

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia a compresión de un ladrillo de concreto F´C 175
kg/cm² sustituyendo al cemento por 10% y 15% de Zeolita**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Autora:

Ramirez Agurto, Nuria Nicole

Asesor:

López Carranza, Atilio Rubén

CHIMBOTE -PERÙ

2018

PALABRAS CLAVES

TEMA	Resistencia del Ladrillo
ESPECIALIDAD	Tecnología del Concreto

KEY WORDS:

Topic	Brick Resistance
Specialization	Concrete Technology

LINEA DE INVESTIGACION:

PROGRAMA	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la construcción
OCDE	2. Ingeniería y tecnología 2.1 Ingeniería Civil Ingeniería de la Construcción
Sub-Líneas o Campos de Investigación	Materiales de la Construcción Tecnología de la Construcción y Procesos Constructivos

TITULO:

Resistencia a compresión de un ladrillo de concreto F'C 175 kg/cm² sustituyendo al cemento por 10% y 15% de Zeolita

TITLE:

Compression strength of a concrete brick F'C 175 kg/cm² replacing cement by 10% and 15% Zeolite

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo por objetivo determinar la resistencia a compresión del ladrillo de concreto F'c 175 kg/cm² con la sustitución de un porcentaje del 10% y 15% de cemento por Zeolita de Huaraz.

Para dicho fin, primero se reunieron los materiales, entre ellos los agregados finos y gruesos para poder formar el concreto y en este caso se le realizó los ensayos correspondientes a la roca zeolita para comprobar que cumple con los requerimientos necesarios para ser sustituida por el cemento.

A través de este estudio se buscó la implementación de una unidad de albañilería en el mercado de la construcción el cual sea más accesible su precio, más resistente, entre otras características técnicas que requiere la Norma Técnica Peruana.

La metodología de la presente investigación fue la experimentación, porque se evaluó mediante ensayos los resultados de dos grupos de estudios denominados: Grupo Control y Grupo Experimental, realizando el control y manipulación de las variables.

Se elaboraron 27 ladrillos de concreto sustituyendo al cemento en un 10% y 15% por rocas Zeolitas y fueron curadas por inmersión durante 7, 14 y 28 días respectivamente.

Tratando de conseguir, tal objetivo se realizó una serie de ensayos como el ensayo de la resistencia a la compresión, variabilidad dimensional, ensayo de fluorescencia; cuyos resultados procesados, analizados e interpretados con la metodología estadística nos dieron los resultados para verificar si la resistencia a la compresión es óptima.

Para ello se estudió un diseño de concreto adicionando roca Zeolita; en donde se utilizó como material sustituto del cemento, en relación al proceso de diseño de concreto con el método convencional. La investigación también empleó el método inductivo porque nos permitió analizar la muestra, los resultados se estimaron hacia la población definido según los estándares dados, partiendo de un caso específico se proyecta a un caso general.

ABSTRACT

The objective of this research project was to determine the compressive strength of the concrete brick F'C 175 kg / cm² with the replacement of a percentage of 10% and 15% of cement by Zeolite de Huaraz.

For this purpose, first the materials were gathered, among them the fine and thick aggregates to be able to form the concrete and in this case the tests were carried out corresponding to the zeolite rock to verify that it meets the necessary requirements to be replaced by the cement .

Through this study we sought the implementation of a masonry unit in the construction market which is more accessible, its price more resistant, among other technical characteristics required by the Peruvian Technical Standard.

The methodology of the present investigation was the experimentation, because the results of two groups of studies called: Control Group and Experimental Group were evaluated through tests, performing the control and manipulation of the variables.

27 concrete bricks were produced, replacing cement by 10% and 15% by Zeolite rocks and cured by immersion for 7, 14 and 28 days respectively.

In order to achieve this goal, a series of tests was carried out, such as the compression resistance test, dimensional variability, fluorescence assay; whose results processed, analyzed and interpreted with the statistical methodology gave us the results to verify if the resistance to compression is optimal.

To do this, a concrete design was studied adding Zeolite rock; where it was used as a substitute material for cement, in relation to the concrete design process with the conventional method. The research also used the inductive method because it allowed us to analyze the sample, the results were estimated towards the defined population according to the given standards, starting from a specific case it is projected to a general case.

ÍNDICE

Palabras Claves - Línea de Investigación	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGIA DELTRABAJO.....	41
RESULTADOS	61
ANALISIS Y DISCUSION	64
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES.....	67
AGRADECIMIENTO	68
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	70
ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Clase de unidad de unidad de albañilería para fines estructurales	8
Tabla N° 2: Componentes químicos principales	11
Tabla N° 3: Los parámetros de óxidos contenidos en los cementos	12
Tabla N° 4: Composición química del cemento tipo I	13
Tabla N° 5: Requisitos para agua de mezcla-NTP 339.088	17
Tabla N° 6: Requisitos de resistencia y absorción	28
Tabla N° 7: VARIABLE DEPENDIENTE (Resistencia a Compresión)	33
Tabla N° 8: VARIABLE INDEPENDIENTE: Sustitución del 10% y 15% de Roca Zeolita	35
Tabla N° 9: Técnicas e Instrumentos de Investigación	40
Tabla N° 10: Resultados del ensayo de compresión del ladrillo patrón a los 7 días de curado	42
Tabla N° 11: Resultados del ensayo de compresión del ladrillo patrón a los 14 días de curado	43
Tabla N° 12: Resultados del ensayo de compresión del ladrillo patrón a los 28 días de curado	43
Tabla N° 13: Promedio de la resistencia del ladrillo patrón por cada etapa de evaluación	45
Tabla N° 14: Resultados del ensayo de compresión del ladrillo de concreto experimental 10% a los 7 días de curado	46
Tabla N° 15: Resultados del ensayo de compresión del ladrillo de concreto experimental 10% a los 14 días de curado	46
Tabla N° 16: Resultados del ensayo de compresión del ladrillo de concreto experimental 10% a los 28 días de curado	47
Tabla N° 17: Resultados del ensayo de compresión del ladrillo de concreto experimental 15% a los 7 días de curado	47
Tabla N° 18: Resultados del ensayo de compresión del ladrillo de concreto experimental 15% a los 14 días de curado	48

Tabla N° 19: Resultados del ensayo de compresión del ladrillo de concreto experimental 15% a los 28 días de curado	48
Tabla N° 20: Promedio de la resistencia del ladrillo experimental 10% por cada etapa de evaluación	50
Tabla N° 21: Promedio de la resistencia del ladrillo experimental 15% por cada etapa de evaluación	52
Tabla N° 22: Composición química de la roca zeolita por FRXDE	54
Tabla N° 23: Determinación del pH del cemento y roca Zeolita	56
Tabla N° 24: Comparación del porcentaje de la resistencia patrón $f'c=175$ kg/cm ² y el experimental (10%) y (15%)	59
Tabla N° 25: Resistencias a la compresión de las unidades de ladrillo de concreto con una sustitución de cemento por un porcentaje de zeolita según días de curado	60
Tabla N° 26: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las unidades de ladrillo de concreto	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Patrón a los 7 días	44
Gráfico N° 2: Gráfico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Patrón a los 14 días	44
Gráfico N° 3: Gráfico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Patrón a los 28 días	45
Gráfico N° 4: Gráfico de Resistencia a la Compresión Promedio del ladrillo Patrón	45
Gráfico N° 5: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 10% a los 7 días	49
Gráfico N° 6: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 10% a los 14 días	49
Gráfico N° 7: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 10% a los 28 días	50
Gráfico N° 8: Gráfico de Resistencia a Compresión Promedio del ladrillo Experimental 10%	50
Gráfico N° 9: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 15% a los 7 días	51
Gráfico N° 10: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 15% a los 14 días	51
Gráfico N° 11: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 15% a los 28 días	52
Gráfico N° 12: Grafico de Resistencia Promedio V.S Curado	53
Gráfico N° 13: Grafico de Porcentaje de Avance V.S Curado	53
Gráfico N° 14: Composición química de la roca zeolita	55
Gráfico N° 15: Grafico de pH de los materiales	56
Gráfico N° 16: Curva de Resistencia Promedio Patrón	57
Gráfico N° 17: Curva de Resistencia Promedio Experimental 10%	57
Gráfico N° 18: Curva de Resistencia Promedio Experimental 15%	58
Gráfico N° 19: Curva de Resistencia Promedio vs Curado	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Grafico de Relación agua - cemento	18
Figura N° 2: Resistencia a Compresión	20
Figura N° 3: Resistencia a Compresión vs. Curado	35
Figura N° 4: Diseño de bloque completo al azar	39
Figura N° 5: Mapa de Ubicación de zona de estudio	72
Figura N° 6: Vista satelital de zona de estudio	72
Figura N° 7: Vista Satelital de la zona de acopio de la Zeolita	73
Figura N° 8: Zona de acopio de la Zeolita	73
Figura N° 9: Recolección de las rocas zeolitas	74
Figura N° 9.1: Se observa la ubicación con GPS de Monterrey de donde se extrajo las rocas zeolita	74
Figura N° 10: Cantera Vesique de donde se extrajo el agregado fino	75
Figura N° 11: Cantera Vesique de donde se extrajo el agregado grueso	75
Figura N° 12 y 13: Ensayo de Granulometría de la Arena y el Confitillo	76
Figura N° 13.1 y 14: Ensayo de Peso Unitario Suelto del Confitillo	77
Figura N° 15 y 16: Ensayo de Peso Unitario Compactado del Confitillo	77
Figura N° 17 y 18 : Ensayo de Peso Unitario Suelto de la Arena	78
Figura N° 19 y 20: Ensayo de Peso Unitario Compactado de la Arena	78
Figura N° 21 y 22: Ensayo de Contenido de Humedad de la Arena	79
Figura N° 23 y 24: Ensayo de Contenido de Humedad del Confitillo	79
Figura N° 25: Muestra de arena completamente sumergida	80
Figura N° 26: Secado superficialmente de la arena	80
Figura N° 27: Arena superficialmente seca	80
Figura N° 28: Peso de fiola + muestra	80
Figura N° 29: Confitillo sumergido en agua	81
Figura N° 30: Peso del confitillo parcialmente seco	81

Figura N° 31: Peso del agua	81
Figura N° 32: Peso del cemento Portland tipo I	81
Figura N° 33: Peso de la Arena	82
Figura N° 34: Peso del Confitillo	82
Figura N° 35: Prueba de Slump de la Mezcla Patrón	82
Figura N° 36: Medida del Asentamiento	82
Figura N° 37: Se observa la medida del asentamiento, el cual resultado 1.50, cumpliendo así con el rango esperado.	83
Figura N° 38 y 39: Recolección de las rocas zeolitas de distintos tamaños	83
Figura N° 40: Lavado de las rocas zeolitas	84
Figura N° 41: Secado a temperatura de ambiente de las rocas zeolitas	84
Figura N° 42: Trituración de las rocas zeolitas con la ayuda de la comba	85
Figura N° 43: Trituración de las rocas zeolitas con la ayuda de un batan	85
Figura N° 44 y 45: Tamizando por la malla N° 200 el polvo de la roca zeolita	86
Figura N° 46, 47 y 48: Agregados y cemento para la elaboración de los ladrillos patrón	87
Figura N° 49 y 50: Mezclado homogéneo de todos los agregados.	88
Figura N° 51, 52 y 53: Elaboración de los 9 ladrillos patrón.	89
Figura N° 54, 55 y 56: Desmolde de los ladrillos, finalmente obteniéndose los 9 ladrillos patrón.	90
Figura N° 57 y 58: Medida de cada una de las caras del ladrillo	91
Figura N° 59 y 60: Peso del ladrillo patrón antes del curado	91
Figura N° 61 y 62: Curado de los ladrillos de concreto.	92
Figura N° 63: Carga ladrillo patrón L-1 a 7 días de curado $f'c = 173.59 \text{ kg/cm}^2$	92
Figura N° 64: Carga ladrillo patrón L-2 a 7 días de curado $f'c = 136.16 \text{ kg/cm}^2$	93
Figura N° 65: Se observa al Ing. Rubén López Carranza supervisando el inicio del ensayo a compresión de los ladrillos de concreto patrón a los 7, 14 y 28 días.	93
Figura N° 66: Se observa al Técnico Johan supervisando el ensayo a compresión de los ladrillos de concreto patrón.	94

Figura N° 67: Polvo de Roca Zeolita para la sustitución del 10%	94
Figura N° 68: Polvo de Roca Zeolita para la sustitución del 15%	95
Figura N° 69: Colocando en un recipiente el cemento y el polvo de la roca zeolita	95
Figura N° 70: Elaboración de la mezcla para la fabricación de los ladrillos experimentales	96
Figura N° 71: Ladrillos experimentales al 10% de sustitución de roca zeolita.	96
Figura N° 72: Ladrillos experimentales	97
Figura N° 73: Medición y peso de los ladrillos experimentales	97
Figura N° 74: Ladrillos experimentales secados a cielo abierto	98
Figura N° 75: Curado de los ladrillos experimentales	98
Figura N° 76: Curado de los ladrillos experimentales	99
Figura N° 77: Ladrillos experimentales los cuales fueron sacados del curado	99
Figura N° 78: Ladrillo experimental L-4 con sustitución del 10%	100
Figura N° 79: Ensayo de Resistencia a Compresión de ladrillos experimentales	100
Figura N° 80: Ensayo de Difracción de Rayos X a la Roca Zeolita	101

INTRODUCCIÓN

Los antecedentes referidos al estudio de investigación, después de haberse realizado la búsqueda bibliográfica estuvo orientada a determinar a aquellas Instituciones o Investigadores que han efectuado estudios relacionados con las propiedades de la zeolita de Huaraz relacionado a sustitución parcial del cemento.

Costafreda, J. (2008). Geología, caracterización y aplicaciones de las rocas zeolíticas del complejo volcánico de cabo de gata (Almería). Universidad Politécnica De Madrid. El estudio de la reactividad puzolánica, por vías química y conductimétrica, ha demostrado que la zeolita y la toba vítrea dacítica del yacimiento San José-Los Escullos, poseen reactividad puzolánica; esto es evidenciado por su capacidad de atrapar volúmenes apreciables de cal libre y Ca(OH)_2 en solución acuosa alcalina sobresaturada, a edades cortas entre los 7 y los 15 días. Esta reactividad es favorecida por los altos contenidos en SiO_2 y Al_2O_3 de estas puzolanas que aportan la acidez necesaria a la interfase.

Siendo esta investigación experimental de nivel cuasi-experimental. De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se considera que la zeolita del yacimiento San José-Los Escullos, que yace en formaciones volcánicas de quimismo calco-alcalino, posee mayor capacidad puzolánica reactiva que los materiales muestreados en los terrenos volcánicos de composición potásica, shoshonítica, ultrapotásica y basáltica del Sureste de España.

Jiménez, M. (2004). Caracterización De Minerales Zeolíticos Mexicanos, precisa lo siguiente: Las rocas, tanto del zeolita estado de Chihuahua como la filipsita comercial son rocas zeolitas a base de clinoptilolita-heulandita, con mayor un contenido de K que de Na, Mg y Ca. La roca zeolita de Chihuahua (CLICHI) es térmicamente menos estable que la denominada CLIPHI, debido a que es heulandita su mayor componente mineral. Que para el caso de CLIPHI es clinoptilolita. Ambas rocas de zeolitas contienen cuarzo. Siendo esta investigación experimental de nivel cuasi-experimental.

Las relaciones Si/Al son similares para ambas rocas zeolíticas y se encuentran dentro del intervalo para zeolitas tipo clinoptilolita-heulandita. La roca zeolita del estado de Chihuahua presenta una mayor área superficial que la roca zeolita denominada filipsita.

Rodríguez & Ventura (2015) desarrollaron la investigación basada que al sustituir 5% de cemento con zeolita en una mezcla de concreto, se obtuvieron los siguientes resultados: Se concluyó que, en la Prueba de Compresión, en las Probetas Experimentales se alcanzó una resistencia promedio de 156.20 Kg/cm² en los primeros 7 días; superando así a las probetas patrón 151.54 Kg/cm². Así mismo, a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio de 192.36 Kg/cm² y con un patrón de 160.80 Kg/cm². y a los 28 días se obtuvo 210.03 Kg/cm² y un patrón de 185.31 Kg/cm².

Fuentes, X. (2008). Modelamiento de la respuesta mecánica del cemento puzolanico mediante la sustitución de zeolita y curado al aire. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Siendo esta investigación experimental de nivel cuasi-experimental. Al comparar los datos de ruptura obtenidos los días 7 ,14 ,21 y 28 para el 10% de Zeolita y el Testigo (0% Zeolita), concluye que existe un único incremento el día 21 del ensayo como lo muestra la tabla. Esto indica que la sustitución de 10% de Zeolita a la mezcla de cemento no produce un aumento favorable de la Resistencia a la compresión los otros días de curado.

Manteniéndose entre los datos obtenidos una diferencia promedio del 12.38 MPa. La relación entre la resistencia a la compresión y los días de curado fue ascendente, mientras que respecto al porcentaje de zeolita presente en la mezcla mostró que hasta el 15% aproximadamente presentó un incremento en la resistencia a la compresión, por tanto, del hecho que la zeolita posea mayor calor de hidratación no necesariamente a mayor cantidad de zeolita existirá una mayor resistencia a la compresión, referido a un curado al aire.

Acuario, M. (2008). Determinación de la variación en la resistencia a la compresión de la pasta de cemento tipo i mediante la sustitución de 5% de zeolita I y curado en aire. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Siendo esta investigación

experimental de nivel cuasi-experimental. Se concluye que en el análisis individual el porcentaje que presento un óptimo esfuerzo de compresión fue al 5% de zeolita I a los 28 días de curado, superando a los demás porcentajes como es notorio a los 21 y 25 días de curado presentan similitud en sus valores de esfuerzo de compresión; por ende, el porcentaje de 7.5% de zeolita necesita más días de curado para aumentar su resistencia de compresión y obtener la madurez que presento el 5% de Zeolita.

El 20% de zeolita a los 28 días de curado en comparación con los 7 días de curado aumento esfuerzo de compresión en un 63.3% de su esfuerzo inicial. Mientras que los otros valores demostraron solo un aumento de 23.9%; 3.72%; 17.4% y 20.8% con 5, 10, 15 y 20% de sustitución de Zeolita respectivamente; especificando así que la reacción de sustitución de Zeolita I aún no ha reaccionado en este día de curado.

En la presente investigación tiene como fundamentación científica:

TECNOLOGIA DE MATERIALES

La Tecnología de materiales es la disciplina técnica que trata sobre los procesos industriales que nos permiten obtener piezas útiles para conformar máquinas y dispositivos a partir de las materias primas específicas.

La Tecnología de materiales es el estudio y puesta en práctica de técnicas de análisis, estudios físicos y desarrollo de materiales.

PROPIEDAD DE LOS MATERIALES

Estas propiedades se ponen de manifiesto ante estímulos como la electricidad, la luz, el calor o la aplicación de fuerzas a un material.

Describen características como elasticidad, conductividad eléctrica o térmica, magnetismo o comportamiento óptico, que por lo general no se alteran por otras fuerzas que actúan sobre el mismo.

A. Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas son aquellas propiedades de los sólidos que se manifiestan cuando aplicamos una fuerza.

Las propiedades mecánicas principales son: dureza, resistencia, elasticidad, plasticidad y resiliencia.

- Plasticidad: Capacidad de un material a deformarse ante la acción de una carga, permaneciendo la deformación al retirarse la misma. Es decir, es una deformación permanente e irreversible.
- Dureza: es la resistencia de un cuerpo a ser rayado por otro. Opuesta a duro es blando. El diamante es duro porque es difícil de rayar. Es la capacidad de oponer resistencia a la deformación superficial por uno más duro.
- Resistencia: se refiere a la propiedad que presentan los materiales para soportar las diversas fuerzas. Es la oposición al cambio de forma y a la separación, es decir a la destrucción por acción de fuerzas o cargas.
- Ductilidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de deformarse sin romperse obteniendo hilos.
- Maleabilidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de deformarse sin romperse obteniendo láminas.
- Elasticidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de volver a su estado inicial cuando se aplica una fuerza sobre él. La deformación recibida ante la acción de una fuerza o carga no es permanente, volviendo el material a su forma original al retirarse la carga.
- Resiliencia: es la capacidad de oponer resistencia a la destrucción por carga dinámica.

Los MATERIALES, son las materias primas transformadas mediante PROCESOS físicos y/o químicos, que son utilizados para fabricar productos. Ej. Tableros de madera, placas de yeso, láminas de metal, el plástico, etc.

Los materiales de construcción tienen como característica común el ser duraderos. Dependiendo de su uso, además deberán satisfacer otros requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica, la resistencia al fuego, o la facilidad de limpieza.

Por norma general, ningún material de construcción cumple simultáneamente todas las necesidades requeridas: la disciplina de la construcción es la encargada de

combinar los materiales para satisfacer adecuadamente dichas necesidades. (Tecnología de Materiales, 2010).

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

La unidad de albañilería conocido como ladrillo o bloque, es el componente básico para la construcción de la albañilería. Actualmente tenemos variedad de estas, por lo que se ve la necesidad de establecer clasificaciones de acuerdo a sus principales propiedades.

Es importante recalcar que el comportamiento sísmico de nuestras edificaciones dependerá en su mayoría de la calidad de materiales empleados y el procedimiento constructivo adecuado. Esta unidad se elabora de materias primas diversas: arcilla, de concreto de cemento portland, y la mezcla de sílice y cal; entre las principales.

Y también varía el modo constructivo pues existen métodos de mezcla como, el de compactación o de extrusión; así como por fabricación industrial o en situación precaria.

Por todos estos aspectos no es extraño que las dimensiones, formas, y su propio peso tengan variedad, haciendo que la calidad de la unidad también este entre un pésimo y excelente.

Clasificación de las Unidades de Albañilería

A. Por sus Dimensiones. -

Los ladrillos: tienen la característica principal a su peso y sus dimensiones pequeñas que hace que se pueda manejar con una sola mano, en el proceso de asentado. Una pieza tradicional debe tener un ancho de 11cm a 14cm, un largo de 23cm a 29cm y una altura de 6cm a 9cm; con un peso oscilante de 3kg a 6kg. Los bloques: a diferencia están hechos para ser manejados por las dos manos y puede llegar a pesar hasta los 15 kilogramos, su ancho no está determinado pues variará por los alveolos o huecos que tienen para ser manejados, claro que también son usados para la armadura o el concreto líquido.

B. Por su Materia Prima y fabricación. -

- Existen por la materia prima tres tipos: de arcilla, de Sílice – Cal y de Concreto
- Existen por la fabricación dos tipos: los artesanales y los industriales.

C. Por sus alveolos. -

Esta clasificación se basa en el área neta de la unidad, respecto a la superficie bruta de la cara y las características de los alveolos, existen cuatro tipos:

- **Solidas o macizas:** los alveolos están necesariamente perpendicular a la cara del asiento, que ocupan un área no mayor al 30% del área bruta, por lo cual para ser solido aún puede tener alveolos. En la aplicación de este tipo se considera para todas las propiedades las de la sección bruta, como el área, modulo resistente y la inercia calculados en función del espesor y largo de la unidad sin tener en cuenta los alveolos. Generalmente las unidades artesanales son macizas por la facilidad de su fabricación, mientras que las que tienen alveolos son hechos en fábrica.

- **Alveolares o huecas:** a diferencia de las sólidas los alveolos exceden el 30% del área bruta y en estas se puede rellenar con concreto líquido. En la aplicación de este tipo se considera para las propiedades las de la sección neta. Existen las perforadas dentro de esta categoría, que se caracterizan por tener alveolos reducidos no pueden ser rellenos ni armados.

- **Tubulares:** tienen los alveolos paralelos a la cara de asiento. El tamaño de los alveolos será en relación al área bruta de la cara lateral.

Propiedades de las Unidades de Albañilería:

A. - Propiedades Físicas: que tiene que ver con la resistencia de la albañilería serán:

- Resistencia a la Compresión.
- A la Tracción medida como tracción por flexión.
- Variabilidad dimensional
- Alabeos
- Succión
- y Textura de la cara de asiento.

B.- Propiedades Mecánicas: que tiene que ver con la durabilidad de la albañilería serán:

- Resistencia a la Compresión.
- Densidad
- Absorción.
- Coeficiente de Saturación.

Las unidades de albañilería deben de cumplir con los requisitos y exigencias mínimas especificados por la Norma E.0.70 de Albañilería.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

a) Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.

b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.

c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.

d) Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se comprobará de acuerdo a la NTP 399.602.

CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

TABLA N°01: CLASE DE UNIDAD DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f' b$ mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
	Ladrillo I	± 8	± 6		
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Fuente: Norma Técnica E.070 Albañilería

- (1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
- (2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

El ladrillo e clasificará en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades.

Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado.

Tipo III: Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.

Tipo IV: Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.

Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

PRUEBAS DE ALBAÑILERÍA

- a) **Muestreo.** - El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
- b) **Resistencia a la Compresión.** - Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectúa los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f'_b) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

Para la realización de este ensayo se utilizan unidades secas y limpias. A éstas se les coloca, tanto en la parte superior como inferior un capping de azufre, para uniformizar las superficies de contacto con el cabezal por donde se transmite la carga y la base donde se apoya el ladrillo.

La resistencia a la compresión (f_b) se determina de la siguiente manera:

$$f_b = \frac{P_m}{Ab}$$

Dónde:

f_b = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm²)

P_m = Carga máxima de rotura (Kg)

Ab = Área bruta de la unidad de albañilería (cm²)

Mientras que la resistencia a la compresión característica (f'_b) se obtiene:

$$f'_b = f_b - \sigma$$

Dónde:

f'_{b} = Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm²)

f_b = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm²)

σ = Desviación estándar

ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD

- a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.
- d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- e) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- f) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo. (NTP 399.601., p. 1-5).

CEMENTO

El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos.

Gonzales, S. (2001) en "Supervisión de obra de concreto" sostiene que es un producto artificial, que se obtiene de la transformación de una materia prima que puede estar compuesta de una mezcla de calizas, arcillas y otros minerales o simplemente calizas.

Composición Química:

Tacilla, et al. (2004) en "Composición Química del cemento" señala que las principales materias primas para la fabricación del cemento y las propiedades generales que intervienen son:

Componentes Químicos:

1. Silicato tricalcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
2. Silicato dicalcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
3. Aluminato tricalcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.
4. Aluminio- ferrito tetracalcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
5. Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son: (Teodoro, E., 2000)

TABLA N°02: COMPONENTES QUIMICOS PRINCIPALES

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Silice (SiO ₂)	Areniscas
95%<	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Fierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, pirita
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo y magnesio	Minerales Varios

Fuente: Teodoro E. (2000)

TABLA N°03: LOS PARÁMETROS DE ÓXIDOS CONTENIDOS EN LOS CEMENTO

COMPUESTO	PORCENTAJE	ABREVIATURA
<i>(CaO)</i>	61% - 67%	C
<i>(SiO₂)</i>	20% - 27%	S
<i>(Al₂O₃)</i>	4% - 7%	A
<i>(Fe₂O₃)</i>	2% - 4%	F
<i>(SO₃)</i>	1% - 3%	
<i>(MgO)</i>	1% - 5%	
<i>(K₂O Y Na₂O)</i>	0.25% - 1.5%	

Fuente: American Society for Testing and Materials. ASTM.

Tipos de Cementos:

- ✓ **Tipo I**, para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.
- ✓ **Tipo II**, para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos.
- ✓ **Tipo III**, para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- ✓ **Tipo IV**, para usar cuando se desea bajo calor de hidratación.
- ✓ **Tipo V**, para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

El cemento empleado para el siguiente trabajo de investigación fue el cemento Portland tipo I por condiciones de sulfatos. (IECA, 2013, p.2-6)

TABLA N°04: COMPOSICION QUIMICA DEL CEMENTO TIPO I

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Oxido de Sílice: SiO_2	20.5%
Oxido de Hierro: Fe_2O_3	5.14%
Oxido de Aluminio: Al_2O_3	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.92%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: SO_3	1.83%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: Na_2O	0.22%
Silicato Tricalcico: C_3S	44.70%

Fuente: American Society for Testing and Materials. ASTM.

AGREGADO FINO

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

Propiedades Físicas:

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

- **Peso unitario**

El peso unitario depende de ciertas condiciones intrínsecas de los agregados, tales 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, etc.

- **Peso específico**

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

- **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.

- **Absorción**

Es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

- **Granulometría**

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.

- **Módulo de finura**

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

- **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. (NTP 400.012., 2001, p.1-5)

AGREGADO GRUESO

El agregado grueso es el retenido en el tamiz 4.75 mm(N°9) proveniente 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.

Propiedades Físicas:

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

- Peso unitario

El peso unitario o peso aparente del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en Kg/m³. El valor para agregados normales varía entre 1500 y 1700 Kg/m³.

- Peso específico

Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; valores altos entre 2.5 a 2.8, corresponden a agregados de buena calidad, mientras que valores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc.)

- **Contenido de humedad**

Es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua en el concreto varía.

- **Absorción**

Es la capacidad del agregado grueso de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

- **Granulometría**

La granulometría se refiere a la distribución por tamaños de las partículas de los agregados. En concretos de alta resistencia no es recomendable utilizar toda la granulometría del agregado grueso, por investigaciones se ha determinado utilizar tamaños máximos de piedra que están en un rango para obtener óptima resistencia en compresión. (NTP 400.037., 2001, p. 1-5).

AGUA

El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla usándola como curado en obras de estructuras de concreto pasando los 28 días.

Martínez, I (Universidad Nacional del Comahue) 2010 en "Cementos y Morteros", sostiene que el agua impotable no debe utilizarse en el concreto a menos que se cumpla las siguientes condiciones:

- La dosificación debe estar basada en mezclas de concreto que utilice agua de la misma fuente.
- El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.

- Tanto el agua de mezclado como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado o que reaccionen negativamente, en estado fresco o en estado endurecido.
- Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar.
- La fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes.
- El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

➤ **Curado:**

Constituye el suministro adicional de agua para hidratar eficientemente el cemento. Este suministro depende de la humedad del ambiente, ya que la evaporación del agua libre de la pasta ocurre con rapidez cuando la humedad relativa es menor. Por otra parte, el agua y el cemento al mezclarse ocupan un espacio inicial que permanece constante y que tiende a ser llenado gradualmente por los productos de hidratación (pasta).

TABLA N°05: REQUISITOS PARA AGUA DE MEZCLA-NTP 339.088

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300ppm.
Sulfatos	300ppm.
Sales de magnesio	150ppm.

Sales solubles totales	1500ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm.

FUENTE: Normal Técnica Peruana. NTP

➤ **Relación Agua - Cemento:**

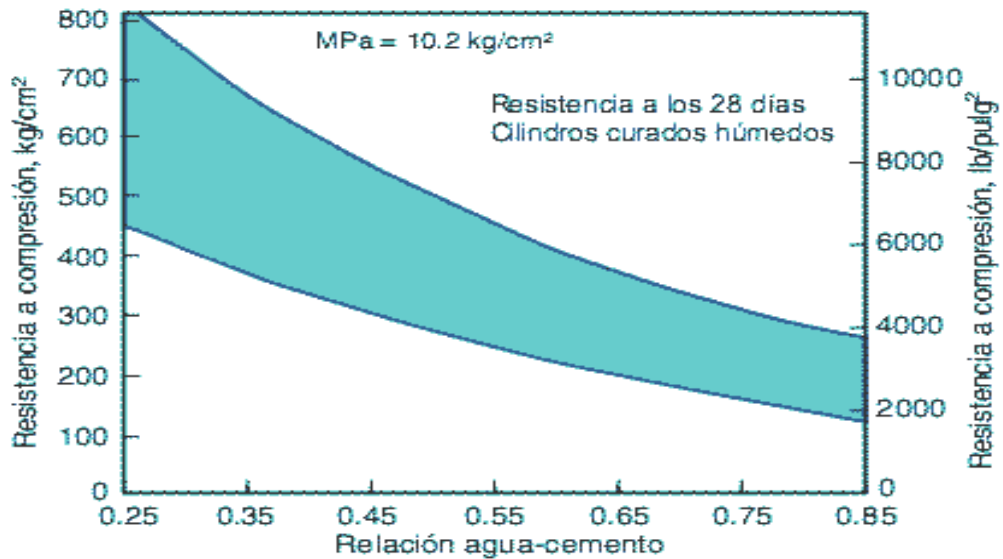


FIGURA N°01: Grafico de Relación agua - cemento

Salas (2011), señala que el curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que éste pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla. El curado comienza inmediatamente después del vaciado (colado) y el acabado, de manera que el concreto pueda desarrollar la resistencia y la durabilidad deseada.

La temperatura es un factor importante en un curado apropiado, basándose en la velocidad de hidratación y, por lo tanto, el desarrollo de resistencias es mayor a más altas temperaturas.

Las razones importantes porque se cura son:

- Una ganancia de resistencia predecible. Los ensayos de laboratorio muestran que el concreto en un ambiente seco puede perder tanto como un 50 por ciento de su

resistencia potencial, comparada con un concreto similar que es curado en condiciones húmedas. El concreto vaciado bajo condiciones de alta temperatura ganará una resistencia temprana rápidamente, pero después las resistencias pueden ser reducidas. El concreto vaciado en clima frío tomará más tiempo para ganar resistencia, demorará la remoción del encofrado y la construcción subsecuente.

- Durabilidad mejorada. El concreto bien curado tiene mejor dureza superficial y resistirá mejor el desgaste superficial y la abrasión. El curado también hace al concreto más impermeable al agua, lo que evita que la humedad y las sustancias químicas disueltas en agua entren dentro del concreto, en consecuencia, incrementa la durabilidad y la vida en servicio.
- Mejores condiciones de servicio y apariencia. Una losa de concreto a la que se le ha permitido que se seque demasiado temprano, tendrá una superficie frágil con pobre resistencia al desgaste y la abrasión. El curado apropiado reduce el resquebrajamiento o cuarteo, la pulverización y el descascaramiento.

➤ **Agua de Mezclado:**

El agua de mezclado cumple dos funciones: hidratar el cemento y proporcionar fluidez y lubricación al concreto. Es la causante de la formación de conductos capilares que interconectan poros; estos se llenan parcialmente de aire y producen concreto menos resistentes y menos durables, por lo que debe usarse el menor volumen de agua que sea posible para obtener la fluidez requerida. Ciertas impurezas en el agua pueden causar reacciones perjudiciales al concreto o alteraciones en sus propiedades como trabajabilidad, tiempos de fraguado, resistencias mecánicas, adherencia entre materiales del concreto, durabilidad, entre otros.

Para la elaboración de concretos se debe usar agua potable, es decir, aquella que por sus características químicas y físicas es útil para el consumo humano o que cumplan con los requisitos de calidad establecidos en la norma, careciendo de

impurezas tales como arcilla y cloruros que alteren su durabilidad y aspecto estético, y ácidos que puedan reaccionar.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

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

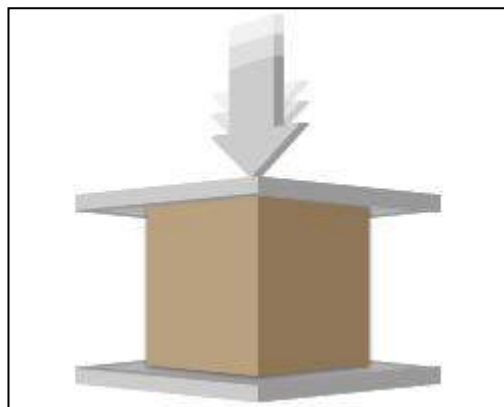


FIGURA N°02: Resistencia a la Compresión

Osorio, J. (2013), indica que la resistencia como al proceso de hidratación desde el momento en que los granos del cemento inician, comienzan las reacciones de endurecimiento que se manifiestan inicialmente con el “atiesamiento” del fraguado y continúan luego con una evidente ganancia de resistencias, al principio de forma rápida y disminuyendo la velocidad a medida que transcurre el tiempo.

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: $\text{Relación agua-cemento} = A/C$, (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. También se debe tener en cuenta si el concreto va a llevar aire incluido (naturalmente atrapado más incorporado), debido a que el contenido de aire reduce la resistencia del concreto, por lo tanto para que el concreto con aire incluido obtenga la misma resistencia debe tener una relación agua-cemento más baja.

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. Agregados de forma cúbica y rugosa permiten mayor adherencia de la interfase 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.

ROCA ZEOLITA

La zeolita son minerales aluminosilicatos hidratados altamente cristalinos, que al deshidratarse desarrollan, en el cristal ideal, una estructura porosa con diámetros de poro mínimos de 3 a 10 angstroms. Las zeolitas se encuentran constituidas por aluminio, silicio, hidrógeno, oxígeno, y un número variable de moléculas de agua.

Los principales materiales geológicos donde yacen zeolitas son en los estratos volcánicos de diverso tipo. En cuanto a ambientes geológicos las zeolitas se tienden a formarse en ambientes específicos que pueden clasificarse así: sedimentos de fondo oceánico, zonas donde agua percola en sistemas hidrológicos abiertos, zonas de alteración hidrotermal y durante la diagénesis de sedimentos

Las zeolitas comprenden un grupo de aluminosilicatos cristalinos e hidratados de aluminio, con cationes alcalinos y alcalino-térreos, y con una ordenación tridimensional (tectosilicatos) donde predomina una estructura abierta que les aporta gran capacidad para incorporar y ceder agua y cationes, sin cambios importantes en el edificio cristalino. Constituyen el grupo mineral más variado y extenso de los que forman la corteza terrestre (**Bosch, P. & Schifter, I., 2000**)

Esta familia de silicatos es conocida desde el siglo XVIII. El nombre de zeolita (del griego zeo: “que hierve” y lithos: “piedra”) con el que fueron caracterizadas por el barón sueco Cronstedt, en el año 1756, hace referencia al hecho de que son los únicos representantes de la familia de los silicatos que ebulen al ser calcinados. Hasta hace poco tiempo, las zeolitas eran consideradas como minerales “anecdóticos”, cuya ubicación se limitaba a cavidades de rocas volcánicas, donde formaban cristales espectaculares y apreciados por los coleccionistas de minerales; sin embargo, las zeolitas son bastante abundantes en variados geosistemas.

En esta armazón estructural de la zeolita el Al^{3+} sustituye al Si^{4+} en el centro de los tetraedros estructurales, y los cationes de intercambio se sitúan en diversas posiciones.

Entre las características generales de las zeolitas están las siguientes:

- Diámetro de poro: 2 a 12 angstroms.
- Diámetro de cavidades: 6 a 12 angstroms.
- Superficie interna: varios cientos de m^2/g .
- Capacidad de intercambio catiónico: 0 a 650 meq/100g.
- Capacidad de adsorción: $<0,35\text{ cm}^3/g$
- Estabilidad térmica: desde 200° hasta más de $1.000^\circ C$.

Características Generales De La Zeolita.

- 1) Un análisis elemental para determinar qué átomos componen la muestra.

- 2) Un estudio radiocristalográfico para saber cómo se distribuyen los átomos en el espacio es decir qué clase de compuesto se trata.
- 3) Un estudio por microscopía electrónica para conocer la homogeneidad del polvo.
- 4) Piedra volcánica creada a partir de la emergencia del magma volcánica.

Estructura

La estructura cristalina de la Zeolita es apreciada en el microscopio electrónico de barrido que se muestra en la imagen. Las propiedades físicas proveen aspectos únicos para una variedad amplia de aplicaciones prácticas.

Propiedades Físicas

Al realizar estudios con zeolitas se consideró dos formas en sus propiedades físicas

1. Desde el punto de vista de sus propiedades naturales que incluye la morfología, gravedad específica, densidad, color, tamaño del cristal, el grado de cristalización, resistencia ante la corrosión y abrasión.
2. Desde el punto de vista del desempeño físico; aquí se incluyó de la Zeolita las características de brillantes, viscosidad de Brookfield, viscosidad de Hércules, área superficial, tamaño de la partícula, dureza y resistencia al desgaste.

Aplicaciones de las zeolitas naturales

- 1) Cargas en la industria del papel para la mejora de la calidad de impresión, relleno de poros y fibras, aporte de brillo, opacidad, retención y blancura (Castellanos, J. y Soca, M. 2002).
- 2) Áridos ligeros en construcción (Rosell, M. 2007; Fuentes, E. y Martínez, M. 2007; Costafreda, J.L. y Calvo, B. 2007).
- 3) Intercambiadores iónicos en purificación de aguas (Morante, F. 2004).
- 4) Descontaminantes de residuos sólidos, líquidos y gaseosos (Febles, J. et al. 2007).

- 5) Catalizadores y soportes de catalizadores mediante: craqueo catalítico, hidro craqueo, hidroisomerización, transformación del metanol en gasolina, alquilación, isomerización de aromáticos C8, polimerización, síntesis orgánica y química inorgánica (Bosch, P. y Schifter, I. 1997).
- 6) Soportes de fertilizantes y acondicionadores de suelos en sistemas de zeopónicos (Febles, J. et al. 2007).
- 7) Adsorbentes resistentes a los ácidos en secado de gases (Velázquez, M. et al. 2007).
- 8) Como intercambiadores iónicos mediante: ablandamiento de aguas industriales y domésticas (remoción de Ca^{2+} y Mg^{2+}); eliminación de iones de NH_4^+ en aguas servidas; soporte de fertilizantes y drogas medicinales; y en el almacenamiento de desechos radiactivos (Giannetto, G. et al. 2000).
- 9) En la fabricación de vidrios sódico-cálcicos (Jordán, R. et al. 2007).
- 10) En la fabricación de cosméticos y en la industria de los fármacos para la elaboración de productos donde actúan como sustancias portadoras-liberadoras de principios activos (Febles, J. et al. 2007).

Ubicación Del Elemento Estudiado

Situando a nivel nacional la zeolita (elemento estudiado) se encuentra al norte de nuestro país, pero para nuestra investigación las muestras de zeolita serán extraídas del distrito de Huaraz exactamente cerca de los baños termales de Monterrey.

MARCO NORMATIVO

CLASIFICACIÓN

Tipos: Los ladrillos de concreto elaborados de acuerdo con esta NTP deberán estar conforme a los cuatro tipos, tal como sigue:

A. **Tipo 24:** Para su uso como unidades de enchape arquitectónico y muros exteriores sin revestimiento y para su uso donde se requiere alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.

B. **Tipo 17:** Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.

C. **Tipo 14:** Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

D. **Tipo 10:** Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

NOTA: Los requisitos para los ladrillos de concreto son también aplicables a enchapes de concreto macizo y a unidades de revestimiento de mayor tamaño que el ladrillo.

MATERIALES

Los materiales utilizados en la fabricación de los bloques deberán cumplir con las siguientes normas:

A. Cementos: NTP 334.009, NTP 334.082 y NTP 334.090.

B. Cales: NTP 334.145.

C. Agua de mezcla: NTP 339.088.

D. Agregados: NTP 400.037.

E. Otros constituyentes: Para los agentes incorporadores de aire, pigmentos colorantes, repelentes integrales de agua, y otros constituyentes se debe establecer previamente que son adecuados para su empleo en las unidades de albañilería de concreto y deben estar conformes con las NTP aplicables o ser demostrado mediante el ensayo o la experiencia que no son perjudiciales para la durabilidad de las unidades de albañilería o algún material habitualmente empleado en la construcción de albañilería.

REQUISITOS

En el momento del despacho al cliente, todas las unidades deben estar conforme a los requisitos físicos prescritos en la Tabla 7.

TABLA N°06: **REQUISITOS DE RESISTENCIA Y ABSORCION**

TIPO	Resistencia a la compresión, min, MPa, respecto al área bruta promedio		Absorción de agua, máx., % (Promedio de 3 unidades)
	Promedio de 3 unidades	Unidad Individual	
24	24	21	8
17	17	14	10
14	14	10	12
10	10	8	12

FUENTE: NTP 399.601

- El fabricante al despachar un lote deberá asegurar que la contracción de secado, lineal total de las unidades del lote no excede del 0,065 %, valor determinado según la ASTM C 426.

VARIACIONES PERMISIBLES EN LAS DIMENSIONES

- Las dimensiones (ancho, alto y largo) no debe diferir por más de $\pm 3,2$ mm ($\pm 1/8$ pulgada) de las dimensiones estándar especificadas por el fabricante.
- A menos que sea especificado de otro modo, el ladrillo debe ser macizo o hueco a opción del vendedor. El área neta de la sección transversal del ladrillo hueco en cada plano paralelo a la superficie conteniendo los huecos debe ser por lo menos el 75 % del área de la sección transversal bruta medida en el mismo plano. Ninguna parte de algún agujero debe estar a menos de 19,1 mm (3/4 pulgada) de algún borde del ladrillo.

ACABADO Y APARIENCIA

- A. Todas las unidades deben estar en buenas condiciones y libres de grietas u otros defectos que podrían interferir con el adecuado empleo de la unidad o que podrían deteriorar significativamente la resistencia o la durabilidad de la construcción. Las grietas menores inherentes al método usual de fabricación o astillamientos menores resultantes de los métodos habituales de manipulación en el envío y distribución no son causa de no aceptación.
- B. Cuando las unidades sean empleadas en construcción de muros expuestos, la cara o las caras que son expuestas no deben mostrar astillamientos o agrietamientos, de otro modo no permitido, u otras imperfecciones que son vistas desde una distancia de no menos de 6 m bajo luz difusa.
- B1. Se permite que el 5 % de un envío tenga astillamientos no mayores que 12,7 mm (1/2 pulgada) en alguna dimensión, o grietas no más anchas que 0,5 mm (0,02 pulgadas) y no más largas que el 25 % de la altura nominal de la unidad.

El color y la textura de las unidades debe ser especificado por el comprador. Las superficies acabadas que serán expuestas deben estar conformes a una muestra aprobada consistente de no menos de cuatro unidades, representando el rango de textura y color permitido.

En la presente investigación tiene como justificación que se busca mejorar (aumentar) de manera específica la resistencia obtenida en el concreto, que beneficiara en la construcción de las nuevas viviendas, es decir aumentara su resistencia, los elementos estructurales serán los más beneficiados en construcción ya que obtendrán mayor resistencia en el concreto.

A lo largo de los años se ha reconocido que, para diversas ramas de la economía, salud y los servicios, las zeolitas naturales han tenido un gran desempeño y han sido de mucha utilidad. Gracias a estudios e investigaciones se ha logrado obtener más

aplicaciones para el uso de este mineral, y son tantos los campos que se pueden beneficiar de éste que es sensato pensar que la zeolita podría convertirse en un gran recurso.

Es un hecho indiscutible que para la rama de la construcción este es un valioso mineral que si bien en nuestro país no ha sido explotado aun con la correcta visión y empleo racional de estas reservas podríamos sacarle provecho a este mineral.

El empleo de minerales con contenido de zeolitas naturales en las mezclas con cal en las construcciones antiguas es conocido, así como el amplio uso que los Romanos hicieron de estos minerales en sus grandes obras construidas en la antigüedad. Obras como coliseos, acueductos y la extraordinaria Cúpula del Panteón de 42 mts. de luz en la que solo se emplearon los cementos cal – puzolana, sino también la pómez puzolánica como árido ligero con el fin de disminuir las cargas originadas por el peso propio de la estructura. Muchas de éstas construcciones conservadas hoy en admirables condiciones testimonian una de las propiedades fundamentales de este material como lo es la durabilidad.

En la actualidad gracias a la moderna Tecnología del Hormigón se ha podido estudiar más a fondo las aplicaciones de las zeolitas naturales como una aplicación mineral.

Esta es una tecnología constructiva que es apropiada que no requiere grandes gastos de energía, no causa desechos ni contaminación, es climáticamente aceptable, segura frente a inclemencias de tiempo y peligros naturales, emplea fuerza laboral local tanto para la producción como para el mantenimiento y reparación, resulta socialmente aceptable, usa materiales locales (abundantes, renovables, disponibles, de poco peso y fácil manipulación, durables y de calidad), es socialmente aceptable, evita herramientas o equipos de alto costo, requiere baja especialización, fácil aprendizaje, y tiene escasa incidencia sobre el medio.

El problema de esta investigación a nivel mundial, en distintos países se han realizado investigaciones para obtener materiales de construcción, con el objetivo de bajar su costo, proporcionando el mismo servicio que otorgan los materiales producidos de forma tradicional.

La construcción es uno de los principales causantes del deterioro del medio ambiente; sus actividades consumen una gran cantidad de recursos y han contribuido considerablemente a fenómenos como la deforestación o la contaminación atmosférica.

Los ladrillos de concreto, a su vez, están fabricados con una mezcla de cemento y presionado agregado. Este agregado puede ser arena, grava, polvo de piedra y similares. Es común el uso de una mezcla de dos o tres tipos de agregados, mejorando así la calidad y el coste del ladrillo. La elección de los hogares también depende de la oferta de los bloques en las inmediaciones de la fábrica. El costo del flete es muy relevante en este caso.

A nivel Nacional

Actualmente hay varios tipos de bloques para varios tipos de aplicación. Estos ladrillos son producidos en fábricas que utilizan procesos de todo tipo, que van desde pequeñas embarcaciones presiona enormes plantas industriales totalmente automatizadas.

En Perú los ladrillos de concreto son elementos prefabricados que se utilizan como alternativa a los ladrillos de arcilla en la construcción. El uso de ladrillos de concreto tiene algunas ventajas en el proceso de construcción, entre las que se destacan:

- Mayor rendimiento por m²: se utilizan menos unidades por metro de muro construido.
- Ahorro de tiempo: por su tamaño se logra un mayor avance en obra.
- Ahorro en mortero: al tener menor espesor entre las juntas de los bloques y menor número de juntas por metro construido, se utiliza menos mortero.

- Buen acabado: sólo necesitan una pequeña capa de tarrajeo o pueden ser caravista.
- Durables: fabricado con cementos resistentes a los ataques de sulfatos.

Actualmente la Empresa Dino produce dos tipos de ladrillo de concreto los cuales son: Ladrillo King Kong Tipo 14 y Ladrillo King Kong Tipo 10 y bloque pared.

UNICON es una fábrica limeña que produce ladrillos de concreto en forma industrial ha modificado la forma de sus unidades, invirtiendo la dirección de las ranuras y disminuyendo el área de huecos de 30% a 25%, así como la longitud de 24cm a 22cm. La particularidad de esta nueva unidad, es que una de las caras de asiento esta taponada y es relativamente lisa; por tal razón, es importante investigar el comportamiento sísmico de la albañilería hecha con esta nueva unidad.

Los bloques y ladrillos de concreto son más resistentes y versátiles que los ladrillos de arcilla. Una vez fabricados, los productos pasan por un estricto control de calidad.

Los ladrillos de concreto generan menor impacto ambiental, pues no se requiere quemar combustibles fósiles para su fabricación.

Año a año, la demanda por ladrillos de concreto muestra un crecimiento de un 15%. En la actualidad el concreto es el material de mayor uso en la construcción, trayendo consigo desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida dentro de la población.

Al mismo tiempo que existe una gran variedad de problemas en relación al costo de la producción de concreto que nos lleva a darle mayor interés y difusión a una tecnología que en países desarrollados ya lo usan varios años atrás, mi investigación fundamenta que a corto plazo será una opción interesante para la construcción.

Motivo por el cual este proyecto de investigación va orientado a buscar mejorar la calidad de vida de la población, reduciendo así el costo en la ejecución de obras de construcción civil, beneficiando a las necesidades constructivas de edificaciones de la provincia del Santa.

La Zeolita es desechada de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos que se puede dar.

Mediante el análisis de cómo se llevan los procesos con respecto a la Roca Zeolita, surgieron muchos cuestionamientos, los cuales llevaron a analizar una considerable cantidad de alternativas en posibles soluciones sobre cómo aprovechar la materia prima.

De aquí partimos nuestro trabajo de investigación, buscamos innovar el concepto de autoconstrucción para las zonas más pobres, la sustitución de la Roca Zeolita busca comprobar que sustituyendo materiales lograremos bajos costos al de uno convencional.

Por lo cual formulamos el siguiente problema:

¿Cuál es el efecto de la sustitución de 10% y 15% de cemento por Zeolita activada de Huaraz en la resistencia a Compresión de un de ladrillo de concreto F`C 175 kg/cm²?

La operacionalización y conceptualización de la variable es:

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

TABLA N° 07: VARIABLE DEPENDIENTE (Resistencia a Compresión)

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a la compresión	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez, E. 2005)	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un ladrillo de concreto bajo una carga de 175 kg/cm ² , y que considera los siguientes aspectos.	Promedio de Resistencias

Definición Conceptual

Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original en un ensayo de compresión. (Juárez, E. 2005)

Definición Operacional

Es el esfuerzo máximo que puede soportar un ladrillo de concreto bajo una carga de 175 kg/cm^2 , y que considera los siguientes aspectos.

Esta variable será medida de acuerdo a los días de curado establecidos 7, 14 y 28 días, de los cuales se obtendrán un promedio de resistencia.

Dimensiones

▪ **Edad del concreto**

Se ha demostrado que la resistencia a la compresión aumenta con el envejecimiento, hasta por 50 años, si existe humedad.

En la figura se muestra el desarrollo de las resistencias a la compresión, en condiciones de curado. Los valores a los 28 días se toman como el 100% y los valores de todos los demás envejecimientos se basan en los de 28 días.

▪ **Carga Axial**

Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial.

▪ **Área**

Se tomará en cuenta el área de dicho ladrillo, tanto el largo, como el ancho de las dimensiones de ladrillo, previa verificación de las dimensiones, se procederá a

calcular el área, la cual nos ayudará a obtener la resistencia a la compresión, dividiendo la fuerza actuante entre el área del ladrillo.

Concretos normales	
Edad (días)	$f'_{c\ 28}$ (%)
3	50
7	70
14	80
21	90
28	100

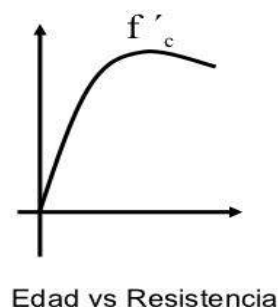


FIGURA N°03: Resistencia a la Compresión vs. Curado

TABLA N° 08: VARIABLE INDEPENDIENTE: Sustitución del 10% y 15% de Roca Zeolita

VARIABLE	DEFINICION	INDICADORES
SUSTITUCION DEL 10% Y 15% DE ROCA ZEOLITA	Es la sustitución del polvo de roca zeolita en un 10% y 15% del cemento en el diseño de mezcla del ladrillo de concreto $F'C\ 175\ kg/cm^2$	Ladrillo de Concreto Patrón Ladrillo de Concreto con 10% de polvo de roca Zeolita Ladrillo de Concreto con 15% de polvo de roca Zeolita

FUENTE: Elaboración Propia

Definición Conceptual

Es la sustitución del polvo de roca zeolita en un 10% y 15% del cemento en el diseño de mezcla del ladrillo de concreto $F'C\ 175\ kg/cm^2$.

Parte de procedimiento de diseño están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada, así como la manejabilidad apropiada para su tiempo determinado. (Osorio, J., 2013)

Dimensiones

▪ **Dosificaciones**

Las dosificaciones de mezclas de concreto son las cantidades de cemento y de (roca zeolita), sus propiedades que se necesitan para obtener las resistencias indicadas en los planos de estructuras.

▪ **Ladrillo de Concreto con 10% de Zeolita**

Se añadirá al diseño de mezcla del ladrillo de concreto un porcentaje del 10% de zeolita, ya que esta dosificación, ha sido seleccionada según los antecedentes de la investigación.

▪ **Ladrillo de Concreto con 15% de Zeolita**

Se añadirá al diseño de mezcla del ladrillo de concreto un porcentaje del 15% de zeolita, ya que esta dosificación, ha sido seleccionada según los antecedentes de la investigación.

Se plantea la siguiente hipótesis indicando que: Si, sustituyo el cemento en un 10% y 15% por roca Zeolita de Huaraz, permitiría mejorar la resistencia a compresión del ladrillo de concreto en comparación a un diseño convencional F' C 175 kg/cm²

El objetivo general de esta investigación es: Determinar la resistencia a compresión de un ladrillo de concreto F' C 175 kg/cm², con la sustitución de un porcentaje del 10% y 15% de cemento por roca Zeolita de Huaraz; y como objetivos específicos tenemos:

- ✓ Activar mecánicamente de la Zeolita y determinar la composición química de Zeolita mediante la fluorescencia de rayos X.
- ✓ Determinar la caracterización de la roca mediante la difracción de rayos X.

- ✓ Medir el pH de la zeolita en combinación con las mezclas.

- ✓ Determinar la relación agua / cemento (patrón) y el diseño de ladrillo de concreto experimental con zeolita en un 10 % y 15%.

- ✓ Determinar la resistencia promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días del ladrillo de concreto patrón y experimental con zeolita.

- ✓ Analizar y comparar e interpretar los resultados a través del grado de relación y de variación entre la resistencia a compresión y las dosificaciones de mezcla de 10% y 15% de zeolita.

METODOLOGIA

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos sirvieron para la solución de problemas relacionados a las unidades de albañilería y generando obras alternativas de diseñar viviendas con mayor durabilidad, servirá como una técnica nueva para el proceso constructivo; explicando cómo se comportó la resistencia a compresión del ladrillo de concreto cuando se sustituye un porcentaje de 10% y 15% al cemento por zeolita de Huaraz.

ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación).

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

DISEÑO DE INVESTIGACION

El diseño que le correspondió a esta investigación es de nivel experimental, porque se evaluó las dos muestras mencionadas mediante ensayos, donde se obtuvo los resultados de dos grupos de estudio denominados: Grupo Control y Grupo Experimental. En el cual se estudió el diseño convencional del ladrillo de concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución de 10% y 15% de cemento por roca zeolita de Huaraz. El estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos realizados, obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:



















DIAS DE CURADO	RESISTENCIA DEL CONCRETO CON PORCENTAJE DE ROCA ZEOLITA		
	PATRÓN	10%	15%
7			
			
			
14			
			
			
28			
			
			

FIGURA N°04: DISEÑO DE BLOQUE COMPLETO AL AZAR.

FUENTE: Propia

Población

Para la resistencia a la compresión se tiene como población de estudio al conjunto de ladrillos de concreto, según el estándar de construcción establecido F'C 175 Kg/cm².

- La roca zeolita se recolectará en Huaraz - Monterrey, debido a la abundancia del material en dicho sitio, el material se llenará en sacos para ser llevados al laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad San Pedro.
- El confitillo y arena para el diseño de ladrillos se obtuvo de la cantera Vesique.

Muestra

Para la resistencia a la compresión se trabajó con 27 ladrillos (9 ladrillos patrón y 9 ladrillos con 10%; 9 ladrillos con 15 % de sustitución de roca zeolita de Huaraz).

TABLA N° 09: **Técnicas e Instrumentos de Investigación**

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

FUENTE: Elaboración Propia

Se aplicó como técnica la observación ya que la percepción del material fue registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se puso por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Por eso utilizamos 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.

PROCESOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos es posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y con el SPSS v21.

Se realizó el análisis de los datos se tendrá presente:

- Cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de los ladrillos patrón y los ladrillos experimentales (sustituyendo el cemento en 10% y 15% por roca zeolita de Huaraz).
- Representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba ANOVA para verificar la hipótesis.
- ✓ Presentar una solicitud al laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro para facilitar el acceso a dicho establecimiento.

- ✓ Obtener nuestros agregados que se utilizaran en la fabricación de nuestras unidades de albañilería (Ladrillo de concreto).
- ✓ Aplicaremos un registro de apuntes, mediante fichas, filmación, acompañadas de un registro fotográfico para ver el desarrollo de nuestras pruebas.
- ✓ Realizaremos un diseño de mezcla F' C 175 kg/cm² concreto con su respectiva desviación estándar.
- ✓ Elaboraremos los ladrillos de concreto con el diseño tradicional.
- ✓ Elaboraremos los ladrillos de concreto adicionándole el polvo de roca zeolita.
- ✓ Ejecutaremos el curado de los ladrillos y las pruebas correspondientes (ensayo de la resistencia a compresión) a los ladrillos elaborados con el diseño tradicional y a los ladrillos elaborados con la adición proveniente de la roca zeolita y finalmente observaremos los resultados obtenidos.
- ✓ Con los datos obtenidos realizaremos cuadros que facilitarán el análisis de los resultados.

RESULTADOS DEL ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION:

Se realizó una mezcla para el ladrillo de concreto patrón

Se realizaron un total de 9 ladrillos de concreto patrón y fueron ensayados por comprensión a los 7, 14 y 28 días de curado, obteniendo los siguientes resultados:

En la siguiente tabla se tiene el ensayo a compresión de ladrillos

TABLA N° 10: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO PATRON A LOS 7 DIAS DE CURADO

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (KG)	PESO FINAL (KG)	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)	ÁREA (CM ²)	CARGA (KG)	F'C (KG/CM ²)	AVANCE (%)
1	L-1	7.00	5543.00	5793.00	24.00	14.00	8.00	336.00	46230	137.59	78.62
2	L-2	7.00	5530.00	5687.00	24.00	14.00	8.00	336.00	45750	136.16	77.81
3	L-3	7.00	5538.00	5730.00	24.00	14.00	8.00	336.00	45930	136.70	78.11
									Promedio	136.82	78.18

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

TABLA N° 11: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO PATRON A LOS 14 DIAS DE CURADO

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (KG)	PESO FINAL (KG)	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)	ÁREA (CM2)	CARGA (KG)	F'C (KG/CM2)	AVANCE (%)
4	L-4	14.00	5431.00	5688.00	24.00	14.00	8.00	336.00	52980	157.68	90.10
5	L-5	14.00	5445.00	5702.00	24.00	14.00	8.00	336.00	53430	159.02	90.87
6	L-6	14.00	5440.00	5698.00	24.00	14.00	8.00	336.00	53020	157.80	90.17
Promedio										158.16	90.38

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

TABLA N° 12: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO PATRON A LOS 28 DIAS DE CURADO

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (KG)	PESO FINAL (KG)	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)	ÁREA (CM2)	CARGA (KG)	F'C (KG/CM2)	AVANCE (%)
7	L-7	28.00	5437.00	5598.00	24.00	14.00	8.00	336.00	58630	174.49	99.71
8	L-8	28.00	5445.00	5620.00	24.00	14.00	8.00	336.00	59230	176.28	100.73
9	L-9	28.00	5445.00	5618.00	24.00	14.00	8.00	336.00	58970	175.51	100.29
Promedio										175.43	100.24

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

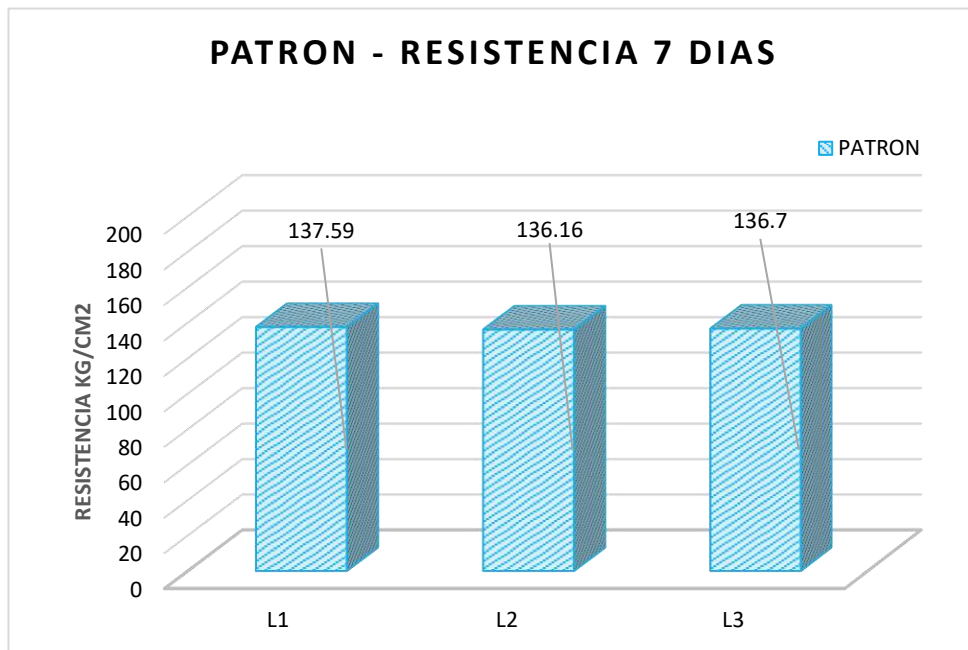


GRAFICO N°01: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Patrón a los 7 días

Fuente: Elaboración Propia

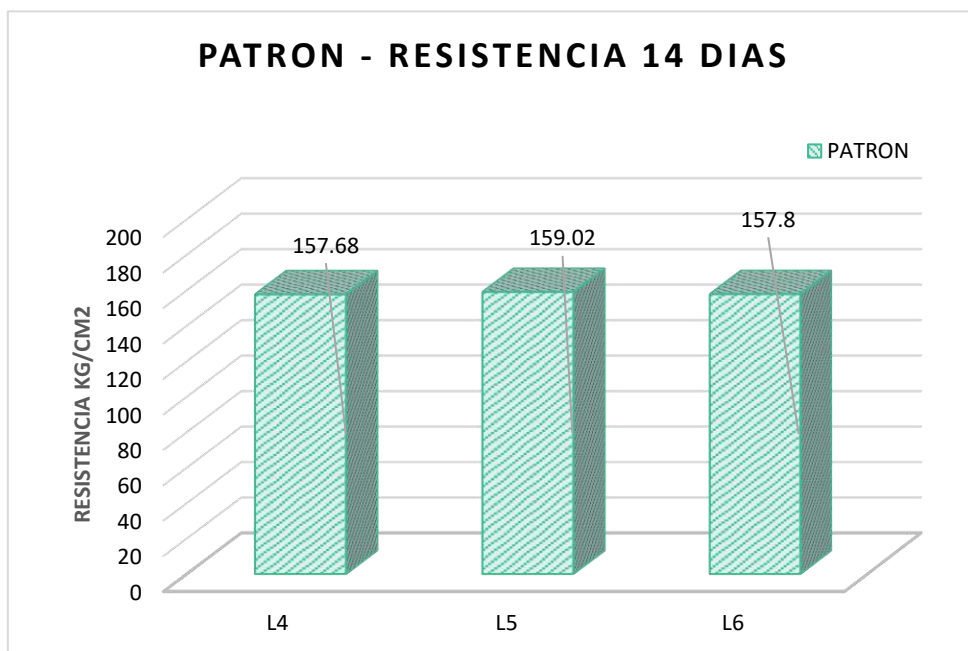


GRAFICO N°02: Gráfico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Patrón a los 14 días

Fuente: Elaboración Propia

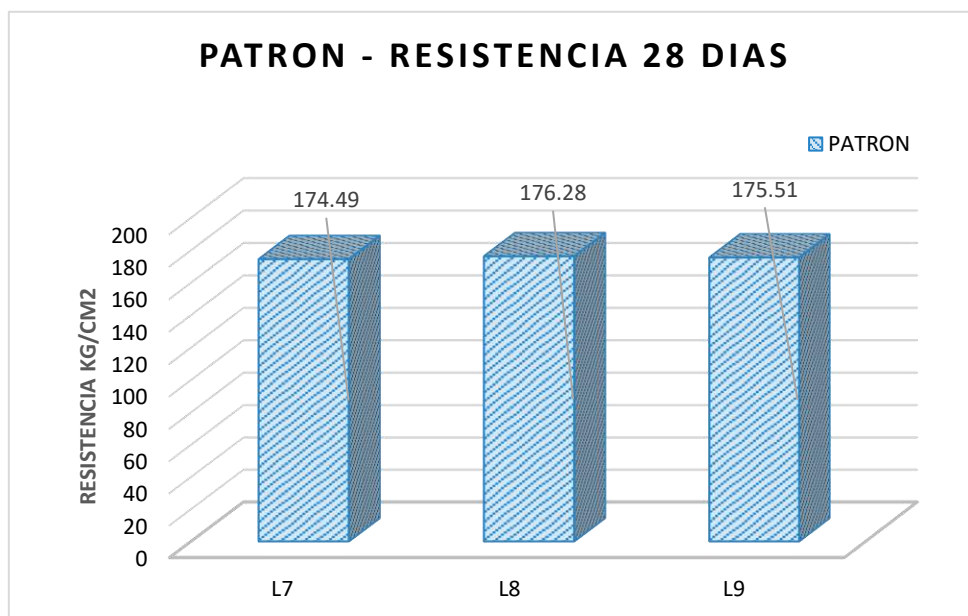


GRAFICO N°03: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Patrón a los 28 días

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 13: PROMEDIO DE LA RESISTENCIA DEL LADRILLO PATRON POR CADA ETAPA DE EVALUACION

PATRON	7DIAS	14DIAS	28 DIAS
PROMEDIO(KG/CM2)	136.82	158.17	175.43

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

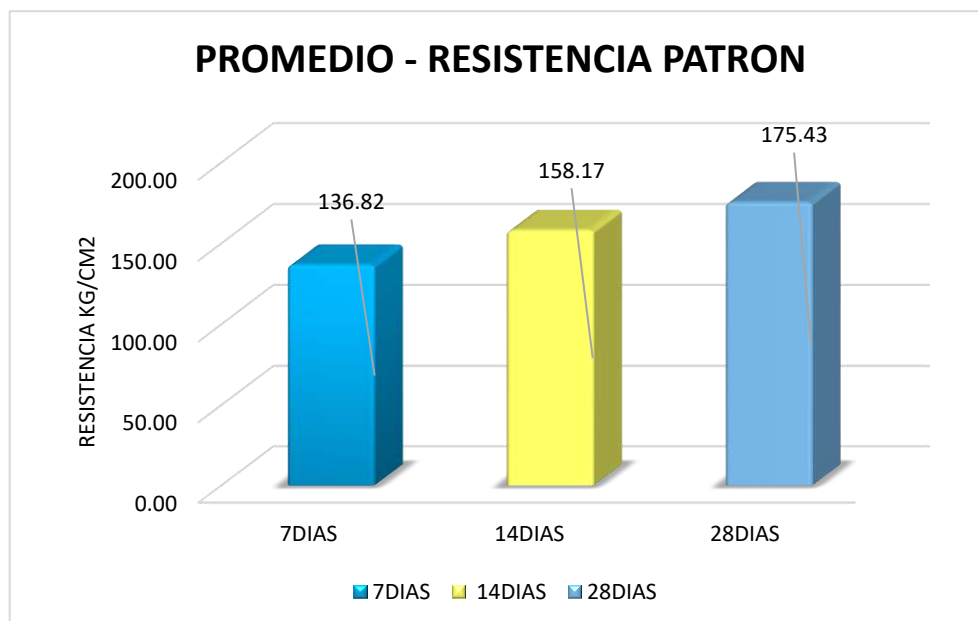


GRAFICO N°04: Gráfico de Resistencia a Compresión Promedio del ladrillo Patrón

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente el ensayo a compresión de ladrillos experimentales.

TABLA N° 14: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO EXPERIMENTAL 10% A LOS 7 DIAS DE CURADO

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
1	L-1	7.00	5234.00	5461.00	24.00	14.00	8.00	336.00	48730	145.03	82.87
2	L-2	7.00	5386.00	5609.00	24.00	14.00	8.00	336.00	48990	145.80	83.32
3	L-3	7.00	5629.00	5824.00	24.00	14.00	8.00	336.00	50930	151.58	86.62
									Promedio	147.47	84.27

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

TABLA N° 15: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO EXPERIMENTAL 10% A LOS 14 DIAS DE CURADO

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
4	L-4	14.00	5190.00	5442.00	24.00	14.00	8.00	336.00	54100	161.01	92.01
5	L-5	14.00	5190.00	5450.00	24.00	14.00	8.00	336.00	54570	162.41	92.81
6	L-6	14.00	5566.00	5784.00	24.00	14.00	8.00	336.00	54970	163.60	93.49
									Promedio	162.34	92.77

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

TABLA N° 16: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO EXPERIMENTAL 10% A LOS 28 DIAS DE CURADO

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
7	L-7	28.00	5200.00	5460.00	24.00	14.00	8.00	336.00	58950	175.45	100.26
8	L-8	28.00	5279.00	5535.00	24.00	14.00	8.00	336.00	59740	177.80	101.60
9	L-9	28.00	5205.00	5455.00	24.00	14.00	8.00	336.00	58230	173.30	99.03
									Promedio	175.52	100.29

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

TABLA N° 17: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO EXPERIMENTAL 15% A LOS 7 DIAS DE CURADO

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
1	P-1	7.00	5191.00	5438.00	24.00	14.00	8.00	336.00	51580	153.51	87.72
2	P-2	7.00	5211.00	5445.00	24.00	14.00	8.00	336.00	51890	154.43	88.25
3	P-3	7.00	5442.00	5646.00	24.00	14.00	8.00	336.00	52380	155.89	89.08
									Promedio	154.61	88.35

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

TABLA N° 18: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO EXPERIMENTAL 15% A LOS 14 DIAS DE CURADO

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
4	P-4	14.00	5234.00	5462.00	24.00	14.00	8.00	336.00	55240	164.40	93.95
5	P-5	14.00	5238.00	5456.00	24.00	14.00	8.00	336.00	54970	163.60	93.49
6	P-6	14.00	5405.00	5616.00	24.00	14.00	8.00	336.00	55590	165.45	94.54
									Promedio	164.48	93.99

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

TABLA N° 19: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL LADRILLO DE CONCRETO EXPERIMENTAL 15% A LOS 28 DIAS DE CURADO

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
7	P-7	28.00	5239.00	5470.00	24.00	14.00	8.00	336.00	58660	174.58	99.76
8	P-8	28.00	5536.00	5740.00	24.00	14.00	8.00	336.00	59030	175.68	100.39
9	P9	28.00	5547.00	5745.00	24.00	14.00	8.00	336.00	59650	177.53	101.45
									Promedio	175.93	100.53

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Ensayos de compresión; tenemos los siguientes gráficos de concreto experimental.

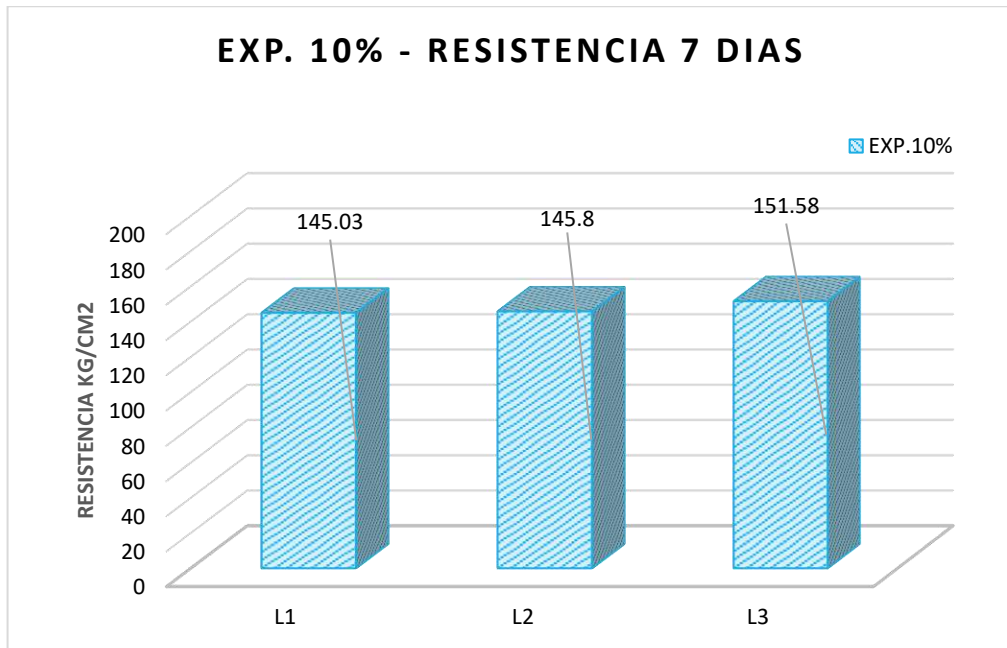


GRAFICO N°05: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 10% a los 7 días

Fuente: Elaboración Propia



GRAFICO N°06: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 10% a los 14 días

Fuente: Elaboración Propia

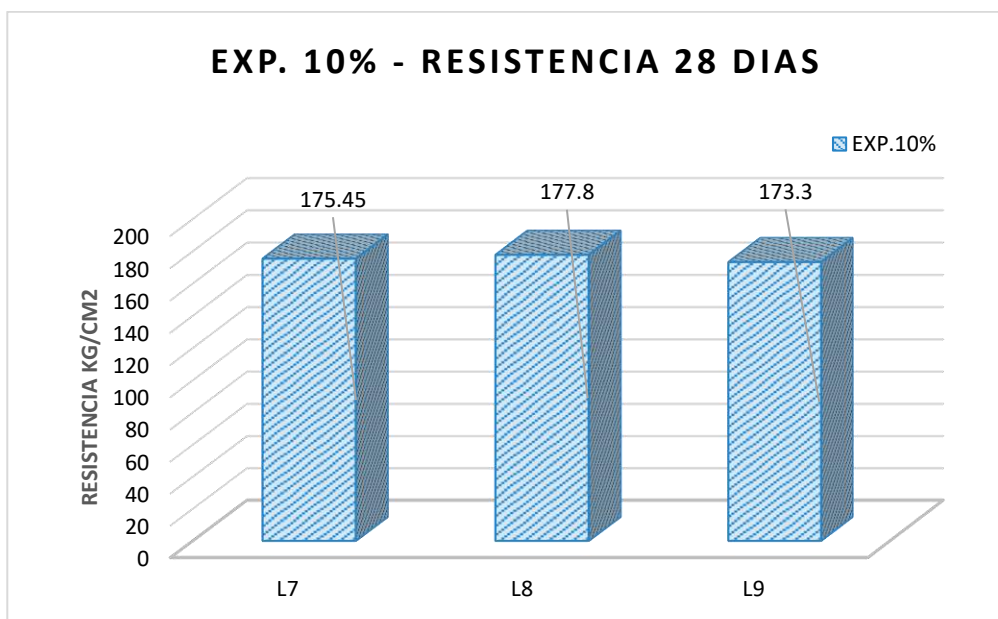


GRAFICO N°07: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 10% a los 28 días

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 20: PROMEDIO DE LA RESISTENCIA DEL LADRILLO EXPERIMENTAL 10% POR CADA ETAPA DE EVALUACION

EXP. 10%	7DIAS	14DIAS	28 DIAS
PROMEDIO(KG/CM2)	147.47	162.34	175.52

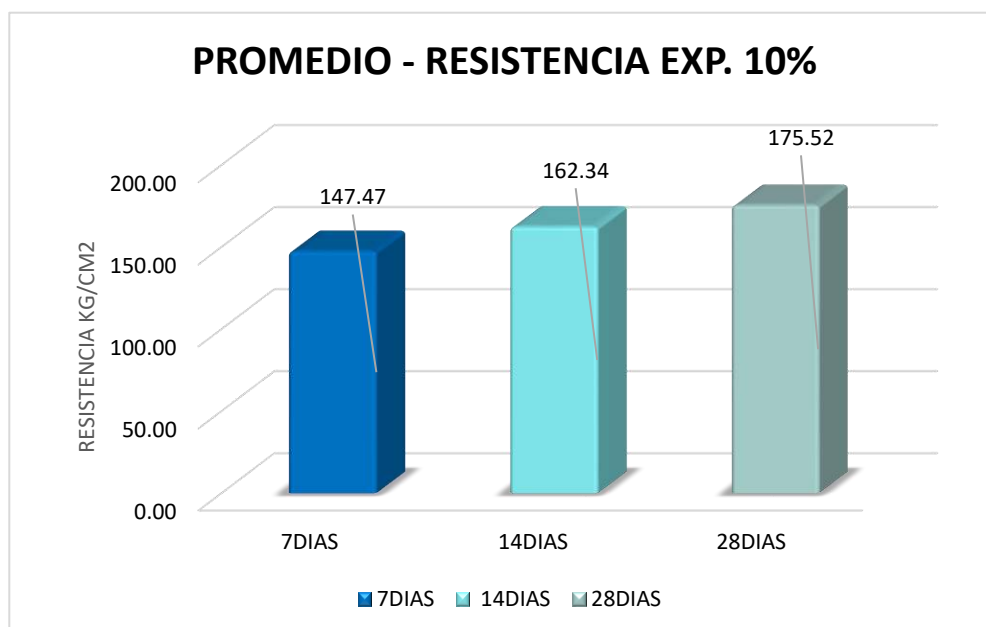


GRAFICO N°08: Gráfico de Resistencia a Compresión Promedio del ladrillo Experimental 10%

Fuente: Elaboración Propia

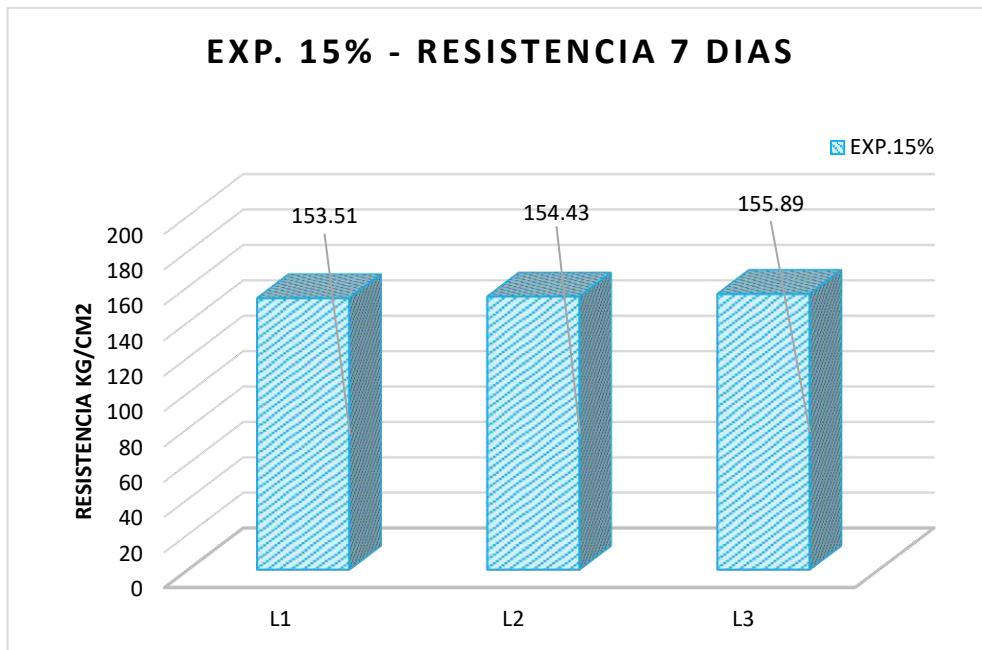


GRAFICO N°09: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 15% a los 7 días
Fuente: Elaboración Propia

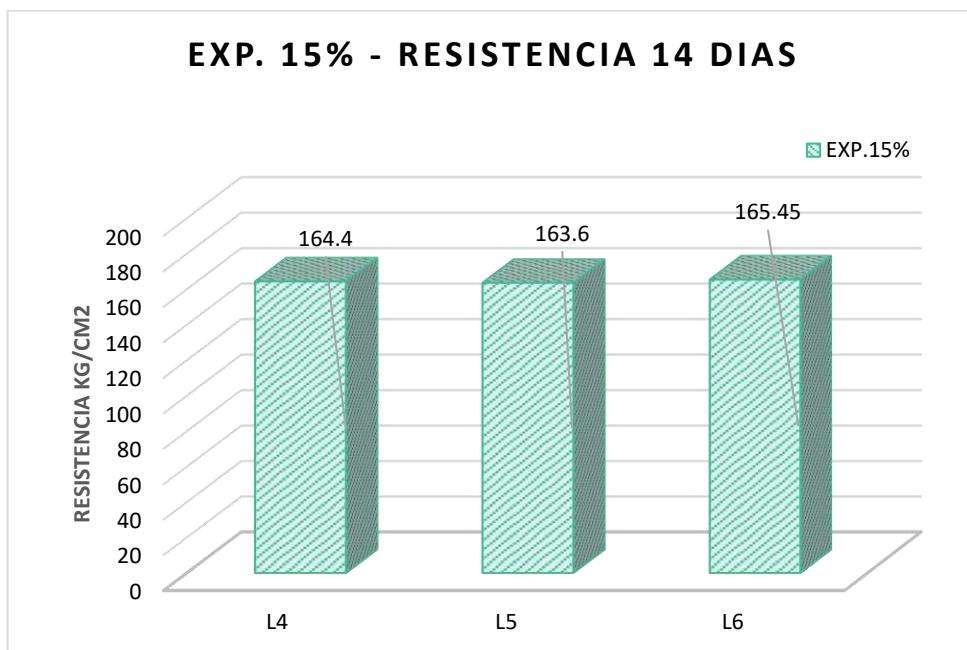


GRAFICO N°10: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 15% a los 14 días
Fuente: Elaboración Propia

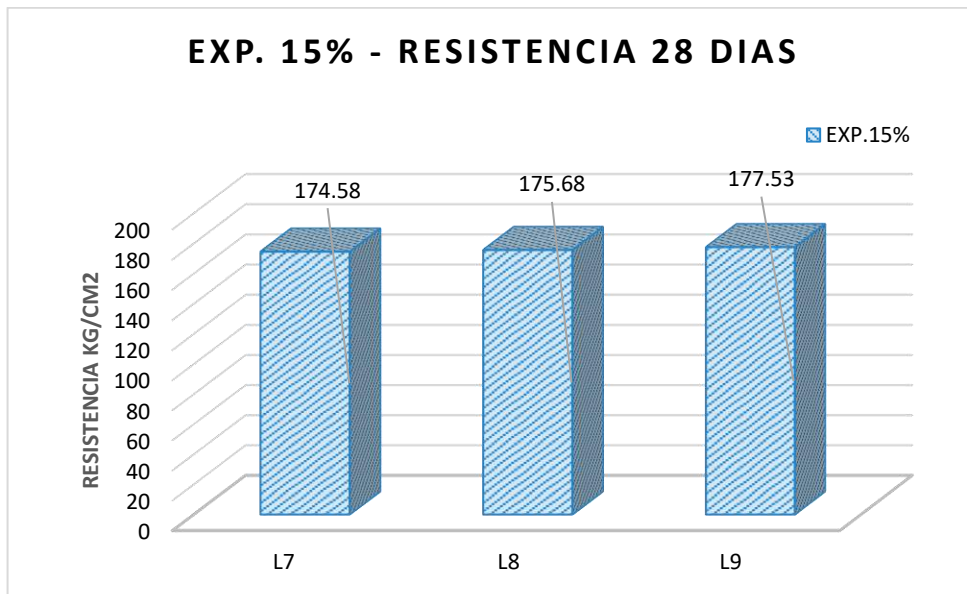


GRAFICO N°11: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del ladrillo Experimental 15% a los 28 días

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 21: PROMEDIO DE LA RESISTENCIA DEL LADRILLO EXPERIMENTAL 15% POR CADA ETAPA DE EVALUACION

EXP. 15%	7DIAS	14DIAS	28 DIAS
PROMEDIO(KG/CM2)	154.61	164.48	175.93

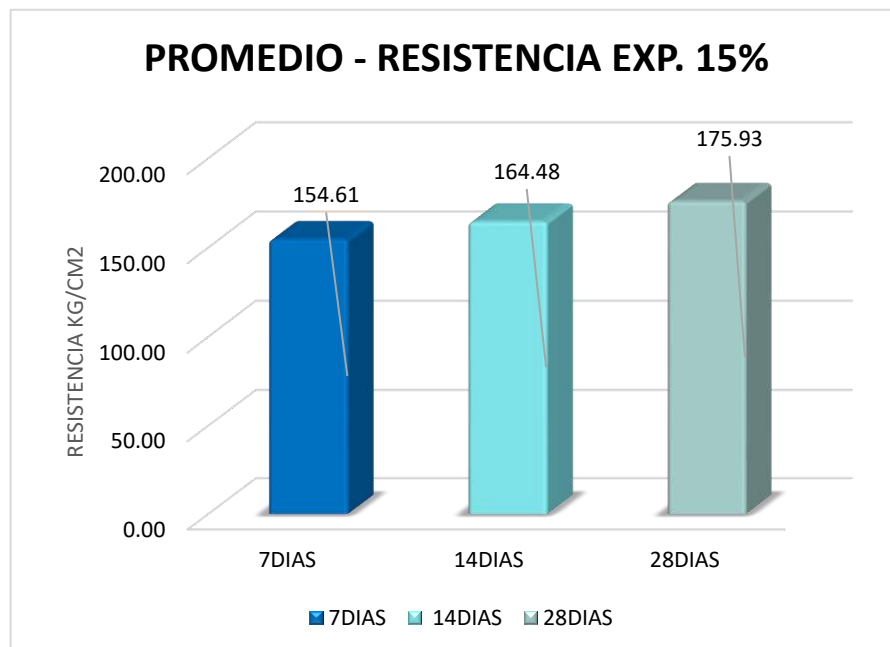


GRAFICO N°11: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión Promedio del ladrillo Experimental 15%.

Fuente: Elaboración Propia

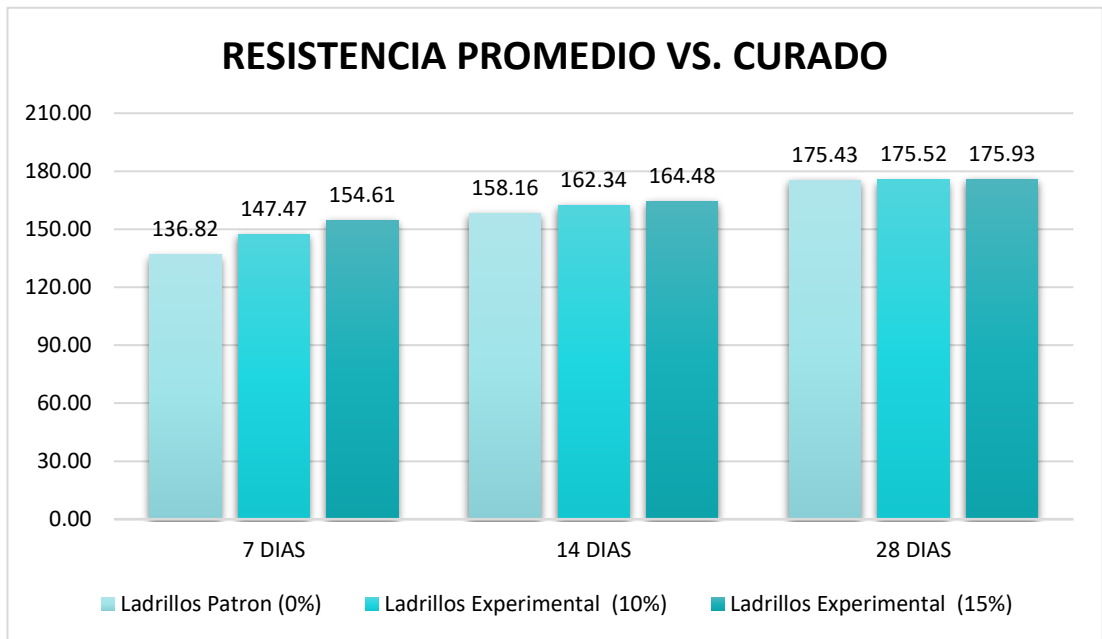


GRAFICO N°12: Grafico de Resistencia Promedio V.S Curado
Fuente: Elaboración Propia

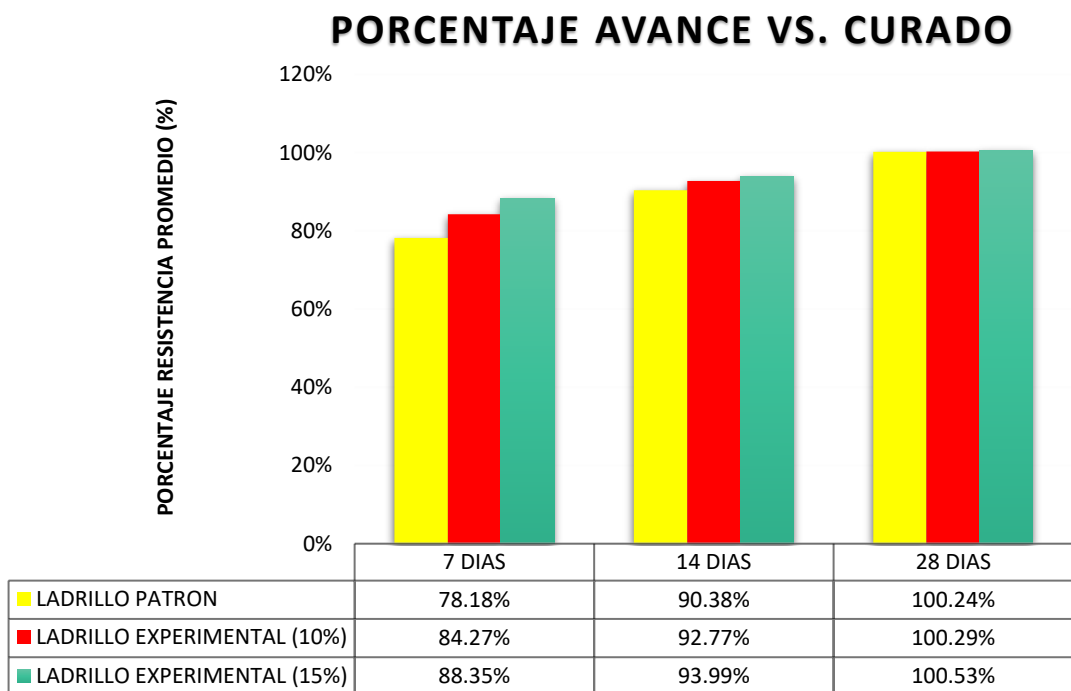


GRAFICO N°13: Grafico de Porcentaje de Avance V.S Curado
Fuente: Elaboración Propia

**DETERMINACION DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LA ROCA
ZEOLITA POR FLUORESCENCIA DE FRXDE**

TABLA N° 22: COMPOSICION QUIMICA DE LA ROCA ZEOLITA POR FRXDE

COMPOSICIÓN QÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Al ₂ O ₃	15.461	
SiO ₂	33.142	
P ₂ O _{5p}	0.291	
SO ₂	0.352	
ClO ₂	0.695	
K ₂ O	0.570	
CaO	42.504	
TiO ₂	0.522	
Cr ₂ O ₃	0.003	<i>Fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía</i>
MnO	0.303	
Fe ₂ O ₃	6.002	
Ni ₂ O ₃	0.007	
CuO	0.004	
ZnO	0.048	
As ₂ O ₃	0.012	
SrO	0.036	
ZrO ₂	0.005	
La ₂ O ₃	0.052	

FUENTE: Laboratorio de la Universidad Nacional de San Marcos.

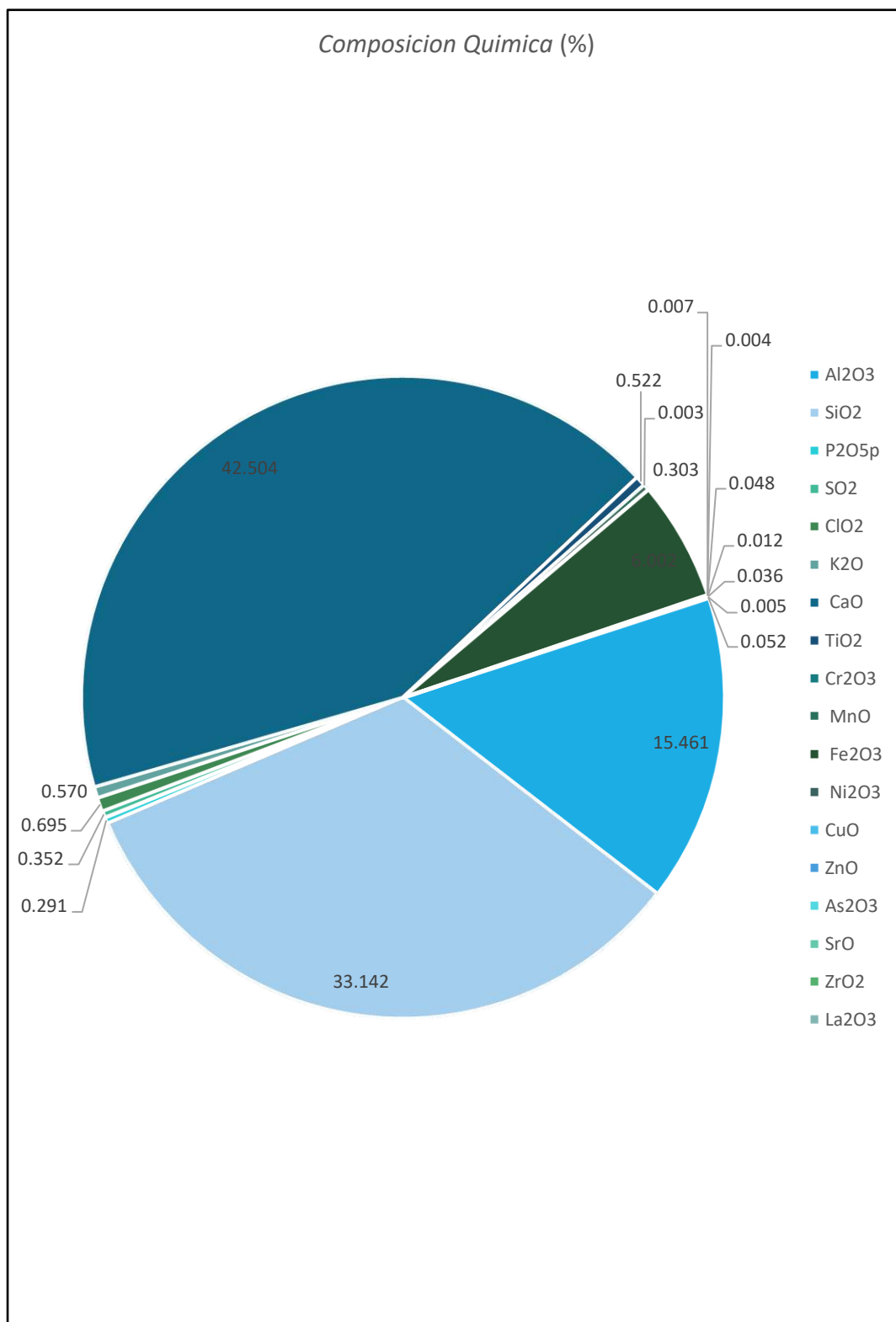


GRAFICO N°14: Composición química de la roca zeolita
Fuente: Elaboración Propia

DETERMINACION DEL POTENCIAL DE HIDROGENO DE LAS MUESTRAS

TABLA N° 23: DETERMINACION DEL PH DEL CEMENTO Y ROCA ZEOLITA

MUESTRA	PH
CEMENTO (C)	13.73
ZEOLITA	12.81
90% C + 10% ZEOLITA	13.63
85% C + 15% ZEOLITA	13.50

FUENTE: Laboratorios COLECBI.

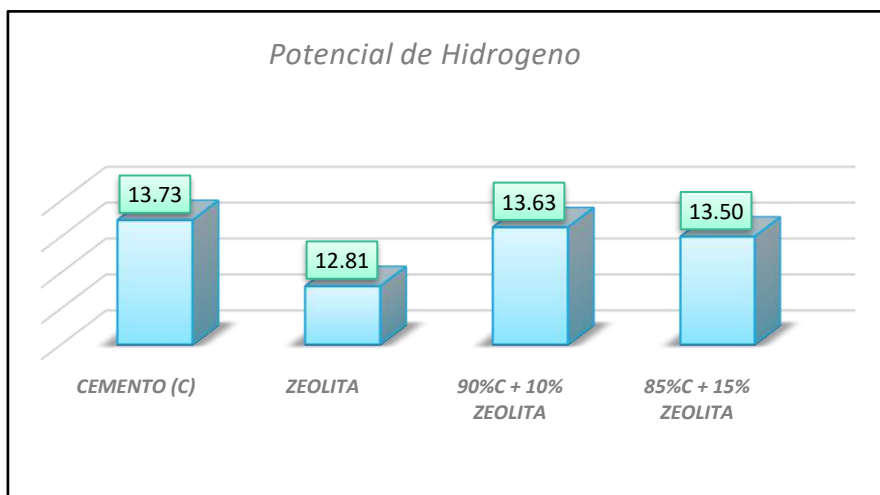


GRAFICO N°15: Grafico de PH de los materiales

Fuente: Elaboración Propia

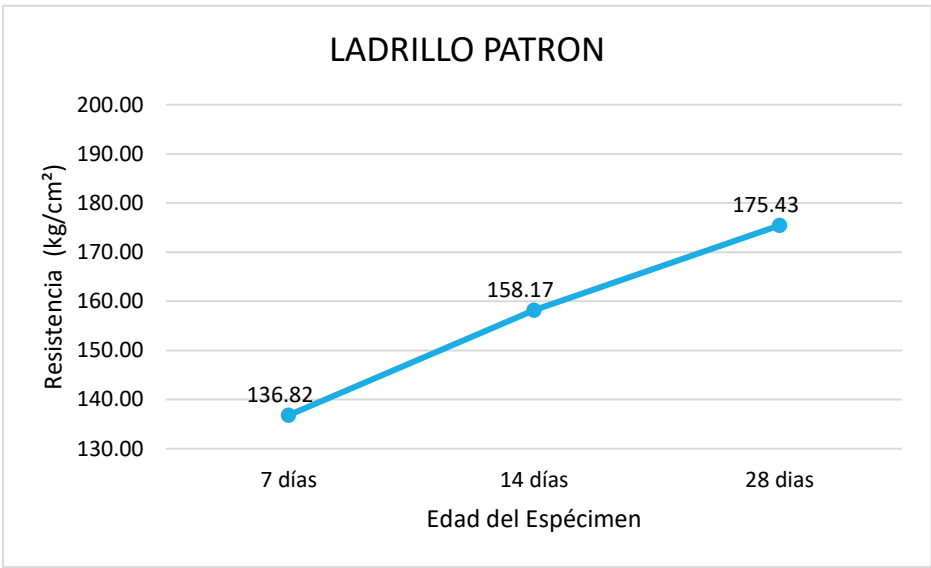


GRAFICO N°16: Curva de Resistencia Promedio Patrón
Fuente: Elaboración Propia

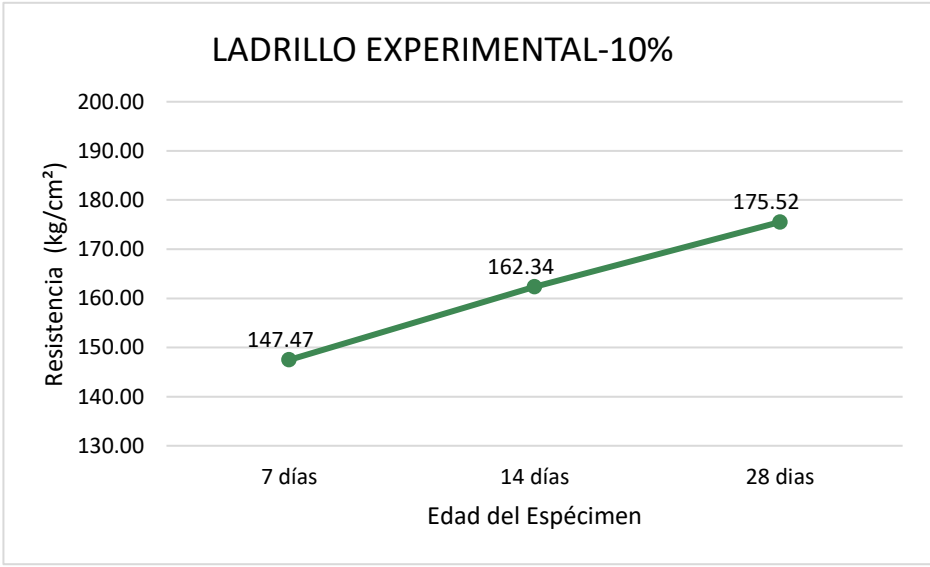


GRAFICO N°17: Curva de Resistencia Promedio Experimental 10%
Fuente: Elaboración Propia

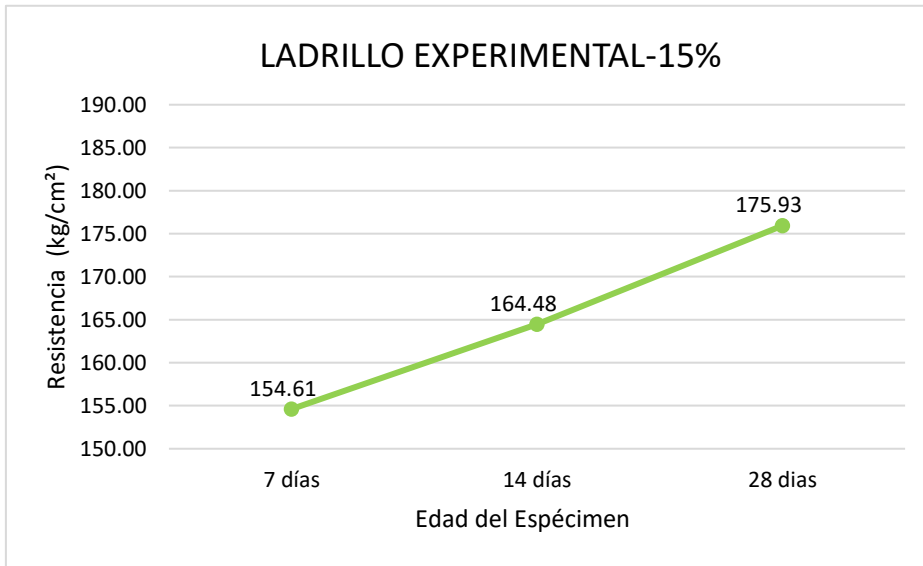


GRAFICO N°18: Curva de Resistencia Promedio Experimental 15%
Fuente: Elaboración Propia

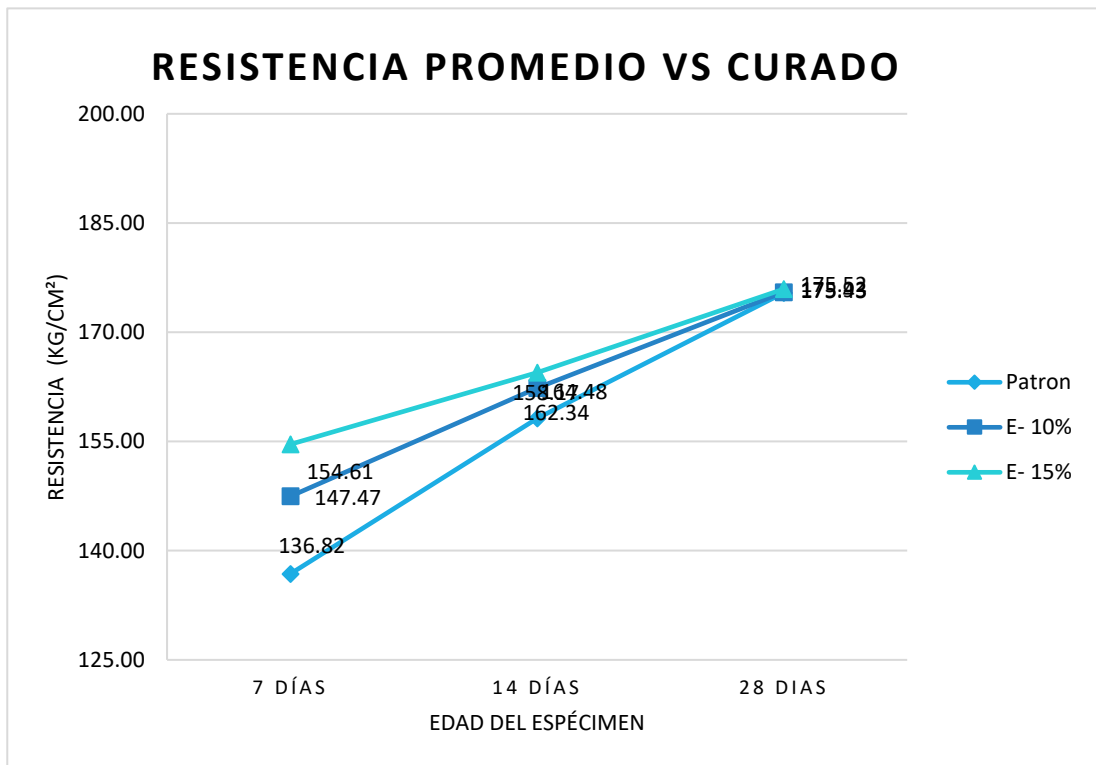


GRAFICO N°19: Curva de Resistencia Promedio vs Curado
Fuente: Elaboración Propia

**TABLA N^o 24: COMPARACION DEL PORCENTAJE DE LA RESISTENCIA PATRON
F'C=175 KG/CM2 Y EL EXPERIMENTAL (10%) Y (15%)**

Edad del Espécimen	7 días	14 días	28 días
Patrón	136.82	158.17	175.43
E- 10%	147.47	162.34	175.52
E- 15%	154.61	164.48	175.93

Fuente: Elaboración Propia

ANALISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

Tabla N°25: Resistencias a la compresión de las unidades de ladrillo de concreto con una sustitución de cemento por un porcentaje de zeolita según días de curado

Días de curado	Resistencia de unidades de ladrillo con sustitución de cemento por zeolita		
	Patrón	10%	15%
7	136,82	147,47	154,61
14	158,17	162,34	164,48
28	175,43	175,52	175,93

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla N°25 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las unidades de ladrillo de concreto se muestran 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 ($p > 0.05$ para todas las muestras) y homogeneidad de varianzas con el Contraste de Levene ($p = 0.678$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las unidades de ladrillo de concreto para cada tratamiento (sustitución de cemento por un porcentaje de zeolita) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla N°26: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las unidades de ladrillo de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución de cemento	102,374	2	51,187	2,603	,189
Días de curado	1291,060	2	645,530	32,827	,003
Error	78,659	4	19,665		
Total	1472,092	8			

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla N°26 se puede visualizar que el $p\text{-value} < \alpha$ ($0.189 > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis

nula (las resistencias medias de las unidades de ladrillo son iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en las unidades de ladrillo de concreto por un porcentaje de zeolita (Patrón, 10% y 15%) no son significativamente diferentes.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.003 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las unidades de ladrillo de concreto son diferentes a consecuencias de los días de curado.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se analiza y se discute los resultados obtenidos en los ensayos del laboratorio, con el objetivo de contrastar la hipótesis de trabajo presentada en el capítulo I de la presente tesis.

SOBRE LOS ENSAYOS REALIZADOS

Al analizar lo que a continuación presentaremos, podemos reafirmar que se realizó un adecuado desempeño técnico profesional en el área de laboratorio de mecánica de suelos para la Elaboración de los ladrillos de concreto y los ensayos para este mismo; verificando y demostrando con satisfacción los resultados obtenidos.

Para el desarrollo del Laboratorio adoptamos fielmente los reglamentos como las Normas Técnicas Peruanas y las A.S.T.M. que son todos los criterios que sobrepasan el estándar establecido para elaborar concreto normal, por lo que se evalúa como adecuado.

La granulometría del agregado fino se encuentra dentro de los límites indicados en la Norma ASTM C-33 por lo que lo consideramos como granulometría óptima.

El módulo de finura es 2.76 lo cual es aceptable, pues se está trabajando un módulo de finura superior al mínimo requerido (2.35 – 3.15), estimándose que tenemos una arena que produce concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación debido a que se encuentra entre los módulos 2.2 y 2.8 (Abanto, F., 2009).

El peso específico del A.F es de 2.61 gr/cm^3 , se puede clasificar como un agregado normal ya que está en el límite del rango de este PE (2.5-2.8).

La granulometría del agregado grueso, cumple con los límites establecidos por Norma ASTM C-33 y está caracterizada por forma sub. Angular y rugosa.

Se determinó por ensayo de peso específico del agregado grueso que el valor obtenido 2.80 gr/cm^3 , está dentro del rango de peso específico.

Los resultados obtenidos del ensayo de fluorescencia de rayos x dispersiva en energía (FRXDE) a la muestra de zeolita según la tabla n° 23 demuestra la presencia de precursores puzolánicos en aproximados porcentajes en comparación a la composición química del cemento portland Tipo I (tabla N° 04) , donde se detallan los siguientes elementos tales como: dióxido de silicio SiO_2 (34.397%), óxido de calcio CaO (44.114 %) y trióxido de aluminio Al_2O_3 (16.046 %), los cuales favorecen las propiedades cementantes del material en comparación a los ensayos realizados a la zeolita, según Costafreda (2008).

El óxido de calcio CaO con el dióxido de silicio SiO_2 forman el silicato tricálcico C_3S , y el trióxido de aluminio Al_2O_3 con el óxido de calcio CaO forman el aluminato tricálcico, los cuales se hidratan y endurecen rápidamente otorgando la resistencia inicial al concreto. Además el óxido de calcio CaO con el dióxido de silicio SiO_2 también forman el silicato dicálcico C_2S , el cual se hidrata y endurece con lentitud brindando resistencia al concreto a edades mayores es así que alcanza elevada resistencia a la compresión a largo plazo (Abanto, F., 2009, pág. 16)

El pH de la roca Zeolita nos dio como resultado 12.81. Se realizó la mezcla del material puzolánico con el concreto en una sustitución del 10% y 15% de Zeolita por cemento, obteniéndose 13.63 y 13.50 respectivamente, superando así al pH del cemento portland tipo I (13.12). Esto nos muestra que es una mezcla activada alcalinicamente, porque contiene silicato cálcico hidratado (C-S-H). La roca zeolita es un material alcalino, ya que el PH es mayor a 7, debido a que los hidroxilos (OH^-) son mayores que los hidrógenos positivos (H^+).

La resistencia a compresión depende la relación agua/cemento (a/c) y al acomodo de sus constituyentes, la a/c es constante, por lo que el aumento de la resistencia a compresión se debe al buen acomodo de los agregados, ya que al ir agregando mas arena se obtiene una mezcla con una distribución uniforme de agregados, haciendo un concreto menos poroso y obteniendo una mejor resistencia, esto se debe a que el tamaño del poro es inversamente proporcional a la resistencia, es por eso que se puede

decir que a menor tamaño de poro, mayor será su resistencia (Salazar, A. , 1985, pág.56).

Los resultados obtenidos del ensayo de difracción de rayos x en la identificación de picos, en la búsqueda referida a Zeolitas se identifican los siguientes compuestos: Silicon Oxide (SiO_2) en un 65% , Calcite (CaCO_3) en un 32% y Mordenita en porcentajes menores. Estableciéndose así que la muestra se encuentra dentro de la base de datos asociada a la Zeolita.

Encontramos que la dosificación planteada para el proyecto de investigación tiene una proporción en volumen (1: 3.89: 2.15) de agregados, notándose claramente que se rompe el esquema de dosificación convencional para un concreto $F'c$ 175 kg/cm^2 (1: 2.5: 2.5). Evidenciándose así que, nuestro diseño lograr superar la resistencia a compresión notablemente.

**PROPORCIONES DE MATERIALES Y RESISTENCIAS,
COMUNES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL**

RESIST. CONCRETO ($F'c$) (kg/cm^2)	C/C ACERO (CMENOS)	ASIENTO MORTO SALPES (μm)	TAMANO AGREGADO (M.M.)	DOSIFICACION EN VOLUMEN Cemento/Arena/ grava	MATERIALES POR m^3			
					CEMENTO (kg)	ARENA (m^3)	GRAVA (m^3)	AGUA (m^3)
140	0.61	4	½	1:2.5:2.5	7.01	0.51	0.54	0.164
175	0.51	3	½	1:2.5:2.5	8.43	0.54	0.55	0.165
210	0.45	3	½	1:2:2	9.73	0.52	0.53	0.166
245	0.38	3	½	1:1.5:1.5	11.5	0.5	0.51	0.167
280	0.38	3	½	1.1:1.5	13.34	0.45	0.51	0.169

FIGURA: Tabla de proporción de agregados según dosificación

CONCLUSIONES

1. Según el análisis químico de fluorescencia de rayos x para la roca zeolita estudiada se obtuvo la siguiente composición química: 42.504% de óxido de calcio (CaO), 33.142 % de dióxido de silicio (SiO₂), 0.036 de óxido de estroncio (SrO), 0.570% de óxido de potasio (K₂O) y 6.002% de trióxido de hierro (Fe₂O₃), entre otros elementos.

2. El pH obtenido de las muestras de zeolita y cemento tipo I vemos su alto grado de material alcalino.
90% cemento tipo I + 10% de zeolita= 13.63 pH
85% cemento tipo I + 15% de zeolita=13.50 pH
Zeolita = 12.81 pH
El cual nos indica que es un material alcalino a un nivel de un cemento portland tipo I = 13.73 pH.

3. En nuestro diseño de mezcla los resultados de la relación agua y cemento fueron los siguiente: para el ladrillo de concreto de patrón su relación a/c= 0.684, para el ladrillo de concreto experimental de 10% su relación a/c= 0.684 y para el experimental 15% su relación a/c= 0.684.

4. En la sustitución del 15% y 10% de zeolita al cemento notamos en las comparaciones de los cuadros de la resistencia a compresión que la sustitución del 15% de zeolita tiene mayor resistencia a la compresión que del 10% de sustitución de zeolita debido a que existe más material cementante ya que la sustitución es mayor, también influye el alto contenido del pH del material adicionado.

5. Habiéndose elaborado los ladrillos de concreto patrón se realizó el ensayo de resistencia a la compresión obteniendo como resultados promedios a los 7 días 136.82 kg/cm², a los 14 días 158.17 kg/cm² y a los 28 días 175.43 kg/cm².

Con la sustitución del 10% de zeolita se obtuvo como resistencias promedios a los 7 días 147.47 kg/cm², a los 14 días 162.34 kg/cm² y a los 28 días 175.52 kg/cm². Asimismo, con la sustitución del 15% de zeolita se obtuvo como resistencias promedios a los 7 días 154.61 kg/cm², a los 14 días 164.48 kg/cm² y a los 28 días 175.93 kg/cm². Obteniéndose así que la sustitución del 10% y 15% de Zeolita por el cemento, muestran resultados óptimos como sustitución de precursores puzolanicos.

6. Las unidades de albañilería obtuvieron a los 28 días con sustitución del 10% de zeolita una resistencia de 175.52 kg/cm², con la sustitución del 15% de zeolita se obtuvo de resistencia 175.93 kg/cm², llegándose así a clasificar según la Norma E.070, como ladrillo TIPO V, el cual tiene una resistencia y durabilidad muy altas, apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.

RECOMENDACIONES

- 1.- Al realizar la activación mecánica de la roca zeolita, se haga un tratamiento adecuado y correcto para la obtención del polvo de la roca zeolita, para que así se pueda llegar a obtener una muestra con propiedades similares a la del cemento portland.

- 2.- Utilizar como material alternativo el uso de la roca zeolita en mayores proporciones de sustitución, debido a que vemos los notables aumentos de resistencia al sustituirlo por el cemento.

- 3.- Fabricar los ladrillos de manera artesanal-industrial con el uso de una mesa vibratoria, el cual le dará un acabado final excelente.

- 4.- Realizar estudios de contenido de aire atrapado, exudación y densidad aparente, para un estudio más exhaustivo.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios, por haberme permitido llegar a cumplir esta meta, por la fortaleza, conocimiento y firmeza, para lograr culminar la finalización de mis estudios universitarios.

A mi madre, por todo su cariño, dedicación, apoyo y consejos que me ha brindado a lo largo de mi vida., por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de vida.

A mi padre, quien ha forjado en mis los valores más sólidos, motivándome en cada paso que he dado para la culminación de mis estudios superiores.

A mis amigos por el apoyo constante que me han brindado a lo largo de estos años.

A la universidad San pedro, a todos nuestros docentes de la facultad de Ingeniería civil; es especial a los ingenieros del curso de titulación que nos apoyaron, por la orientación y ayuda que nos brindaron para la realización esta Tesis.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acurio, M. (2008). Determinación de la variación en la resistencia a la compresión de la pasta de cemento tipo I mediante la adición de 5% de zeolita I y curado en aire. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Adam M. Neville, Instituto Mexicano de Cemento y Concreto A.C., Tecnología del concreto, 1999.
- Araya, M. Cartago, Costa Rica: Compendio de Material para el curso Concreto, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2012.
- Caviedes, J., “TECNOLOGIA DEL CONCRETO”
- Costafreda, J. (2008). Geología, caracterización y aplicaciones de las rocas zeolíticas del complejo volcánico de cabo de gata (Almería). Universidad Politécnica De Madrid. Madrid.
- Fuentes, X. (2008). Modelamiento de la respuesta mecánica del cemento puzolánico mediante la adición de zeolita tipo I y curado al aire. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Gutiérrez, M. “Zeolitas Características y Propiedades”, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Marzo, 2008.
- IECA. (2013). Componentes y propiedades del cemento. 2015, de IECA
Sitio web: https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179
- Instituto del Cemento Portland Argentino (2000).Argentina: Planeta

- Jiménez, H. "Tecnología del Concreto". Universidad Nacional de Ingeniería del Perú". Recuperado de: www.fic.uni.edu.pe. Febrero, 2008.
- Jiménez, M. (2004). Caracterización De Minerales Zeolíticos Mexicanos". Universidad Autónoma Del Estado De México Facultad De Química, México.
- National Ready Mixed Concrete Association. (1993). Resistencia a la Compresión del Concreto.
- NTP 399.601. (2006). Unidades de Albañilería. Ladrillos de Concreto. Requisitos.
- NTP 400.012. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- NTP 400.037. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso.
- Sitio Web: <https://es.scribd.com/doc/97854803/TRABAJO-FINAL-DE-ALBANILERIA-ESTRUCTURAL>
- Tacilla, Araujo y Cardozo (2004) en Composición Química del Cemento. México: Conaculta.
- Teodoro E. (1999). Materiales en Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Zuluaga (2013). "Estudio Tecnológico de los agregados". Recuperado de: http://www.academia.edu/4010256/ESTUDIO_TECNOLOGICO_DE_LOS_AGREGADOS

ANEXOS



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Académico Profesional
de Ingeniería Civil

“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

Chimbote, 17 de agosto de 2018

Señor:

Ing. José Díaz Rosado

Facultad de Ciencias

Universidad Nacional de Ingeniería

Presente.-

Asunto: Solicita apoyo para desarrollo de ensayo difracción de rayos X

Tengo a bien dirigirme a usted para saludarlo cordialmente, y al mismo tiempo solicitar brindar apoyo para el ensayo de difracción de rayos X, para el tema de tesis: “Resistencia a compresión de un ladrillo de concreto F’C 175kg/cm² sustituyendo al cemento por 10% y 15% de zeolita”, ha elaborarse por el alumno de la Escuela de Ingeniería Civil: **Ramírez Agurto Nuria Nicole**, identificado con DNI 73432212.

Agradeciéndole anticipadamente por su valioso apoyo en la formación de nuestros futuros profesionales, aprovecho la oportunidad para testimoniarle mi consideración y estima.

Atentamente,



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
[Signature]
Dr. Rogelio Castañeda Gamboa
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Realizado en
colaboración para
tesis USP
Dr. Jui Lab DIAZ ROSADO

Reporte de Análisis de 1 muestra en Polvo

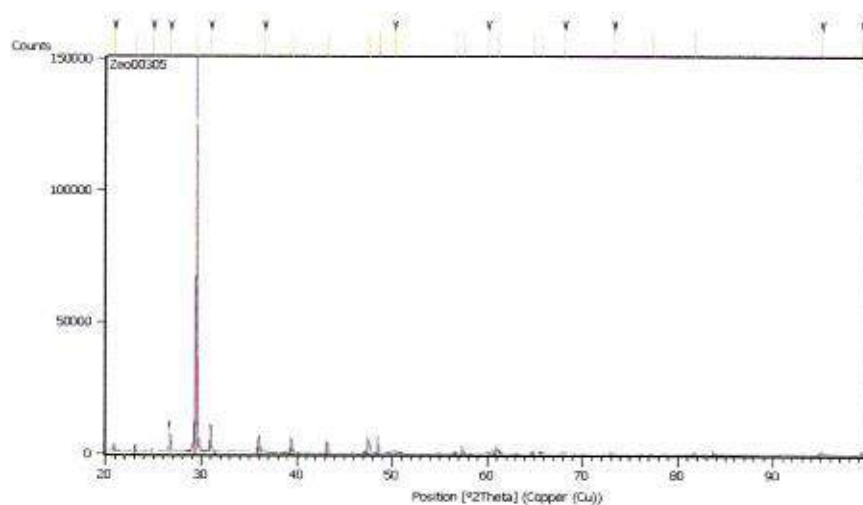
Realizado por Dr. José Carlos DIAZ ROSADO

El presente análisis reporta los resultados obtenidos por difracción de Rayos X, usando un equipo de la marca Bruker D8 Advance, Cu-Kalpha=1.5408 e identificación utilizando software Hightscore, con base de datos ICDD 2017.

Figura 1: Equipo Bruker D8 advance.



Figura 2: Patrón de difracción obtenido



[Handwritten signature]


Obtenido el espectro se procede a la identificación de picos, para su reconocimiento en la base de datos, en la búsqueda referida a Zeolitas se identifican los siguientes compuestos.

ICDD 01-085-0794 Silicon Oxide (SiO₂) en un 65%

ICSD-98-001-7684 Calcite (C₁Ca₁O₃) en un 32%

COD 00-006-0239 Mordenita Ca_{0.40}Al₁₀98Si₅03012(H₂O)₃ en porcentajes menores

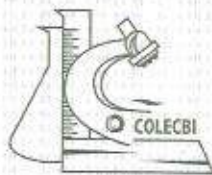
La identificación de los compuestos como Calcita y Oxido de Silicio muestra dentro de la base de datos asociada a Zeolita, son indicadores que estos son elementos mayoritarios, atenuando la presencia de Mordenita. Por el análisis realizado se puede identificar la presencia de zeolitas en baja proporción para la muestra evaluada.



Dr. José Carlos Díaz Rosado

R-1132-2018

Lima 22 de agosto 2018



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20180613-019

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
DIRECCIÓN : Urb. Nicolás Garatea Mz. 17 Lote 17 Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO.
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de Polietileno transparente cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2018-06-13
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2018-06-13
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2018-06-14
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 180613-10

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Cemento Tipo I	13,73
Zeolita	12,81
Combinación cemento + 10% de Zeolita	13,63
Combinación cemento + 15% de zeolita	13,50

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Junio 15 del 2018.

GVR/jms


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 04
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.



Informe N°78-LAQ/2018

Análisis de zeolita por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de zeolita a pedido de la Srta. **Ramírez Agurto, Nuria Nicole**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a Compresión de un Ladrillo de Concreto $F'_{C}=195 \text{ kg/cm}^2$ Sustituyendo al Cemento por 10% y 15% de Zeolita.”

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

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 μA . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 8380 cts/s.

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

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



componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

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

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

Resultados.

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

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 un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es



ligeramente mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de zeolita en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	16.046	15.461
SiO ₂	34.397	33.142
P ₂ O _{5p}	0.291	0.291
SO ₂	0.365	0.352
ClO ₂	0.721	0.695
K ₂ O	0.592	0.570
CaO	44.114	42.504
TiO ₂	0.541	0.522
Cr ₂ O ₃	0.004	0.003
MnO	0.314	0.303
Fe ₂ O ₃	6.230	6.002
Ni ₂ O ₃	0.009	0.007
CuO	0.004	0.004
ZnO	0.050	0.048
As ₂ O ₃	0.012	0.012
SrO	0.038	0.036
ZrO ₂	0.005	0.005
La ₂ O ₃	0.054	0.052
Total	103.787	100.00

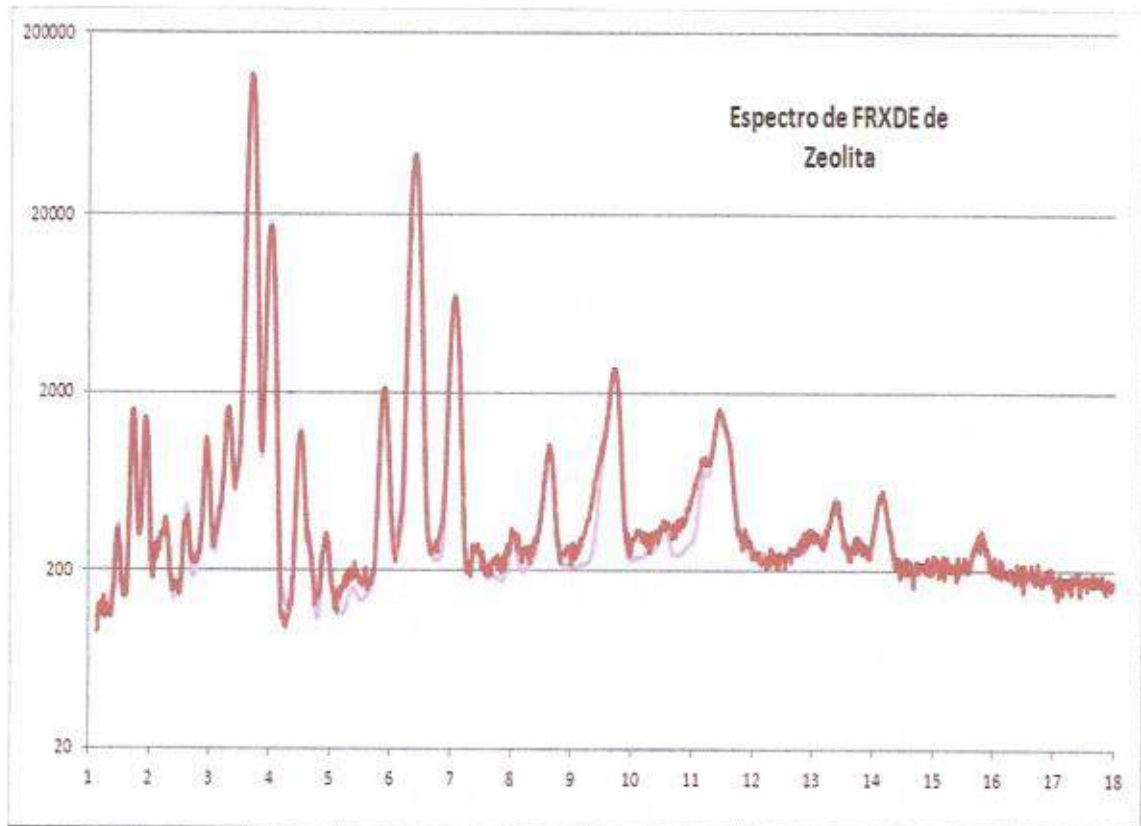


Figura 1. Espectro de FRXDE de zeolita en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 18 de junio del 2018



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

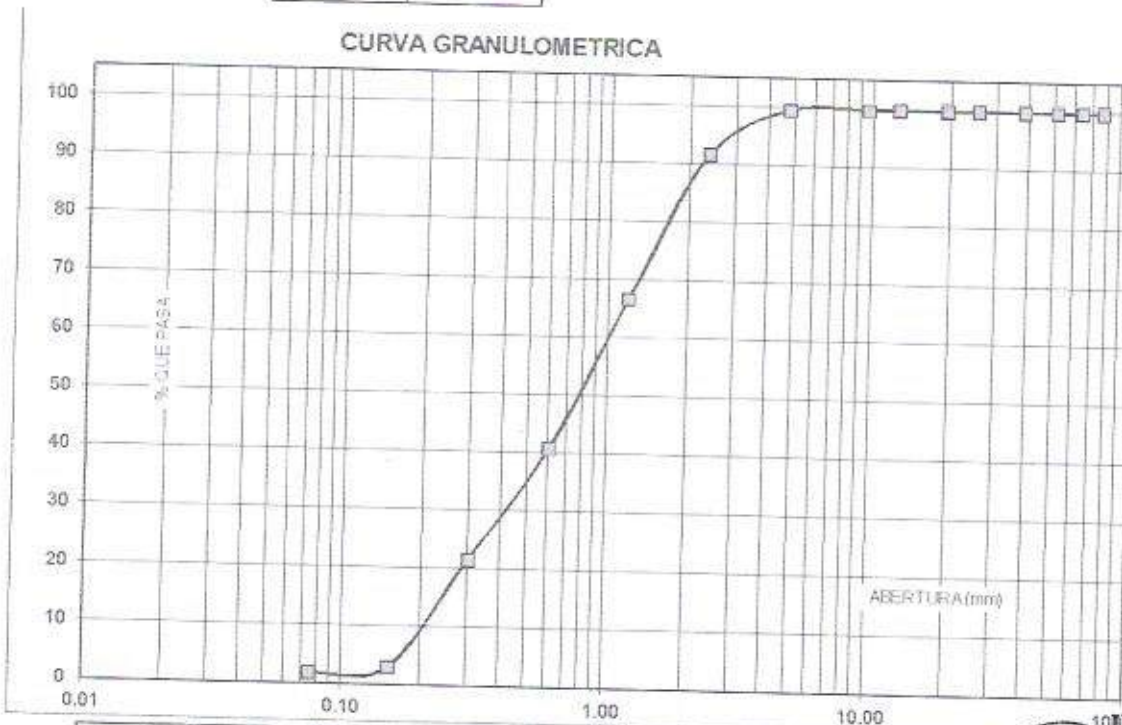
SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
 TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 15/05/2018

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pesa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	1.1	0.1	0.1	99.9
N° 4	4.76	3.1	0.2	0.3	99.7
N° 8	2.36	98.1	7.9	8.2	91.8
N° 16	1.18	311.7	25.1	33.3	66.7
N° 30	0.60	321.5	25.9	59.1	40.9
N° 50	0.30	239.3	19.2	78.4	21.6
N° 100	0.15	231.5	18.6	97.0	3.0
N° 200	0.08	14.3	1.1	98.2	1.8
PLATO	ASTM C-117-04	22.9	1.8	100.0	0.0
TOTAL		1243.5	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.76

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Finos	Arena			Grava	
Limo y Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 JEFATURA
 Dr. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO

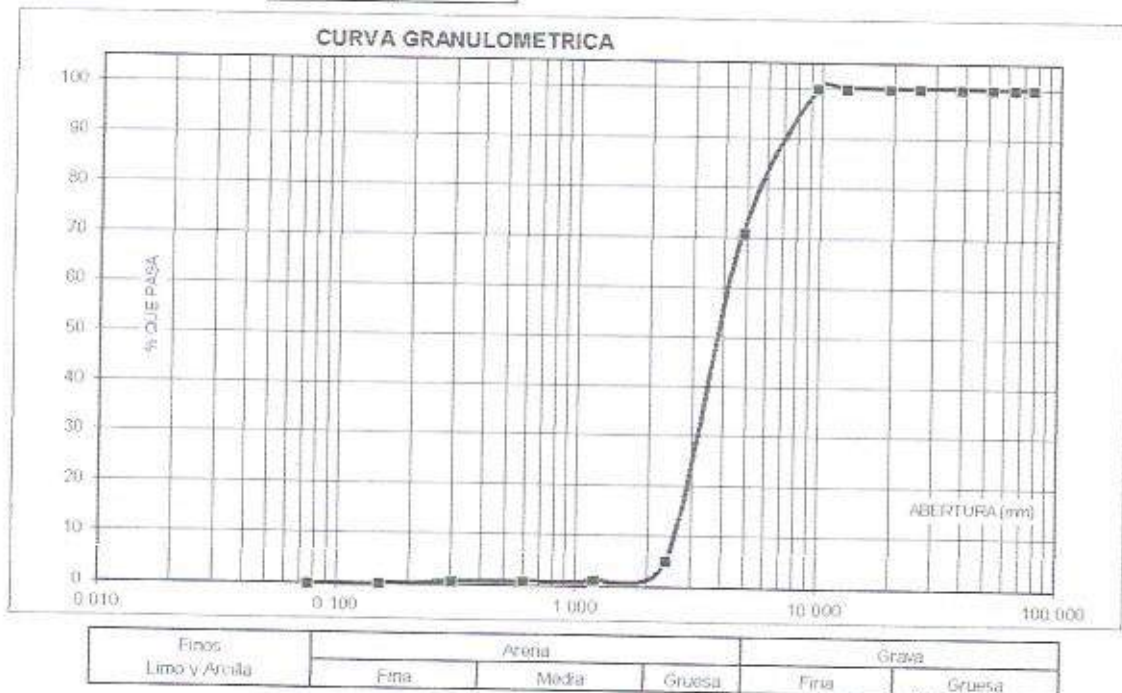
(ASTM C 136-06)

SOLICITA: BACH: NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
 TESIS: RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^m 175kg/Cm² SUSTITUYENDO
 EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA: VESIQUE
 MATERIAL: CONFITILLO
 FECHA: 15/05/2018

Nº	TAMIZ Abert. (mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (%)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.760	347.2	29.0	29.0	71.0
Nº 8	2.360	789.4	65.9	94.8	5.2
Nº 16	1.180	46.4	3.9	98.7	1.3
Nº 30	0.600	3.4	0.3	99.0	1.0
Nº 50	0.300	2.0	0.2	99.1	0.9
Nº 100	0.150	7.2	0.6	99.7	0.3
Nº 200	0.075	2.4	0.2	99.9	0.1
PLATO	ASTM C-117-04	0.6	0.1	100.0	0.0
TOTAL		1198.6	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS:	
Tamaño Máximo Nominal	nº4
Huso	Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES:
La Muestra tomada / identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Regés
 JEFE



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO (ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC¹⁷⁵Kg/Cm² SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : VESIOQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 15/05/2018

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	668.1	703	
TARA + SUELO SECO (gr)	665.4	700.7	
PESO DEL AGUA (gr)	2.7	2.3	
PESO DE LA TARA (gr)	168.1	203	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	497.3	497.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.54	0.46	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.50	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO (ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC¹ 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : CONFITILLO
FECHA : 15/05/2018

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	909.2	857.8	
TARA + SUELO SECO (gr)	904.9	854.1	
PESO DEL AGUA (gr)	4.3	3.7	
PESO DE LA TARA (gr)	209.2	157.8	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	695.7	696.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.62	0.53	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.57	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
 TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC* 175kg/Cm² SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 15/05/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr	687.70	687.70
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	987.70	987.70
D	Peso de picnometro + agua + material	gr	873.80	873.80
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	113.90	113.90
F	Peso de material seco en estufa	gr	296.90	296.90
G	Volumen de masa (E-(A-F))		110.80	110.80
H	P.e Bulk (Base Seca)	F/E	2.607	2.607
I	P.e Bulk (Base Saturada)	A/F	2.634	2.634
J	P.e Aparente (Base Seca)	F/E	2.680	2.680
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		1.04	1.04

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.607
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.634
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.680
 Absorción (%) : 1.04



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC¹ 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : CONFITILLO
FECHA : 15/05/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	783.10	786.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	504.90	508.40
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	278.20	277.60
D	Peso de material seco en estufa	776.50	777.40
E	Volumen de masa (C-(A-D))	271.60	269.00
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.791	2.800
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.815	2.831
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.859	2.890
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.85	1.11

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.796
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.823
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.874
Absorción (%) : 0.96

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
LABORATORIO DE M.S. Y M.
CHIMBOTE

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC¹ 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 15/05/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7750	7750	7800
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4424	4424	4474
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1587	1587	1605
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1593		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1585		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8300	8300	8250
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4974	4974	4924
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1784	1784	1766
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1778		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1769		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC= 175Kg/Cm2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : CONFITILLO
FECHA : 15/05/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7350	7300	7350
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4024	3974	4024
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1443	1425	1443
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1437	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1429	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7500	7550	7500
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4174	4224	4174
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1497	1515	1497
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1503	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1495	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
 TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 15/05/2018

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.08

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.61
- Peso unitario suelto 1585 kg/m³
- Peso unitario compactado 1769 kg/m³
- Contenido de humedad 0.50 %
- Absorción 1.04 %
- Módulo de fineza 2.76

D.- Agregado grueso

CANTERA : VESIQUE

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal n°4
- Peso especifico de masa 2.80
- *Peso unitario suelto* 1429 kg/m³
- *Peso unitario compactado* 1495 kg/m³
- Contenido de humedad 0.57 %
- Absorción 0.98 %





SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 0" a 2" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 0" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de n°4 , el volumen unitario de agua es de 214 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $214 / 0.684 = 312.865 \text{ kg/m}^3 = 7.36 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	312.865	kg/m3
Agua efectiva.....	222.703	lts/m3
Agregado fino.....	1178.635	kg/m3
Agregado grueso.....	586.273	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{312.87}{312.87} : \frac{1178.635}{312.87} : \frac{586.27}{312.87}$$

$$1 : 4.13 : 2.06 : 33.17 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 3.89 : 2.15 : 33.17 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
LABORATORIO DE US, E, S, M
JEFATURA
CHIMBOTE



DISEÑO DE MEZCLA (10% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
 TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO
 EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 15/05/2018

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.08

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : **BESIQUE**

- Peso especifico de masa 2.61
- Peso unitario suelto 1585 kg/m³
- Peso unitario compactado 1769 kg/m³
- Contenido de humedad 0.50 %
- Absorción 1.04 %
- Módulo de fineza 2.76

D.- Agregado grueso

CANTERA : **BESIQUE**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal N°4
- Peso especifico de masa 2.80
- Peso unitario suelto 1429 kg/m³
- Peso unitario compactado 1495 kg/m³
- Contenido de humedad 0.57 %
- Absorción 0.98 %





SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 0" a 2" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 0" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de N°4 , el volumen unitario de agua es de 214 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.083	
10% Polvo de Zeolita.....	(m ³)	0.009	
Agua efectiva.....	(m ³)	0.214	
Agregado fino.....	(m ³)	0.450	
Agregado grueso.....	(m ³)	0.209	
Aire.....	(m ³)	0.035	
		<u>1.000</u>	m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	256.80	kg/m ³
10% Polvo de Zeolita.....	28.533	
Agua efectiva.....	214.00	lts/m ³
Agregado fino.....	1172.74	kg/m ³
Agregado grueso.....	582.92	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	256.80	kg/m ³
10% Polvo de Zeolita.....	28.533	
Agua efectiva.....	222.70	lts/m ³
Agregado fino.....	1178.64	kg/m ³
Agregado grueso.....	586.27	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{256.80}{256.80} : \frac{28.533}{256.80} : \frac{1178.64}{256.80} : \frac{586.27}{256.80}$$

$$1 : 0.1 : 4.59 : 2.28 \quad 32.31 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montanez Reyes
Ing. Jorge Montanez Reyes
JEFE



**DISEÑO DE MEZCLA
(15% SUSTITUCION DEL CEMENTO)**

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
 TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC' 175Kg/Cm2 SUSTITUYENDO
 EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 15/05/2018

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.08

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANtera : BESIQUE

- Peso especifico de masa 2.61
- Peso unitario suelto 1585 kg/m³
- Peso unitario compactado 1769 kg/m³
- Contenido de humedad 0.50 %
- Absorción 1.04 %
- Módulo de fineza 2.76

D.- Agregado grueso

CANtera : BESIQUE

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal N°4
- Peso especifico de masa 2.80
- Peso unitario suelto 1429 kg/m³
- Peso unitario compactado 1495 kg/m³
- Contenido de humedad 0.57 %
- Absorción 0.98 %





SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 0" a 2" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 0" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de N°4 , el volumen unitario de agua es de 214 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m³)	0.079
10% Polvo de Zeolita.....	(m³)	0.013
Agua efectiva.....	(m³)	0.214
Agregado fino.....	(m³)	0.450
Agregado grueso.....	(m³)	0.209
Aire.....	(m³)	0.035
		<u>1.000</u> m³

PESOS SECOS

Cemento.....	242.53	kg/m3
10% Polvo de Zeolita.....	42.800	
Agua efectiva.....	214.00	lts/m3
Agregado fino.....	1172.74	kg/m3
Agregado grueso.....	582.92	kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	242.53	kg/m3
10% Polvo de Zeolita.....	42.800	
Agua efectiva.....	222.70	lts/m3
Agregado fino.....	1178.64	kg/m3
Agregado grueso.....	586.27	kg/m3

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{242.53}{242.53} : \frac{42.800}{242.53} : \frac{1178.64}{242.53} : \frac{586.27}{242.53}$$

$$1 : 0.15 : 4.86 : 2.42$$

32.31 lts / bolsa


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO - PATRON

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC¹ 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
FECHA : 29/08/2018

MATERIAL : LADRILLO
PROCEDENCIA DEL MATERIAL : Concreto
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Peso Total (kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON 7 DIAS	24.0	14	8.0	5.793	336.0	46,230	138
PATRON 7 DIAS	24.0	14	8.0	5.687	336.0	45,750	136
PATRON 7 DIAS	24.0	14	8.0	5.730.0	336.0	45,930	137
PROMEDIO							137



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO - PATRON

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO
EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
FECHA : 29/08/2018

MATERIAL : LADRILLO
PROCEDENCIA DEL MATERIAL : Concreto
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Peso Total (kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON 14 DIAS	24.0	14	8.0	5.688	336.0	52,980	158
PATRON 14 DIAS	24.0	14	8.0	5.702	336.0	53,430	159
PATRON 14 DIAS	24.0	14	8.0	5.698	336.0	53,020	158
PROMEDIO							158

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE





COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO - PATRON

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO
EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
FECHA : 29/08/2018

MATERIAL : LADRILLO
PROCEDENCIA DEL MATERIAL : Concreto
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Peso Total (kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON 28 DIAS	24.0	14	8.0	5.598	336.0	58,630	174
PATRON 28 DIAS	24.0	14	8.0	5.620	336.0	59,230	176
PATRON 28 DIAS	24.0	14	8.0	5.618	336.0	58,970	176
PROMEDIO							175



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO - EXPERIMENTAL 10%

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO
EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
FECHA : 29/08/2018

MATERIAL : LADRILLO
PROCEDENCIA DEL MATERIAL : Concreto
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Peso Total (kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXP. 7 DIAS 10%	24.0	14	8.0	5.461	336.0	48,730	145
EXP. 7 DIAS 10%	24.0	14	8.0	5.609	336.0	48,990	146
EXP. 7 DIAS 10%	24.0	14	8.0	5.824	336.0	50,930	152
PROMEDIO							147



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO - EXPERIMENTAL 10%

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO
EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
FECHA : 29/08/2018

MATERIAL : LADRILLO
PROCEDENCIA DEL MATERIAL : Concreto
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Peso Total (kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXP. 14 DIAS 10%	24.0	14	8.0	5.442	336.0	54,100	161
EXP. 14 DIAS 10%	24.0	14	8.0	5.450	336.0	54,570	162
EXP. 14 DIAS 10%	24.0	14	8.0	5.784	336.0	54,970	164
PROMEDIO							162



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO - EXPERIMENTAL 10%

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO
EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
FECHA : 29/08/2018

MATERIAL : LADRILLO
PROCEDENCIA DEL MATERIAL : Concreto
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Peso Total (kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXP. 28 DIAS 10%	24.0	14	8.0	5.460	336.0	58,950	175
EXP. 28 DIAS 10%	24.0	14	8.0	5.535	336.0	58,230	173
EXP. 28 DIAS 10%	24.0	14	8.0	5.455	336.0	59,740	178
PROMEDIO							175



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO - EXPERIMENTAL 15%

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO
EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
FECHA : 29/08/2018

MATERIAL : LADRILLO
PROCEDENCIA DEL MATERIAL : Concreto
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Peso Total (kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXP. 7 DIAS 15%	24.0	14	8.0	5.438	336.0	51,580	154
EXP. 7 DIAS 15%	24.0	14	8.0	5.445	336.0	51,890	154
EXP. 7 DIAS 15%	24.0	14	8.0	5.646	336.0	52,380	156
PROMEDIO							155



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO - EXPERIMENTAL 15%

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO
EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
FECHA : 29/08/2018

MATERIAL : LADRILLO
PROCEDENCIA DEL MATERIAL : Concreto
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Peso Total (kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXP. 14 DIAS 15%	24.0	14	8.0	5.462	336.0	55,240	164
EXP. 14 DIAS 15%	24.0	14	8.0	5.456	336.0	54,970	164
EXP. 14 DIAS 15%	24.0	14	8.0	5.616	336.0	55,590	165
PROMEDIO							164



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO - EXPERIMENTAL 15%

SOLICITA : BACH. NURIA NICOLE RAMIREZ AGURTO
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN LADRILLO DE CONCRETO FC^o 175Kg/Cm² SUSTITUYENDO
EL CEMENTO POR 10% Y 15% DE ZEOLITA
FECHA : 29/08/2018

MATERIAL : LADRILLO
PROCEDENCIA DEL MATERIAL : Concreto
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Peso Total (kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXP. 28 DIAS 15%	24.0	14	8.0	5.470	336.0	58,660	175
EXP. 28 DIAS 15%	24.0	14	8.0	5.740	336.0	59,030	176
EXP. 28 DIAS 15%	24.0	14	8.0	5.745	336.0	59,650	178
PROMEDIO							176



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reges
Ing. Jorge Montañez Reges
JEFE

1.-EXPERIMENTACION

LUGAR ESCOGIDO PARA EXTRAER LA ROCA ZEOLITA

1.1.-RECOLECCIÓN, PROCESO Y ANÁLISIS

1.1.1 RECOLECCIÓN:

Se adquirió la roca zeolita de Huaraz ubicada en el departamento de Ancash.



FIGURA N° 05:
Mapa de Ubicación
de zona de estudio
Fuente: Propia

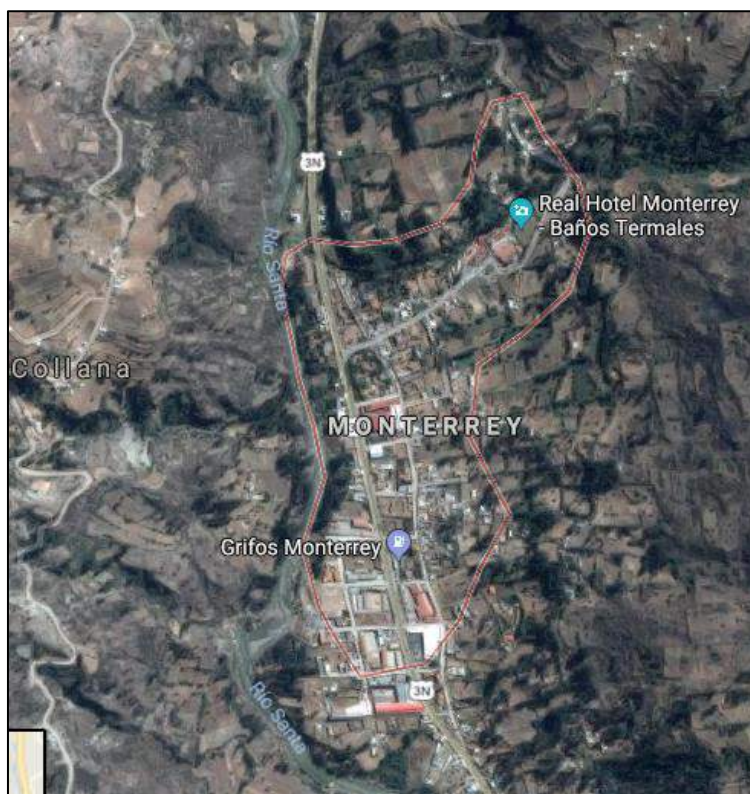


FIGURA N° 06:
Vista satelital de
zona de estudio
Fuente: Propia

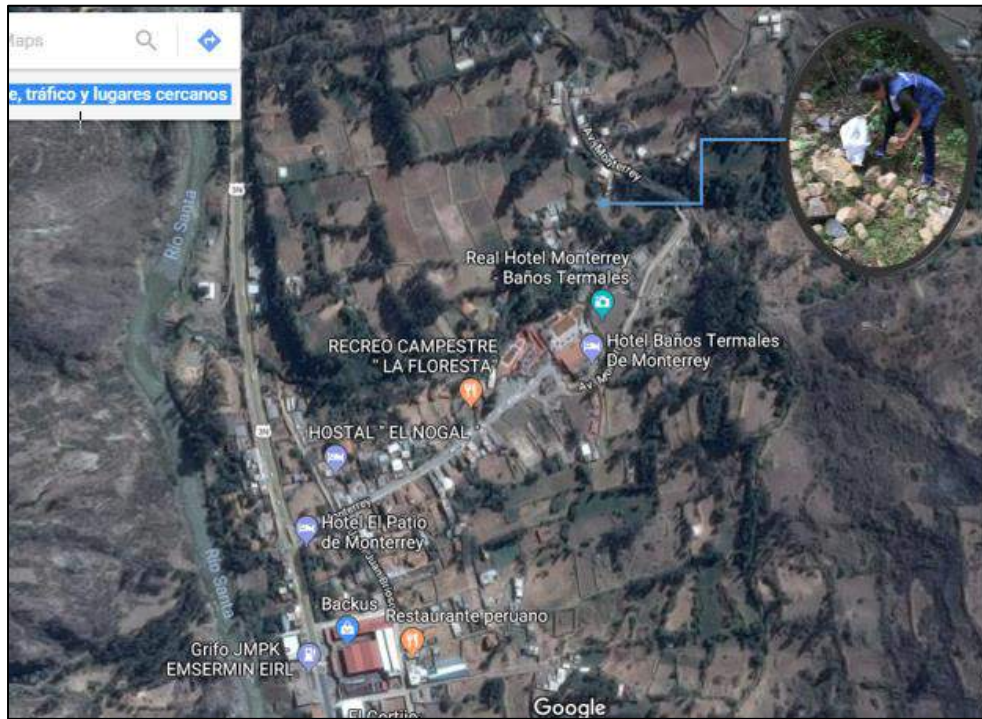


FIGURA N° 07: Vista Satelital de la zona de acopio de la Zeolita
Fuente: Propia



FIGURA N° 08: Zona de acopio de la Zeolita
Fuente: Propia



FIGURA N° 09: Recolección de las rocas zeolitas
Fuente: Propia

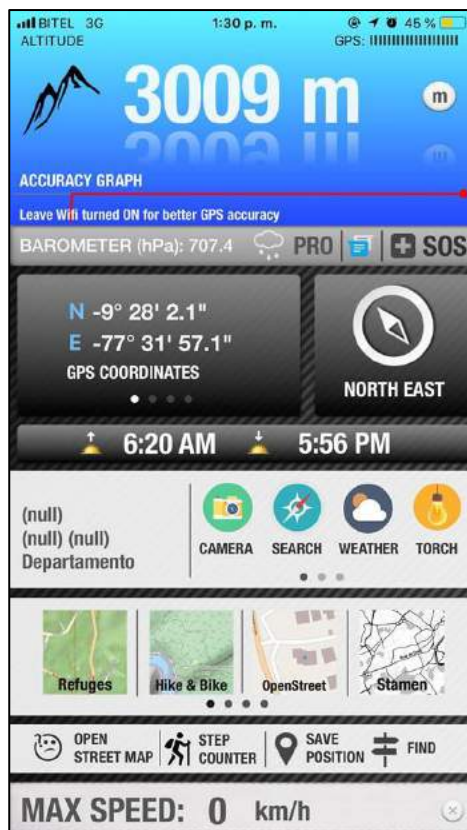


FIGURA N° 09.1: Se observa la ubicación con GPS de Monterrey de donde se extrajo las rocas zeolita
Fuente: Propia



FIGURA N° 10: Cantera Vesique de donde se extrajo el agregado fino
Fuente: Propia



FIGURA N° 11: Cantera Vesique de donde se extrajo el agregado grueso
Fuente: Propia

1.1.2 PROCESO

- ✓ Se coordinó con el ingeniero encargado de laboratorio de Mecánica de Suelos para facilitar el acceso a dicho establecimiento.
- ✓ Se obtuvo los agregados que se utilizó en la fabricación de nuestros ladrillos.
- ✓ Se aplicó un registro de apuntes, mediante fotografía, y fichas de registro para ver el desarrollo de nuestros ladrillos en sus diferentes días de análisis.
- ✓ Se realizó un diseño de mezcla F'C 175 kg/cm² con su respectiva desviación estándar.
- ✓ Se elaboró ladrillos con sustitución de cemento por roca zeolita de Huaraz al 10% y 15% y de forma convencional.
- ✓ Se ejecutó el Curado de nuestros ladrillos y finalmente se ensayó a la resistencia a la compresión.
- ✓ Con los datos obtenidos realizamos cuadros que nos ayudó a ver nuestros resultados.

➤ Granulometría



FIGURA N° 12 y 13: Ensayo de Granulometría de la Arena y el Confitillo
Fuente: Propia

➤ **Peso unitario suelto**

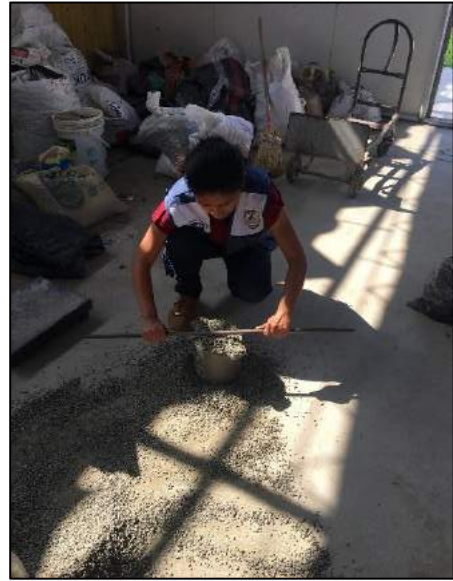


FIGURA N° 13 y 14: Ensayo de Peso Unitario Suelto del Confitillo
Fuente: Propia

➤ **Peso unitario compactado**



FIGURA N° 15 y 16: Ensayo de Peso Unitario Compactado del Confitillo
Fuente: Propia

➤ **Peso unitario suelto**



FIGURA N° 17 y 18: Ensayo de Peso Unitario Suelto de la Arena
Fuente: Propia

➤ **Peso unitario compactado**



FIGURA N° 19 y 20: Ensayo de Peso Unitario Compactado de la Arena
Fuente: Propia

➤ Contenido de Humedad



FIGURA N° 21 y 22: Ensayo de Contenido de Humedad de la Arena
Fuente: Propia



FIGURA N° 23 y 24: Ensayo de Contenido de Humedad del Confitillo
Fuente: Propia

➤ Gravedad Especifica y Absorción



FIGURA N° 25: Muestra de arena completamente sumergida
Fuente: Propia



FIGURA N° 26: Secado superficialmente de la arena
Fuente: Propia



FIGURA N° 27: Arena superficialmente seca
Fuente: Propia



FIGURA N° 28: Peso de fiola + muestra
Fuente: Propia



FIGURA N° 29: Confitillo sumergido en agua
Fuente: Propia



FIGURA N° 30: Peso del confitillo parcialmente seco
Fuente: Propia

➤ Ensayo de Consistencia de la Mezcla Patrón



FIGURA N° 31: Peso del agua
Fuente: Propia



FIGURA N° 32: Peso del cemento Portland tipo I
Fuente: Propia



FIGURA N° 33: Peso de la Arena
Fuente: Propia



FIGURA N° 34: Peso del Confitillo
Fuente: Propia



FIGURA N° 35: Prueba de Slump de la Mezcla Patrón
Fuente: Propia



FIGURA N° 36: Medida del Asentamiento
Fuente: Propia



FIGURA N° 37: Se observa la medida del asentamiento, el cual resulto 1.50, cumpliendo así con el rango esperado.
Fuente: Propia

1.1.2.1.- Roca Zeolita



FIGURA N° 38 y 39: Recolección de las rocas zeolitas de distintos tamaños
Fuente: Propia

TRITURACION DE LA ROCA ZEOLITA DE HUARAZ:

Se procedió a lavar las rocas zeolitas, inmediatamente se pasó a tritarlas con la ayuda de una comba, luego se pasó por la malla organza; se pasó por la malla N°200 y así finalmente se pudo obtener el material necesario para el diseño experimental.



FIGURA N° 40: Lavado de las rocas zeolitas
Fuente: Propia



FIGURA N° 41: Secado a temperatura de ambiente de las rocas zeolitas
Fuente: Propia



FIGURA N° 42: Trituración de las rocas zeolitas con la ayuda de la comba
Fuente: Propia



FIGURA N° 43: Trituración de las rocas zeolitas con la ayuda de un batan
Fuente: Propia



FIGURA N° 44 y 45: Tamizando por la malla N° 200 el polvo de la roca zeolita
Fuente: Propia

FABRICACION DE LOS LADRILLOS (PATRONES)

- Pesos según dosificación por ladrillo:

- **DOSIFICACIÓN POR LADRILLO: (PATRON)**

➤ ***PARA UN LADRILLO DE 24 X 14 X 8 cm (2688 cm³)***

✓ ***AGREGADO GRUESO: 2.039 Kg***

✓ ***AGREGADO FINO: 4.099 Kg***

✓ ***CEMENTO: 0.992 Kg***

✓ ***AGUA: 0.774 Kg***

✓ ***RLACION a/c: 0.75***

1. Una vez pesado los agregados pasamos a mezclar en la mezcladora siendo así homogénea el mezclado.



FIGURA N° 46, 47 y 48: Agregados y cemento para la elaboración de los ladrillos patrón
Fuente: Propia



FIGURA N° 49 y 50:
Mezclado homogéneo de
todos los agregados.
Fuente: Propia

3.- Luego que se obtuvo la mezcla, pasamos a vaciar al molde de ladrillo para luego compactar con la tapa del molde.



FIGURA N° 51, 52 y 53: Elaboración de los 9 ladrillos patrón.
Fuente: Propia



FIGURA N° 54, 55 y 56: Desmolde de los ladrillos, finalmente obteniéndose los 9 ladrillos patrón.
Fuente: Propia



FIGURA N° 57 y 58: Medida de cada una de las xaras del ladrillo
Fuente: Propia



FIGURA N° 59 y 60: Peso del ladrillo patrón antes del curado
Fuente: Propia

4.- El curado consiste en suministrar agua a los ladrillos de concreto para mantener el contenido de humedad óptimo, y poder mantener la temperatura para que desarrolle la resistencia necesaria.



FIGURA N° 61 y 62: Curado de los ladrillos de concreto.
Fuente: Propia

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION - PATRON

RESISTENCIA A LA COMPRESION "PATRON – 7 DIAS"

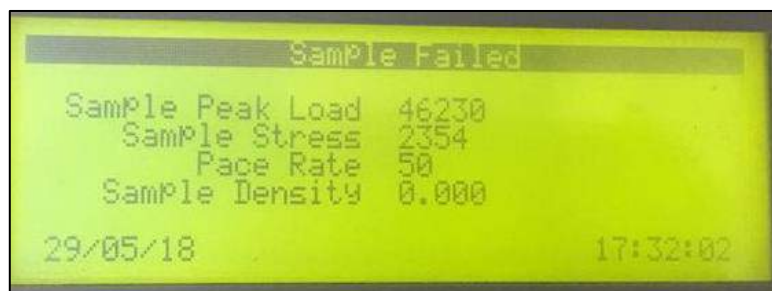


Figura 63: Carga ladrillo patrón L-1 a 7 días de curado $f'_c = 173.59 \text{ kg/cm}^2$

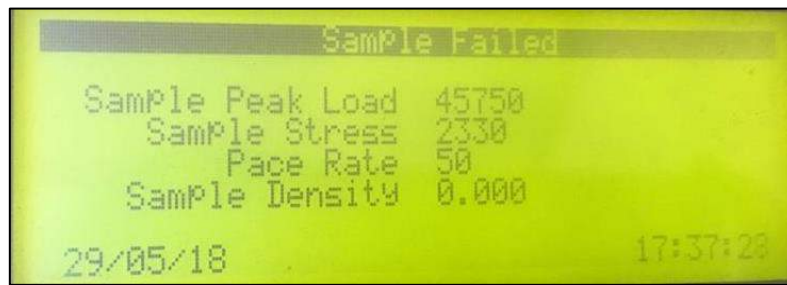


Figura 64: Carga ladrillo patrón L-2 a 7 días de curado $f'_c = 136.16 \text{ kg/cm}^2$

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO



Figura 65: Se observa al Ing. Rubén López Carranza supervisando el inicio del ensayo a compresión de los ladrillos de concreto patrón a los 7, 14 y 28 días.

Fuente: Propia



Figura 66: Se observa al Técnico Johan supervisando el ensayo a compresión de los ladrillos de concreto patrón.
Fuente: Propia



FIGURA Nª 67: Polvo de Roca Zeolita para la sustitución del 10%
Fuente: Propia

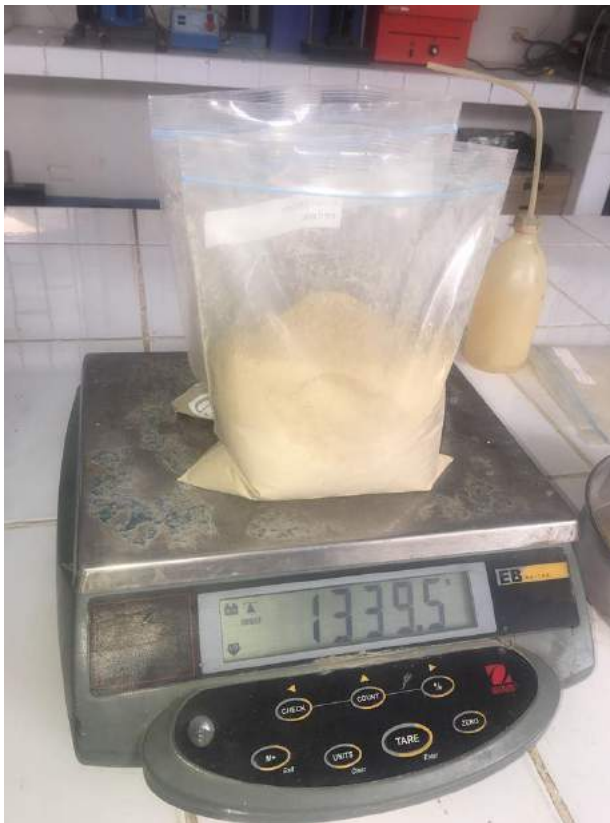


FIGURA N° 68: Polvo de Roca Zeolita para la sustitución del 15%
Fuente: Propia



FIGURA N° 69: Colocando en un recipiente el cemento y el polvo de la roca zeolita
Fuente: Propia



FIGURA N° 70: Elaboración de la mezcla para la fabricación de los ladrillos experimentales
Fuente: Propia



FIGURA N° 71: Ladrillos experimentales al 10% de sustitución de roca zeolita
Fuente: Propia



FIGURA N^a 72: Ladrillos experimentales
Fuente: Propia



FIGURA N^a 73: Medición y peso de los ladrillos experimentales
Fuente: Propia



FIGURA N^a 74: Ladrillos experimentales secados a cielo abierto
Fuente: Propia



FIGURA N^a 75: Curado de los ladrillos experimentales
Fuente: Propia



FIGURA N^o 76: Curado de los ladrillos experimentales
Fuente: Propia



FIGURA N^o 77: Ladrillos experimentales los cuales fueron sacados del curado
Fuente: Propia



FIGURA N° 78: Ladrillo experimental L-4 con sustitución del 10%
Fuente: Propia



FIGURA N° 79: Ensayo de Resistencia a Compresión de ladrillos experimentales
Fuente: Propia



FIGURA N° 80: Ensayo de Difracción de Rayos X a la Roca Zeolita
Fuente: Propia

PROPUESTA DE DISEÑO DE MEZCLA PATRON PARA UNA UNIDAD DE ALBAÑILERIA 175 kg/cm²

VOLUMEN

Ladrillo de 24x14x8 cm (2688 cm³)

MATERIALES

AGREGADO GRUESO: 2.039 Kg

AGREGADO FINO: 4.099 Kg

CEMENTO: 0.992 Kg

AGUA: 0.774 Lts

RELACION a/c: 0.75

DOSIFICACION PARA SLUMP

Cemento : 0.992 kg x 3 = 2.976 kg

Agregado Fino : 4.099 kg x 3 = 12.297 kg

Agregado Grueso : 2.039 kg x 3 = 6.117 kg

Agua : 0.774 Lts x 3 = 2.322 Lts

DOSIFICACION PARA LADRILLOS PATRON

Cemento : 0.992 kg x 9 = 8.928 kg

Agregado Fino : 4.099 kg x 9 = 36.891 kg

Agregado Grueso : 2.039 kg x 9 = 18.351 kg

Agua : 0.774 Lts x 9 = 6.966 Lts

PROPUESTA DE DISEÑO DE MEZCLA EXPERIMENTAL 10% PARA UNA UNIDAD DE ALBAÑILERIA 175 kg/cm²

VOLUMEN

Ladrillo de 24x14x8 cm (2688 cm³)

MATERIALES

AGREGADO GRUESO: 2.039 Kg

AGREGADO FINO: 4.099 Kg

CEMENTO: 0.893 Kg

AGUA: 0.774 Lts

ROCA ZEOLITA: 0.099 Kg

RELACION a/c: 0.75

DOSIFICACION PARA SLUMP

Cemento : 0.893 kg x 3 = 2.679 kg

Agregado Fino : 4.099 kg x 3 = 12.297 kg

Agregado Grueso : 2.039 kg x 3 = 6.117 kg

Agua : 0.774 Lts x 3 = 2.322 Lts

Roca Zeolita : 0.099 kg x 3 = 0.297 kg

DOSIFICACION PARA LADRILLOS PATRON

Cemento : 0.893 kg x 9 = 8.037 kg

Agregado Fino : 4.099 kg x 9 = 36.891 kg

Agregado Grueso : 2.039 kg x 9 = 18.351 kg

Agua : 0.774 Lts x 9 = 6.966 Lts

Roca Zeolita : 0.099 kg x 9 = 0.891 kg

PROPUESTA DE DISEÑO DE MEZCLA EXPERIMENTAL 15% PARA UNA UNIDAD DE ALBAÑILERIA 175 kg/cm²

VOLUMEN

Ladrillo de 24x14x8 cm (2688 cm³)

MATERIALES

AGREGADO GRUESO: 2.039 Kg

AGREGADO FINO: 4.099 Kg

CEMENTO: 0.843 Kg

AGUA: 0.774 Lts

ROCA ZEOLITA: 0.149 Kg

RELACION a/c: 0.75

DOSIFICACION PARA SLUMP

Cemento : 0.843 kg x 3 = 2.529 kg

Agregado Fino : 4.099 kg x 3 = 12.297 kg

Agregado Grueso : 2.039 kg x 3 = 6.117 kg

Agua : 0.774 Lts x 3 = 2.322 Lts

Roca Zeolita : 0.149 kg x 3 = 0.447 kg

DOSIFICACION PARA LADRILLOS PATRON

Cemento : 0.843 kg x 9 = 7.587 kg

Agregado Fino : 4.099 kg x 9 = 36.891 kg

Agregado Grueso : 2.039 kg x 9 = 18.351 kg

Agua : 0.774 Lts x 9 = 6.966 Lts

Roca Zeolita : 0.149 kg x 9 = 1.341 kg