101	kg/m ³
Agua efectiva	191,200	lts/m ³
Agregado fino	813,150	kg/m ³
Agregado grueso	987,150	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{297,10}{297,10} : \frac{789,000}{297,10} : \frac{979,02}{297,10}$$

1 : 2,7 : 3,30 : 29,33 lts / bolsa

PROPORCIONES EN PESO CORREGIDOS

1 : 2,74 : 3,32 : 27,35 lts / bolsa



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PERÚ - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
FUNDACIONES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA
(3% SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH PONTE JESUS, WILMER ARQUIMEDES
 TESIS : SUSTITUCIÓN DE 3% Y 5% DE CEMENTO POR CENIZA DE HUARANGO EN UN
 CONCRETO F'CD 210 KG/CM2 HUARAZ-2017
 CANTERA : TACLLAN DEL DISTRITO DE HUARAZ PROVINCIA DE HUARAZ
 CENIZA : SECTOR DE PURUHUAY DEL DISTRITO QICHES PROVINCIA DE SIHUAS
 DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH
 FECHA : 06/09/2017

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A - Cemento :

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

B - Agua :

- Potable, de la zona

C - Agregado Fino :

CANTERA : TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa 2,63
- Peso unitario suelto 1581 kg/m³
- Peso unitario compactado 1680 kg/m³
- Contenido de humedad 3,06 %
- Absorción 1,32 %
- Módulo de fineza 2,70

D - Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2,58
- Peso unitario suelto 1459 kg/m³
- Peso unitario compactado 1554 kg/m³
- Contenido de humedad 0,83 %
- Absorción 0,82 %

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"

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LUIS ALFARO BARRERA
 JEFE

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE





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 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,690
 La relación agua - cemento + cenizas 0,663

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0,092
3 % CENIZA DE HUARANGO.....	(m ³)	0,003
Agua efectiva.....	(m ³)	0,205
Agregado fino.....	(m ³)	0,379
Agregado grueso.....	(m ³)	0,301
Aire.....	(m ³)	0,020
		1,000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	288,19 kg/m ³
3 % CENIZA DE HUARANGO.....	8,910 kg/m ⁴
Agua efectiva.....	205,00 lts/m ³
Agregado fino.....	791,42 kg/m ³
Agregado grueso.....	979,02 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	288,19 kg/m ³
3 % CENIZA DE HUARANGO.....	8,910 kg/m ⁴
Agua efectiva.....	191,13 lts/m ³
Agregado fino.....	815,63 kg/m ³
Agregado grueso.....	987,15 kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{288,19}{288,19} : \frac{8,910}{288,19} : \frac{815,63}{288,19} : \frac{987,15}{288,19}$$

$$1 : 0,03 : 2,83 : 3,43 \quad 27,79 \text{ lts / bolsa}$$



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118844
 JEFE

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



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

DISEÑO DE MEZCLA

(5% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. PONTE JESUS, WILMER ARQUIMEDES
 TESIS : SUSTITUCIÓN DE 3% Y 5% DE CEMENTO POR CENIZA DE HUARANGO EN UN CONCRETO F' C 210 KG/CM2 HUARAZ-2017
 CANTERA : TACLLAN DEL DISTRITO DE HUARAZ PROVINCIA DE HUARAZ
 CENIZA : SECTOR DE PURUHUAY DEL DISTRITO QUICHES PROVINCIA DE SIHUAS DEL DEPARTEMENTO DE ANCASH
 FECHA : 06/09/2017

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

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

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa 2,63
- Peso unitario suelto 1581 kg/m³
- Peso unitario compactado 1680 kg/m³
- Contenido de humedad 3,06 %
- Absorción 1,32 %
- Módulo de fineza 2,70

D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2,58
- Peso unitario suelto 1459 kg/m³
- Peso unitario compactado 1554 kg/m³
- Contenido de humedad 0,83 %
- Absorción 0,82 %



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



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 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,690
La relación agua - cemento + cenizas 0,680

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0,090
5 % CENIZA DE HUARANGO.....	(m ³)	0,005
Agua efectiva.....	(m ³)	0,205
Agregado fino.....	(m ³)	0,301
Agregado grueso.....	(m ³)	0,379
Aire.....	(m ³)	0,020
		1,000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	282,25 kg/m ³
5 % CENIZA DE HUARANGO.....	14,860 kg/m ⁴
Agua efectiva.....	205,00 lts/m ³
Agregado fino.....	790,90 kg/m ³
Agregado grueso.....	979,02 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

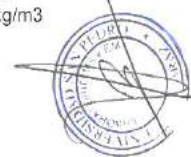
Cemento.....	282,25 kg/m ³
5 % CENIZA DE HUARANGO.....	14,860 kg/m ⁴
Agua efectiva.....	191,14 lts/m ³
Agregado fino.....	815,10 kg/m ³
Agregado grueso.....	987,15 kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{282,25}{282,25} : \frac{14,860}{282,25} : \frac{815,10}{282,25} : \frac{987,15}{282,25}$$

$$1 : 0,05 : 2,89 : 3,50 \quad 27,79 \text{ lts / bolsa}$$

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



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote 01 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

8.9. ANEXO 10 (ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. Ponte Jesus, Wilmer Arquimedes.

TESIS: " Sustitucion de 3% y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto
F'C = 210 Kg/Cm2 Huaraz -2017"

FECHA: 06/09/2017

Nº	ELEMENTO	FECHA		EDAD DIAS	RESISTENCIA		FIC	
		MOLDEO	ROTURA		LIBRAS	KG	KG/CM2	%
1	PATRON	19/07/2017	26/07/2017	7	58310	26448.48	149.68	71.28
2	PATRON	19/07/2017	26/07/2017	7	59720	27088.03	153.30	73.00
3	PATRON	19/07/2017	26/07/2017	7	57360	26017.57	147.24	70.11
4	PATRON	19/07/2017	26/07/2017	7	58620	26589.09	150.48	71.66
5	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	26/07/2017	7	77760	35270.68	199.61	95.05
6	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	26/07/2017	7	79830	36209.60	204.92	97.58
7	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	26/07/2017	7	76327	34620.70	195.93	93.30
8	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	26/07/2017	7	77227	35029.01	198.24	94.40
9	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	26/07/2017	7	62993	28572.61	161.70	77.00
10	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	26/07/2017	7	63811	28943.64	163.80	78.00
11	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	26/07/2017	7	61356	27830.09	157.50	75.00
12	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	26/07/2017	7	64628	29314.22	165.90	79.00
13	PATRON	19/07/2017	02/08/2017	14	69000	31297.29	177.12	84.34
14	PATRON	19/07/2017	02/08/2017	14	71590	32472.07	183.77	87.51
15	PATRON	19/07/2017	02/08/2017	14	70519	31986.28	181.02	86.20
16	PATRON	19/07/2017	02/08/2017	14	71192	32291.54	182.75	87.02

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

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



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



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. Ponte Jesus Wilmer Arquimedes

OBRA " Sustitucion de 3% y 5% de Cemento por Ceniza de Huarango en un Concreto

F'C = 210 Kg/Cm2 Huaraz -2017"

FECHA: 06/09/2017

Nº	ELEMENTO	FECHA		EDAD DIAS	RESISTENCIA		FIC	
		MOLDEO	ROTURA		LIBRAS	KG	KG/CM2	%
17	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	02/08/2017	14	56463	25610.71	144.94	69.02
18	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	02/08/2017	14	55794	25307.26	143.22	68.20
19	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	02/08/2017	14	58620	26589.09	150.48	71.66
20	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	02/08/2017	14	58540	26552.80	150.27	71.56
21	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	02/08/2017	14	69220	31397.08	177.69	84.61
22	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	02/08/2017	14	67656	30687.67	173.67	82.70
23	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	02/08/2017	14	66511	30168.32	170.73	81.30
24	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	02/08/2017	14	68310	30984.32	175.35	83.50
25	PATRON	19/07/2017	16/08/2017	28	85250	38668.03	218.83	104.21
26	PATRON	19/07/2017	16/08/2017	28	84460	38309.70	216.81	103.24
27	PATRON	19/07/2017	16/08/2017	28	86980	39452.73	223.28	106.32
28	PATRON	19/07/2017	16/08/2017	28	87290	39593.34	224.07	106.70
29	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	16/08/2017	28	89416.6486	40557.95	229.53	109.30
30	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	16/08/2017	28	90971.0094	41262.98	233.52	111.20
31	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	16/08/2017	28	89989.3078	40817.70	231.00	110.00
32	SUSTITUCION DEL 3 %	19/07/2017	16/08/2017	28	88189.5217	40001.35	226.38	107.80
33	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	16/08/2017	28	91150	41344.17	233.98	111.42
34	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	16/08/2017	28	89460	40577.61	229.64	109.35
35	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	16/08/2017	28	88870	40310.00	228.13	108.63
36	SUSTITUCION DEL 5 %	19/07/2017	16/08/2017	28	87730	39792.91	225.20	107.24

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 INVESTIGACION DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

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

8.10. ANEXO 11 (PANEL FOTOGRÁFICO)

PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO N° 01: Cortando la madera de Huarango para su transporte.



FOTO N° 02: Cantidad total de madera de Huarango.



FOTO N° 03: Ingresando la madera al horno para su calcinación adecuada.



FOTO N° 04: Se calcino la madera de Huarango en 840 °C de acuerdo al análisis (ATD) realizado.

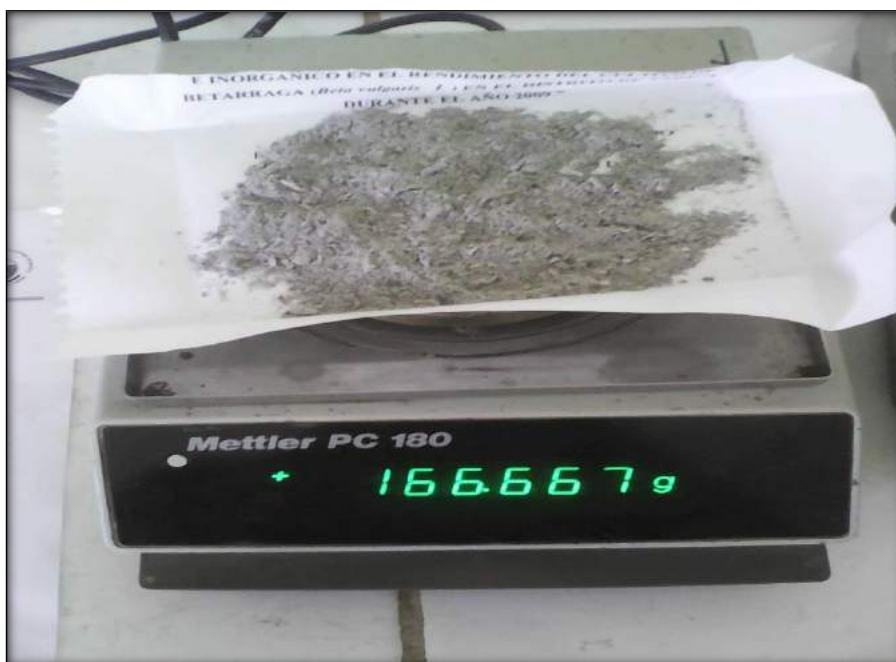


FOTO N° 05: Se pesó la ceniza de Huarango (cantidad en la primera calcinación día 21 de junio del 2017)



FOTO N° 06: Realizando los ensayos de pesos unitarios del agregado fino



FOTO N° 07: realizando ensayos en el laboratorio de suelos de la USP – Filial Huaraz



FOTO N° 08: Realizando la granulometría de los agregados.



FOTO N° 09: Pesando el agregado fino que pasa por la malla N° 4, de acuerdo a los valores de diseño para su posterior mezcla.



FOTO N° 11: Peso del cemento para la primera y segunda tanda (Probetas patrón)

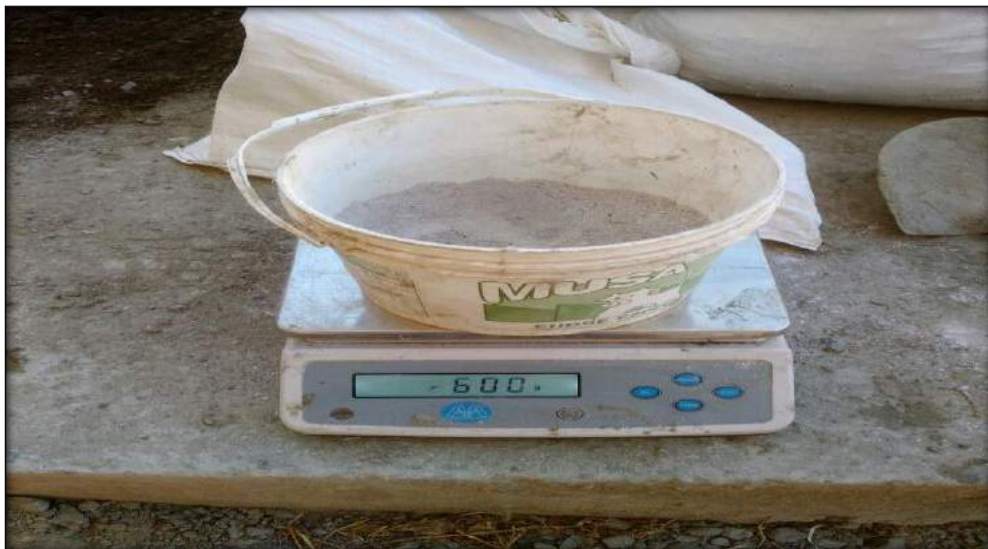


FOTO N° 10: peso de la ceniza de Huarango para la 5ta y 6ta tanda (Probetas sustituidas en 5% de cemento por ceniza)



FOTO N° 12: Realizando la prueba del cono de Abrams.



FOTO N° 13: Se observa las 36 probetas vaciadas 12 patrones, 12 sustituidas al 3% y 12 sustituidas en un 5% de cemento por ceniza de Huarango.



FOTO N° 14: Curado de las 36 probetas.



FOTO N° 15: Retirado de las probetas para su rotura 7 días de curado.



FOTO N° 16: Probetas listas para su rotura tiempo de curado 7 días.



FOTO N° 17: rotura de las probetas. Realizando el ensayo de resistencia a la compresión.

