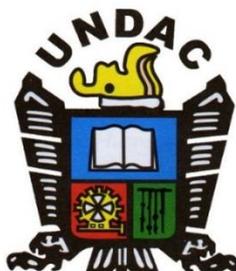


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN ÓPTIMA CON CENIZA DE
CAL PARA LA OBTENCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO
NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL
VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE
PASCO - 2018”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. VASQUEZ FAUSTINO Abraham Joel

ASESOR:

Arq. RAMIREZ MEDRANO José German

CERRO DE PASCO - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN ÓPTIMA CON CENIZA DE CAL
PARA LA OBTENCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP,
ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-
COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018”**

PRESENTADO POR:

Bach. VASQUEZ FAUSTINO Abraham Joel

TESIS SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS:

Mg. Julio Alejandro, MARCELO AMES

PRESIDENTE

**Mg. Marco Antonio, SURICHAQUI
HIDALGO
MIEMBRO**

**Ing. Pedro, YARASCA CORDOVA
MIEMBRO**

DEDICATORIA

*A mis padres y familiares cercanos por su
apoyo incondicional, que permitieron un logro
más en mi vida profesional*

RESUMEN

El propósito de la presente investigación es la evaluación de una proporción óptima que permita la obtención de bloques de concreto tipo NP, usando el agregado alternativo conocido como Ceniza de Cal, material obtenido como residuo de la calcinación de la piedra Caliza y Carbón en hornos artesanales característicos de la localidad de Sacra Familia; para ello, en el desarrollo de la investigación se diferenciarán dos tipos de Ceniza de Cal comúnmente obtenidas, a las cuáles se analizarán sus propiedades físicas y químicas con el fin de obtener datos relevantes que nos permitan tener consideraciones para su utilización en mezclas para bloques de concreto vibro compactados.

Para la evaluación y estudio de las proporciones se considerará dosificaciones en volumen y relaciones de agua/cemento mínimas recomendadas para la fabricación de este tipo de elementos, se elaborarán muestras de probetas cilíndricas a partir de las mezclas realizadas en laboratorio para observar el comportamiento del material, así como su resistencia a la compresión, de esta forma se podrá realizar un estimativo de la resistencia posible a obtener sobre el área bruta en bloques de concreto.

Con el estudio previo realizado, las observaciones encontradas y los lineamientos a tener en consideración, se procederá con la fabricación de bloques de concreto con los materiales estudiados y en las proporciones analizadas sobre la resistencia obtenida en probetas cilíndricas, para finalmente realizar los ensayos clasicatorios y de calidad pertinentes a las unidades de albañilería fabricadas con los agregados estudiados, elaboradas mediante el sistema de vibro-compactación, sistema usual utilizado en la ciudad de Cerro de Pasco. Finalmente se planteará un análisis de costo por unidad de bloque fabricado, en función a los precios de mano de obra y materiales utilizados por las bloqueteras de la ciudad.

Todo este estudio permitirá determinar una proporción óptima para la fabricación de bloques de concreto con Ceniza de Cal, lo cual mejorará las garantías de su uso como material alternativo dentro del campo de la construcción.

ÍNDICE

DEDICATORIA

RESUMEN

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	13
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	13
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	13
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.6. LIMITACIONES	16

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES	17
2.1.1. ANTECEDENTES LOCALES	17
2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICOS	19
2.2.1. GENERALIDADES	19
2.2.2. SISTEMAS CON BLOQUES DE CONCRETO	21
2.2.3. TECNOLOGÍA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO	24
2.2.4. CARACTERÍSTICAS	24
2.2.5. DIMENSIONAMIENTO	26
2.2.6. CLASIFICACIÓN DEL BLOQUE DE CONCRETO	27
2.2.7. PROPIEDADES FÍSICAS	32

2.2.8. PROPIEDADES MECÁNICAS	38
2.2.9. PROPIEDADES ACÚSTICAS Y TÉRMICAS	39
2.2.10. MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO	40
2.2.11. FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO	75
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	101
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	105
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	105
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	105
2.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	105
2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	105
2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES	105
2.5.3. VARIABLES INTERVINIENTES	105

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	106
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	107
3.3. POBLACIÓN - MUESTRA	108
3.3.1. POBLACIÓN	108
3.3.2. MUESTRA	108
3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	113
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	114
3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS	128
3.6.1. ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	128
3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	162
3.8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS	163
3.9. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	165
3.9.1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS EXTRAÍDOS DE LOS ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	165
3.9.2. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS EXTRAÍDOS DE LOS ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS	206

3.9.3. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE EXPERIMENTACIÓN DE PROPORCIONES PARA BLOQUES DE CONCRETO EN PROBETAS CILÍNDRICAS CON AGREGADOS ANALIZADOS	209
3.9.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE PROPORCIONES EXPERIMENTALES PARA BLOQUES DE CONCRETO	232

**CAPÍTULO IV:
RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	283
4.1.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE BLOQUES DE CONCRETO	292
4.1.2. ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN UNIDADES DE BLOQUES DE CONCRETO	300
4.1.3. ENSAYO DE ALABEO EN UNIDADES DE BLOQUES DE CONCRETO.....	304
4.1.4. ENSAYO DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE BLOQUE DE CONCRETO	307
4.1.5. ANÁLISIS DE COSTOS POR UNIDAD PRODUCIDA.....	310
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS	312
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	312
4.3.1. DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS	312
4.3.2. DE LAS PROPORCIONES EVALUADAS	313
4.3.3. DE LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO	314

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

La utilización de bloques de concreto como unidades de albañilería en viviendas pequeñas autoconstruidas, resulta cada vez más factible para las personas, en comparación con la utilización de ladrillos de arcilla cocida; ya que les permite entre otras cosas la generación de mayor área construida, así como la disponibilidad de unidades en menor tiempo; beneficio que se genera por la fabricación y venta de unidades cercanas a la construcción. La fabricación de bloques de concreto a pie de obra favorece el transporte de las unidades terminadas, además de ello, posibilita la utilización de materiales usuales y disponibles en el lugar de fabricación, tal es el caso que dentro de la ciudad de Cerro de Pasco es muy usual la autoconstrucción de viviendas utilizando este tipo de unidades, esto se ha venido desarrollando gracias al incremento de centros de producción de estas unidades, que son conocidas como bloqueteras, estos centros, para mejorar su nivel de productividad han venido utilizando maquinaria vibro-compactadora, que les permite obtener una mejor calidad de los bloques fabricados de manera semi industrial en menor tiempo, además cuentan con la disponibilidad de áridos debido a la existencia de canteras aledañas a nuestra ciudad, lo cual agiliza y promociona aún más optar por la fabricación de estas unidades. Comúnmente siempre se han utilizado la Arena de Segunda u Hormigón como materia prima para la fabricación de estas unidades, habiéndose utilizado en algún momento también un agregado alternativo muy poco conocido y poco estudiado tanto por los productores como por investigadores que hayan tenido cierto acercamiento del tema; este agregado es obtenido de los residuos generados por la calcinación de piedra Caliza y Carbón en la búsqueda por la obtención de la Cal dentro de hornos artesanales propios de la localidad de Sacra Familia. No existe información o estudios que hayan determinado la caracterización y el uso de este material conocido como Ceniza de Cal para la fabricación de bloques de concreto, lo cual ofrecería otras opciones de materiales alternativos a manera de reutilización sostenible en la producción de bloques de concreto dentro de nuestra ciudad.

Es por ello que el desarrollo de la presente investigación pretende realizar un estudio de la utilización de la Ceniza de Cal como material alternativo para la fabricación de bloques de concreto, aplicando los conocimientos y herramientas técnicas desarrolladas como parte de la formación académica del campo de la Ingeniería Civil, lo que al final permitirá obtener resultados factibles que generen el desarrollo consecuente del campo de la albañilería dentro de la ciudad de Cerro de Pasco.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La construcción de viviendas dentro la ciudad de Cerro de Pasco se ha venido ejecutando normalmente con la utilización de unidades de albañilería denominadas bloques de concreto, tal como es posible apreciar a simple vista cada vez que uno transita por las calles de la ciudad, siendo en poca cantidad el uso de ladrillos de arcilla cocida; tal es así que en los resultados de los Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda, se puede observar que el 73.59% de las viviendas en el distrito de Yanacancha, tienen como material predominante en las paredes, el ladrillo o bloque de cemento; lo que indica que dentro de este porcentaje y como se venía diciendo anteriormente, la mayoría de las viviendas construidas en nuestra ciudad presentan como unidad de albañilería el bloque de concreto. Las personas utilizan estas unidades debido al menor costo que les genera emplearlos al momento de construir sus viviendas y a la ganancia de mayor área de pared construida que se pueda presentar al momento de su utilización, dejando de lado los lineamientos técnicos, requisitos mínimos a cumplir o calidad de las unidades utilizadas; esto se da debido al desconocimiento de las personas y a la falta de un asesoramiento por parte de un

profesional técnico, como un ingeniero o arquitecto. Además de ello, se debe indicar que en nuestra ciudad se ha incrementado la generación de bloqueteras, lo que facilita el traslado, mano de obra, utilización de agregados de la zona y el precio, haciendo rentable la utilización de este tipo de unidades.

Debido a la demanda de bloques de concreto por parte de la población en nuestra ciudad, ha surgido la optimización de procesos en la fabricación, trabajando actualmente los productores en su totalidad mediante el sistema de vibro-compactación a través de máquinas RosaCometa; estos equipos son fáciles de manipular y permiten la obtención automática de unidades, a la vez que estos procesos demandan la disposición de amplias áreas para el desarrollo pertinente de su fabricación. Los agregados son obtenidos de canteras que se encuentran aledañas a nuestra ciudad como la Cantera de Sacra Familia o Cochamarca. Comúnmente los bloques de concreto se han fabricado a base de Arena de Segunda u Hormigón, Cemento y Agua, con dosificaciones empíricas propuestas en la práctica por cada bloquetera desarrollado con el paso del tiempo; estas dosificaciones dan como resultado la obtención de unidades con resistencias que no cumplen con las mínimas señaladas por las normas, los cuáles han sido investigados a través de tesis y estudios académicos llevados a cabo por estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Dentro del desarrollo que se ha venido dando por parte de los productores de nuestra ciudad en la fabricación de bloques con arena, cemento y agua, han optado por darle uso a otro agregado alternativo conocido como Ceniza de Cal, con el fin de solucionar el problema de las bajas temperaturas de nuestro medio, debido a que empíricamente y por la necesidad de comodidad, comprobaron que este tipo de unidades retiene el calor al interior de las viviendas u otros tipos de infraestructura, poseyendo cierta capacidad de aislamiento térmico, además de ser ligero y poseer un peso mucho menor comparado al de un bloque de concreto convencional; es por ello que se comenzó a fabricar bloques con Ceniza de Cal, dosificándose en combinación con Arena de Segunda u Hormigón, comúnmente utilizado, en porcentajes de 50% de cada una de las partes. Se realizaron estudios en cursos de pre grado, respecto a la resistencia que alcanzaban este tipo de bloques, llegando a concluirse que solo servían para construcciones no portantes, pudiéndoles darle uso en la construcción de techos aligerados, cercos perimétricos o tabiquería que no sea para uso estructural.

El problema de la Ceniza de Cal como material es que su obtención genera impactos en el medio ambiente al desecharse muchas veces y no dársele un uso sostenible con su reutilización como se hace al fabricar bloques de concreto con este agregado, el cual al ser reutilizado en su totalidad reduciría más los impactos que puedan generarse negativamente en el medio ambiente.

Nunca antes se ha investigado o evaluado una proporción con Ceniza de Cal que pueda servir como orientación para los fabricantes a fin de permitirseles su uso exclusivo en la fabricación de bloques de concreto, además no se cuenta con estudios de las características físicas y químicas de este material, que puedan servirnos como referencia para determinar si es o no apto su uso como agregado alternativo. Al no existir ningún criterio técnico ni estudios respecto a la dosificación utilizada para la fabricación de bloques de concreto con Ceniza de Cal, se ha venido utilizando de manera empírica en combinación con otro tipo de agregados; así mismo, ha generado ciertas dudas en los fabricantes al introducir un nuevo material como agregado alternativo para la fabricación de estas unidades, sin tener los lineamientos técnicos necesarios y estudios que se hayan realizado con el fin de lograr que su producto final cumpla con los requisitos mínimos de las normas y tenga la garantía necesaria para ser usado en el sector de la construcción.

Por todo lo mencionado anteriormente, en la presente investigación se pretende evaluar experimentalmente una proporción óptima con Ceniza de Cal, que permita indicarnos las cantidades adecuadas de Ceniza de cal, Cemento y Agua necesarias para la obtención de bloques de concreto tipo NP destinados para uso no estructural; de esta manera garantizar el uso de la Ceniza de Cal como agregado alternativo para la fabricación de bloques, y aportar un estudio de dosificación que sirva de guía a los productores que pretendan darle uso exclusivo a la Ceniza de Cal como material para la fabricación de estas unidades.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En vista de que no existe una proporción que permita utilizar de manera sostenible el material denominado Ceniza de Cal para la fabricación de bloques de concreto y existiendo la falta de criterios técnicos necesarios que sirvan de guía a los productores para el uso de este material como agregado, nos conlleva a realizarnos las siguientes preguntas.

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál será la proporción óptima con Ceniza de Cal para la obtención de Bloques de Concreto tipo NP, elaborados con maquinaria Semi-Industrial Vibro-Compactadora en la ciudad de Cerro de Pasco?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Qué cantidades óptimas de Ceniza de Cal, Cemento y Agua deberán usarse para la obtención de Bloques de Concreto tipo NP?
- ¿Cuáles serán las propiedades mecánicas de los bloques elaborados con la proporción óptima de Ceniza de Cal?
- ¿Cuáles serán las propiedades físicas de los bloques elaborados con la proporción óptima de Ceniza de Cal?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar una proporción óptima con Ceniza de Cal para la obtención de Bloques de Concreto tipo NP, elaborados con maquinaria Semi-Industrial Vibro-Compactadora en la ciudad de Cerro de Pasco, en el año 2018.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las cantidades óptimas de Ceniza de Cal, Cemento y Agua a usarse para la obtención de Bloques de Concreto tipo NP.
- Determinar las propiedades mecánicas de los bloques elaborados con la proporción óptima de Ceniza de Cal.
- Determinar las propiedades físicas de los bloques elaborados con la proporción óptima de Ceniza de Cal.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Actualmente la ceniza de cal se viene obteniendo de los hornos artesanales de la localidad de Sacra Familia como material residual resultante de la calcinación de la piedra Caliza o piedra Collota en el proceso de obtención de la cal viva o hidratada; la cual es reutilizada en cierto porcentaje por bloqueteras para la fabricación de bloques de concreto en combinación con otros agregados como Arena de Segunda u Hormigón, dosificados de forma empírica, sin ninguna asesoría, supervisión ni normatividad técnica, que garantice la calidad de las unidades obtenidas.

Al evaluar y analizar una proporción óptima con Ceniza de Cal para la fabricación de bloques de concreto, se brindará la opción de utilizar este material como agregado alternativo en la fabricación de bloques, sin la necesidad de usar otro tipo de agregados; así como brindará una perspectiva de estudio y utilización de este material dentro de otros ámbitos de la construcción. De esta manera también se garantizará una mayor y mejor reutilización de este material y se brindará lineamientos técnicos de dosificación para los fabricantes que pretendan darle uso, así mismo también se garantizará que los bloques obtenidos con este material, cumplan con los requisitos mínimos de la normatividad para albañilería en el Perú.

Al finalizar la investigación se obtendrán los criterios técnicos de dosificación con este material, lo cual generará la confianza en los fabricantes al momento de utilizar la Ceniza de Cal como material alternativo para la fabricación de bloques de concreto, a la vez que se desarrollará un uso sostenible de este material, al reutilizarlo y darle una mejor solución de uso, sin generar impactos en el medio ambiente.

Finalmente, se generarán líneas de investigación futuras con el desarrollo de la presente, teniéndolo como antecedente para el estudio de la Ceniza de Cal en combinación con otro tipo de agregados, la utilización de aditivos, la evaluación de sus propiedades térmicas y su uso en otro tipo de ámbitos dentro de la construcción; con el fin de darle un uso alternativo a este material que ha sido poco estudiado.

1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados garantizarán y señalarán la dosificación correcta a usarse en la elaboración de bloques con Ceniza de Cal, lo que permitirá que se pueda fabricar unidades de calidad, que cumplan con la resistencia mínima señalada en la norma de albañilería y que sean elaborados en la ciudad de Cerro de Pasco.

Los lineamientos técnicos que se logren con la presente investigación permitirán que las construcciones realizadas con bloques de Ceniza de Cal en la ciudad de Cerro de Pasco, cumplan con los requisitos estructurales mínimos que deban tener las unidades de albañilería, así mismo se podrá mejorar el desarrollo del uso de la Ceniza de Cal como agregado alternativo para la fabricación de bloques de concreto.

La presente investigación también servirá como antecedente para realizar futuros estudios en los que se pueda mejorar las proporciones propuestas, con la inclusión de nuevos materiales o aditivos, así como la introducción de la Ceniza de Cal como material para otro tipo de usos en el sector de la construcción.

Finalmente, los resultados de las propiedades mecánicas que se obtengan de los Bloques de Concreto con Ceniza de Cal y el estudio de la dosificación que se desarrollará en la presente investigación, tendrá un alcance local dentro de la ciudad de Cerro de Pasco y sus alrededores, debido a que este agregado alternativo es propio de la localidad de Sacra Familia, así como es propio la forma de obtención de la misma. Por ello, la investigación y evaluación que se realice podrá ser aplicado hasta donde sea posible y accesible el suministro de este agregado para su utilización en la fabricación de Bloques de Concreto dentro del ámbito local, ya que en su fabricación también influirán otros factores como el tipo de cemento, el agua a utilizarse, el sistema de vibro compactación, etc. El desarrollo de la presente investigación tomará en cuenta todos los otros factores de influencia y evaluará proporciones que deberán ser usados dentro del ámbito local de la Ciudad de Cerro de Pasco.

1.6. LIMITACIONES

- El presente trabajo de investigación utilizará y aplicará conocimientos y experiencias adquiridos en las aulas universitarias, a nivel de pre grado.
- No existen referencias, ni estudios relacionados con algún tipo de dosificación o proporcionamiento de materiales para la elaboración de bloques de concreto con Ceniza de Cal.
- La Ceniza de Cal es un material propio de la zona de Sacra Familia, así como los materiales que se proponen son característicos y particulares de la zona, tal como se exponen en la presente investigación, por lo cual, para obtener los resultados requeridos, deberán cumplir con las mismas características.
- La investigación realizada estará limitada a la ciudad de Cerro de Pasco, los bloques se elaborarán con las mismas condiciones presentes en cada una de las bloqueteras que fabrican este tipo de unidades con maquinaria semi industrial Vibro-Compactadora.
- Financiamiento económico para la elaboración y experimentación de la presente investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. ANTECEDENTES LOCALES

La presente investigación no presente antecedentes internacionales ni nacionales de estudios que se hayan realizado con el uso de la Ceniza de Cal, ya que la forma de obtenerse y el material en sí mismo son propios y característicos de nuestra zona.

Sin embargo, la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco, en los diversos cursos que desarrolla en las aulas de pre grado, ha realizado estudios respecto a la calidad de las unidades de bloques de concreto y ceniza, una de las cuales y la que se tiene mayor acercamiento a nuestra investigación es la siguiente:

a) Se realizó un trabajo de investigación por los alumnos de los cursos de Albañilería Estructural y Análisis Estructural I del semestre 2009-B; cuya investigación fue titulada: “Estudio de la calidad de los bloques de concreto y escoria de ceniza de cal fabricadas en la ciudad de Cerro de Pasco”, cuyo objetivo fue evaluar las propiedades físicas y mecánicas de bloques elaborados a base de Concreto y Ceniza de Cal. Donde se concluyó lo siguiente:

- Los Bloques de Concreto y de Ceniza que se fabrican en la Ciudad De Cerro De Pasco; según los ensayos de resistencia de unidades (f'_b), realizados no cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la Norma E 070 - Albañilería para uso estructural.
- Los resultados de absorción, succión, variación dimensional de los bloques cumplen con las normas peruanas
- El agregado proveniente de la cantera de Sacra Familia usado en la fabricación de Bloques de concreto posee gran cantidad de impurezas y finos que perjudican la integridad y resistencia de los mismos.
- Actualmente debido a la inexistencia de estudios y ensayos realizados tanto a los agregados y bloques de concreto su uso ha sido restringido solamente a las viviendas.
- Dentro de los ensayos para Bloques de Ceniza se obtuvieron los siguientes resultados:

Resistencia Característica a Compresión:	39.78 kg/cm ²
Absorción:	2.74 %
Variación Dimensional:	Hasta 150 mm : + 1.24 Mas de 150 mm : - 0.01

Se debe indicar que estos resultados fueron obtenidos en bloques de ceniza que eran dosificadas en combinación de Ceniza de Cal con Arena de Segunda u Hormigón, que comúnmente se venía trabajando en las bloqueteras de ese momento.

Así mismo en esta investigación se refieren las siguientes recomendaciones:

- Debido a la existencia de gran cantidad de materia prima de Ceniza de Cal y su gran aplicación en la fabricación de unidades de albañilería se debe de

realizar estudios más detallados para poder aprobar su uso tanto estructural como de tabiquería.

- Las normas peruanas deben incluir capítulos referidos a los Bloques de Ceniza; a fin de promover y afianzar su uso.
- Las autoridades competentes deben regular y vigilar el estricto cumplimiento de la Norma E 070 y demás afines para asegurar el adecuado proceso de fabricación. Obteniendo así materiales de calidad.
- Se recomienda complementar el presente estudio; haciendo hincapié en la dosificación de las mezclas usadas en la fabricación de los bloques.

Se debe finalizar indicando que el estudio realizado presenta una idea de la calidad de las propiedades físicas y mecánica que posee un bloque de ceniza, que servirán de referencia para la investigación que pretendemos realizar, ya que estos resultados presentados como antecedentes se ensayaron en unidades fabricadas con dosificaciones combinadas de Ceniza de Cal con otros agregados como son la Arena de Segunda y el Hormigón, de forma diferente a lo que se pretende buscar en el desarrollo de la presente investigación, utilizando únicamente la Ceniza de Cal como agregado para la fabricación de bloques de concreto, eso no eximirá el estudio de proporciones en combinación con otro agregado como la Arena Shotcrete a fin de analizarlas y compararlas. Los resultados mencionados servirán sólo como referencia, ya que existieron errores cometidos dentro de la metodología empleada como la cantidad y tamaño de muestras representativas utilizadas para los ensayos.

2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICOS

2.2.1. GENERALIDADES

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.4), señalan que:

A inicios del siglo XIX en Inglaterra se origina uno de los grandes avances en el campo de la construcción, la fabricación del bloque de concreto. Estos bloques eran sólidos sumamente pesados, en los que se utilizaba la cal como material cementante. La introducción del cemento Portland y su uso intensivo, abrió nuevos horizontes a este sector de la industria. A principios del siglo XX

aparecieron los primeros bloques huecos para muros; la ligereza de estos nuevos bloques significaba, por sus múltiples ventajas, un gran adelanto para el área de la construcción en relación a etapas anteriores.

Las primeras máquinas que se utilizan en la entonces incipiente industria se limita a simples moldes metálicos, en los cuales se compacta la mezcla manualmente; este método de producción se siguió utilizando hasta los años veinte, época en que aparecieron máquinas con martillos accionados mecánicamente; más tarde se descubrió la conveniencia de la compactación lograda basándose en la vibración y compresión; actualmente, las más modernas y eficientes máquinas para la elaboración de bloques de concreto utilizan el sistema de vibro compactación (Figura 1).



Figura 1 - Sistema de Vibro-Compactación

En el Perú la primera planta de bloques inició su producción en 1928 y sus productos se utilizaron en la construcción del primer barrio obrero del Callao. Posteriormente se instalaron en Lima dos fábricas más, una de ellas de ubicó en la antigua chancadora del Puente del Ejército y la otra, en el Jr. Tingo María, Breña.

Actualmente existen diversas construcciones realizadas con bloques en Lima y en diversas localidades del país, como Marcona, la Oroya, Moquegua, Tacna, Junín, Cerro de Pasco, etc., pudiéndose mencionar también los proyectos de INFES, para la construcción de centros escolares en la sierra y selva en los cuales se planteó la utilización intensiva de estos elementos fabricados directamente en obra.

Los muros con bloques de concreto, sujetos a cargas sísmicas en su plano muestran dos tipos de fallas: flexión y corte, debiendo entenderse que la falla principal es aquella donde se acumulan mayores grietas, originado una fuerte degradación tanto en resistencia como en rigidez. El muro presenta una forma de falla dependiendo de cuál de las resistencias sea la menor; sin embargo, la mayoría de las fallas registradas han sido por corte antes que por flexión.

El sistema constructivo de albañilería confinada, formada por muros portantes, columnas y vigas es utilizado intensamente con el uso de los bloques de concreto; sin embargo, el sistema constructivo de albañilería armada con bloques de concreto no se difunde convenientemente, pudiendo ser utilizado ventajosamente en forma masiva para programas multifamiliares de vivienda, campamentos mineros, autoconstrucción, entre otros.

2.2.2. SISTEMAS CON BLOQUES DE CONCRETO

Arrieta y Peñaherrera (2001, p. 5), señalan que:

Los bloques de concreto, que son elementos modulares y premoldeados, están dentro de la categoría de mampuestos que en obra se manipulan a mano, y son especialmente diseñados para la albañilería confinada y armada.

Los bloques de concreto se emplean en la construcción de muros para viviendas (exteriores e interiores), parapetos, etc.

La albañilería confinada con bloques de concreto, de manera similar que cuando se utiliza ladrillo cerámico, requiere de vigas y columnas de confinamiento. En el caso de la albañilería armada con bloques de concreto, se requiere de acero de refuerzo vertical regularmente distribuido, a lo largo del muro, en los alvéolos de las unidades; por su parte, el acero de refuerzo horizontal, cuando es necesario, se aloja en las juntas pudiendo, los bloques, presentar o no detalles para su colocación.

La ventaja con este tipo de unidad de albañilería es que por su tamaño proporciona una economía en el tiempo de ejecución, en la utilización de mano de obra y en la cantidad de mortero necesaria, lo que conduce a un abaratamiento del costo de producción, además reduce el número de juntas.

La transmisión de calor a través de los muros es un problema que se presenta en las zonas cálidas y en las frías, siendo así más conveniente el empleo de cavidades con aire en el interior de los muros permitiendo que se formen ambientes más agradables.

2.2.2.1. Posibilidades de Utilización

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.6), señalan que:

Los bloques de concreto pueden utilizarse en la construcción de viviendas multifamiliares, en edificaciones en general, en muros de contención, etc., teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Materiales:** Para la confección del bloque sólo se requiere materiales usuales, como son: piedra partida, arena, cemento y agua; un equipo de vibrado y moldes metálicos correspondientes; siendo posible su elaboración en obra, evitando así el problema de transporte de unidades fabricadas, lo cual representa aspectos favorables para la autoconstrucción.
- b) Economías:** La construcción con bloques de concreto presenta ventajas económicas, las cuales se originan en la rapidez de ejecución, por el hecho de sólo necesitar asentar 12 bloques de concreto para construir 1m²; así mismo una fabricación cuidadosa de los ladrillos permitirá obtener piezas de buen acabado que permite ahorra en tarrajeo y pintado posterior.
- c) Resistencias:** Los muros principales de una vivienda construida con ladrillo de arcilla tienen un ancho de 25 cm, en el caso de las construcciones con bloques estos muros principales son de menor espesor, sin embargo, tienen la misma resistencia ya que estos últimos están reforzados con varillas de fierro. El muro delgado permite mayor amplitud en los ambientes de la edificación permitiendo una mayor área útil lo cual implica mayor valor comercial de venta.
- d) Mano de Obra:** La mano de obra debe ser calificada a nivel de operario, contándose con apoyo técnico y supervisión en el caso de la autoconstrucción.

2.2.2.2. Ventajas

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.6 y 7), señalan que:

La construcción con bloques de concreto presenta ventajas económicas en comparación con cualquier otro sistema constructivo tradicional, la que se pone de manifiesto durante la ejecución de los trabajos y al finalizar la obra.

Estas ventajas se originan en la rapidez de fabricación; exactitud y uniformidad de las medidas de los bloques; resistencia y durabilidad; desperdicio casi nulo; y sobre todo por constituir un sistema modular. Esta circunstancia permite computar todos los materiales en la etapa de proyecto con gran certeza, y dichas cantidades se aproximan a los realmente utilizados en obra. Esto significa que es muy importante la programación y diagramación de todos los detalles, previamente a la iniciación de los trabajos.

Si se compara un muro de bloques de concreto con otro de espesor equivalente, utilizando mampostería tradicional de ladrillo, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Menor costo por metro cuadrado de muro, originado en la menor cantidad de ladrillos.
- Menor cantidad de mortero de asiento.
- Mayor rendimiento de la mano de obra debido a la menor cantidad de movimientos necesario para levantar un metro cuadrado.
- En la mampostería de concreto reforzada, sólo es necesario contar con un único rubro de mano de obra, es decir el albañil, ya que las tareas de armado, colocación de los bloques y terminaciones, las puede realizar sin el auxilio de los oficiales carpinteros y armadores.
- Asimismo, el hecho de utilizar el bloque en su función estructural, agiliza los trabajos y posibilita una mayor rapidez constructiva, ya que no será necesario contar con los tiempos de encofrado y tiempos de espera para desencofrado de columnas, vigas, etc., típicos de la construcción tradicional de las estructuras de concreto armado convencional.

- El armado de la mampostería reforzada es muy sencillo, ya que sólo es necesario utilizar barras rectas sin ataduras de ningún tipo, siendo muy sencillo el empalme de las mismas por simple traslape.
- Debido a la excelente terminación que presentan los bloques fabricados por vibro compactación, es posible e inclusive recomendable, dejarlos a la vista, con el consiguiente ahorro en materiales y mano de obra correspondientes a las tareas de revoque y terminación.

2.2.3. TECNOLOGÍA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.8), señalan que:

Los bloques de concreto vibrado son elementos paralelepípedos, moldeados, que se adaptan a un manipuleo manual, especialmente diseñado para la albañilería armada y confinada con acabado tarrajado o también con un terminado caravista.

Los materiales utilizados para la fabricación de los bloques estarán constituidos por cemento Portland tipo I y agregados que cumplan con los requisitos para concretos convencionales; se deberá considerar una relación agua/cemento mínimo a fin de proporcionarles características de durabilidad e impermeabilidad; el equipo necesario para fabricar los bloques puede ser una máquina vibro-compactadora o una mesa vibratoria.

2.2.4. CARACTERÍSTICAS

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.12 y 13), señalan que:

Los bloques son económicos, livianos, acústicos, impermeables, resistentes al fuego, durables y capaz de resistir cargas pesadas.

La unidad de albañilería, tiene en la resistencia a compresión una propiedad mecánica muy importante porque se relaciona con la resistencia del muro; cuanto mayor es la resistencia de la unidad de albañilería, aumenta proporcionalmente la resistencia del elemento estructural. Las propiedades físicas tales como la geometría, la densidad, la absorción y la eflorescencia, también influyen en la resistencia del elemento estructural; otros factores

relacionados al proceso constructivo como el desplome con la verticalidad y la excentricidad de la carga actuante, que producirán momentos flexionantes en dirección normal a su plano, reducirán la resistencia comparativamente a una sección sujeta a carga axial simple.

Es necesario dosificar muy cuidadosamente el contenido de agua en la mezcla, para que ésta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda. En el primer caso se corre el peligro del desmoronamiento del bloque recién fabricado; en el segundo, que el material se asiente deformando la geometría del bloque.

Una vez mezclado los materiales, ya sea en forma manual o con mezcladora, se moldea los bloques en la máquina vibradora. La duración del vibrado, así como la potencia del motor de la máquina vibradora son factores que influyen notablemente en la resistencia de los bloques.

Para no alterar las dimensiones y características de los bloques se puede curar por regado a partir de las 6 horas y durante las 48 horas siguientes, hasta que adquiera una resistencia que permita el manipuleo.

Las variaciones de textura pueden lograrse controlando la granulometría del agregado y mediante otras operaciones, lo que permite obtener texturas superficiales finas, medias o gruesas.

La utilización de bloques de concreto en albañilería permite lograr una celeridad de ejecución realmente notable. Estas circunstancias unidas al menor número de unidades requeridas por m^2 de muro y la menor cantidad de mortero en las juntas significa notable economía.

En la construcción de muros portantes, la experiencia de otras investigaciones indica, en relación a las resistencias, que un muro de bloque de 20cm de ancho, es equivalente a uno de ladrillo de 30cm, como en nuestro medio el muro usual portante es de 25cm, se deduce que un muro de bloque de concreto de 20cm sería superior de capacidad portante.

Una condición imprescindible que deben satisfacer los bloques es su uniformidad, no sólo en lo relativo a las regularidades de sus dimensiones, en

especial su altura, sino también en cuanto a la densidad, calidad, textura superficial y acabado.

La uniformidad de los bloques depende en gran medida de su proceso de fabricación, por lo que son factores determinantes de este, los siguientes:

- La cuidadosa selección de los agregados.
- El correcto estudio de la dosificación.
- El adecuado diseño del bloque.
- Una perfecta ejecución del mezclado, moldeo y compactación.
- Un adecuado curado y almacenamiento.

En resumen, será necesario controlar durante la producción: la dosificación de la mezcla, la cual se recomienda sea en lo posible en peso, pero pudiéndose dosificar en volumen utilizando latas, cajones o carretillas; además se debe controlar el tiempo de mezclado; el slump o asentamiento; el peso unitario del concreto fresco; el tiempo de vibrado, y los procesos de desmolde y curado de las unidades.

2.2.5. DIMENSIONAMIENTO

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.13 y 14), señalan que:

La falta de uniformidad en las medidas de la unidad hace difícil construir un elemento estructural perfectamente vertical y libre de irregularidades que provocan excentricidad de la carga, generando esfuerzos flexionantes adicionales.

La fabricación usualmente comprende una gama de bloques que mantienen su altura y largo constantes, diferenciándose por sus anchos de 10, 12, 15 y 20 cm según las funciones, de muro o tabique, que deba cumplir según diseño.

Los bloques a su vez presentan dos alvéolos de 13cm x 8cm cada uno, los mismos que se corresponden verticalmente en las mamposterías, de hilada en hilada, lo que da lugar a la formación de ductos que se usan con distintas finalidades.

2.2.6. CLASIFICACIÓN DEL BLOQUE DE CONCRETO

2.2.6.1. Clasificación por sus dimensiones

San Bartolomé, Quiun y Silva (2011, p. 38), señalan que:

Se les denomina bloques cuando por su peso y mayores dimensiones se deben emplear ambas manos para ser manipulados y asentados. Los bloques se utilizan en las edificaciones de albañilería armada y para el caso de los bloques de concreto vibrado, las dimensiones comunes son: 14 ó 19cm de espesor, 19 ó 39cm de longitud y 19cm de altura, aunque comercialmente se les añade 1cm de junta para identificarlos (por ejemplo, bloque con dimensiones nominales de 20x20x40cm) (Figura 2). El peso de estos bloques puede variar entre 12 y 20kg.

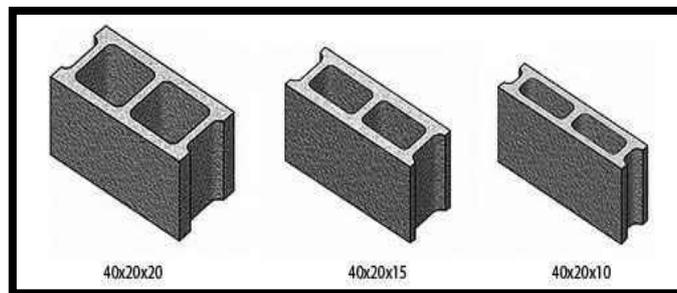


Figura 2 - Medidas Nominales de Bloques de Concreto

2.2.6.2. Clasificación por su fabricación

San Bartolomé et. al. (2011, p.45 - 48), señalan que:

Las Figuras 3 y 4, muestran bloques de concreto artesanales e industriales nacionales. Las diferencias en calidad y acabado son notorias. La Norma E.070 indica que las unidades de concreto serán utilizadas después de lograr su estabilidad volumétrica. Para el caso de las unidades curadas con agua, la edad mínima para utilizarlos es 28 días, de otro modo, al secar se contraerán y fisurarán los muros.

El concreto de estas unidades, sean bloques o ladrillos de fabricación artesanal o industrial, es una mezcla de cemento, arena y confitillo (piedra chancada de ¼"). Dependiendo de la dosificación, es posible lograr distintas resistencias a la compresión, lo cual permite obtener unidades poco resistentes para edificios bajos; y unidades más resistentes, para edificios altos. La consistencia de la

mezcla debe ser seca (revenimiento del orden de 1 pulgada), para desmoldar inmediatamente las unidades sin que se desmoronen (Figura 5).



Figura 3 - Bloques de Concreto Artesanales

Estas unidades tienen un tono gris verdoso, aunque este puede variarse agregando pigmentos. Su textura usual es gruesa, con poros abiertos. Su peso puede aligerarse usando agregado ligero (piedra pómez o bolilla de tecnopor). En Perú se fabrican bloques de concreto vibrado del tipo caravista.



Figura 4 - Bloques de Concreto Industriales



Figura 5 - Revenimiento (slump) de la mezcla para Bloques de Concreto

El mezclado de los materiales se hace a mano (artesanal) o a máquina (industrial) dosificando los ingredientes en peso.

El moldeo artesanal se realiza utilizando moldes metálicos cuya base deslizante permite compactar la mezcla mediante pisones en moldes de madera forrados internamente con láminas metálicas o lata. El desmoldeo debe hacerse en un tendal sobre arena fina. Las unidades deben curarse echándoles agua a razón de 2 veces al día durante 7 días consecutivos; de otro modo, la resistencia a compresión disminuirá sustancialmente. Mediante el proceso artesanal se produce en promedio unas 200 unidades diarias.

El moldeo semi industrial se hace por vibro-compactación, utilizando ponedoras portátiles que producen unos 2000 bloques diariamente, o en máquinas RosaCometa (Figura 6), cuyo rendimiento es de unos 5000 bloques al día. En ambos casos es posible cambiar los moldes para fabricar ladrillos y bloques para muros, o bloques para techo.

El moldeo industrial es por vibro-compactación, utilizando máquinas estacionarias capaces de producir 80000 unidades diarias. El proceso industrial de curado se hace en cámaras de vapor a 50°C, en cámaras autoclave (150°C, a presión de 6 a 10 atmósferas), o con riego por aspersion. En la fabricación industrial se usa equipo mecanizado en el transporte, se pasa luego al empaquetado con bolsas de plástico (polietileno), con lo que se protege a los bloques de la humedad. Las unidades de concreto presentan alta variación volumétrica, por lo que es necesario protegerlas de la humedad.

En cuanto a los bloques resultantes, hay que tener cuidado de que las caras de asentado queden rugosas y no lisas, para que puedan desarrollar buena adherencia con el mortero. Las caras lisas se producen cuando se tiene una mezcla con exceso de agua (slump mayor que 1”), provocando que la lechada de cemento emerja cubriendo la superficie.



Figura 6 - *Máquina RosaCometa comúnmente usado para la fabricación semi industrial de Bloques de Concreto en la ciudad de Cerro de Pasco*

2.2.6.3. Clasificación por sus huecos (alvéolos)

Los Bloques de Concreto presentan 2 perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento, que ocupan un área mayor al 30% del área bruta, por lo que se les clasifica como unidades huecas, estas perforaciones o celdas son del tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical cuando son empleados para la construcción de muros armados, por lo que también se clasifican como unidades alveolares, esta clasificación está dada según la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Así mismo; San Bartolomé, et. al. (2011, p.53 y 54), señalan que:

En la Norma de Albañilería E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones se estableció el porcentaje indicado, luego de muchos ensayos de carga lateral cíclica hechos en muros confinados, donde pudo notarse la trituración de los ladrillos huecos para derivas menores que el límite máximo (0.005) establecido por Norma Sísmica E.030 para las edificaciones de albañilería confinada. Por ello, en la Norma E.070 se especifica que las unidades sólidas o macizas son las que se deben emplear para la construcción de muros portantes confinados.

Así mismo los Bloques de Concreto de acuerdo a la Norma E.070, se clasifican como unidades alveolares, al presentar grandes huecos perpendiculares a la superficie de asiento, suficientes como para alojar el refuerzo vertical; que son empleadas en edificaciones de albañilería armada rellenas con grout. Estos

bloques no deben emplearse en las construcciones de albañilería confinada porque se trituran ante los sismos.

2.2.6.4. Clasificación por su uso estructural

La Norma E.070 una clasificación (Tabla 1) de los bloques de concreto para fines estructurales denominándolos como Bloque P usados para Muros Portantes y como Bloque NP usados para Muros no Portantes, dependiendo cada una de propiedades físicas como son la máxima variación dimensional, alabeo y absorción; y propiedades mecánicas como la mínima resistencia característica a compresión (f'_b) de las unidades de albañilería (Cárdenas, 2014, p.12).

En la ciudad de Cerro de Pasco, generalmente se producen Bloques de Concreto de dimensiones de 20x20x40cm (ancho, alto y largo), 15x20x40cm, 12x20x40cm y 10x20x40cm, fabricados en su totalidad de manera semi industrial, usando comúnmente la maquinaria RosaCometa. Todos estos bloques fabricados se encuentran clasificados como unidades de albañilería huecas o alveolares, ya que presentan perforaciones perpendiculares a su superficie de asiento, mayor al 30% del área bruta. Generalmente y de forma incorrecta estas unidades de albañilería han venido y vienen usándose para la construcción de muros portantes de viviendas de hasta 3 pisos, lo cual no está permitido por la Norma E.070 en una zona sísmica como la que se encuentra la ciudad de Cerro de Pasco, siendo escaso su uso en la construcción de edificaciones de albañilería armada; debiendo redireccionarse su utilización para muros no portantes o elementos no estructurales como cercos perimétricos o tabiquería.

TABLA 1 CLASE 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	± 4	10	4,9 (50)
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)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

Tabla 1 - Clasificación de Bloques de Concreto para Fines Estructurales

2.2.7. PROPIEDADES FÍSICAS

2.2.7.1. Variación Dimensional

Morante (2008), citado por Cárdenas (2014, p.17) indica que: “Esta propiedad mide las irregularidades geométricas de las dimensiones de la unidad. A mayor variabilidad dimensional de las unidades, mayor será el espesor de las juntas del mortero”.

A su vez San Bartolomé et. al. (2011, p.57), señala que:

Para poder determinar esta propiedad en un bloque de concreto, deberá seguirse el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613. En la unidad se miden las tres dimensiones: largo x ancho x altura ($L \times A \times H$), en milímetros. El largo y el ancho se refieren a la superficie de asiento.

La manera de cómo calcular la variación dimensional (V) es:

- La dimensión de cada arista del espécimen ($D = L, A, H$) se toma como el promedio de 4 medidas (en mm) en la parte media de cada cara.
- Luego, por cada arista, se calcula el valor promedio (D_p) de toda la muestra; este valor se resta de la dimensión especificada por el fabricante (D_f) y luego se divide entre esta misma (D_f).



Figura 7 - Ensayo de Variación Dimensional en Bloques de Concreto

Cárdenas (2014, p.18), presenta la siguiente fórmula para el cálculo de la Variación Dimensional:

$$V(\%) = \frac{100(D_f - D_p)}{D_f}$$

Donde:

$V = \text{Variación Dimensional (\%)}$

$D_f = \text{Dimensión especificada por el fabricante (mm)}$

$D_p = \text{Dimensión promedio de la muestra por cada arista (mm)}$

2.2.7.2. Alabeo

Chuchin y Paredes (2006), citado por Cárdenas (2014, p.18), señalan que:

Esta propiedad mide la concavidad o convexidad de la cara de asentado de las unidades. Valores excesivos de alabeo conducen a un mayor espesor de la junta de mortero; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos como especie de cangrejeras en las zonas más alabeadas, lo cual disminuirá la resistencia de la albañilería.

Para poder determinar esta propiedad en un bloque de concreto, deberá seguirse el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613, de forma similar que a los ladrillos de arcilla.

San Bartolomé et. al. (2011, p.58), indica la manera de realizar la prueba:

Esta prueba se realiza colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; también debe colocarse una regla que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad, para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión (Figura 8). El resultado promedio se expresa en milímetros.

2.2.7.3. Densidad

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.14) indican que esta propiedad: “Nos permite determinar si un bloque es pesado o liviano, además indica el índice de esfuerzo de la mano de obra o de equipo requerido para su manipulación desde su fabricación hasta su asentado”.

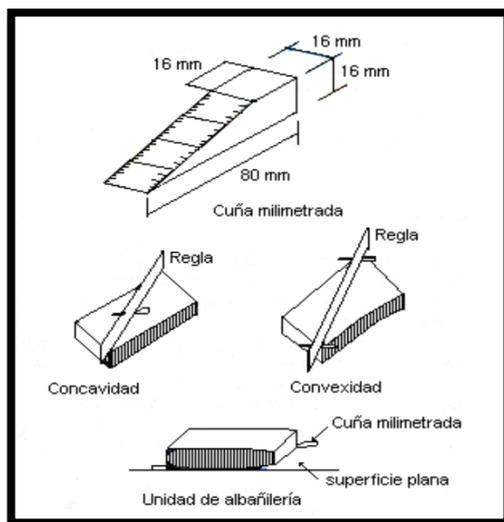


Figura 8 -
Ensayo de
Alabeo en
Bloques de
Concreto

San Bartolomé et. al. (2011), citado por Cárdenas (2014, p.21), señala que: “La densidad es la relación entre el peso y el volumen neto de la unidad. A mayor densidad, mayor será la resistencia y durabilidad de la albañilería ante la acción de la intemperie”.

Para poder determinar esta propiedad en un bloque de concreto, deberá seguirse el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.604.

Cárdenas (2014, p.21 y 64) indica la forma de realizar el ensayo:

Se secan las muestras colocándolas en un horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C. Después de secado se enfrían por un período de 2 horas, pasado este tiempo se registra el peso seco (P_{sec}). Luego se coloca la muestra totalmente sumergido en un recipiente con agua fría con la finalidad de registrar el peso de la unidad sumergida (P_{sum}). Posteriormente se colocan las muestras en un recipiente metálico, se deja hervir por 5 horas en ebullición, pasado el tiempo de enfriamiento se registra el peso saturado de las unidades (P_{ebul}). La densidad de la unidad se expresa por la siguiente ecuación:

$$D = \frac{P_{sec}}{V_n}$$

$$V_n = P_{ebul} - P_{sum}$$

Donde:

D = Densidad de la unidad (gr/cm^3)

P_{sec} = Peso de la unidad secada al horno (gr)

V_n = Volumen neto de la unidad (cm^3)

P_{sum} = Peso de la unidad sumergida en agua fría (gr)

P_{ebll} = Peso de la unidad saturado ,5 hrs. agua ebullición (gr)

2.2.7.4. Absorción

Vargas y Lobo (2008), citado por Cárdenas (2014, p.22), señalan que: “La absorción es la capacidad de la unidad para almacenar en su volumen cierta cantidad de agua. Una absorción elevada, indica que la unidad es porosa (permeable)”.

A su vez Arrieta y Peñaherrera (2001, p.14), señalan que:

La absorción del agua se mide como el paso del agua, expresado en porcentaje del peso seco, absorbido por la pieza sumergido en agua. Esta propiedad se relaciona con la permeabilidad de la pieza, con la adherencia de la pieza y del mortero y con la resistencia que puede desarrollar.

Para poder determinar esta propiedad en un bloque de concreto, deberá seguirse el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.604

Cárdenas (2014, p.22 y 69) indica la forma de realizar el ensayo:

Se secan las muestras colocándolas en un horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C. Después de secado se enfrían por un período de 2 horas, pasado este tiempo se registra el peso seco (P_{sec}). Luego se introducen las muestras a un recipiente con agua fría, se dejan reposar completamente sumergidas durante 24 horas. Después de ese tiempo se retiran del recipiente y se pesan (P_{sat}). El contenido de agua absorbida se obtiene con la siguiente fórmula:

$$A(\%) = \frac{(P_{sat} - P_{sec})}{P_{sec}} \times 100$$

Donde:

A = Absorción (%)

$P_{sec} = \text{Peso de unidad secada al horno (gr)}$

$P_{sat} = \text{Peso de la unidad saturada, 24 hrs. en poza de agua (gr)}$

2.2.7.5. Succión

Bonilla (2006), citado por Cárdenas (2014, p.20), señala que:

La succión es la medida de la rapidez con la que la unidad absorbe el agua del mortero. Cuando la succión es elevada, el agua del mortero es absorbida rápidamente por la unidad, el cual ocasiona una adherencia pobre entre unidades de albañilería. Al debilitar la adherencia mortero - unidad, disminuye la resistencia a tracción y a fuerza cortante de la albañilería. Por lo que la Norma E.070, especifica que la succión de las unidades al instante del asentado debe estar comprendida entre los 10 y 20 gr/(200 cm² - min).

Para poder determinar esta propiedad en un bloque de concreto, deberá seguirse el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613, de forma similar a los ladrillos de arcilla.

Cárdenas (2014, p.20, 66 y 67) indica la forma de realizar el ensayo:

Para determinar la succión en una unidad de albañilería se secan las muestras colocándolas en un horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C. Después de secado se enfrían por un período de 2 horas, pasado este tiempo se registra el peso seco (P_{sec}), se registra la altura (H) del espécimen en mm, tomando 2 mediciones en la parte media de las caras, para luego ser promediadas. Por otro lado, se prepara una bandeja donde se coloca dos barras que servirán de apoyo a la unidad, nivelándola con un nivel de burbuja, para que finalmente se le agregue agua hasta que el nivel de la misma sea de 3mm \pm 0.25mm sobre los soportes. Por último, se coloca la unidad en la bandeja nivelada durante un minuto, de tal modo que la cara de asiento esté en contacto con la película de agua de 3mm de espesor en forma constante. Una vez transcurrido el minuto, se retira el espécimen, se seca la superficie con un paño y se pesa nuevamente para obtener el peso de la unidad húmeda.

La succión esta expresada en gramos por minuto en un área normalizada de 200 cm², se calcula con la expresión siguiente:

$$S = \frac{(P_{suc} - P_{sec}) \times 200}{A_n}$$

$$A_n = \frac{V_n}{H}$$

Donde:

S = *Succión normalizada (gr/200cm² – min)*

P_{sec} = *Peso de unidad secada al horno (gr)*

P_{suc} = *Peso de la unidad sumergido la cara de asiento en una película de agua de 3mm, durante 1 minuto (gr)*

A_n = *Área Neta de cara de asiento en contacto con agua (cm²)*

V_n = *Volumen neto de la unidad de albañilería (cm³)*

H = *Altura de la unidad de albañilería (cm)*

2.2.7.6. Eflorescencia

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.14), indican sobre la eflorescencia que:

Son concentraciones generalmente blanquecinas que aparecen en la superficie de los elementos de construcción, tales como ladrillos, rocas, concretos, arenas, suelos, debido a la existencia de sales. El mecanismo de la eflorescencia es simple; los materiales de construcción expuestos a la humedad en contacto con sales disueltas, están sujetos a fenómenos de eflorescencia por capilaridad al posibilitar el ascenso de la solución hacia los parámetros expuestos al aire; allí el agua evapora provocando que las sales se depositen en forma de cristales que constituyen la eflorescencia.

2.2.8. PROPIEDADES MECÁNICAS

2.2.8.1. Resistencia a la compresión

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.14), señalan que:

La propiedad mecánica de resistencia a la compresión de los bloques de concreto vibrado, es el índice de calidad más empleado para albañilería y en ella se basan los procedimientos para predecir la resistencia de los elementos estructurales.

La resistencia a la compresión axial se determina mediante la aplicación de una fuerza de compresión sobre la unidad en la misma dirección en que trabaja en el muro. Durante el ensayo, debe tomarse como precaución el enrase de la cara en contacto con la cabeza de la prensa de compresión, para garantizar una distribución uniforme de la fuerza.

Para poder determinar esta propiedad en un bloque de concreto, deberá seguirse el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.604.

Cárdenas (2014, p.25 y 71) indica la forma de realizar el ensayo, para lo cual:

Se mide el largo y ancho de los especímenes en “mm”, registrando 2 mediciones. Luego se coloca el espécimen sobre el apoyo de la máquina de ensayos. Por último, se aplica la carga axial a una velocidad de desplazamientos entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.27 mm/min (Figura 9).

La resistencia unitaria a compresión de cada unidad (f_b), se determina dividiendo la carga de rotura (P_u) entre el área bruta del espécimen (A), tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$f_b = \frac{P_u}{A}$$

Finalmente, la resistencia característica a compresión axial de la unidad (f'_b), se obtiene restando una desviación estándar (σ) al valor promedio (\bar{f}_b) de la muestra ensayada.

$$f'_b = \bar{f}_b - \sigma$$



Figura 9 - Ensayo de Compresión Axial en Bloques de Concreto

2.2.9. PROPIEDADES ACÚSTICAS Y TÉRMICAS

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.15), indican que:

Las transmisiones de calor a través de los muros son un problema que afecta el confort y la economía de la vivienda en las zonas cálidas y frías debido al alto costo que representa el empleo de aislantes o de calefacción, según sea el caso. Los bloques tienen un coeficiente de conductividad térmica variable, en el que influyen los tipos de agregados que se utilice en su fabricación y el espesor del bloque. En general, la transmisión es mayor a la que ofrece un muro de ladrillo sólido de arcilla cocida de igual espesor. Se puede bajar la transmisión térmica de los muros revocándolos con mortero preparados con agregados livianos de procedencia volcánica. En lo referente a la absorción y a la transmisión del sonido, los bloques tienen capacidad de absorción variable de un 25 % a un 50%; si se considera un 15% como valor aceptable para los materiales que se utilizan en construcción de muros, la resistencia de los bloques a la transmisión del sonido viene a ser superior a la de cualquier otro tipo de material comúnmente utilizado.

2.2.10. MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO

Gallegos y Casabone (2005, p.96 y 97), señalan que:

Las unidades de concreto, bloques y ladrillos, se hacen casi exclusivamente de cemento Portland, agregados graduados y agua. Dependiendo de los requisitos específicos, las mezclas pueden contener también otros ingredientes, tales como pigmentos y agregados especiales. Se fabrican de peso normal y de peso liviano, que derivan de la densidad de los agregados utilizados en el proceso de manufactura. En la Tabla 2 se indican diferentes agregados y el rango de densidad de las unidades que con ellos se producen.

El arte de producir unidades de concreto consiste en obtener una resistencia adecuada con la mínima densidad y con el mínimo contenido de cemento, de modo que sea posible reducir al mínimo el costo de los materiales y el riesgo de producir unidades con excesiva contracción de fragua.

Agregado	Densidad (kg/m ³)
Arena y piedra	2000 – 2350
Escorias	1600 – 2200
Arcilla expandida	1200 – 1500
Piedra pómez	950 – 1300
Concreto celular	400 – 700

Tabla 2 - Densidades de unidades de concreto elaborados con diferentes agregados

El factor determinante es la textura de la superficie de la unidad. Ya sea que las unidades sean hechas con agregados normales o livianos, las partículas de agregado deben estar unidas por la pasta de cemento para formar una estructura relativamente abierta sobre la base de una compactación parcial del concreto bajo la influencia de la vibración (Figura 10 y 11). Esto significa que mientras el concreto está siendo vibrado, la pasta de cemento debe licuarse y fluir a los puntos de contacto de las partículas de agregado, uniéndolas. Cuando la vibración cesa, la pasta de cemento deja de ser un líquido, y la unidad puede ser desmoldada manteniéndose firme en su manipuleo posterior.

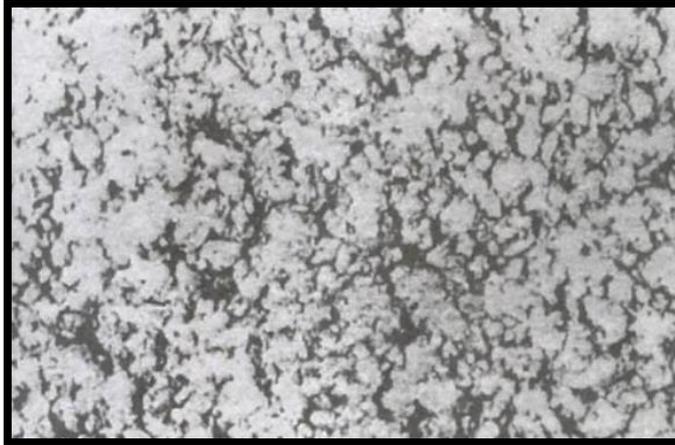


Figura 10 - *Textura de la superficie de la unidad abierta ideal*

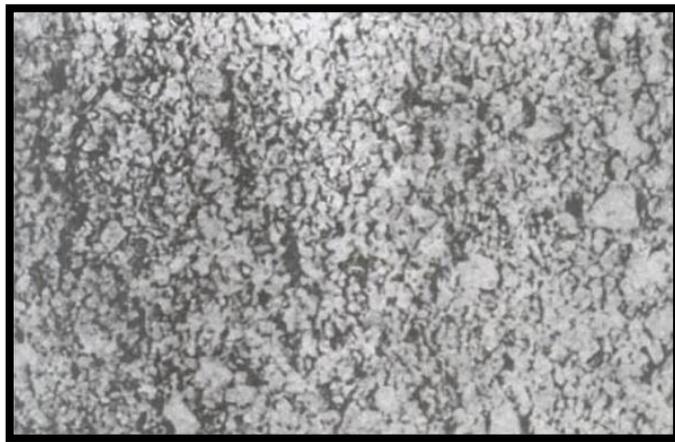


Figura 11 - *Textura de la superficie de la unidad cerrada no tan deseable*

2.2.9.1. Cemento

Cancapa (2014, p.23), señala que:

Se define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad de, por adición de una cantidad conveniente de agua, formar una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como en el aire y formar compuestos estables. Quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

El cemento Portland normal es el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que no excedan el 1% en peso del total y que la norma correspondiente determine que su inclusión no afecta las propiedades

del cemento resultante. Los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

Cemento Pórtland = Clinker Pórtland + Yeso

El yeso se añade al Clinker para controlar (retardar y regular la fragua). Sin el yeso, el cemento fraguaría rápidamente.

Comúnmente en la fabricación de bloques de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco se usa el Cemento Portland Tipo I, que está destinado a obras de concreto en general.

El uso de cemento para la fabricación de bloques de concreto deberá de cumplir con las siguientes normas: NTP 334.009 (CEMENTOS. Cemento Portland. Requisitos), NTP 334.082 (CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos de desempeño), NTP 334.090 (CEMENTOS. Cemento Pórtland adicionados. Requisitos).

2.2.9.2. Agregados

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.24), definen a los agregados:

Son los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento hidratada para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las 3/4 partes del volumen total por lo que su calidad influye grandemente en el producto final. En tal razón conocer las propiedades físicas de los agregados constituyen un elemento importante en el diseño de los bloques.

2.2.9.2.1. Normalización

Los agregados para uso en bloques de concreto deberán cumplir con la siguiente norma: NTP 400.037 (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto)

2.2.9.2.2. Características Físicas

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.2), señala que: "Los agregados desempeñan un papel importante en la determinación de las

propiedades y características finales de los bloques, tales como la durabilidad, la resistencia, la uniformidad y sus propiedades térmicas y acústicas”.

2.2.9.2.2.1.Limpieza

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.2), señala que:

Los agregados deben ser limpios y estar libres de materia orgánica y de impurezas. Se debe buscar que los agregados no contengan sales o partículas minerales corrosivas; las sales pueden producir eflorescencia y las partículas minerales ferruginosas pueden corroerse y originar manchas sobre la superficie del bloque.

2.2.9.2.2.2.Análisis Granulométrico

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.3); así como Arrieta y Peñaherrera (2001, p.25), señalan que:

Se define como granulometría a la distribución por tamaños de las partículas que conforman los agregados, la cual está representada por la curva granulométrica que se obtiene haciendo pasar una muestra de los agregados por una serie de tamices normalizados para luego graficar estos resultados; lo que además permite establecer una clasificación básica para los agregados. Este análisis se realiza separando el material por procedimiento mecánico.

La curva granulométrica es una excelente ayuda para mostrar la granulometría de los agregados individuales y combinados. El ploteo logarítmico es conveniente dado que, en una serie de tamices con aberturas con una relación constante, los puntos que representan los resultados del análisis al ser unidos forman la curva granulométrica del agregado.

En la práctica no existe ningún método que permita llegar a una granulometría ideal, aplicable en todos los casos a todos los agregados. Sin embargo, se han desarrollado especificaciones de granulometría las cuales, en promedio permitirán obtener concretos de propiedades satisfactorias a partir de materiales disponibles en un área determinada.

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.3) y Rivva (2014, p.22 y 24) definen dos tipos de agregados:

- Agregado grueso (gravilla): Al material pétreo que queda retenido en el tamiz normalizado de 4,75 mm (N° 4), que cumpla según los Husos que manda la NTP 400.037 (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto).
- Agregado fino (arena): Al material pétreo que pasa al tamiz normalizado de 9.5 mm (3/8 pulg.), que cumpla con los límites establecidos en la NTP 400.037 (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto).

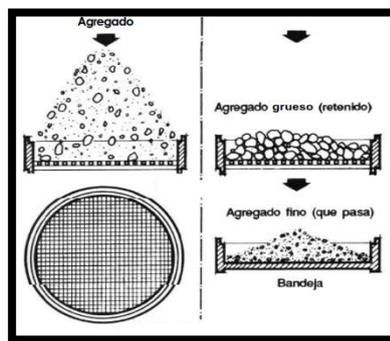


Figura 12 -
Agregado Fino y
Grueso para
Bloques de
Concreto

Además de esto, el Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.3) señala que:

Si en la fabricación de bloques de concreto se utilizan agregados con granulometrías continuas, se obtendrá una mayor densidad en la mezcla y se logrará obtener piezas con superficies cerradas, de textura fina. Si se utilizan agregados con un porcentaje mayor de finos, se obtendrá una superficie con un acabado más cerrado. Con un porcentaje mayor de gruesos o con un tamaño máximo mayor, se obtendrá una superficie más rugosa, pero se ganará en resistencia (Figura 13).

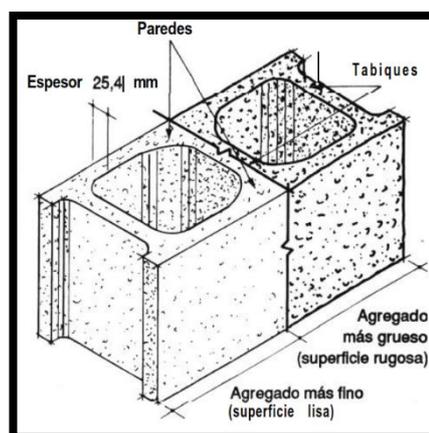


Figura 13 -
Superficie de los
bloques según el
tipo de agregado

Los tabiques y/o paredes de bloques normalizados tienen un espesor de aproximadamente 25,4 mm (1 pulg.), por lo que el tamaño máximo de los agregados, compatible con este espesor, es aproximadamente a la mitad, es decir 12,7 mm (1/2 pulg.).

Si se utiliza una combinación de agregados con el tamaño máximo compatible, se puede obtener una reducción en las cantidades de cemento y agua necesarias para lograr una resistencia dada, obteniendo mejor calidad y una mayor economía para el bloque.

Gallegos y Casabone (2005, p.98) indican que:

Para encontrar una textura abierta ideal en la superficie del bloque de concreto, lo cual implicaría ganar resistencia, se deberá utilizar graduaciones correctas del agregado; en caso de que estas no sean adecuadas, la resistencia del bloque sólo podrá obtenerse aumentando la compactación y la densidad, provocando una superficie de textura cerrada parecida a la del concreto. La textura abierta de una unidad correctamente elaborada es superior a la textura tipo concreto convencional, porque otorga una mejor adhesión con el mortero y porque tiene una capilaridad más reducida que impide la penetración de la humedad (Figura 14).

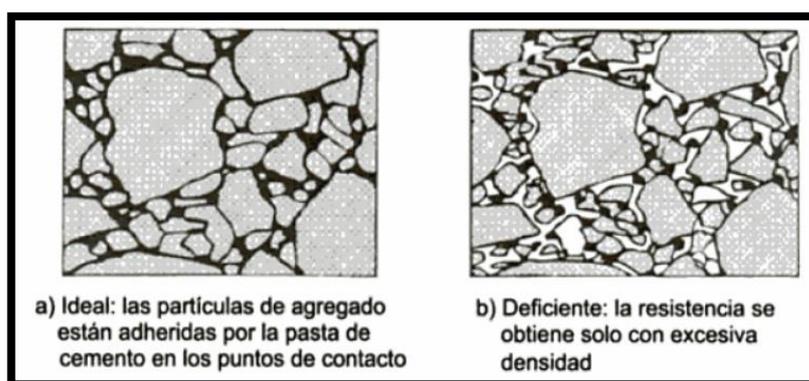


Figura 14 - Estructura del concreto en los bloques

Asimismo, estos autores proponen granulometrías adecuadas del agregado para bloques de concreto:

Tamiz ASTM	% que pasa		
	Textura fina	Textura media	Textura gruesa
3/8	100	100	100
# 4	79	75	70
# 8	64	60	50
# 16	49	45	33
# 30	34	30	19
# 50	18	15	9
# 100	6	5	2
Módulo de fineza	3,5	3,7	4,2

Tabla 3 - Granulometría de los agregados para bloques de concreto

El ICPC recomienda utilizar agregados con granulometrías continuas para obtener superficies cerradas, de textura fina, esto se reafirma con lo que recomiendan Gallegos y Casabone; ya que la continuidad de las partículas permitirá complementar las aberturas existentes en los puntos de contacto de las partículas gruesas dentro de la mezcla.

El análisis granulométrico del agregado se realizará mediante el procedimiento de ensayo normalizado NTP 400.012 (AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global) para su uso en concreto.

2.2.9.2.2.3. Peso Específico

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.31) señalan que:

El peso específico de los agregados, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de la calidad, en cuanto los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que los de peso bajo generalmente corresponden a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar otras pruebas adicionales. Aplicado a agregados, el concepto de peso específico se refiere a la densidad de las partículas individuales y no a la masa del agregado como un todo.

El peso específico de masa de la mayoría de los agregados comunes empleados está comprendido dentro de los límites de 2.60 a 3.00.

El peso específico del agregado fino y grueso se obtendrá mediante los procedimientos de ensayo normalizado NTP 400.022 (AGREGADOS. Método de

ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino) y NTP 400.021 (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso)

2.2.9.2.2.4. Peso Unitario

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.33) señalan que:

Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico de material. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y en el caso de dosificarse el concreto por volumen.

El peso unitario del agregado fino y grueso se obtendrá mediante el procedimiento de ensayo normalizado NTP 400.017 (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados).

2.2.9.2.2.5. Absorción

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.35) señalan que:

Los agregados presentan poros internos, los cuales se conocen como abiertos cuando son accesibles al agua o humedad exterior sin requisito de presión, diferenciándose de la porosidad cerrada, en el interior del agregado, sin canales de comunicación con la superficie a la que se alcanza mediante flujos de baja presión.

Se entiende por absorción al contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y secada superficialmente. Esta condición, se supone, representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.

La determinación del porcentaje de absorción es importante en la medida que permite conocer el volumen de agua que absorberá el agregado en una mezcla de concreto.

La absorción del agregado fino y grueso se obtendrá mediante los procedimientos de ensayo normalizado NTP 400.022 (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino) y NTP 400.021 (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso).

2.2.9.2.2.6. Agregado Global

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.30) señalan que:

En trabajos importantes se considera conveniente hacer estudios especiales para determinar la óptima combinación de agregados, la cual se logra mediante la determinación de la combinación de materiales que produzca la máxima densidad compatible con una buena trabajabilidad del concreto y un mínimo contenido de cemento.

2.2.9.2.3. Características Químicas

La presencia de sustancias químicas perjudiciales en el agregado del concreto se manifiesta afectando la resistencia y durabilidad de este, así como perjudicando su apariencia externa. Algunas de estas reacciones químicas de las sustancias contaminantes dentro del agregado actúan directamente sobre el cemento, debilitando el proceso de fraguado y generando expansiones dentro de la mezcla.

El origen de los agregados es muy influyente dentro de las propiedades químicas como físicas del material, bien sea por sus componentes o por las reacciones que se puedan presentar con el cemento, conocida como reacción álcali-agregado, para nuestro caso es importante tener en consideración tanto las propiedades físicas como químicas de la Ceniza de Cal, así como la procedencia de este material y la materia prima que lo genera, para estudiar qué tipo de reacciones pueden surgir dentro de la mezcla del concreto.

2.2.9.2.3.1.Sales Solubles Totales

Carrasco (1978), citado por Sepulveda (2014), señala que:

La presencia de sales solubles en los agregados origina diversos problemas en el hormigón. Según su composición química los sulfatos reaccionan con el aluminato tricálcico del cemento provocando expansiones, los cloruros atacan las armaduras y elementos metálicos embebidos en el hormigón y los carbonatos o los bicarbonatos aumentan el pH del hormigón lo que puede ocasionar un retardo del proceso de hidratación. Además, deben mencionarse algunos problemas de orden estético ya que el agua solubiliza las sales y al evaporarse las arrastra a la superficie, provocando manchas denominadas eflorescencia. Considerando que el contenido total de sales es el que influye sobre las características del hormigón, se hace necesario controlar no sólo el porcentaje aportado por los agregados sino también el que incorporan los aditivos y el agua de mezclado.

En términos generales las sales producen los siguientes efectos perjudiciales:

- En el hormigón reforzado, su absorción constituye áreas anódicas y catódicas con agua como agente electrolito. Este mecanismo conduce a la corrosión del acero de refuerzo y a la formación de delaminaciones.
- En la matriz de concreto se generan diferentes tipos de patologías, entre las que se cuentan: descascaramientos degradación, pulverización, excamaciones, desagregación y eflorescencias.
- Sin embargo, la acción más nociva de las sales sobre el hormigón es su expansividad, al cristalizarse en los poros del material.

Se denominan eflorescencias a los cristales de sales, generalmente de color blanco, que se depositan en la superficie de ladrillos, tejas y pisos cerámicos o de hormigón. Algunas sales solubles en agua pueden ser transportadas por capilaridad a través de los materiales porosos y ser depositadas en su superficie cuando se evapora el agua por efecto de los rayos solares y/o del aire (Construmática, 2018, ¶ 1).

Por tanto, para evitar su aparición es imprescindible prevenir y tratar las posibles humedades de muros, pavimentos y materiales de construcción. Una vez que las

eflorescencias han aparecido, la solución más sencilla es eliminarlas con agua a presión y un cepillo, para realizar este tipo de limpieza se debe elegir un día caluroso para que el agua se evapore y la superficie quede seca. En caso contrario, las sales se disolverán de nuevo en el interior de ésta. Si los cristales no se disuelven con el agua hay que utilizar un limpiador de ácido clorhídrico. (Eroski Consumer, 2018, ¶ 1 y 11).

La cantidad de sales solubles totales será determinada con la norma NTP 400.042 (AGREGADOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados en concreto).

2.2.9.2.3.2. Contenido de Sulfatos

Rivva (2014, p.43) señala que:

Los sulfatos de calcio, sodio, potasio y magnesio son responsables de algunos de los más destructivos ataques al concreto. El ataque se presenta en forma de expansión debido a la formación de productos sólidos cuyo volumen es mayor que el de las sales que entran en la reacción.

Los sulfatos se combinan con el hidróxido de calcio producido durante la hidratación del cemento formando sulfato de calcio, es decir yeso. El volumen de éste es mucho mayor que la suma de sus componentes lo que origina la aparición de presiones internas y la consiguiente expansión, generando la fractura del concreto. El aluminato tricálcico del cemento Portland reacciona químicamente con los sulfatos produciendo el compuesto conocido como etringita (sulfoaluminato de calcio). La formación de etringita destruye el concreto de la misma manera que lo hace la formación de yeso. Ambas reacciones producen un aumento del orden del 18% en el volumen sólido y a la segunda, además, se le atribuyen las expansiones, rupturas y ablandamiento del concreto causadas por sulfatos.

Las reacciones indicadas se producen con un incremento en el volumen de sólidos, expansiones, rupturas y ablandamiento del concreto causadas por soluciones de sulfatos. Ello se traduce en:

- Degradación por expansión y fisuración.

- Reducción de la resistencia mecánica.
- Pérdida de cohesión en la pasta.
- Pérdida de adherencia entre la pasta y el agregado.
- Astillamiento del concreto.
- Reducción del concreto a una condición friable y blanda responsables de la expansión y destrucción del concreto. Adicionalmente puede presentarse una acción puramente física por cristalización de los sulfatos en los poros del concreto, la misma que puede causar daño considerable y ataques destructivos al concreto.

Entre los factores que contribuyen con la acción expansiva de los sulfatos, se encuentran las siguientes:

- Las condiciones de exposición del concreto.
- La presencia de humedad.
- La permeabilidad del concreto, que influye en la velocidad de transporte de los iones sulfato.
- La descomposición del concreto, principalmente el tipo y cantidad de cemento (Contenido de C₃A).

La cantidad de sulfatos en los agregados será determinada con la norma NTP 400.042 (AGREGADOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados en concreto).

2.2.9.2.3.3. Contenido de Cloruros

Sánchez de Rojas (2004, p.2, 14, 17, 18, 21), menciona que:

El principal problema del hormigón armado es la corrosión de las armaduras embebidas en él, influyendo negativamente en la durabilidad de las construcciones y siendo causa de costosas reparaciones para mantener la funcionalidad y seguridad de las estructuras. Las armaduras embebidas en el hormigón están protegidas por una capa protectora de óxidos que las recubre permanentemente, manteniéndolas inalteradas por tiempo indefinido. La corrosión se inicia cuando penetran en el hormigón agentes contaminantes que rompen esta capa protectora. Los cloruros atacan las armaduras y elementos

metálicos embebidos en el hormigón; para que se produzca la despasivación del acero es preciso que las concentraciones de cloruros en las inmediaciones de las barras de acero superen unos valores mínimos.

Se entiende por corrosión a la reacción de un metal o aleación con el medio. Por este proceso los metales pasan de su estado elemental, a su estado combinado de origen que presentan en la naturaleza, formando compuestos con otros elementos, como óxidos, sulfuros, etc. El proceso mediante el cual el metal vuelve a su estado natural, va acompañado de un descenso de su energía de Gibbs, y se produce mediante una reacción espontánea. Este último proceso, que se trata de una oxidación, se conoce como corrosión y representa la destrucción paulatina del metal.

El hormigón armado es un material compuesto por una mezcla de cemento, áridos, agua, aditivos y acero. El cemento, en presencia de agua se endurece al producirse la hidratación de sus componentes. Se forma un conglomerado sólido, constituido por las fases hidratadas del cemento y una fase acuosa que proviene del exceso de agua de amasado necesaria para que se produzca una correcta mezcla de todos sus componentes. En estas condiciones, el hormigón es un sólido compacto y denso, pero también poroso. Al producirse el fraguado, parte del agua que no se ha utilizado para la hidratación del cemento se evapora, dando lugar a la formación de una red de poros, que se distribuyen por todo el volumen de hormigón. Esta red de poros hace que el hormigón presente una cierta permeabilidad a los líquidos y gases procedentes del exterior, y que se mueven por toda la red interna de poros, llegando incluso hasta el acero. Por tanto, el volumen de poros dependerá de la relación agua/cemento, de tal manera que, cuanto mayor sea ésta, mayor será la porosidad. A la misma vez que se produce la hidratación del cemento, se forma hidróxido cálcico e hidróxidos alcalinos que son los encargados de situar el pH de la fase acuosa contenida en los poros en el extremo más alcalino de la escala de pH, con valores comprendidos entre 12, 14 y 15. A estos valores de pH y en presencia de una cierta cantidad de oxígeno, el acero de las armaduras se encuentra pasivado, es decir, recubierto de una capa de óxidos transparentes, imperceptible, compacta y continua, que actúa como una barrera impidiendo la posterior oxidación y lo mantiene protegido por períodos indefinidos, aún en

presencia de humedades elevadas en el hormigón. En el estado de “inmunidad”, el metal no se corroe al no darse las condiciones termodinámicas para ello. Es el estado en el que se sitúan los metales sometidos a protección catódica.

Las causas que pueden dar lugar a la destrucción de la capa pasivante del acero son fundamentalmente dos:

- La presencia de iones despasivantes, esencialmente cloruros, que o bien se añaden durante el amasado o bien penetran desde el exterior, superando un determinado umbral denominado crítico, necesario para romper localmente las capas pasivantes.
- La carbonatación del hormigón, es decir, la reacción del dióxido de carbono de la atmósfera con las sustancias alcalinas de la solución de poros y con los componentes hidratados del hormigón, produciéndose la disminución del pH del hormigón por debajo de un valor crítico, no bien definido, que algunos autores sitúan en 9.5 (Bonnet, 1976).

Sin embargo, existen otros factores condicionantes que son los encargados de acelerar la velocidad de corrosión al actuar junto con los factores desencadenantes. Los factores condicionantes principales son la presencia de oxígeno y de humedad. Sin la presencia de oxígeno y humedad resulta imposible la corrosión electroquímica y sin una cantidad mínima, ésta no puede desarrollarse a velocidades apreciables.

Los iones cloruro llegan al hormigón o bien porque se añaden con sus componentes (aditivos, agua o agregados, para nuestro caso) durante el amasado, o porque penetran desde el exterior a través de la red de poros. Esta situación es la que se da en ambientes marinos o cuando se utilizan sales para el deshielo de carreteras o puentes, en climas fríos.

De esta manera, se forma una celda de corrosión con una zona catódica en la cual se da el proceso de reducción y un área anódica pequeña, la picadura, donde se disuelve el acero. El ión cloruro Cl^- penetra en el hormigón a través de la red de poros. Estos iones se disuelven en el agua que contienen los poros y avanzan hacia el interior por difusión u otros mecanismos de transporte. Sin embargo, los iones cloruro disueltos en los poros pueden interaccionar con las

fases sólidas del hormigón quedando inmobilizados, por tanto, el cloruro dentro del hormigón puede encontrarse en estados libre o ligado.

La cantidad de cloruros en el agregado será determinada con la norma NTP 400.042 AGREGADOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados en concreto.

2.2.9.2.3.4.Reactividad Cemento-Agregados, Álcali-Agregado

Rivva (2014, p.99) señala que:

La mayoría de los agregados son químicamente estables en los concretos de cemento hidráulico, y no presentan una interacción dañina con otros componentes del concreto salvo los que contienen determinados minerales que reaccionan con los álcalis presentes en el concreto. La reactividad álcali-agregado (AAR) es una de las causas de deterioro en estructuras de concreto.

Los álcalis son óxidos, hidróxidos y carbonatos de los metales alcalinos. Actúan como bases fuertes y son solubles en el agua.

La reacción álcali-agregados (AAR) es la reacción entre los hidróxidos del cemento y las fases minerales en el agregado.

Morales y Martínez (2012, p.3), señalan que:

La combinación del cemento con el agua en el seno del concreto genera un medio altamente alcalino donde las partículas de agregado se encuentran inmersas. En estas condiciones, algunos agregados reaccionan químicamente con el medio de contacto, dando lugar a la formación de un gel que, al absorber agua, se expande y crea presiones capaces de desintegrar el concreto. Estas reacciones químicas, denominadas genéricamente álcali-agregado, han sido causa del deterioro prematuro de importantes estructuras de concreto en diversas partes del mundo. La reacción álcali-agregado (RAA) es un agente o agentes que atacan al concreto endurecido fabricado con un determinado tipo de agregados, donde al transcurrir el tiempo y como consecuencia de la exposición al medio ambiente y ante la presencia de sodio y potasio, más humedad, presión ambiental y temperatura, alrededor de la partícula gruesa

generan factores que dan origen a una expansión gradual de la pasta, produciéndose hasta el fisuramiento y desintegración de la estructura; por lo tanto, el concreto pierde resistencia y disminuye su módulo de elasticidad, y lo más grave del caso, el concreto disminuye ostensiblemente la durabilidad.

Las indicaciones de la presencia de reactividad álcali- agregado son una red de agrietamiento, juntas cerradas o dislocación de diferentes partes de la estructura (Figura 15).



Figura 15 -

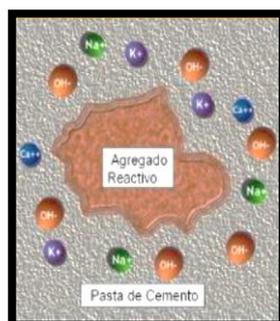
La fisuración, el cerramiento de las juntas y la dislocación lateral fueron causados por la severa reactividad álcali-agregado en este muro de parapeto

a) Características

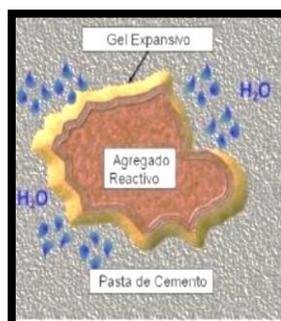
- Pueden transcurrir periodos de hasta de 5 años para que se comience a manifestar esta patología.
- Una vez que se activa este proceso, se va presentando un deterioro progresivo de la estructura que se va incrementando en el tiempo.

b) Fases de Desarrollo de la Reacción Álcali-Agregado

- **Fase 1:** Agregado reactivo dentro de la pasta de cemento con álcalis (Na y K) y radicales OH.
- **Fase 2:** La presencia de humedad activa la reacción álcali agregado.
- **Fase 3:** Hinchamiento y fisuración.



Fase 1



Fase 2



Fase 3

c) Tipos de Reacciones Álcali-Agregados

Reacción Álcali-Sílice (ASR):

Se inicia cuando los hidróxidos alcalinos (NaOH, KOH) presentes en el fluido de poros del concreto atacan la superficie de los minerales silicios en el agregado, formando un gel y ocasionando una alteración de la superficie del agregado, conocida como borde de reacción.

El gel resultante tiene una gran afinidad con el agua y, consecuentemente, una tendencia a incrementar su volumen. El gel expandido ejerce una presión interna que es suficiente para fracturar el concreto.

A estos factores se suma un tercero, representado por la humedad, que más bien actúa en la transformación sin alterarse en el curso de la reacción. También hay que tomar en cuenta las proporciones en que se hallan los elementos participantes.

Minerales, rocas y minerales sintéticos que pueden ser potencialmente reactivos con los álcalis del cemento son: Argilitas, calcedonia, ciertas dolomitas, cuarcitas, dacitas, filita, ópalo, pizarras, riolitas, tridimita, vidrio silicio, vidrio sintético, entre otras.

Para la determinación de este tipo de reactividad se puede utilizar los siguientes métodos normados: Método de prismas de mortero NTP 334.067 ó ASTM C 227, que consiste en la inmersión de prismas de mortero de 25mm x 25mm x 285mm en agua, su duración es de 90 a 180 días; Método de prismas de mortero NTP 334.110 ó ASTM C 1260, que consiste en la inmersión de prismas de mortero de 25mm x 25mm x 285mm en NaOH, su duración es 16 días y el método químico NTP 334.099, ASTM C 289 ó MTC E 217 que consiste en que una solución de NaOH mide la disolución de Sílice en el agregado pulverizado.

Reacción Álcali-Silicatos (ASSR):

Este tipo de reacción no debe ser confundida con aquellas otras comprendidas dentro de la denominación álcali-agregados. Sin embargo, en algunos casos puede presentarse conjuntamente con la reacción álcali-sílice. Se caracteriza

porque progresa más lentamente y forma gel en muy pequeña cantidad. Se estima que esta reacción se debe a la presencia de ciertos filosilicatos (micas, cloritas).

En general, el conocimiento de este fenómeno es incipiente y más complejo y no se ha llegado a conclusiones sobre la expansión y la deterioración que ocasionan.

Reacción Álcali-Carbonatos (ACR):

Este tipo de reacción se produce por los álcalis del cemento que actúan sobre ciertos agregados calcáreos como, por ejemplo, los calcáreos de grano fino que contienen arcilla, que son reactivos y expansivos. Este fenómeno se presenta de preferencia cuando el concreto está sometido a atmósfera húmeda. Se ha planteado que la expansión se debe a la transformación de la dolomita en calcita y brucita, fuertemente expansiva, que tiene la forma de un gel que origina una presión debido al crecimiento de los cristales.

El uso de materiales cementantes suplementarios o de cementos adicionados no controla la reacción álcali-carbonato. Esta reacción se manifiesta raramente. Si los ensayos de los agregados indican que un agregado está susceptible a la reacción álcali-carbonato, la reacción se puede controlar a través del uso de mezcla de agregados, reducción del tamaño máximo del agregado o uso de agentes inhibidores de la reacción.

Minerales, rocas y minerales sintéticos que pueden ser potencialmente reactivos con los álcalis del cemento son: Calizas dolomíticas, dolomitas calcíticas, dolomitas de grado fino.

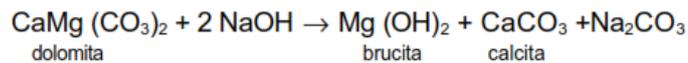
Los factores que afectan a la reacción son:

- Alcalinidad: La expansión y fisuración se dan cuando los áridos descritos anteriormente se usan como árido grueso en concretos y cementos con alto contenido en álcalis.
- Tamaño del árido: Cuánto menor es el tamaño del árido reactivo, menor es la expansión observada.

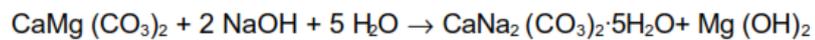
Por su parte Segarra (2005, p.28)

La reacción que produce las expansiones en el hormigón es la desdolormitización. La desdolormitización, según Gillott y Swenson (1969), y Deng y Tang (1992), es la reacción del carbonato cálcico y magnésico con una solución alcalina dando como producto la brucita (hidróxido magnésico) y la regeneración de hidróxido alcalino según las siguientes reacciones:

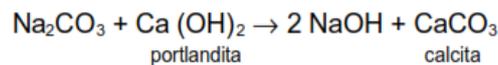
- Desdolormitización:



O bien:

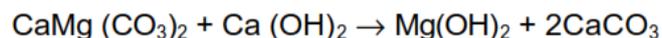


- Regeneración del ión álcali (por ejemplo, NaOH):



Al formarse Mg (OH)_2 que es un producto relativamente insoluble, se produce un debilitamiento de la unión pasta cemento y una zona porosa alrededor del árido con lo que el agua puede penetrar fácilmente. Además, el hecho de que se produzca la regeneración del ión álcali en solución hace que la desdolormitización sea un proceso continuo que puede afectar a grandes cantidades de árido.

Hay otros autores como Galí et al. (2001) y García et al. (2003) que proponen una reacción de desdolormitización en la que no intervienen los cationes alcalinos. En este caso no estaríamos hablando de álcali - carbonato, aunque obviamente, igualmente se trata de una reacción expansiva sólo que en este caso no intervienen esos iones:



Aquí, la dolomita reacciona directamente con la portlandita para dar brucita y calcita sin que sea necesaria la presencia de álcalis en solución.

Finalmente, Rivva (2014, p.136, 137 y 138) indica los métodos para evaluar la reactividad ACR:

Las investigaciones del deterioro del concreto debido a la ACR, se realizaron por Swelson y Guillot en 1960; Smith en 1964 y 1974; Newlon, Ozol y Sherwood en 1972; Ryell en 1974 y Roger en 1987; y han proporcionado diversas técnicas y criterios para evaluar el potencial de agregados que participan en esta reacción. A través del estudio cuidadoso de los casos de deterioro, se ha identificado las características litológicas de rocas reactivas y las causas de deterioro.

Una serie de técnicas han permitido eliminar muchas rocas no reactivas mediante este proceso. Las rocas sospechosas remanentes están sujetas a técnicas de evaluación más rigurosas. La metodología culmina por ensayos del agregado en prismas de concreto, el método más confiable para determinar su susceptibilidad al reaccionar con los álcalis y causar deterioro por expansión del concreto. Los ensayos en prismas de concreto son los que más tiempo consumen y se han indicado diversos procesos de evaluación para determinar las rocas carbonatadas potencialmente reactivas.

La primera etapa en el proceso es evaluar el registro de servicio en obra del agregado, si es que existe. Deberá darse consideración a las condiciones ambientales, en la medida que ellas puedan contribuir al ACR, así como al tipo de estructuras en el que el concreto será empleado. La similitud de condiciones y las estructuras a ser propuestas deberán ser evaluadas.

El registro de servicio de obra, cuando esté disponible, puede proporcionar la respuesta directa sobre técnicas de evaluación. Infortunadamente, esta información es rara vez completa como para proporcionar una respuesta definitiva y así por lo tanto ser complementada con otras líneas de evidencia.

La expansión causada por la reactividad álcali-agregado carbonatado está relacionada al tamaño del agregado, con partículas mayores como las causantes de una mayor expansión. En consecuencia, un agregado que se comporta pobremente con sus partículas grandes puede tener un rendimiento satisfactorio cuando se reduce a partículas menores. Inversamente, un agregado con un buen registro de servicio cuando es empleado en partículas de tamaño menor puede causar expansiones destructivas cuando se emplea en partículas mayores.

La expansión está directamente relacionada a la cantidad del agregado reactivo en la mezcla, cuanto más reactivo el agregado mayor la expansión. Deberá hacerse un esfuerzo para determinar la cantidad de agregado cuestionable en el concreto cuando se determina el registro de servicio en obra.

Walker en 1978 indica que otra forma de mitigar el efecto de ACR es emplear un agregado de tamaño menor. Aunque una disminución en el tamaño del agregado no desaparece la reacción química, la expansión parece estar en proporción directa al diámetro de las partículas del agregado. Por tanto, el menor tamaño posible del agregado reactivo deberá ser empleado.

La humedad es necesaria para que la expansión ocurra. Las condiciones del ambiente relacionadas a la disponibilidad de humedad, deberán ser anotadas, así como los aspectos del diseño que promueven o inhiben el ingreso de la humedad en el concreto; por lo tanto, cualquier medida que pueda tomarse para disminuir la exposición al agua de los concretos susceptibles a la ACR puede extender su vida útil.

La reactividad álcali-carbonatos puede prevenirse mediante el empleo de un cemento con un bajo contenido de álcalis, sin embargo, el contenido de álcalis debe ser menor que el típicamente especificado para las ASR. Con agregados carbonatados altamente reactivos, el contenido de álcalis del cemento debe limitarse a 0.4%.

La Norma ASTM C 586 Potencial reactividad alcalina de las rocas de carbonato como agregados de concreto (método del cilindro de roca), indica la forma de determinar la expansión de un espécimen de carbonato de roca destinado como agregado, muestreado a través de un cilindro de roca de 35mm de longitud x 9mm de diámetro, mientras se sumerge en una Solución de hidróxido de sodio (NaOH), su duración es de por lo menos 4 meses. Estos ensayos están basados en trabajos efectuados por Hadley en 1964 e indican si una roca se expandirá cuando esté expuesta a una solución alcalina, el ensayo proporciona una indicación relativamente rápida de reactividad expansiva potencial y es una herramienta efectiva para determinar fuentes de agregado. Sin embargo, éste no da una predicción directa de la expansión que ocurrirá en el concreto y no deberá ser empleado como un ensayo de aceptación.

Hay algunas sospechas que la expansión tardía de las rocas pueda no causar expansión destructiva del concreto, pero el potencial de estas rocas para causar deterioro no deberá ser totalmente despreciado.

Además de la norma anterior también existe la norma ASTM C 1105 Método de ensayo para la determinación del cambio de longitud del concreto debido a la reactividad álcali-carbonato, que consiste en medir el cambio de longitud en prismas de concreto de 4" x 4" x 11 1/4" ó de 3" x 3" x 11 1/4" obtenidas de las mezclas realizadas con el agregado, cemento y agua, las cuáles se curan por un período de 28 días y se almacenan en cuartos húmedos, para realizar las mediciones de los cambios de longitud a los 7, 28 y 56 días; y a las 3, 6, 9 y 12 meses.

2.2.9.3. Agregados Alternos

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.3), señala que:

Referente a los agregados cabe anotar que se debe trabajar con los materiales disponibles en la región y sacar el mejor provecho de ellos, obteniendo así economías significativas.

Además de los agregados pétreos naturales se pueden utilizar, en algunos casos, otros tipos de agregados o adiciones como ceniza volante o escoria de alto horno, agregados livianos naturales, como piedra pómez, o artificiales, como arcilla piroexpandida. Se puede utilizar también cascarilla de arroz o desperdicios industriales con el fin de aligerar el peso del bloque.

Es importante tener en cuenta que con cualquier cambio que se tenga en los agregados se modifican sustancialmente las características de los bloques, tales como la resistencia, la absorción, el peso, el color, la textura y la resistencia a la intemperie.

Por lo anterior, los agregados alternos se deben utilizar con mucho cuidado, previo ensayo y análisis de su suministro y manejo durante la producción, así como de las variaciones tanto en las propiedades como en los costos de producción de los bloques.

Para el caso de la presente investigación se usará la Ceniza de Cal como agregado alternativo, así como se realizará combinaciones de Ceniza de Cal con Arena Shotcrete, que es un agregado comúnmente utilizado en la localidad.

2.2.9.3.1. Ceniza de Cal

Material de desecho, resultado de la calcinación conjunta de materia prima de la cal (generalmente utilizando la piedra Caliza, pero también utilizando canto rodado, conocido comúnmente como piedra Collota) juntamente con carbón, apilados unos sobre otros al interior de hornos artesanales, propios de la zona en la localidad de Sacra Familia en el distrito de Simón Bolívar, en la provincia y región de Pasco.

La localidad de Sacra Familia se encuentra ubicada a 4076 m.s.n.m., latitud sur: 10° 44' 46.7" S (-10.74629332), longitud oeste: 76° 18' 42.7" W (-76.31186635), aproximadamente a 10 km de la ciudad de Cerro de Pasco, capital de la Provincia de Pasco, con movilidad vehicular el acceso hasta la zona se puede realizar en 30 minutos (Figura 16).

La localidad de Sacra Familia es una de las pocas canteras que abastece a la ciudad de Cerro de Pasco y alrededores con agregados para la producción de concreto; así mismo en esta localidad se desarrolla la producción de Cal de manera artesanal; es de ahí, de los residuos obtenidos en la parte inferior (Figura 17) de los hornos artesanales construidos para la calcinación de cal (Figuras 18, 19, 20 y 21), de donde se obtiene la Ceniza de Cal, la cual presenta un color característico rojizo (Figuras 22 y 23) y cuyas propiedades físicas y químicas se estudiarán en el desarrollo de la presente investigación.

Debido a que la localidad de Sacra Familia es una zona de cantera de agregados para la producción de concreto, existe conglomerado, canto rodado y bolonería de río, comúnmente conocido en la zona como piedra collota (Figura 24 y 25), que es utilizado como materia prima para la obtención de Cal, las cuales al ser calcinadas y no habiéndose podido transformar parte de estas en Cal Viva, salen de los hornos como material residual produciendo la Ceniza de Cal. La obtención de Cal y consecuentemente de Ceniza de Cal a través de esta materia prima, conocida como piedras Collota, es la que garantiza la confiabilidad de la Ceniza de Cal como agregado para la elaboración de bloques de concreto, a esto ayudará el hecho de

utilizar un tipo de carbón libre de impurezas y sustancias que perjudiquen el concreto y disminuyen su resistencia.

Recientemente los productores de Cal han venido utilizando la piedra Caliza, conocida en la zona como Shinka (proveniente de la localidad de Pachacayo ubicado en Jauja en la región Junín) (Figura 26), como materia prima para la obtención de la misma; dejando de lado la utilización de la piedra Collota de la zona, lo cual ha generado la desconfianza en los fabricantes de bloques de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco, por lo que se ha desestimado y se viene olvidando el uso de la Ceniza de Cal como agregado para la fabricación de estas unidades.

No se tiene un correcto control de la piedra Caliza Shinka y el Carbón utilizado en la calcinación de la misma, originando que la Cal al ser combinado con otras sustancias contenga impurezas que perjudican su calidad, y en consecuencia estas sustancias, como la alta cantidad de sulfatos presentes en el carbón, desestima directamente la calidad de la Ceniza de Cal como agregado para la producción de bloques de concreto. Sin embargo, se debe señalar que el uso de la piedra Collota como materia prima y el control del Carbón utilizado no se han abandonado en su totalidad, pudiendo obtenerse todavía Ceniza de Cal con la calidad necesaria que pueda servir como agregado para la fabricación de bloques de concreto.

El proceso de la obtención de la Cal en estos hornos artesanales, consiste en el apilamiento de carbón y piedra caliza o piedra collota al interior del mismo, “la piedra es cocida a temperatura constante de 900° y 1000°, durante unos 15 días de forma ininterrumpida, incrementándose la piedra o el carbón las veces que va descendiendo la altura de la misma. En el proceso de cocción, la piedra (CaCO_3) pierde CO_2 (Figura 27 y 28) dando lugar a otro producto diferente al Carbonato Cálcico, el Óxido de Calcio CaO o Cal Viva. La Cal Viva es extraída del horno y se realiza el proceso del apagado de la cal” (Palenzuela, 2013, ¶ 7 y 10). La Ceniza de Cal se va obteniendo como residuo de la calcinación de estos materiales, la cual se va extrayendo de la parte baja de los hornos, es por ello que visiblemente se pueden observar partículas de carbón al ser extraídas.

2.2.9.3.1.1. Geología de la Materia Prima para la Ceniza de Cal

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en su Boletín Serie B: Geología Económica N°52 "Prospección de Recursos de Rocas y Minerales Industriales en la Región Pasco", publicado en Lima, Perú en el año 2008; distingue la presencia de Calizas en la Zona Pucará - Sacra Familia - Cachipampa. De esta zona se describe que: En la parte central de la zona, en los alrededores de Colquijirca, cerca de Sacra Familia, las secuencias calcáreas son de color gris claro, de textura esparítica, en estratos delgados a medianos que varían de 0.2 m a 0.60 m de espesor en niveles superiores, suprayace a estratos gruesos que varían de 0.8 m a 2 m en niveles inferiores, con contenido de venillas de calcita de 1 mm a 10 mm que cortan los estratos, y algunas concordantes de 2 mm a 200 mm de grosor, que son sinuosas, discontinuas e irregulares (Figura 29). Su rumbo es de N25°O y el buzamiento es de 20°SO, el grosor total se estima en 170 m y una longitud de 9 km.

Esta descripción es de la zona donde actualmente existen hornos artesanales para la calcinación de Cal, existen productores que utilizan la materia prima de la zona para la obtención de la Cal, que como se mencionó, se presentan en forma de piedras Collota o bolonería, y debido a que presenta una baja pureza de CaCO_3 , los productores de Cal prefieren adquirir piedra Caliza con mayor pureza de otras zonas, como la zona de Junín, lo cual, para la obtención de la Ceniza de Cal, no garantiza que este material no contenga otros elementos a parte del CaCO_3 que perjudiquen a la Ceniza de Cal para ser utilizado como material de agregado.

La caracterización de los elementos compuestos dentro de la materia prima de la zona es:

ELEMENTOS	PORCENTAJE
<i>CaO</i>	49.56 %
<i>MgO</i>	0.85 %
<i>SiO₂</i>	5.29 %
<i>Al₂O₃</i>	0.90 %
<i>Fe₂O₃</i>	0.43 %
<i>Na₂O</i>	0.05 %
<i>K₂O</i>	0.20 %
<i>MnO</i>	< 0.01 %

TiO ₂	0.05 %
P ₂ O ₅	< 0.01 %
Pérdida por Calcinación	41.96 %



Figura 29 - Secuencias calcáreas de la Formación Jumasha, caliza gris claro, con abundantes venillas de calcita formando parte de un sinclinal hacia el oeste; vista al SO, paraje Sacra Familia, en el distrito de Simón Bolívar.

Se puede apreciar del porcentaje de elementos, que menos del 50% de este material representa el Carbonato de Calcio siendo de baja pureza para la obtención de óxido de Calcio CaCO para la obtención de la Cal, se observa también que cerca del 40% del material se pierde por calcinación, siendo estos en mayoría áridos calcinados, que van a parar a la Ceniza de Cal, ya que son parte de cantos rodados los que no pasan a ser parte de la Cal obtenida.



Figura 17 - Parte inferior de Hornos Artesanales donde se obtiene Ceniza de Cal

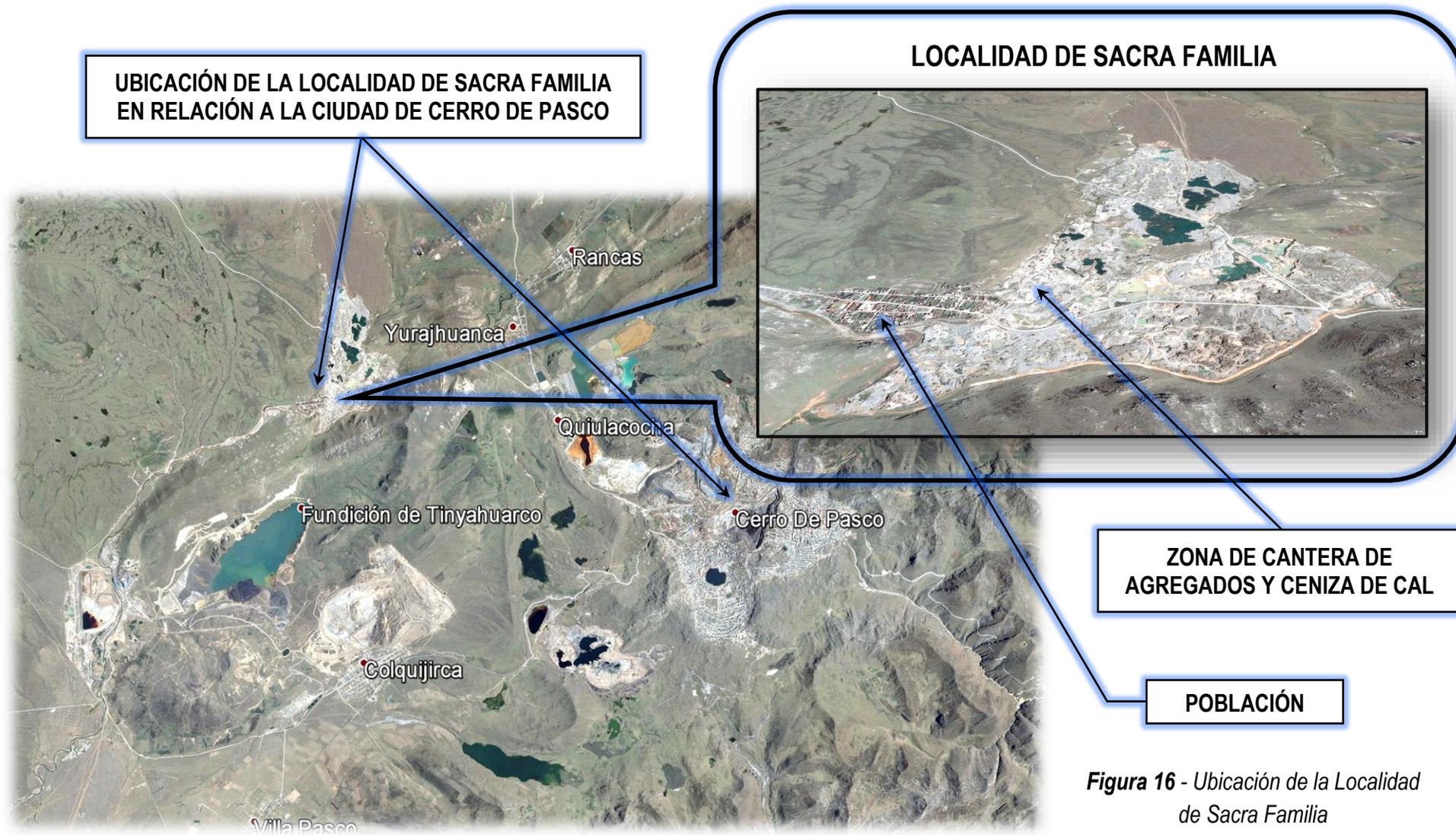


Figura 16 - Ubicación de la Localidad de Sacra Familia



Figura 18 - Hornos Artesanales construidas para la obtención de Cal

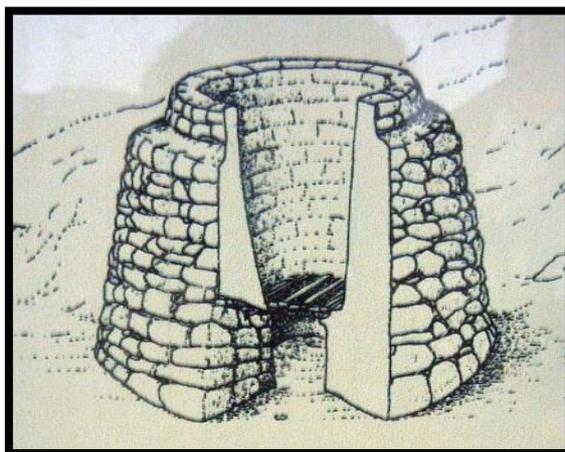


Figura 19 - Esquema típico de un Horno Artesanal sin material en su interior

Figura 20 - Esquema típico de un Horno Artesanal con material en su interior

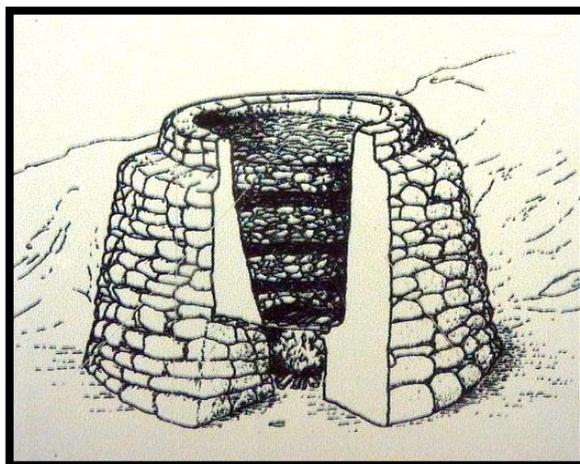




Figura 21 - Parte superior Horno Artesanal sin material



Figura 22
Ceniza de
Cal en
estado
seco

Figura 23
Ceniza de
Cal en
estado
húmedo





Figura 24

*Piedra
Collota
Materia
Prima para
la obtención
de Cal*



Figura 25

*Piedra
Collota
Materia
Prima para
la obtención
de Cal*



Figura 26

*Piedra
Caliza,
conocida
como Shinka
Materia
Prima para la
obtención de
Cal*

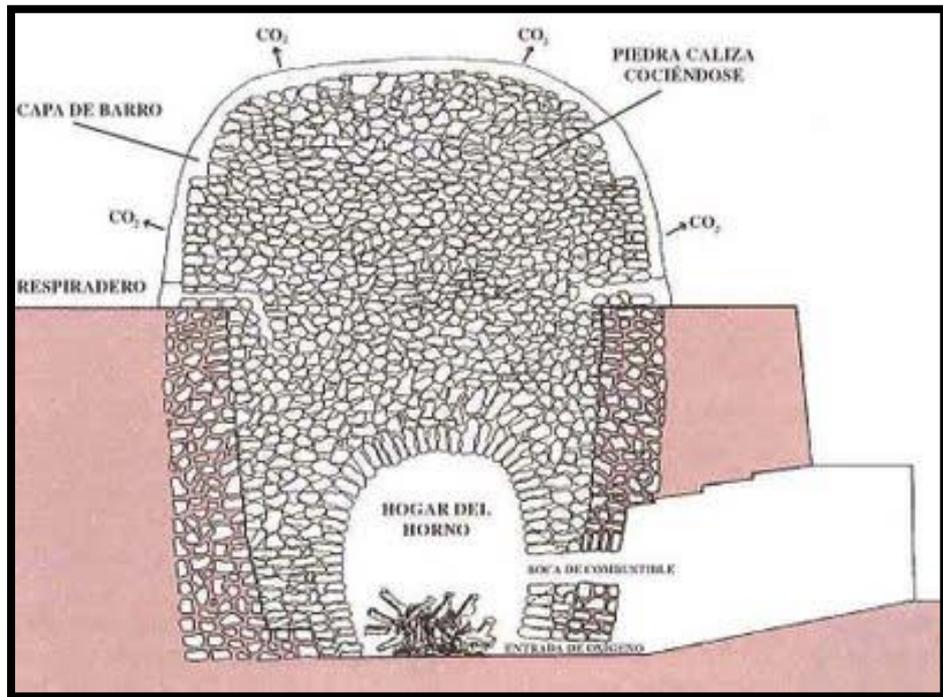


Figura 27 - Pérdida de CO₂ y obtención de óxido de calcio CaO o cal viva del carbonato cálcico (CaCO₃) en la piedra Caliza



Figura 28 - Proceso de Cocción entre 900° y 1000° - Capa de Carbón en la parte superior de Horno Artesanal

La Ceniza de Cal ha sido utilizado dentro de la localidad de Sacra Familia, para la construcción de casas con tapial (Figura 30), construcción de cercos perimétricos (Figura 31 y 32), así como para la construcción de los mismos hornos artesanales. Además de esto, también se ha venido utilizado en combinación con agregados como el Hormigón o Arena Segunda para la fabricación de bloques de concreto.

Parte de la ceniza que no se usa o procesos como la combustión de carbón con ciertas impurezas que son arrojados a la atmósfera, originan determinados grados de contaminación, que pueden ser controlados con la reutilización de este material, así como con el control de la procedencia del carbón libre de impurezas que mejore la calidad de la Cal y de la Ceniza de Cal, y reduzca la liberación a la atmósfera de elementos dañinos. Por ello la presente investigación pretende estudiar una dosificación que permita obtener bloques de concreto con el uso exclusivo de la Ceniza de Cal.



Figura 30
Ceniza de Cal utilizado como tapial para muros de viviendas

Figura 31
Ceniza de Cal utilizado como mampuesto para cercos perimétricos





Figura 32 - Ceniza de Cal utilizado como agregado para mortero de muros de albañilería con Bloques de Concreto

2.2.9.3.2. Arena Shotcrete

Material producido esencialmente como agregado para concreto lanzado, comúnmente conocido como Shotcrete, dándosele su uso generalmente para obras en minería, no siendo exclusivo su uso en esta, ya que ocasionalmente se usa como agregado de mortero para asentado de muros.

Para la presente investigación se combinará en algunas proporciones con Ceniza de Cal para obtener resistencias comparativas con el uso de Arena Shotcrete y sin el uso de la misma.

La procedencia de la Arena Shotcrete será de la cantera de Cochamarca, la cual se caracteriza por presentar la Gradación N° 2 según la ACI 506R - Guide to Shotcrete, mostrada en la Tabla 4. Se escogió este tipo de agregado debido a que según la gradación que produce esta cantera se tiene material retenido en la malla de 3/8", y el 100% del material pasa la malla de 1/2"; además que es un material obtenido más cuidadosamente y comercialmente al alcance del público (Figura 33 y 34).

Tamiz	Porcentaje que pasa por peso		
	Gradación No 1	Gradación No 2	Gradación No 3
¾ " (19 mm)	-	-	100
½ " (12 mm)	-	100	80 – 95
3/8 " (10 mm)	100	90 – 100	70 – 90
No 4 (4.75 mm)	95 – 100	70 – 85	50 – 70
No 8 (2.40mm)	80 – 100	50 – 70	35 – 55
No 16 (1.20 mm)	50 – 85	35 – 55	20 – 40
No 30 (600 mm)	25 - 60	20 - 35	10 - 30

Tabla 4 - Cuadro de Gradación de los Agregados para Shotcrete



Figura 33 - Arena Shotcrete



Figura 34 - Cantera de Arena Shotcrete Zona de Obtención, Lavado y Tamizado

2.2.9.4. Agua

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.3), señala que: “En principio el agua debe ser potable; no debe contener materia orgánica, azúcares u otras sustancias químicas que afecten la durabilidad o la resistencia del bloque”.

Cancapa (2014, p.47), señala que:

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de estas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permitan verificar su calidad, se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables, o las que por experiencia se conozcan que pueden ser utilizadas en la preparación de concreto.

Debe recordarse que no todas las aguas que son adecuadas para beber son convenientes para el mezclado y que, igualmente, no todas las aguas inadecuadas para beber son inconvenientes para preparar concreto. El agua de mezclado deberá estar libre de sustancias colorantes, aceites y azúcares.

En caso de los bloques de concreto se deberá buscar una relación agua/cemento baja, con la finalidad de conseguir un slump seco, máximo de 1 pulgada, con el fin de no desmoronar las paredes de los bloques al momento del desmoldado de la máquina RosaCometa, para ello estudios experimentales señalan que en la fabricación de bloques se deberá partir con una relación agua/cemento en

proporción de 1:1, cuando se dosifica en volumen, encontrándose aproximadamente entre 0.5 a 0.7; incrementándose agua si fuera necesario para obtener la trabajabilidad deseada, considerando la consistencia máxima señalada.

La forma de analizar y evaluar la calidad del agua a usarse para bloques de concreto, será con las mismas normas y prácticas realizadas para el concreto; así como la dosificación y cuidados respectivos que se le pueda brindar.

2.2.11. FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.5), señala que:

Los bloques de concreto se elaboran según diferentes modalidades que van desde una producción manual, hasta una fabricación totalmente automatizada.

Los diferentes tipos de equipos que se emplean para la fabricación de bloques de concreto se pueden clasificar, según su rendimiento, así: Rendimiento bajo, para equipos manuales o artesanales con producciones de un bloque por ciclo (aproximadamente 300 bloques por día); rendimiento medio, para equipos con sistemas mecánicos, eléctricos o hidráulicos, cuya producción por ciclo es de varios bloques (producciones diarias entre 500 a 2400 bloques); y rendimiento alto para grandes plantas con producción de mezcla y manejo integrado de los productos (producción diaria de 2400 bloques o más).

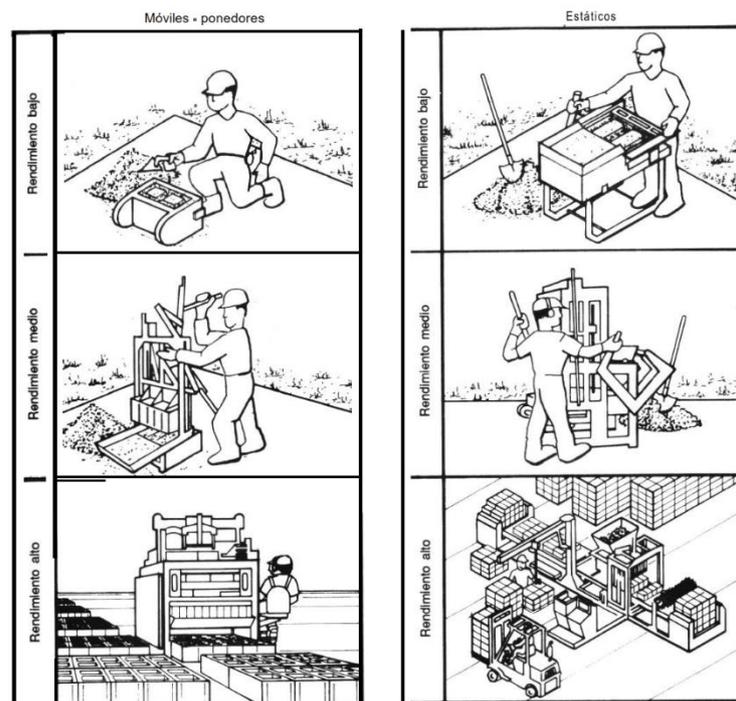


Figura 35
Tipos de equipos y diferentes procesos de fabricación de bloques de concreto

Los equipos también se pueden clasificar según su funcionamiento, así: Equipo móvil, pudiendo ser moldes individuales o máquinas ponedoras; y equipo estático que incluye algunos tipos de máquinas mecánicas o hidráulicas (dentro de esta clasificación se encuentra la máquina RosaCometa, equipo semi industrial comúnmente usado para la fabricación de bloques en la ciudad de Cerro de Pasco, y en la cual se basará el proceso de fabricación de los bloques desarrollados en la presente investigación) y las grandes plantas de producción. (Figura 35).

El proceso de fabricación, aun cuando es variable en función del equipo y de las condiciones del medio, debe permitir obtener productos que tengan las condiciones mínimas de calidad aceptables (resistencia, apariencia, durabilidad, etc.), según la norma correspondiente.

2.2.11.1. Concreto Vibrado

2.2.11.1.1. Teoría de la Vibración

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.8) señalan que:

La vibración es el método de asentamiento práctico más eficaz conseguido hasta ahora, dando un concreto de características bien definidas como son la resistencia mecánica, compacidad y un buen acabado.

La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas con una frecuencia elevada. Bajo este efecto, la masa de concreto que se halla en un estado más o menos suelto según su consistencia, entra a un proceso de acomodado y se va asentando uniforme y gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado.

La duración de la vibración influye determinantemente en la compacidad del elemento. Un inconveniente que se encuentra a menudo en el campo de la vibración, es el efecto de pared, fenómeno que tiene lugar en aquellas piezas de paredes altas y espesor reducido. Aunque se haya calculado un vibrador que responda a la masa total a vibrar, el asentamiento no será completo si tiene lugar tal fenómeno, debiéndose adoptar aparatos de mayor potencia para subsanar el efecto pared.

Los concretos de consistencia seca son los que dan mayor resistencia, pero su aplicación en obras resulta muy difícil por su poca trabajabilidad, la vibración viene a solucionar este problema, permitiendo el empleo de mezclas con asentamientos entre 0" a 1".

2.2.11.1.2. Principios Fundamentales de la Vibración

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.9) señalan que:

La vibración queda determinada por su frecuencia e intensidad. Frecuencia es el número de impulsiones o pequeños golpes a que se somete el concreto en un minuto. Amplitud es el máximo desplazamiento de la superficie vibrante entre dos impulsiones. La vibración puede ser de alta o baja frecuencia. Se considera de baja frecuencia valores usuales de 3000 vibraciones por minuto; cuando éstas son iguales o superiores a 6000 vibraciones por minuto se consideran en el rango de alta frecuencia, con este último se logra una mejor compactación. La vibración de baja frecuencia obliga el empleo de mezclas con una mayor relación a/c.

Un factor de considerable importancia es el tiempo que dura el proceso de vibración. Este tiempo depende, entre los factores más importantes, de la frecuencia de vibración, de la calidad del agregado, de la riqueza en cemento de la mezcla; al aumentar la frecuencia disminuye el tiempo de vibrado, sin embargo, la vibración muy enérgica y prolongada puede producir efectos desfavorables.

2.2.11.1.3. Propiedades del Concreto Vibrado

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.9 y 10) indican las siguientes propiedades:

a) Compacidad

Al amasar un concreto se emplea una cantidad de agua superior a la que el cemento necesita para su perfecta hidratación y que es muy inferior al volumen de agua empleado normalmente en el amasado. Absorbida el agua de combinación por el cemento, la cantidad restante, y que se añade exclusivamente para dar trabajabilidad al concreto, tiende a evaporarse,

dejando de ese modo una gran cantidad de poros, resultando un concreto con una compacidad más o menos acusada, según sea la cantidad de agua evaporada. Esta situación trae como exigencia la necesidad de reducir en lo posible la cantidad de agua de amasado con el fin de conseguir un concreto de gran compacidad.

b) Impermeabilidad

La impermeabilidad de un concreto es función de su compacidad. La granulometría juega un papel muy importante en la impermeabilidad. Con una granulometría continua y un elevado dosaje de cemento, completados por una enérgica vibración, se obtiene un concreto altamente impermeable.

La absorción de humedad del concreto vibrado es aproximadamente la mitad de la correspondiente al concreto ordinario.

c) Resistencia Mecánica

La resistencia mecánica del concreto es quizás el factor más importante dentro de las propiedades del mismo. La resistencia del concreto aumenta considerablemente si se aplica una vibración intensa.

d) Resistencia a la Abrasión y Congelamiento

La resistencia del concreto vibrado a las acciones extremas se deriva de su propia compacidad; la resistencia al desgaste es mayor. Otra ventaja es su resistencia a las heladas por tener menos agua de amasado y ser más compacto.

e) Desmolde Rápido

En la fabricación de elementos prefabricados de concreto vibrado puede conseguir un desmolde inmediato si el concreto es de granulometría adecuada y se ha amasado con poca agua. Si al efectuar esta operación la pieza se rompe, se puede afirmar que la causa se encuentra en un exceso de agua o de material fino. La rotura puede sobrevenir también al no estar suficientemente consolidado el concreto, es decir, la vibración ha sido de poca duración.

2.2.11.1.4. Aplicación del Concreto Vibrado

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.10) señalan que:

Hasta hace pocos años, el asentamiento del concreto "in situ" se hacía normalmente por apisonado manual, pero para que este método fuera eficaz, era necesario emplear concretos con mucha agua, hecho que va en perjuicio de su resistencia. Hoy en día, gracias a los adelantos técnicos y a una investigación bien dirigida, se ha conseguido sustituir en gran parte el apisonado por la vibración, método que presenta indiscutibles ventajas. Factores importantes en el concreto vibrado son: la granulometría, la relación agua/cemento y la frecuencia de vibrado.

Por las altas resistencias conseguidas en los concretos vibrados mecánicamente, en comparación de los concretos compactados manualmente, aquel método es ampliamente utilizado en la elaboración de elementos prefabricados como: vigas, tubos para instalaciones sanitarias, postes, silos, tubos para conducción eléctrica y telefónicas, etc.

2.2.11.1.5. Resistencia de Concreto en Probetas Vibradas

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.11) señalan que:

Los siguientes cuadros muestran la variación de resistencia entre un concreto compactado manualmente (Tabla 5) y concreto vibrado en una mesa vibradora (Tabla 6).

De acuerdo como se puede apreciar en los resultados (Figura 36), se puede concluir que los bloques vibrados con una mesa vibradora alcanzan el doble de resistencia que un bloque vibrado manualmente.

CONCRETO VIBRADO MANUALMENTE	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
N1	15	177	17 560	99
N2	15	177	17 000	96
N3	15	177	13 700	77

Tabla 5 - Resultado de resistencia en probetas compactadas manualmente

CONCRETO VIBRADO CON MESA VIBRADORA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
V1	15	177	36 400	206
V2	15	177	32 800	185
V3	15	177	34 800	197

Tabla 6 - Resultado de resistencia en probetas vibradas

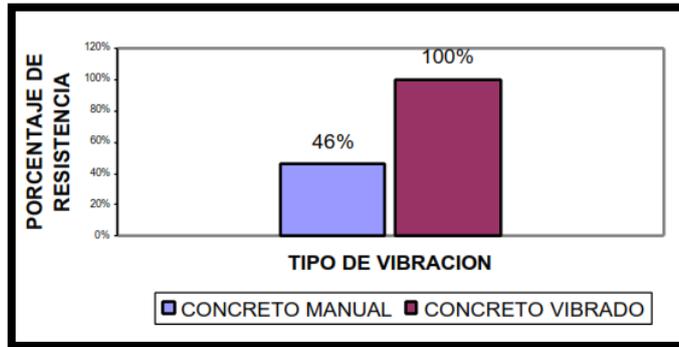


Figura 36 - Variación de resistencias entre un concreto vibrado manualmente y un concreto vibrado mecánicamente

En la ciudad de Cerro de Pasco comúnmente se utiliza equipo Semi-Industrial, como la máquina modelo RosaCometa, para la obtención de bloques de concreto mediante el proceso de vibro-compactación, lo que descarta la idea de que los bloques de concreto sean vibrados manualmente; por lo que las resistencias que se puedan llegar a obtener deberían de ser las más óptimas, dependiendo de la proporción con que se elaboren.

2.2.11.2. Condicionantes del Lugar de Fabricación

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.5), indica que:

El espacio para la fabricación de bloques debe brindar unas condiciones básicas que permitan garantizar la obtención de buenos productos. Así pues, el área de elaboración del producto, la de curado, e inclusive, una parte al menos, de la del almacenamiento debe ser un lugar cubierto para proteger del sol, la lluvia, el viento, las heladas y bajas temperaturas (condiciones que priman en nuestra zona).

El piso debe ser una superficie pareja, preferiblemente de concreto, tanto en el área de trabajo como en las zonas de almacenamiento, y debe servir como aislante de la humedad del suelo. (Figura 37).

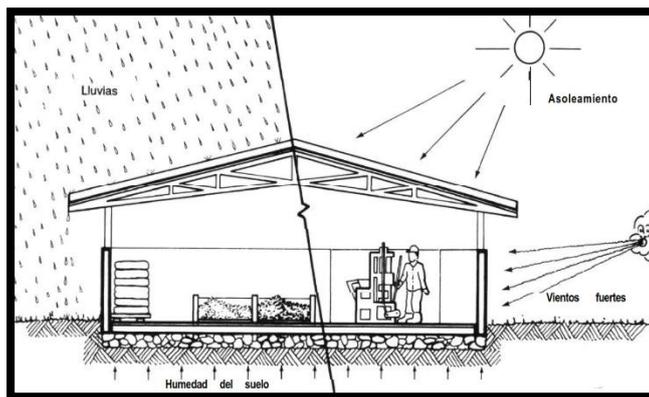


Figura 37
 Requisitos del lugar de fabricación

El tamaño de la planta depende básicamente de la escala o tamaño de la producción, del tipo de maquinaria y del tipo de curado que se disponga.

Para un perfecto desarrollo de una planta de producción de bloques, y en general de prefabricados de concreto, e independiente del tamaño de la misma, se deben identificar claramente tres sectores o zonas a saber:

- **La Zona de Materiales y Agregados**, para la recepción y almacenamiento de los mismos.
- **La Zona de Producción**, para el mezclado, fabricación, desmolde y curado de los bloques.
- **La Zona de Almacenamiento y Despacho del Producto**

2.2.11.2.1. Zona de Materiales

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.5-7), indica que:

Es la zona destinada a la recepción y almacenamiento del cemento, los agregados, el agua y los aditivos.

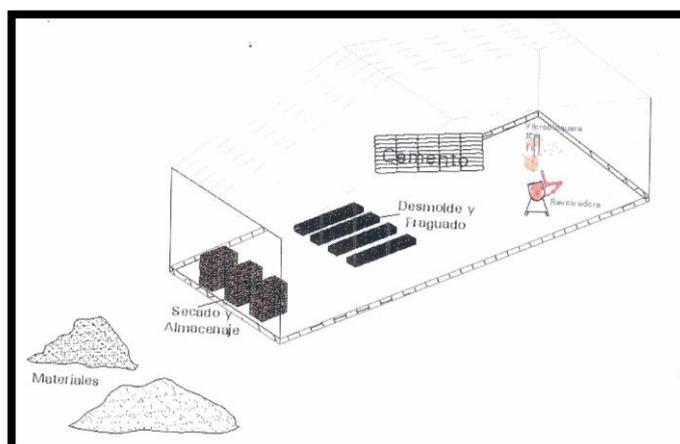


Figura 38
 Zonas para la producción de Bloques de Concreto

a) Recepción de los Materiales

El lugar de recepción debe ser amplio, para permitir que los camiones que transportan los materiales puedan maniobrar fácilmente, sin interferir con el tráfico aledaño a la planta.

Se debe disponer del espacio y los métodos para el control de las características de los materiales recibidos, verificando su procedencia, calidad y cantidad.

b) Almacenamiento del cemento

El cemento se puede almacenar en sacos o a granel, pero siempre protegiéndolo de la humedad. Cuando se usa cemento en sacos, estos se deben almacenar sobre unas tarimas de madera que los aislen de la humedad del piso, en arrumes con una altura máxima de 15 bultos, cubiertos por plásticos o telas impermeables.

Los arrumes se deben disponer de tal manera que siempre se pueda sacar el cemento más antiguo. Se recomienda en el caso del cemento ensacado, no utilizar cemento con más de tres meses de almacenado, siendo ideal no pasar de 45 días.

c) Almacenamiento de los Agregados

Los agregados se deben almacenar separados según sus tamaños, bien sea en arrumes o en silos. Mientras están almacenados se debe evitar la contaminación de los agregados con elementos perjudiciales (desperdicios, aceite, combustible, polvo, etc.) y la mezcla de los diferentes tamaños.

Se recomienda mantener los agregados almacenados durante un periodo mínimo de dos días, para que se homogenice su contenido de humedad.

En zonas muy lluviosas o épocas de fuerte invierno, se recomienda proteger los agregados de la lluvia para evitar su saturación, que luego puede afectar la mezcla por aportarle más cantidad que el agua total requerida.

Bien sea antes o después del almacenamiento, se debe someter el agregado a un proceso de tamizado para garantizar los requisitos de tamaño (granulometría y/o tamaño máximo) y de limpieza.

d) Almacenamiento de los Aditivos

Los aditivos se almacenan siguiendo las recomendaciones del fabricante, evitando su posible contaminación.

2.2.11.2.2. Zona de Producción

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.7), indica que:

Comprende básicamente las áreas de dosificación, elaboración y curado. Es necesario, además, considerar las áreas destinadas a la circulación de los equipos y operarios encargados del transporte de los materiales y de los productos. El tamaño de esta área depende del tipo y número de equipos disponibles.

2.2.11.2.3. Zona de Almacenamiento y Despacho de Productos

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.7), indica que:

Es la zona destinada al almacenamiento y despacho de los productos terminados.

Los aspectos referentes a las zonas de producción y de almacenamiento de los productos terminados, serán desarrollados de manera paralela con el proceso de fabricación de los bloques.

2.2.11.3. Proceso de Fabricación de Bloques de Concreto

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.16), señalan que:

En una producción a mediana escala, con maquinaria semi-industrial del tipo RosaCometa, desarrollada comúnmente en la ciudad de Cerro de Pasco, se debe tener claro en el proceso de producción, los **recursos** a ser utilizados, el **esquema de flujo** de la fabricación y los patrones de **calidad** que garanticen el mejor producto.

Para asegurar la calidad de los bloques de concreto se deberá controlar, durante la fabricación, la dosificación de los materiales de la mezcla definida, la cual se recomienda se efectúe por peso.

Una condición imprescindible que deben satisfacer los bloques es su uniformidad; no sólo en lo relativo a la constancia de sus dimensiones, especialmente su altura, sino también en cuanto a la densidad, calidad, textura superficial y acabado.

2.2.11.3.1. Flujograma de Producción

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.16), señalan que:

En todo proceso productivo de elementos para la construcción, se realizan una serie de actividades las cuales guardan estrecha relación entre sí; la calidad del producto final dependerá de que los diferentes procesos que se realicen cumpliendo con los requisitos técnicos.

De la misma manera, en cada proceso desde las actividades iniciales hasta las finales, deben organizarse concatenadamente y por etapas claramente definidas, que concluyen en la elaboración del producto.

En nuestro caso el producto final es el bloque de concreto; la secuencia del desarrollo de las actividades de este proceso se denomina flujo de producción, el cual, para una producción a mediana escala con equipo vibro-compactador semi industrial, como la que se desarrolla comúnmente en la ciudad de Cerro de Pasco, sería el flujograma que se indica en la página siguiente.

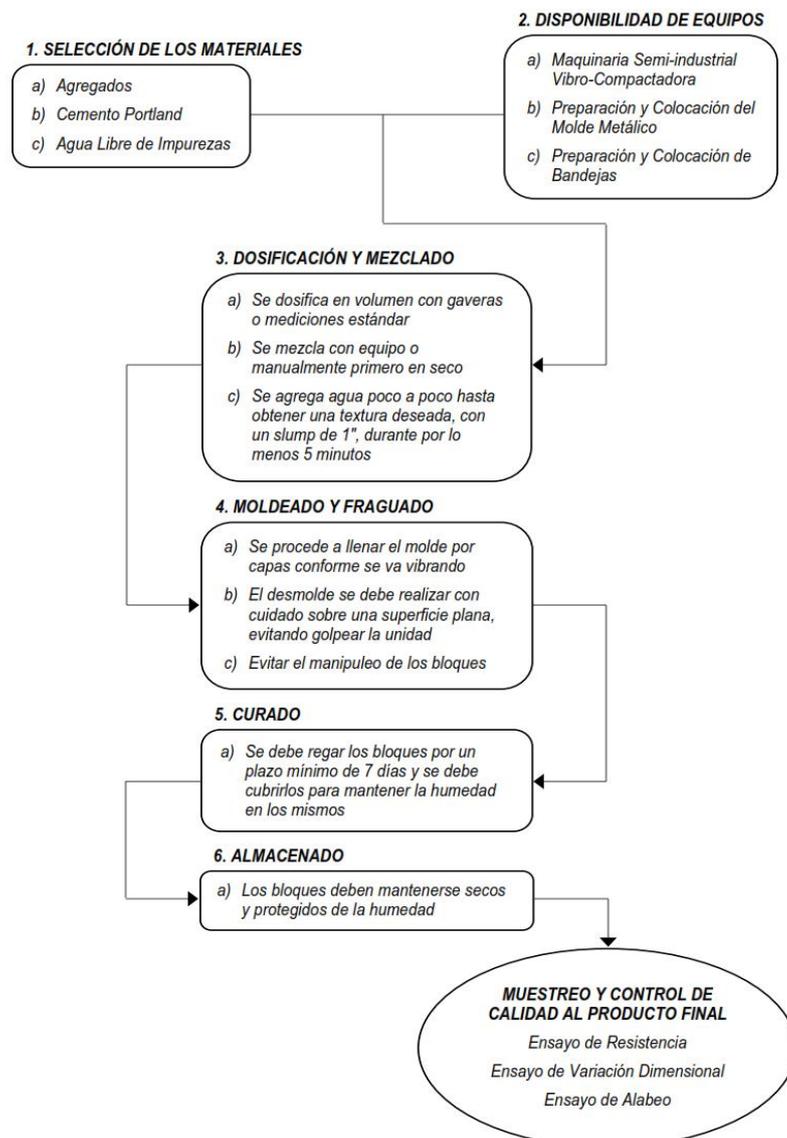
2.2.11.3.2. Secuencia de Fabricación

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.7), indica que:

Para cualquiera de las modalidades de fabricación de bloques las etapas son básicamente las mismas:

- Almacenamiento de los materiales
- Dosificación (medición y mezcla de las materias primas)
- Transporte de la mezcla a la máquina

- Colocación en el molde y compactación de la mezcla
- Retiro de los bloques del molde
- Periodo de reposo (fraguado)
- Periodo de curado
- Almacenamiento del producto terminado



2.2.11.3.2.1. Selección y Almacenamiento de los Materiales

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.10), indica que:

La selección de los materiales se realiza por simple observación, pero teniendo en cuenta algunos aspectos que pueden ser importantes para la obtención de productos de buena calidad.

La selección de los materiales correctos es un paso fundamental en el proceso de fabricación de los bloques; deben cumplir con las características ya descritas tales como limpieza, buena gradación, etc. Al mismo tiempo se debe tratar de garantizar una fuente de suministro constante para poder producir bloques de características uniformes.

2.2.11.3.2.2. Dosificación

“Dosificación es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua y cemento que conforman la mezcla para la elaboración de la unidad” (Arrieta y Peñaherrera, 2001, p.21).

“En cuanto sea posible toda dosificación debe realizarse por peso. Las dosificaciones por volumen se deben hacer cuando las condiciones técnicas así lo obliguen” (ICPC, 1991, p.10).

“Para la dosificación por volumen se pueden utilizar latas, parihuelas o cajones de madera, carretillas o lampadas, tratando de evitar este último sistema; tomando como medida la unidad de cemento, garantizando que se utilice el mismo recipiente para medir todas las veces” (Arrieta y Peñaherrera, 2001, p.21).

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.12 y 15), indica que:

Estas proporciones se dan como una guía. Dependiendo de la calidad y tipo de materiales disponibles, será necesario modificarlas para poder obtener un producto (bloques) con la calidad deseada.

También es muy importante evaluar los contenidos de humedad de los agregados para que la dosificación del agua sea lo más exacta posible. En la mayoría de los montajes esta evaluación se realiza de manera subjetiva, observando el grado de humedad de la arena y del agregado grueso; mientras más húmedos estén se les agregará menos agua de la que fue indicada en la dosificación.

En términos generales la apariencia de los bloques sirve para evaluar la dosificación de la mezcla. Cuando el bloque sale de la maquina con un color gris

muy pálido y con una apariencia seca, se puede concluir que es insuficiente la cantidad de agua. Las mezclas muy secas presentan baja cohesión y los bloques se fisuran o desbordan fácilmente al salir del molde.

Si por el contrario la cantidad de agua es excesiva, el bloque tiende a “colgarse” (mayor cantidad de pasta y arena en la parte baja del bloque).

Las mezclas con exceso de humedad generan burbujas en la cara superior de los bloques contra los martillos compactadores, y sus caras verticales se curvan al retirarlos del molde.

Respecto a la dosificación de materiales (agregados, cemento, agua y otros) para la fabricación de bloques de concreto, no existen especificaciones definidas ni normativas que exijan una dosificación determinada, debido a los tipos de agregados que se pretendan usar y condiciones en las que se encuentren, como es el caso de la presente investigación.

Para ello se debe realizar un control de las propiedades físicas y químicas que se pretendan realizar y un estudio de las dosificaciones necesarias a usarse. Para el caso de los bloques de concreto, a nivel de Perú existe un investigación realizada por la Universidad Nacional de Ingeniería y el Programa Científico PC-CISMID 1999-2000 del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres realizado en el año 2001 en la ciudad de Lima, respecto a la dosificación óptima que se debería utilizar para la fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora, siendo diferente la maquinaria utilizada comúnmente en el ámbito de influencia de la presente investigación, pero desarrollándose bajo el mismo enfoque del sistema de vibro-compactación. Para la investigación mencionada se utilizó agregado fino de tres canteras diferentes y confitillo (piedra chancada de tamaño máximo nominal de 3/8") procedente de una sola cantera, combinándose ambas con tres diferentes tipos de cementos comerciables en la ciudad de Lima. Se evaluó las propiedades físicas de los agregados para ver si cumplían con la calidad necesaria especificada para el concreto, luego se procedió a elaborar bloques de concreto en proporciones de 1:6, 1:7 y 1:8 con 60% de arena fina y 40% de confitillo, con agua en proporción 1:1 para todos los casos, encontrándose estos porcentajes de participación de los agregados mediante el ensayo de peso unitario compactado del agregado global, con el fin de

determinar una máxima compacidad del concreto y por ende obtener una mayor resistencia del mismo. Se realizó el ensayo a compresión de las unidades elaboradas, concluyéndose en la investigación que la dosificación óptima es 1:7 con cantidades de arena fina y confitillo en proporción 1:5:2 cemento:arena:confitillo con una dosificación inicial de agua de 1:1; la cual permite obtener una mínima resistencia a la compresión de la unidad de 70 kg/cm².

A continuación, se muestran los resultados de la resistencia a compresión obtenidos en las unidades a los 28 días de edad:

RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm²)										
CEMENTO PORTLAND		LIMA-SOL TIPO I			ANDINO TIPO I			PACASMAYO TIPO I		
CANTERA		A	B	C	A	B	C	A	B	C
DOSIFICACIÓN	1:6	83	75	84	101	100	81	81	80	81
	1:7	71	71	75	76	72	75	70	76	71
	1:8	47	55	60	44	11	60	55	69	44

Tabla 7 - Resultados de resistencia a la compresión en unidades

Estas resistencias obtenidas en el estudio fueron calculadas en función al área neta, ya que en su momento la normatividad permitía obtener resistencias en base a esta, cosa que no ocurre actualmente, ya que el Reglamento Nacional de Edificaciones señala que la resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería será obtenida en función al área bruta, por lo que dividiendo una mayor área a la carga de rotura se obtienen resistencias menores. Para el caso de la investigación anteriormente señalada, la resistencia aproximada que se hubiera obtenido según lo que establece la normatividad vigente sería de 41kg/cm², debido a que estaría afectado por un factor que relaciona el área neta con el área bruta y que para este caso sería de 0.58, el cual indica qué tanto por ciento del área bruta está ocupada por el área neta (comúnmente denominada área de asiento), siendo el resto el porcentaje de huecos o vacíos que existe en un área paralela a la cara de asiento y que como es de esperarse para este tipo de bloques es más del 30%, ya que se encuentran clasificados como unidades huecas y que para el caso de esta investigación sería de 42%. Las proporciones evaluadas en la investigación descrita anteriormente y presentada como parte de la bibliografía revisada servirán como punto de partida para la experimentación de nuestra investigación.

Finalmente se debe indicar que no existen investigaciones o estudios realizados sobre dosificación de materiales con agregados de la zona para la elaboración de bloques de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco, simplemente se ha venido fabricando bloques con dosificaciones obtenidas a través de la experiencia; mucho menos existen estudios de dosificación que se hayan realizado utilizando agregados alternativos como la Ceniza de Cal; por lo cual la presente investigación pretende elaborar un estudio de dosificaciones utilizando un agregado alternativo como es esta.

Para el caso de la presente investigación se evaluará las proporciones experimentales necesarias para la obtención de bloques Tipo NP con agregado principal de Ceniza de Cal y en combinaciones con Arena Shotcrete, los cuáles se verificarán con la rotura de probetas cilíndricas, que serán obtenidas, cuidadas y ensayadas de acuerdo a la normatividad que rige para el concreto, como son la NTP 339.183 (CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio) y la NTP 330.034 (CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas).

2.2.11.3.2.3. Mezclado

Arrieta y Peñaherrera (2001, p.21) y el Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.12), indican respecto al mezclado los dos siguientes tipos:

a) Mezclado manual

Definido el proporcionamiento de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. En primer lugar, se dispondrá de arena, luego, encima el agregado grueso; seguidamente se agregará el cemento, realizando el mezclado en seco empleando lampa. Será preciso realizar por lo menos dos vueltas de los materiales. Después del mezclado se incorpora el agua en el centro del hoyo de la mezcla, luego se cubre el agua con el material seco de los costados, para luego mezclar todo uniformemente. La mezcla húmeda debe voltearse por lo menos tres vueltas.

Por lo general la mezcla debe tener la cantidad de agua suficiente para poder formar una pequeña bola con las manos sin que se desmorone pero que no chorree agua.

Para que el proceso de mezcla manual sea efectivo, en cada operación se debe pasar la mezcla de un arrume a otro, hasta lograr un color uniforme. Si persisten grumos, especialmente en la arena, estos se deben triturar con las palas; por eso es conveniente tamizar el agregado inmediatamente antes de iniciar la mezcla de los materiales.

Para agregar agua con precisión es preferible utilizar una regadora o aspersor con el fin de poderla distribuir uniformemente en pequeñas cantidades por toda la mezcla y controlar su cantidad total mediante recipientes; no utilizar directamente una manguera porque fácilmente se puede exceder la cantidad necesaria.

Generalmente el mezclado para la fabricación de bloques en la ciudad de Cerro de Pasco se realiza manualmente, ingresando luego el material con la ayuda de una lampa a los moldes de la máquina vibro compactadora, para luego proseguir con la vibro-compactación de la misma.

b) Mezclado mecánico

Para mezclar el material utilizando mezcladora (tipo trompo o de tolva) se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados en el tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega agua y se continúa la mezcla húmeda durante 3 a 6 minutos. Si los agregados son muy absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los 2/3 partes de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento; finalmente agregar el cemento y el resto del agua, continuando la operación de 2 a 3 minutos.

2.2.11.3.2.4. Elaboración de los Bloques

Respecto a la elaboración de Bloques de Concreto el Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.16-19)

Los pasos que se dan para la elaboración de bloques en una máquina vibrocompactadora son (Figura 39):

- Llenado de la tolva con mezcla
- Colocación de la bandeja (en las máquinas estáticas)
- Bajada del molde sobre la bandeja
- Llenado del molde por primera vez.
- Aplicación de la vibración
- Llenado del molde por segunda vez
- Limpieza de la superficie superior del molde
- Bajada de los martillos compactadores
- Aplicación de la vibración hasta alcanzar el tope
- Retirada del molde (extrusión)
- Retirada de los martillos
- Remoción de las bandejas con los bloques

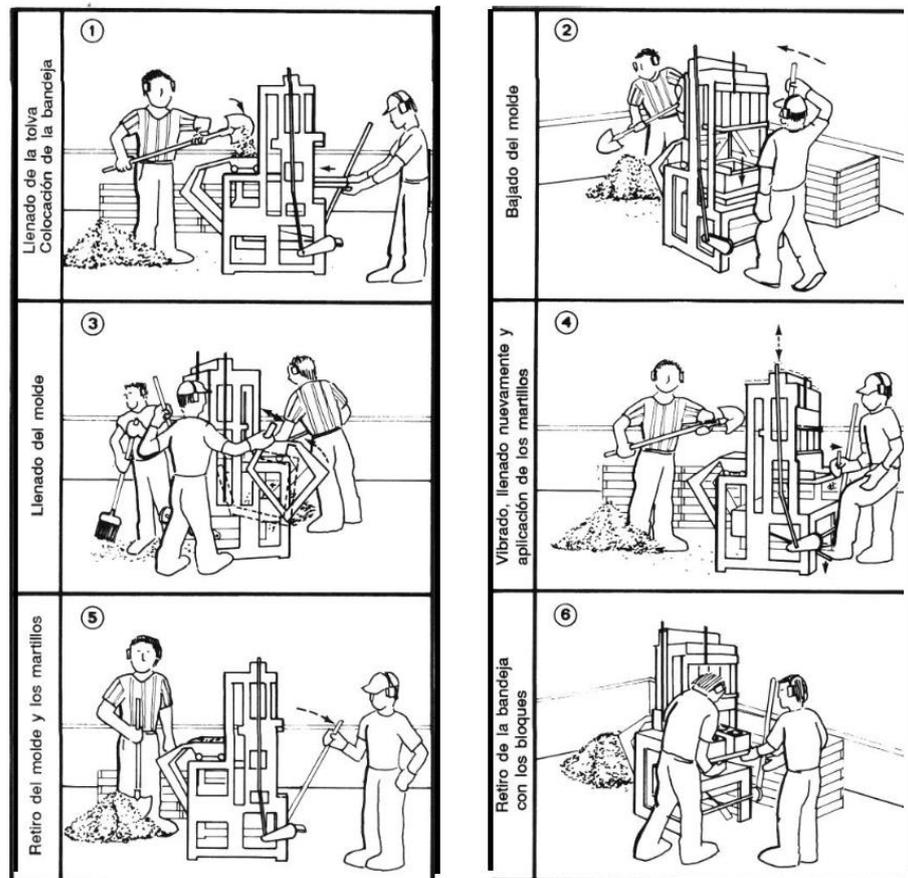


Figura 39 - Proceso de elaboración de bloques en una máquina vibro compactadora.

Las operaciones de manejo de la máquina y los sistemas de vibro compactación presentan grandes diferencias según el tipo de máquina de que se disponga, por lo cual el procedimiento anterior se debe adaptar a cada caso.

a) Llenado de la tolva

La mezcla sale de la mezcladora y casi siempre es elevada hasta una tolva que permite alimentar la máquina productora de bloques.

Se debe evitar la segregación de la mezcla (separación de las partículas más gruesas de las más finas) durante todo el proceso de mezcla, transporte y depósito en la tolva de almacenamiento. Así mismo, se debe buscar que el material depositado en esta se consuma de manera uniforme, sin que quede parte adherido a las paredes.

b) Colocación de la bandeja

Las bandejas son elementos muy importantes pues actúan como soporte de los bloques durante su elaboración. Pueden fabricarse de madera contrachapada o madera común y, si los recursos lo permiten, de metal.

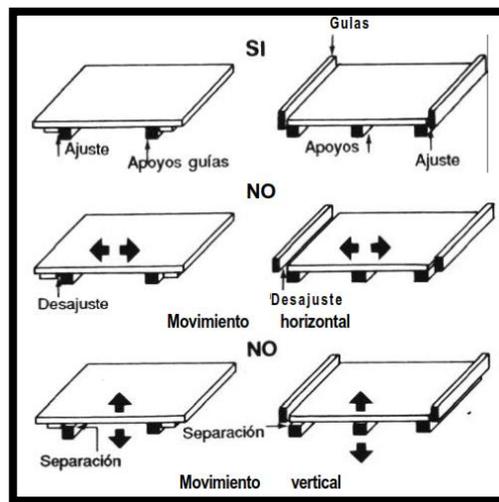


Figura 40
Vibración en la bandeja debido a problemas en los apoyos y guías

En cualquier caso, se debe buscar que queden lo más ajustadas posibles a los espacios o guías dispuestas para ellas dentro de la máquina, con el fin de que no vibren durante la compactación de los bloques, lo que puede causar la fisuración de los mismos. Esto es especialmente crítico cuando los apoyos de las bandejas no están al mismo nivel o no están en el plano del molde (Figura 40).

Si las bandejas se hacen de madera se debe buscar que esté bien seca y que las tablas se cepillen antes de armar las bandejas, con el fin de que no se deformen posteriormente, no se encojan o se tuerzan, lo que generaría que se reduzca la adherencia del concreto y perjudicaría a obtener una mayor durabilidad. Si las tablas se tuercen, quedaran espacios entre ellas y el molde, por el cual se saldrá el mortero o pasta, lo que generara una rebaba perjudicial para la buena apariencia y el manejo eficiente del bloque ya elaborado (Figura 41). Las tablas de madera se deben recubrir inicialmente con una pintura a base de aceite (esmalte) para prevenir en cuanto sea posible la entrada de la humedad y la adherencia de la mezcla de concreto. Si se hacen de madera contrachapada es indispensable tomar algún tipo de medida para proteger los bordes de estas, tanto durante el manejo como por el ataque de la humedad. Para esto último se recomienda una pintura sellante.

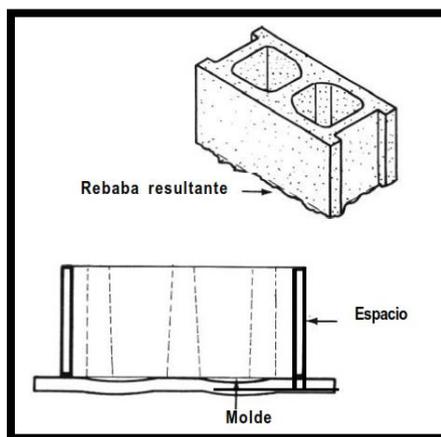


Figura 41
*Deformación
de las
bandejas como
generadora de
rebabas*

Desde el punto de vista del mantenimiento, es indispensable que las bandejas se mantengan sin ningún concreto adherido. Para esto se deben limpiar periódicamente y recubrirlas con un material que impida la adherencia, como el aceite motor quemado, o una mezcla de aceite y parafina. Esta labor se debe ejecutar cada 2 o 3 días.

En aquellas maquinas donde la tolva de alimentación corre sobre el molde, es de primordial importancia que las tablas tengan todas el mismo espesor, y que este sea el adecuado, según el diseño de la máquina, con el fin de que no se presenten escalonamientos en el recorrido de la tolva, generando disparidad en la distribución de la mezcla o una gran cantidad de mezcla sobrante sobre la cara superior del molde (molde mal enrasado).

c) Bajada del molde

Es muy importante que el molde este a plomo y alineado con los martillos compactadores y que su cara inferior sea paralela a la bandeja sobre la cual se vaya a apoyar, con el fin de evitar daños en las piezas producidas.

Con el tiempo los moldes sufren desgaste de sus paredes y de los martillos compactadores por lo cual habrá tendencia a que se presenten escurrimientos de pasta o mortero por entre el molde y los martillos, o entre el molde y la bandeja, generando una rebaba como ya se indicó.

d) Llenado del molde por primera vez

En el llenado del molde es importante que todas las celdas queden con igual cantidad de material para que todos los bloques fabricados en cada ciclo tengan una densidad similar y, por lo tanto, una calidad uniforme. Para esto es conveniente observar la manera cómo opera el sistema o tolva de alimentación y tomar las medidas necesarias para lograr lo ya dicho.

Se debe tratar de colocar la mayor cantidad posible de mezcla en el molde, para que el bloque quede con una buena densidad lo que le dará una mayor resistencia. Si el bloque no está bien compactado y es poco denso, por más cemento que lleve la mezcla su resistencia será insuficiente.

e) Aplicación de un poco de vibración

Con las alturas de molde corrientes y la diferencia que puede existir entre unas y otras mezclas, casi nunca es suficiente con llenar el molde una sola vez.

Por lo general el molde se llena dos veces. Después de la primera llenada, la mezcla se pre compacta empleando la vibración que opera sobre el molde. Esta se debe aplicar por el tiempo mínimo necesario para que la mezcla se acomode mejor dentro del molde y reduzca así su volumen, pero tiempos demasiado largos de aplicación generarán la segregación de la mezcla, que hará que el bloque quede con una apariencia irregular, como si tuviera dos capas.

f) Llenado del molde por segunda vez

Esta segunda operación garantiza que se coloque la cantidad adecuada y suficiente de mezcla dentro del molde para obtener la densidad y resistencia máximas.

g) Limpieza de la superficie

Se aconseja antes de continuar, inspeccionar si las celdas del molde que se llenan de últimas (cuando la tolva se desplaza horizontalmente), están debidamente llenadas o si no lo están se debe terminar de hacerlo con otra pequeña pasada en forma manual.

Luego de esto, con una regla o cepillo se retira la cantidad de mezcla que haya quedado sobre la cara superior del molde, con el fin de que haya menos desperdicios y que no queden trozos de agregado grueso al borde de las celdas que obstaculicen el descenso de los martillos compactadores, o que dañen el borde superior del molde o de los martillos.

h) Bajada de los martillos compactadores

Esta es la operación crítica, pues siempre se deben bajar antes de aplicar la vibración con el fin de que por el impacto que causan hundan las partículas gruesas del agregado que hayan quedado en la superficie de la mezcla y eviten la segregación que ocurriría si se aplicara la vibración antes de bajar los martillos. El peso o la fuerza con que estos bajen es importante, pues es un factor fundamental que, combinado con la vibración, lleva a cabo la compactación de la mezcla.

i) Aplicación de la vibración

En el proceso de aplicación de la vibración es importante observar con cuidado dos aspectos: la operación de la máquina y la duración de la vibración.

La operación es esencialmente delicada en aquellas máquinas en las cuales la vibración se aplica por medio de un pedal que acciona un embrague mecánico. Este sólo se debe accionar ligeramente hasta que se transmita la vibración.

Si se le continúa aplicando una fuerza mayor, la vibración no aumentará y se estará forzando el motor de la máquina, lo que puede dañar sus rodamientos.

Desde el punto de vista de la duración de la vibración, ésta debe estar entre 3 y 5 segundos, tiempo necesario y suficiente para que la mezcla alcance su mayor grado de compactación y los martillos alcancen el tope determinado para que los bloques queden siempre de la misma altura.

Si el molde queda poco lleno (por ejemplo, si se llena una sola vez) los martillos alcanzaran inmediatamente el tope. A medida que se va aumentando la cantidad de mezcla colocada, éstos demoraran más tiempo para llegar al tope. Si se llenan demasiado, puede ser imposible que lo alcancen, por más tiempo de vibración que se les aplique.

De todas maneras, durante el proceso de vibro-compactación los martillos deben llegar siempre hasta el tope para que la altura de los bloques sea siempre constante, por lo cual es necesario ensayar para definir cuantas veces y cuanto se necesita llenar el molde de manera que la cantidad de mezcla colocada sea la necesaria para cumplir con una densidad deseada, pero que no sea tanta que no permita que los martillos lleguen a su tope.

A medida que aumenta el tiempo de vibración se presenta escurrimiento de pasta o de mortero por entre el molde y la bandeja y tiende a aparecer segregación pues las partículas finas tienden a bajar y las gruesas quedan en la parte superior del concreto.

Por lo anterior puede aceptarse como principio que se debe colocar en el molde tanta mezcla como sea posible compactar durante un tiempo razonable, sin que se presenten escurrimientos de pasta o de mortero ni rebote de los martillos.

j) Retirada del molde

La remoción del molde hacia arriba, manteniendo los martillos en contacto con los bloques, permite extruir los bloques.

Esta labor se debe hacer con una velocidad uniforme durante todo su recorrido, es decir, de una sola vez, para que no se presenten escalonamientos o marcas en las paredes del bloque.

k) Retirada de los martillos

Por lo general los martillos se retiran automáticamente una vez ha terminado de subir el molde y con esto quedan los bloques completamente libres, colocados sobre las bandejas.

En este momento se debe hacer una evaluación visual y rápida de los bloques producidos para determinar si salieron del molde en buenas condiciones y pueden continuar el proceso de fraguado y curado. Si uno o varios bloques presentan defectos que atenten contra su calidad estética y/o estructural se deben retirar de la bandeja (con la ayuda de palustres) y devolver el material a la tolva o al arrume de la mezcla para evitar el desperdicio de bloques terminados, pues la mezcla se puede reutilizar.

l) Remoción de las bandejas con los bloques

Las bandejas, con los bloques que salgan en buen estado, se llevan a un lugar cubierto donde se dejan fraguar y adquieren una resistencia suficiente para ser manipulados.

Nunca se podrán apilar bandejas con bloques, sobre bloques frescos, por lo cual las tablas se colocarán en un solo tendido sobre el piso, a no ser que se cuente con repisas.

2.2.11.3.2.5. Fraguado

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.19 y 20), así como Arrieta y Peñaherrera (2001, p.22), indican respecto del fraguado que:

Los procesos que se suceden después de la elaboración del bloque tienen grandes diferencias de acuerdo a la escala de la producción y al equipo disponible.

El fraguado es el endurecimiento inicial, que permite que los bloques se puedan manipular con cuidado, sin que se dañen, y puedan ser llevados al lugar donde van a ser sometidos al curado.

Si se tiene una máquina ponedora, los bloques permanecerán en el sitio donde fueron elaborados durante el tiempo de fraguado y posiblemente, durante el periodo de curado.

Cuando se opera con bandejas, el periodo de fraguado debe ser el mínimo posible para permitir la reutilización de las bandejas; por lo general está entre 4 y 8 horas (media a una jornada de trabajo), aunque lo recomendable es que sea de un día para otro.

Si se tienen sistemas de curado en cámara húmeda, este se iniciará inmediatamente, por lo cual, el periodo de fraguado hará parte del de curado (generalmente sobre bandejas).

Durante el fraguado se deben garantizar unas condiciones ambientales propicias para que los bloques no se resequen, por lo que el recinto debe estar bajo techo, protegido del viento y, de ser posible, con un suministro ocasional de humedad, bien sea ambiental o por riego, después de unas cuatro horas. Éstos deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse.

Si los bloques se dejarán expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del concreto.

Otra medida consiste en recubrir los bloques con películas plásticas que ayuden a prevenir la evaporación del agua.

2.2.11.3.2.6. Curado

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.20), así como Arrieta y Peñaherrera (2001, p.22), indican respecto del curado que:

El proceso de curado de los bloques tiene como objeto mantener unas condiciones suficientes de humedad y temperatura para permitir que continúe

la reacción química del cemento con el agua y, por lo tanto, obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los bloques como cualquier otro producto de concreto.

Comúnmente, después del fraguado se retiran los bloques de las bandejas y se conforman arrumes de máximo cuatro unidades, dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados, se permitan la circulación de aire y no se adhieran entre sí.

El sistema de curado más frecuente es el que se hace mediante el riego de agua sobre los bloques o cubriéndolos con películas plásticas, papeles o costales húmedos de manera que se genere un ambiente hermético que evite que se evapore fácilmente el agua de la mezcla.

Este proceso se debe prolongar de 3 a 7 días después del fraguado de los bloques, humedeciendo los bloques al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes, tiempo durante el cual deberán permanecer en las mismas condiciones de protección de la acción del sol y del viento que durante el fraguado.

El curado se puede realizar también sumergiendo los bloques en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días. Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los bloques.

2.2.11.3.2.7. Secado y Almacenamiento

El Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC (1991, p.20), así como Arrieta y Peñaherrera (2001, p.22 y 23), indican respecto del fraguado que:

Una vez se ha terminado el curado, los bloques se llevan al patio o bodega de almacenamiento hasta el momento de su despacho. Durante este periodo la resistencia continúa aumentando y puesto que la calidad del bloque se controla con ensayos de bloques enteros, la resistencia solicitada dependerá ampliamente del tiempo que permanezcan en curado y almacenados en el patio.

El espacio de almacenamiento debe ser preferiblemente cubierto, para evitar que se mojen los bloques, debido a que el producto en el momento de entrega no debe tener una humedad que sobrepase el 40% del nivel de absorción de humedad aceptado.

La zona destinada para el almacenamiento de los bloques debe ser suficiente para mantener la producción de aproximadamente dos semanas y permitir que después del curado los bloques se sequen lentamente.

Es muy importante que los bloques después de un tiempo de almacenado reduzcan su contenido de humedad lo más posible para que no presenten problemas de encogimiento una vez colocados en los muros, por lo cual, en condiciones de lluvia intensas se recomienda que el almacenamiento se haga bajo techo.

La zona de almacenamiento debe ser totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico.

El manejo de los bloques en el patio se hace con arrumes contruidos a mano o mediante estibas, las que permiten el manejo con un cargador, de un volumen considerable de bloques, en una sola operación, que pueden ser despachados de esta manera sobre un camión de plataforma.

Comúnmente las estibas se hacen de madera, con dos tendidos de tablas separados por unos trozos de madera o con bloques defectuosos, para lo cual se requiere modificar los tenedores del cargador.

Aunque los bloques fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte.

Los bloques no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.

Es muy importante mantener perfectamente identificada durante el proceso de fabricación y almacenamiento la procedencia de cada lote, es decir el día de

fabricación y el tipo de mezcla u otras características en el caso de que sean especiales.

La disposición de los arrumes en el patio o bodega de almacenamiento, debe ser tal que siempre se tenga acceso a cada lote de bloques para poder tomar muestras de la producción y disponer de ella en el momento que se debe.

2.2.11.3.3. Control de Calidad

Para el control de calidad de los bloques de concreto como producto final, deberá cumplirse con los requisitos mínimos que indica la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, tanto en dimensionamiento, alabeo, resistencia a la compresión y absorción de agua; según la clasificación o tipo de bloque que se pretenda elaborar.

Para los ensayos de control de calidad se seguirán los procedimientos normalizados en la NTP 399.604 (UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto) y de forma similar a la NTP 339.613 (UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

1. Absorción

Es la propiedad del material de atrapar agua, se determina pesando el material seco (llevándolo al horno a 110°C), luego se introduce al agua durante 24 horas y se obtiene el peso saturado (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

2. Alabeo

Es un defecto que tiene el bloque de presentar una deformación superficial en sus caras; el alabeo se presenta como concavidad o convexidad (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

3. Albañilería Armada

Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros

de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E.070, 2018).

4. Albañilería Confinada

Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E.070, 2018).

5. Arena Shotcrete

Material producido esencialmente como agregado para concreto lanzado, comúnmente conocido como Shotcrete, dándosele su uso generalmente para obras en minería, no siendo exclusivo su uso en esta, ya que ocasionalmente se usa como agregado de mortero para asentado muros.

6. Bloque de Concreto

Pieza prefabricada a base de cemento, agua, áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin aditivo, incluidos pigmentos, de forma sensiblemente prismática, con dimensiones modulares y ninguna mayor de 60cm, sin armadura alguna (Norma Técnica Peruana 399.602, 2017).

7. Bloque Hueco o Perforado

Es la unidad de albañilería que tiene una sección neta, en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento, equivalente a menos del 75% de la sección bruta medida en el mismo plano (Norma Técnica Peruana 399.602, 2017).

8. Ceniza de Cal

Material de residuo, resultado de la calcinación conjunta de la materia prima de la cal (generalmente utilizando la piedra caliza, pero también utilizando canto rodado, conocido comúnmente como piedra collota) juntamente con carbón, apilados unos sobre otros al interior de hornos artesanales, propios de la zona en la localidad de Sacra Familia en el distrito de Simón Bolívar, en la provincia y región de Pasco.

9. Dimensiones de Fabricación

Son aquellas dimensiones adoptadas por el fabricante (Norma Técnica Peruana 399.602, 2017).

10. Dimensiones Efectivas

Son aquellas que se obtienen por medición directa efectuada sobre el bloque (Norma Técnica Peruana 399.602, 2017).

11. Dimensiones Nominales

Son las dimensiones establecidas en las Normas Técnicas Peruanas para designar el tamaño del bloque (Norma Técnica Peruana 399.602, 2017).

12. Dosificación

Dosificación es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua cemento que conforman la mezcla para la elaboración de la unidad (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

13. Máquina RosaCometa

Es un mecanismo diseñado para la fabricación de bloques de concreto bajo el sistema vibro-comprimido que constan en su mayoría de una mesa vibradora, un molde con diferentes cavidades dependiendo del tamaño y tipo de elementos que se fabriquen, y unas placas compactadoras adaptadas de acuerdo al tipo de molde que se esté utilizando, estas máquinas son accionadas con motor eléctrico y/o gasolina (Bloqueteras FAMACON, 2009).

14. Muro No Portante

Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E.070, 2018).

15. Muro Portante

Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel superior al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E.070, 2018).

16. Paredes Exteriores y Tabiques

Son los distintos elementos que conforman las cavidades del bloque hueco. Las paredes exteriores son las que se corresponden con las caras del bloque, siendo el resto, los tabiques. Estos últimos pueden ser longitudinales (paralelos a las paredes

exteriores longitudinales) y transversales (perpendiculares a aquellas) (Norma Técnica Peruana 399.602, 2017).

17. Resistencia a Compresión

Es la relación entre la carga de rotura a la compresión de un bloque y su sección bruta o neta (Norma Técnica Peruana 399.602, 2017).

18. Resistencia Característica a la Compresión

Es el resultado de restar una desviación estándar al valor promedio de la resistencia a compresión sobre el área bruta de cada unidad de una muestra, siendo utilizado este valor, por el Reglamento Nacional de Edificaciones en la designación y clasificación de unidades de albañilería.

19. Resistencia a la Compresión Nominal

Es aquel valor de referencia establecido en las Normas Técnicas Peruanas, como resistencia a compresión referida a la sección bruta y utilizados en la designación del bloque (Norma Técnica Peruana 399.602, 2017).

20. Sección Bruta

Es el área total de la superficie de asiento, la cuál es el resultado de multiplicar el largo por el ancho de la unidad (Cárdenas, 2014).

21. Sección Neta

Es el resultado de restar al área bruta el área de vacíos en un plano paralelo a la cara de asiento (Cárdenas, 2014).

22. Variación Dimensional

Es la propiedad que mide las irregularidades geométricas de las dimensiones de la unidad de albañilería (Cárdenas, 2014).

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- Si evaluamos una proporción óptima con Ceniza de Cal entonces podremos obtener bloques de concreto Tipo NP elaborados con maquinaria semi industrial Vibro-Compactadora en la ciudad de Cerro de Pasco.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Con las cantidades óptimas de Ceniza de Cal, Cemento y Agua evaluadas podremos dosificar y fabricar bloques de concreto tipo NP
- La fabricación de bloques con la proporción óptima de Ceniza de Cal, nos permitirá determinar las propiedades mecánicas que puedan clasificar a la unidad como tipo NP.
- La fabricación de bloques con la proporción óptima de Ceniza de Cal, nos permitirá determinar las propiedades físicas que puedan clasificar a la unidad como tipo NP.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Evaluación de la proporción óptima con Ceniza de Cal.

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Obtención de bloques de concreto tipo NP.

2.5.3. VARIABLES INTERVINIENTES

Proceso de elaboración con maquinaria semi industrial vibro-compactadora.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se usará la Metodología Experimental para la demostración de la hipótesis, con la manipulación deliberada de la variable independiente (causa), la cual producirá modificaciones en la variable dependiente (efecto). Al variar las proporciones con Ceniza de Cal, obtendremos una proporción óptima que nos permitirá obtener Bloques de Concreto Tipo NP (Borja, 2012, p.14).

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al fin que se persigue es un tipo de **Investigación Aplicada**, debido a que se busca modificar una realidad problemática, ya que se pretende solucionar la falta de un estudio de proporciones con Ceniza de Cal para la fabricación de Bloques de Concreto en la ciudad de Cerro de Pasco, así como la reutilización de un material nuevo, para su uso como agregado alternativo en la fabricación de Bloques de Concreto (Borja, 2012, p.10).

De acuerdo a los tipos de datos analizados es un tipo de **Investigación Cuantitativa**, ya que a través de la recolección de datos y análisis de estos, como propiedades físicas y químicas de los agregados y la evaluación de una proporción óptima, se obtendrán bloques de concreto con características adecuadas a las que se pretenden buscar, que cumplan con

las normas debidas; además, todos estos datos y resultados serán medidos numéricamente para establecer un patrón en el comportamiento de las unidades que se pretendan fabricar con la solución planteada (Borja, 2012, p.11).

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación será desarrollada como un **Experimento Puro** a través de un “**Diseño con Grupos de Asignación Aleatoria y Posprueba Únicamente**” (Hernández, Fernández y Baptista, 2002, p.190).

El diseño mencionando responde al siguiente esquema general:

$$G_1 \rightarrow X_1 \rightarrow O_1$$

$$G_2 \rightarrow X_2 \rightarrow O_2$$

$$G_3 \rightarrow X_3 \rightarrow O_3$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$G_n \rightarrow X_n \rightarrow O_n$$

Donde:

$G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$: *Grupo de probetas experimentales*

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$: *Niveles de manipulación de la Variable Independiente*
Variación Experimental de Proporciones

$O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$: *Medición de probetas experimentales de un grupo*
Medición de propiedades físicas y mecánicas en probetas
Medición de la Variable Dependiente

Se evaluará experimentalmente diversas proporciones mediante la obtención de probetas cilíndricas, de las cuáles se obtendrán resistencias a compresión. Después de proceder a evaluar los resultados de resistencia a compresión en las probetas cilíndricas se verificará la proporción óptima determinada a través de la elaboración de Bloques de Concreto con maquinaria vibro-compactadora.

3.3. POBLACIÓN MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

La Población para la siguiente investigación será considerada como todas las proporciones existentes con Ceniza de Cal proveniente de la cantera de Sacra Familia con las que se podría obtener bloques de concreto tipo NP; elaborados con maquinaria semi-industrial vibro-compactadora en la ciudad de Cerro de Pasco en el año 2018.

3.3.2. MUESTRA

Para la presente investigación se utilizarán muestras no probabilísticas representativas.

Se opta por evaluar proporciones en volumen, ya que es la mejor forma de garantizar la dosificación al momento de la fabricación de bloques, debido a que la forma más usual de realizar la dosificación en la elaboración a mediana escala en nuestra zona, es a través de lampadas y carretillas, siendo ésta la forma más inexacta de dosificarse, además de ello tampoco se cuenta con balanzas y equipos sofisticados para dosificarse en pesos. Entonces, si existe una debida supervisión técnica y exigencia de una dosificación en volumen a través de gaveras de 1 pie³ o unidades de medición estándar confiables, sería ésta la forma más garantizable, segura y al alcance de los fabricantes a mediana escala, de obtener bloques de concreto de calidad. Por esto, en la presente investigación se experimentará a través proporciones en volumen con la utilización de gaveras estándar.

La presenta investigación evaluará 14 proporciones con 2 tipos de Ceniza de Cal de la Cantera de Sacra Familia, estos tipos de Ceniza presentan diferentes propiedades físicas y químicas cada una, los cuales serán analizados en el desarrollo de la investigación; para ello se definirá a lo largo de la investigación y en la extracción de las muestras, dos tipos de denominaciones para la Ceniza de Cal: Ceniza de Cal 1 y Ceniza de Cal 2 cada una con propiedades diferentes.

Además de ello se combinará la Ceniza de Cal 1 con otro agregado denominado Arena Shotcrete extraído de la Cantera de Cochamarca comúnmente usado en la ciudad de Cerro de Pasco para trabajos como agregado fino.

Con Ceniza de Cal 1, se evaluarán las siguientes proporciones en volumen:

- Proporción 1:6 (Cemento:Ceniza de Cal 1), para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.
- Proporción 1:7 (Cemento:Ceniza de Cal 1), para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.
- Proporción 1:9 (Cemento:Ceniza de Cal 1), para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.
- Proporción 1:10 (Cemento:Ceniza de Cal 1), para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1, hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.
- Proporción 1:6, se combinará 50% de Ceniza de Cal 1 y 50% de Arena Shotcrete, en la proporción 3 de Ceniza de Cal 1 y 3 de Arena Shotcrete; para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.
- Proporción 1:6, se combinará 25% de Ceniza de Cal 1 y 75% de Arena Shotcrete, en la proporción 1.5 Ceniza de Cal 1 y 4.5 Arena Shotcrete; para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.
- Proporción 1:7, se combinará 50% de Ceniza de Cal 1 y 50% de Arena Shotcrete, en la proporción 3.5 de Ceniza de Cal 1 y 3.5 de Arena Shotcrete; para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.
- Proporción 1:7, se combinará 25% de Ceniza de Cal 1 y 75% de Arena Shotcrete, en la proporción 1.75 Ceniza de Cal 1 y 5.25 Arena Shotcrete; para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.

Con Ceniza de Cal 2, se evaluarán las siguientes proporciones en volumen:

- Proporción 1:6 (Cemento:Ceniza de Cal 2), para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.
- Proporción 1:7 (Cemento:Ceniza de Cal 2), para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.

- Proporción 1:9 (Cemento: Ceniza de Cal 2), para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.
- Proporción 1:10 (Cemento: Ceniza de Cal 2), para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.
- Proporción 1:11 (Cemento: Ceniza de Cal 2), para la dosificación de agua partimos de la relación 1:1 hasta encontrar una humedad superficial en la mezcla.

Las muestras representativas serán de dos probetas cilíndricas de 4" x 8" a los 3, 7, 14 y 28 días de edad por cada proporción evaluada.

Las resistencias obtenidas sobre el área neta en probetas cilíndricas, se proyectarán en función al área bruta de un bloque de concreto, mediante la relación del área neta entre el área bruta de la cara de asiento de un bloque de concreto, la cual se calculará durante la etapa del procesamiento de datos.

Además, la evaluación de mezclas en probetas cilíndricas permitirá determinar el comportamiento y la reactividad que pueden surgir de los agregados con los álcalis del cemento, a fin de descartar y limitar el uso de cualquiera de los tipos de agregados a utilizarse para la fabricación de los bloques de concreto.

A continuación, se presenta la cantidad de muestras a ser evaluadas por cada proporción:

CANTIDAD DE PROBETAS CILÍNDRICAS ELABORADAS PROPORCIÓN CON CENIZA DE CAL 1 Y EN COMBINACIÓN CON ARENA SHOTCRETE							
PROPORCIÓN	CÓDIGO	COMPONENTES	EDAD EN DÍAS				TOTAL
			3	7	14	28	
1:6	PBC1-1	1 de Cemento, 6 de Ceniza de Cal 1 y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
1:7	PBC1-2	1 de Cemento, 7 de Ceniza de Cal 1 y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8

1:9	PBC1-3	1 de Cemento, 9 de Ceniza de Cal 1 y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
1:10	PBC1-4	1 de Cemento, 10 de Ceniza de Cal 1 y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
1:6 (50% CENIZA DE CAL 1, 50% ARENA SHOTCRETE)	P1	1 de Cemento, 3 de Ceniza de Cal 1, 3 de Arena Shotcrete y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
1:6 (25% CENIZA DE CAL 1, 75% ARENA SHOTCRETE)	P2	1 de Cemento, 1.5 de Ceniza de Cal 1, 4.5 de Arena Shotcrete y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
1:7 (50% CENIZA DE CAL 1, 50% ARENA SHOTCRETE)	P3	1 de Cemento, 3.5 de Ceniza de Cal 1, 3.5 de Arena Shotcrete y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
1:7 (25% CENIZA DE CAL 1, 75% ARENA SHOTCRETE)	P4	1 de Cemento, 1.75 de Ceniza de Cal 1, 5.25 de Arena Shotcrete y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
N° TOTAL DE PROBETAS REPRESENTATIVAS EXTRAÍDAS			16	16	16	16	64

CANTIDAD DE PROBETAS CILÍNDRICAS ELABORADAS PROPORCIÓN CON CENIZA DE CAL 2							
PROPORCIÓN	CÓDIGO	COMPONENTES	EDAD EN DÍAS				TOTAL
			3	7	14	28	
1:6	PBC2-1	1 de Cemento, 6 de Ceniza de Cal 2 y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8

1:7	PBC2-2	1 de Cemento, 7 de Ceniza de Cal 2 y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
1:9	PBC2-3	1 de Cemento, 9 de Ceniza de Cal 2 y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
1:10	PBC2-4	1 de Cemento, 10 de Ceniza de Cal 2 y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
1:11	PBC2-5	1 de Cemento, 11 de Ceniza de Cal 2 y Agua en la Proporción de 1:1	2	2	2	2	8
N° TOTAL DE PROBETAS REPRESENTATIVAS EXTRAÍDAS			10	10	10	10	40

Una vez evaluadas las proporciones en probetas cilíndricas, se procederá a fabricar bloques de concreto con una proporción tentativa, para corroborar la resistencia proyectada y poder determinar la proporción óptima. Finalmente se evaluará las propiedades físicas y mecánicas de los bloques elaborados con esta proporción, que verificarán la obtención de bloques de concreto tipo NP. Para ello se obtendrá la muestra de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 Artículo 5.4, la que indica que la cantidad mínima a ensayar por cada lote de hasta 50 millares de unidades, es de 10 unidades seleccionadas al azar, sobre las que se efectuarán las pruebas de Variación Dimensional, Alabeo, Resistencia a la Compresión y Absorción.

CANTIDAD DE MUESTRAS A ENSAYAR Y PRUEBAS A REALIZAR SEGÚN LA NORMA E.070 (R.N.E.) EN BLOQUES DE CONCRETO		
PRUEBAS	NORMATIVIDAD	CANTIDAD
Variación Dimensional	R.N.E. - E.070	10 unidades

Alabeo	R.N.E. - E.070	10 unidades (las mismas usadas en la prueba de Variación Dimensional)
Resistencia a La Compresión	R.N.E. - E.070	5 unidades (5 de las mismas usadas en las pruebas de Variación Dimensional y Alabeo)
Absorción	R.N.E. - E.070	5 unidades (5 de las mismas usadas en las pruebas de Variación Dimensional y Alabeo)
N° TOTAL DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS A ENSAYAR		10 UNIDADES

3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Se utilizará el **Método Experimental**, perteneciente a la clasificación del Método de Investigación Empírico; por presentar características como:

- “(...) el investigador crea las condiciones necesarias o adecua las existentes, para el esclarecimiento de las propiedades y relaciones del objeto, que son de utilidad en la investigación” (Espinoza y Toscano, 2015, p.47). Para lo cual se buscará una proporción con Ceniza de Cal que sea óptima para la fabricación de bloques de concreto tipo NP que pueden resultar con propiedades físicas y mecánicas aceptables a las Normas.
- “El investigador aísla el objeto y las propiedades que estudia, de la influencia de otros factores no esenciales que puedan enmascarar la esencia del mismo en opinión del investigador” (Espinoza y Toscano, 2015, p.47). Para esto se considerará la resistencia característica a compresión como factor determinante principal para la obtención de bloques de concreto tipo NP, por lo que se ensayarán con probetas cilíndricas como parte de la búsqueda de una proporción óptima que permita encontrar la resistencia adecuada, para obtener la resistencia real que se obtendría en bloques de concreto al calcularlo sobre el área bruta, se aplicará un factor de reducción a las resistencias obtenidas en las probetas cilíndricas. Por otro lado, se controlará el proceso de fabricación al momento de realizar las probetas cilíndricas en el laboratorio, así como al momento de fabricar las unidades con la proporción óptima, como parte de la verificación de la misma.

- “El investigador reproduce el objeto de estudio en condiciones controladas” (Espinoza y Toscano, 2015, p.47). Para ello se realizará la elaboración de concreto con Ceniza de Cal con las proporciones experimentales, controlando todos los aspectos técnicos, según las normativas vigentes, así como los factores de fabricación que influyen en la obtención de Bloques de Concreto.
- “Modifica las condiciones bajo las cuales tiene lugar el proceso o fenómeno de forma planificada” (Espinoza y Toscano, 2015, p.47). Para ello se propone 14 proporciones diferentes con Ceniza de Cal 1 y 2 y en combinaciones con Arena Shotcrete.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la presente investigación se utilizarán las **Técnicas Descriptivas**, ya que “(...) sirven para recoger, registrar y elaborar datos e información (...), así como para conducir experimentos con observaciones y registro de las variaciones del comportamiento, el control y cambio de las variables” (Rodríguez, 1986, citado por Valderrama, 2002, p.191), para nuestro caso la variación experimental de proporciones.

Así mismo, se utilizarán la **Técnica de la Observación**, cuyo instrumento de recolección de datos serán las **Fichas o Formularios de Observación**; la **Técnica de la Experimentación**, cuyo instrumento de recolección de datos será el **Material Experimental**; y la **Técnica de las Pruebas Estandarizadas propios de la Disciplina**, que tendrá **Instrumentos de medición específicos propios de la disciplina**, así como **Instrumentos de Mecánicos y Electrónicos de Medición** (Valderrama, 2002, p.194 y Hernández et. al., 2002, p.385). Este último tendrá su base en las Normas Técnicas Peruanas, Reglamento Nacional de Edificaciones y Normas ASTM; ya que se utilizarán procedimientos estandarizados normalizados para la determinación de las propiedades físicas y químicas de los agregados, así como para la elaboración de probetas experimentales, de los cuales se obtendrán datos de resistencia a la compresión, que también serán ensayados con procedimientos estandarizados normalizados; y finalmente una vez elaborado los bloques de concreto se determinarán las propiedades físicas y mecánicas a través de ensayos estandarizados normalizados.

En todo el desarrollo de la investigación se usarán fichas de observación y se utilizarán instrumentos de medición mecánicos y electrónicos que se pasarán a detallar a continuación:

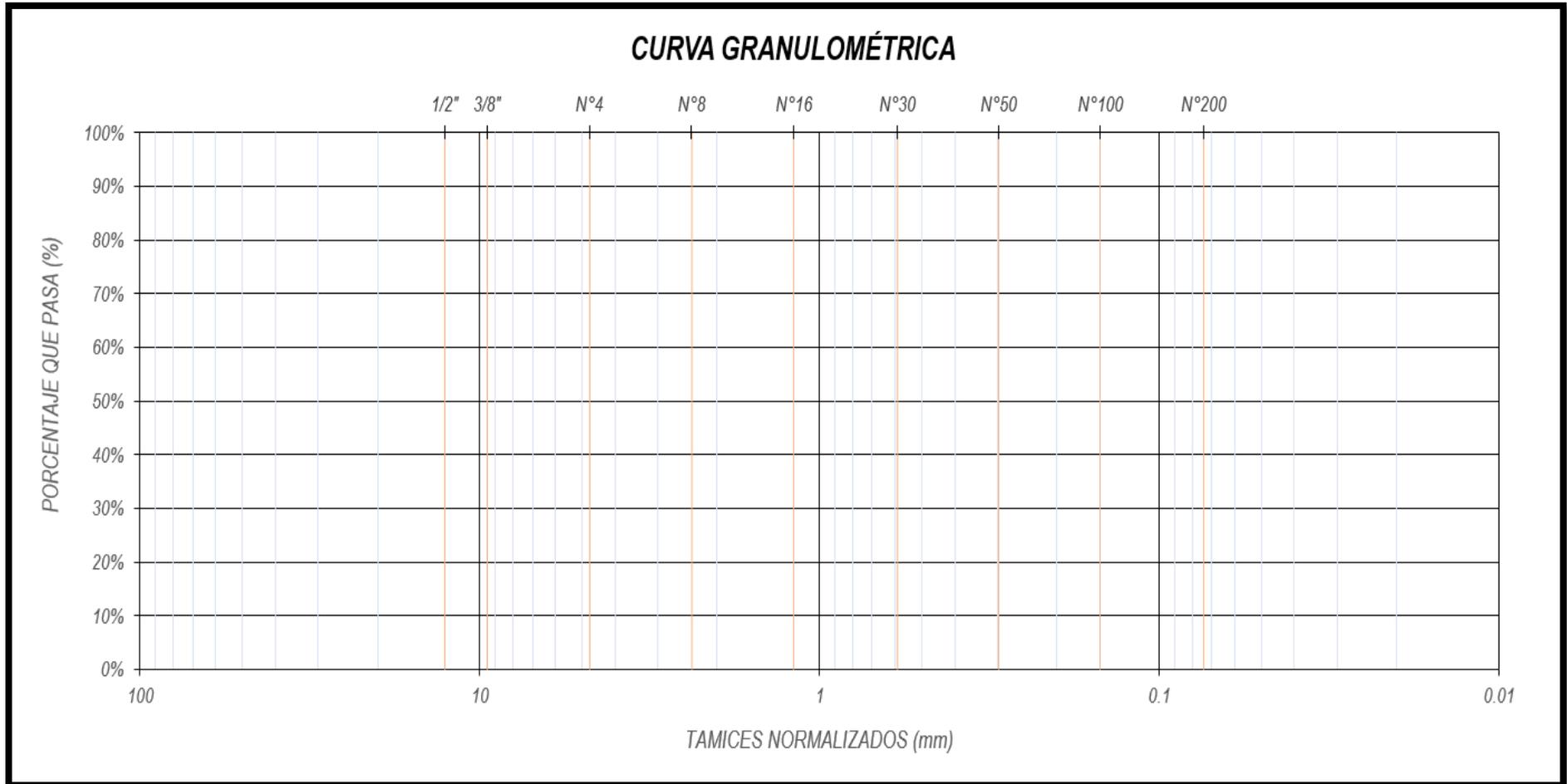
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 01

ANÁLISIS GRANUMOLÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO - NTP 400.012							
TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES NTP 400.037	
φ	mm					MÍNIMO	MÁXIMO
1/2"	12.700						
3/8"	9.525					100	100
N° 4	4.760					95	100
N° 8	2.380					80	100
N° 16	1.190					50	85
N° 30	0.590					25	60
N° 50	0.297					5	30
N° 100	0.149					0	10
N° 200	0.074						
FONDO							
TOTAL							

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 02

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO - NTP 400.022					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	A	gr			
PESO DEL PICNÓMETRO AFORADO LLENO DE AGUA	B	gr			
PESO TOTAL DEL PICNÓMETRO AFORADO CON LA MUESTRA Y LLENO DE AGUA	C	gr			
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	S	gr			
CÁLCULOS					
PESO ESPECÍFICO SECO	$A/(B+S-C)$	gr/cm ³			
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	$S/(B+S-C)$	gr/cm ³			
PESO ESPECÍFICO APARENTE	$A/(B+A-C)$	gr/cm ³			
PROMEDIO					
PESO ESPECÍFICO SECO		gr/cm ³			
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO		gr/cm ³			
PESO ESPECÍFICO APARENTE		gr/cm ³			

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 01



FICHA DE OBSERVACIÓN N° 03

ABSORCIÓN DEL AGREGADO - NTP 400.022					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	S	gr			
PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	A	gr			
CÁLCULOS					
ABSORCIÓN	$[(S-A)/A] \times 100$	%			
PROMEDIO					
ABSORCIÓN		%			

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 04

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO - NTP 400.017					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DEL RECIPIENTE	A	kg.			
PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA	B	kg.			
PESO DE LA MUESTRA	B-A	kg.			
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³			
CÁLCULOS					
PESO UNITARIO SUELTO	$(B-A)/C$	kg/m ³			
PROMEDIO					
PESO UNITARIO SUELTO		kg/m ³			

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 05

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO - NTP 400.017					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DEL RECIPIENTE	A	kg.			
PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA	B	kg.			
PESO DE LA MUESTRA	B-A	kg.			
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³			
CÁLCULOS					
PESO UNITARIO COMPACTADO	$(B-A)/C$	kg/m ³			
PROMEDIO					
PESO UNITARIO COMPACTADO		kg/m ³			

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 06

COMBINACIÓN DEL AGREGADO GLOBAL				
MUESTRA	% DE ARENA SHOTCRETE	PESO SECO ARENA SHOTCRETE	% DE CENIZA DE CAL 1	PESO SECO CENIZA DE CAL 1
M-1				
M-2				
M-3				
M-4				
M-5				

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 07

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO - NTP 339.185					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA NATURAL	A	gr			
PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	B	gr			
CÁLCULOS					
HUMEDAD	$[(A-B)/B] \times 100$	%			
PROMEDIO					
HUMEDAD		%			

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 08

PORCENTAJE DEL MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N° 200 POR LAVADO DE AGREGADOS - NTP 400.018					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL	A	gr			
PESO SECO DE LA MUESTRA LAVADA	B	gr			
CÁLCULOS					
MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N° 200	$[(A-B)/A] \times 100$	%			
PROMEDIO					
MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N° 200		%			

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 06

PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA COMBINACIÓN DEL AGREGADO GLOBAL - NTP 400.017							
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
PESO DEL RECIPIENTE	A	kg.					
PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA	B	kg.					
PESO DE LA MUESTRA	B-A	kg.					
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³					
CÁLCULOS							
PESO UNITARIO COMPACTADO	(B-A)/C	kg/m³					



FICHA DE OBSERVACIÓN N° 09

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" - NTP 339.183	
CÓDIGO:	
FECHA DE VACIADO:	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:6 1:CEMENTO 6:CENIZA DE CAL 1	1. CEMENTO (kg):
	2. CENIZA DE CAL 1 (kg):
	<i>Remojado 24 horas antes:</i>
	<i>Agua utilizada para remojado:</i>
	<i>Cantidad utilizada en el vaciado:</i>
	3. AGUA (Its):
	<i>Cantidad en proporción 1:1:</i>
	<i>Cantidad de agua aumentada:</i>
	4. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min):
	<i>Inicio:</i>
	<i>Fin:</i>
	<i>Tiempo transcurrido:</i>
	5. OBSERVACIONES:
	<i>Antes del vaciado:</i>
	<i>Durante el vaciado:</i>
<i>Después del vaciado:</i>	

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 11

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL CON LOS LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E.070						
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)						CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
LARGO (400 mm)		ANCHO (150 mm)		ALTO (200 mm)		
ENSAYO	NORMA	ENSAYO	NORMA	ENSAYO	NORMA	
	±2		±3		±2	<i>BLOQUE TIPO P</i>
	±4		±6		±4	<i>BLOQUE TIPO NP</i>
CONCLUSIÓN						
EL BLOQUE CLASIFICA COMO UN TIPO:						
OBSERVACIONES						

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 10

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034					
CÓDIGO:					
EDAD DE ROTURA:					
FECHA DE VACIADO:					
FECHA DE ROTURA:					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1:				
	D2:				
	PROMEDIO:				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01:					
N° 02	D1:				
	D2:				
	PROMEDIO:				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02:					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:					kg/cm ²
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AFECTADO POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA UN BLOQUE DE CONCRETO:					kg/cm ²

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 12

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE ALBEO CON LOS LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E.070				
ALBEO (mm)				CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
CONCAVIDAD (mm)		CONVEXIDAD (mm)		
ENSAYO	NORMA	ENSAYO	NORMA	
	MÁXIMO 4mm		MÁXIMO 4mm	BLOQUE TIPO P
	MÁXIMO 8mm		MÁXIMO 8mm	BLOQUE TIPO NP
CONCLUSIÓN				
EL BLOQUE CLASIFICA COMO UN TIPO:				
OBSERVACIONES				

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 11

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO - NTP 399.613 - RNE E.070															
DATOS															
BLOQUE	LARGO (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (mm)				
	L₁	L₂	L₃	L₄	\bar{L}	A₁	A₂	A₃	A₄	\bar{A}	H₁	H₂	H₃	H₄	\bar{H}
BC-1															
BC-2															
BC-3															
BC-4															
BC-5															
BC-6															
BC-7															
BC-8															
BC-9															
BC-10															
CÁLCULOS															
MUESTRA	LARGO PROMEDIO DE LA MUESTRA (mm):					ANCHO PROMEDIO DE LA MUESTRA (mm):					ALTURA PROMEDIO DE LA MUESTRA (mm):				
	LARGO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE (mm):					LARGO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE (mm):					LARGO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE (mm):				
	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%):					VARIACIÓN DIMENSIONAL (%):					VARIACIÓN DIMENSIONAL (%):				
OBSERVACIONES															

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 12

ALABEO DE BLOQUES DE CONCRETO - NTP 399.613 - RNE E.070						
DATOS						
BLOQUE	CONCAVIDAD (mm)			CONVEXIDAD (mm)		
	CARA SUPERIOR	CARA INFERIOR	PROMEDIO POR BLOQUE	CARA SUPERIOR	CARA INFERIOR	PROMEDIO POR BLOQUE
BC-1						
BC-2						
BC-3						
BC-4						
BC-5						
BC-6						
BC-7						
BC-8						
BC-9						
BC-10						
CÁLCULOS						
	PROMEDIO MUESTRA (mm):			PROMEDIO MUESTRA (mm):		
OBSERVACIONES						

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 13

ABSORCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO - NTP 399.604 - RNE E.070			
BLOQUE	DATOS		ABSORCIÓN POR BLOQUE (%)
	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO 24 HORAS EN AGUA (gr)	
BC-1			
BC-2			
BC-3			
BC-4			
BC-5			
CÁLCULOS			
ABSORCIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA A(%):			
OBSERVACIONES			

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 13

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE ABSORCIÓN CON LOS LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E.070		
ABSORCIÓN (%)		CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
ENSAYO	NORMA	
	< 12%	BLOQUE TIPO P
	< 15%	BLOQUE TIPO NP
CONCLUSIÓN		
EL BLOQUE CLASIFICA COMO UN TIPO:		
OBSERVACIONES		

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 14

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA - BLOQUE DE CONCRETO - NTP 399.604 - RNE E.070										
BLOQUE	LARGO (mm)			ANCHO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA ROTURA		f_b (kg/cm ²)
	L_1	L_2	\bar{L}	A_1	A_2	\bar{A}		kN	kg	
BC-6										
BC-7										
BC-8										
BC-9										
BC-10										
CÁLCULOS										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA (\bar{f}_b):										
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ):										
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V. %):										
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD (f'_b):										
OBSERVACIONES										

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 14

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN AXIAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA - BLOQUE DE CONCRETO - CON LOS LÍMITES MÍNIMOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E.070		
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (kg/cm²)		CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
ENSAYO	NORMA	
	<i>> 50 kg/cm²</i>	<i>BLOQUE TIPO P</i>
	<i>> 20 kg/cm²</i>	<i>BLOQUE TIPO NP</i>
CONCLUSIÓN		
EL BLOQUE CLASIFICA COMO UN TIPO:		
OBSERVACIONES		

Dentro de los instrumentos de medición para la recolección de datos de las propiedades físicas y químicas de los agregados, evaluación de la experimentación, y determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto fabricados, se encuentran diversos instrumentos, equipos y máquinas de laboratorio, de los cuales destacan:

- Balanzas de 15, 30 y 50 kg con aproximación de 1 g., utilizado para pesar las muestras (Figura 42).
- Serie de Tamices normalizados para análisis granulométrico que cumplan con la NTP 350.001 (Figura 43).
- Horno Eléctrico, graduable con una temperatura mínima de 110°C ± 5°C (Figura 44).
- Molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad, para la determinación de la muestra superficialmente seca del agregado fino (Figura 45).
- Picnómetro, con capacidad de 1000 ml para la determinación del peso específico (Figura 46).
- Recipiente cilíndrico de metal que cumpla con la NTP 400.017 y cuyo volumen sea conocido, el cuál será utilizado para el cálculo del peso unitario suelto y compactado (Figura 47).
- Gaveras estándar de 216 pulg³ (6" x 6" x 6"), 108 pulg³ (6" x 6" x 3"), 54 pulg³ (6" x 6" x 1.5") y 162 pulg³ (6" x 6" x 4.5") utilizados para el vaciado de proporciones experimentales en el laboratorio (Figura 48).

- Probeta graduada de 500 y 1000 ml utilizado para la medición de la cantidad del agua de mezclado del vaciado de proporciones experimentales (Figura 49).
- Calibrador Vernier metálico y regla metálica milimetrada, usado para la medición del diámetro de las probetas cilíndricas experimentales y para el ensayo de variación dimensional de los bloques de concreto (Figura 50).
- Cuña metálica milimetrada, utilizado para el ensayo de alabeo de los bloques de concreto (Figura 51).
- Máquina Eléctrica Digital para ensayo de compresión, utilizada para la rotura de probetas cilíndricas y bloques de concreto (Figura 52).
- Cono de Abrams, barra compactadora y flexómetro utilizado para la medición del asentamiento de la mezcla en el proceso de fabricación de los bloques de concreto (Figura 53).



Figura 42



Figura 43



Figura 44



Figura 45



Figura 46



Figura 47



Figura 48



Figura 49



Figura 50

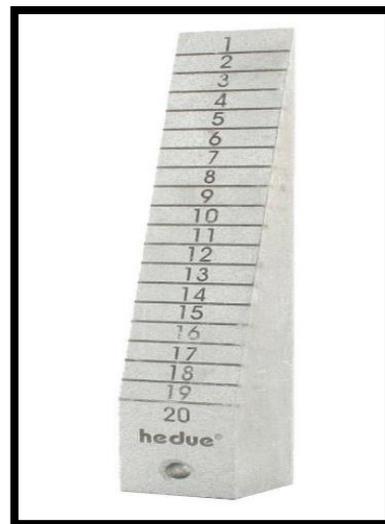


Figura 51



Figura 52



Figura 53

3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos en el desarrollo de la presente investigación, se extrajeron muestras de Ceniza de Cal 1 y 2, así como de Arena Shotcrete, de acuerdo a la normatividad NTP 400.010 Agregados. Extracción y preparación de las muestras, así también se extrajo material adicional para la posterior experimentación de proporciones con Ceniza de Cal 1 y 2 y en algunas combinaciones con Arena Shotcrete.

Se recogerán los datos de los ensayos físicos realizados de los materiales que se pretende usar en la experimentación, con el fin de determinar características con las que se observará el comportamiento de estos materiales como parte de las mezclas experimentales a hacer.

3.6.1. ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Con las propiedades físicas de los agregados se determinará las características de graduación, peso específico, peso suelto, humedad, absorción y otras que nos permitirán observar cómo es que se encuentran en su estado natural, algunos de estos datos serán tomados en cuenta dentro de la experimentación de proporciones. Las propiedades analizadas no limitarán el uso experimental de los agregados al momento de la elaboración de probetas.

3.6.1.1. Análisis Granulométrico de los Agregados

La determinación de la graduación del agregado para su uso en la fabricación de bloques de concreto, se seguirá de acuerdo con la normatividad NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Para lo cual se seguirá el siguiente procedimiento:

- a) Tomar la muestra de agregado extraída según la norma NTP 400.010, o cuatro veces la cantidad requerida en la siguiente tabla:

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Para la presente investigación se considerará agregados con un tamaño máximo nominal de 3/8". Según la tabla 3 presentada por Gallegos y Casabone, recomiendan utilizar agregados con tamaño máximo nominal retenido en la malla N° 4, pero en la experimentación realizada por el Programa Científico PC-CISMID de la Universidad Nacional de Ingeniería se utilizó confitillo como agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/8", se incrementó este porcentaje de material con el fin de generar mayor resistencia en el concreto.

La tabla anterior también definirá la cantidad mínima a utilizarse en el caso del agregado global, a la cual está referida los agregados para la presente investigación.

- b) Una vez obtenida la cantidad de muestra necesaria se procede a reducirla mediante la práctica normalizada NTP 400.043 AGREGADOS. Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo, para lo cual en la presente investigación se utilizará el Método B - Método del cuarteo. La cantidad de muestra utilizada para el ensayo será el resultado final de la reducción y no se permitirán cantidades exactas predeterminadas, las cuáles también se recomiendan que deben encontrarse en estado seco.

- c) Después de secar la muestra y cuartearla se procede a seleccionar los tamices adecuados para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado, en nuestro caso los tamices recomendados por Gallegos y Casabone y las utilizadas en la experimentación del Programa Científico PC-CISMID de la Universidad Nacional de Ingeniería son las que se recomiendan en las especificaciones de la norma NTP 400.037 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, destinadas a determinar la gradación del agregado fino para su uso en concreto, las cuáles con la 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N° 200, considerando que para nuestro caso se admitirá porcentajes retenidos en el tamiz de 3/8".
- d) Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior.
- e) Agitar los tamices manualmente o por medio de un agitador mecánico por un período suficiente a fin de que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz, se recomienda un tiempo de aproximadamente 10 minutos con la aplicación de movimientos horizontales y verticales.
- f) Por último, se procede a separar cada malla y pesar el material retenido en cada una de ellas aproximando al 0.1% de la masa total original de la muestra seca.
- g) Se verificará que la masa total de material retenido en cada tamiz, luego del tamizado, no difiera en más de 0.3% sobre la masa seca original de la muestra.

3.6.1.1.1. Análisis Granulométrico de Ceniza de Cal 1

Para el caso de la Ceniza de Cal 1 se observó que presenta mayor cantidad de material fino, lo cual a simples movimientos desprende medianas cantidades de polvo, que para este caso causan inmediata picazón en las fosas nasales y dolor de garganta, por lo que para la extracción de muestras y los ensayos respectivos se utilizaron mascarillas especiales. En su estado natural presenta un color rosado blanquecino, con tamaños máximos de hasta 2", siendo por ello necesario tamizarlo previamente o zarandearlo cuando se trata de volúmenes mayores.

Para ello, previo al análisis granulométrico se procedió a zarandear el material con una malla de 1/2" para obtener el material necesario de tamaño nominal máximo de 3/8". Se debe indicar que el material granular mayor al tamaño de 3/8" se encuentra presente entre un 5 a 10%, además de ello en la mayoría de veces este material se encuentra en estado seco, encontrándose en condiciones húmedas cuando se encuentran expuestas a lluvias, ya que se encuentran a la intemperie; aun así, los porcentajes de humedad son relativamente bajos.

Para nuestro caso se realizó el ensayo con 3 muestras de M1: 1168 g., M2: 1267 g. y M3: 1500 g., cantidades resultantes del procedimiento de cuarteo; ya que se requiere una cantidad mínima de 1000 g. para agregados con tamaño máximo nominal de 3/8"; de los cuáles se promediarán las tres muestras para obtener los datos para la curva granulométrica. Los datos recolectados se mostrarán en cuadros siguientes.

De las muestras ensayadas se tiene que, según el punto 6.1.1. y 8.7 de la NTP 400.012 en la que nos venimos basando para realizar los ensayos, se indica que la aproximación con la que se pesará las cantidades retenidas en cada tamiz será de 0,1 g. o 0.1% de la masa de la muestra, cualquiera que resulte mayor; por lo que calculando el 0.1% de cada una de las muestras, se obtiene para la muestra M1: 1,168gr. para la muestra M2: 1,267 g. y para la muestra M3: 1,50 g.; por lo que, la aproximación de los pesos retenidos se realizará a 1 g.

Además, el numeral 8.7 de la misma norma señala que la masa acumulada de todos los tamices al final del tamizado no deberá diferir en más de 0.3% de la masa original; por lo que para la muestra M1 se tiene un peso máximo de diferencia de 3,504 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 1gr. por lo cual se aceptan estos resultados; para la muestra M2 se tiene un peso máximo de diferencia de 3,801 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 0 g. por lo cual se aceptan estos resultados; y para la muestra M3 se tiene un peso máximo de diferencia de 4,5 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 2 g. por lo cual también se aceptan estos resultados.

3.6.1.1.2. Análisis Granulométrico de Ceniza de Cal 2

Para el caso de la Ceniza de Cal 2, también se observó durante la extracción de muestras y la obtención de material para la experimentación que presenta mayor cantidad de material fino, desprendiéndose pequeñas cantidades de polvo al ser agitado, sin presentar demasiado malestar en las fosas como se presenta de una forma muy marcada al manipular la Ceniza de Cal 1, diferenciándose también del anterior por un color rojizo mucho más marcado; por lo que para su manipulación y extracción se tuvieron que utilizar mascarillas simples contra polvo. Al igual que el material anterior, en su estado natural se puede encontrar material granular con tamaños máximos de hasta 2" en cantidades de 5 a 7%, en menores cantidades que el material anterior.

Es por ello que también, previo al uso de este material para los ensayos de granulometría y la posterior experimentación con este material, se tuvo que zarandear con una malla de 1/2" para obtener un material con tamaño máximo nominal de 3/8", con los cuáles se pueda proceder a realizar los ensayos. También se debe indicar que en la mayoría de veces este material se encuentra en un estado seco, encontrándose en ocasiones en estado húmedo, afectado por las lluvias, ya que es un material que se encuentra a la intemperie; aun así, es característico del material, al ser un material muy fino y absorbente, secarse rápido después de entrar en contacto con las lluvias.

Para la presente investigación se realizó el ensayo de granulometría con 3 muestras de M1: 1965 g., M2: 2061 g. y M3: 1479 g., cantidades resultantes del procedimiento de cuarteo, ya que la normatividad indica que se requiere una cantidad mínima de 1000 g. para agregados con tamaño máximo nominal de 3/8"; de las tres muestras ensayadas se promediarán para la obtención de datos de la curva granulométrica. Los datos recolectados se mostrarán en los cuadros siguientes.

Según a lo indicado y realizado en el agregado anterior, se calcula el 0.1% de cada una de las muestras, obteniéndose para la muestra M1: 1,965 g. para la muestra M2: 2,061 g. y para la muestra M3: 1,479 g.; por lo que, la aproximación de los pesos retenidos se realizará a 1g.

Así también, según a lo indicado y realizado con el agregado anterior conforme al numeral 8.7 de la norma que se sigue, se tiene para la muestra M1 un peso máximo de diferencia de 5,895 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 3 g. por lo cual se aceptan estos resultados; para la muestra M2 un peso máximo de diferencia de 6,183 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 2 g. por lo cual se aceptan estos resultados; y para la muestra M3 un peso máximo de diferencia de 4,437 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 2 g. por lo cual se aceptan estos resultados.

3.6.1.1.3. Análisis Granulométrico de Arena Shotcrete

La Arena Shotcrete como se indicó en el marco teórico, es un material que sirve como agregado para la producción de concreto lanzado conocido como Shotcrete y presenta su propia graduación según la ACI 506R - Guide to Shotcrete, que para el caso de la cantera de donde se pretende tomar este agregado para nuestra experimentación se caracteriza por presentar la graduación N° 2. Se optó por tomar este material como parte de esta investigación, por tener las referencias de presentar menor variabilidad de graduación al momento de adquirir este agregado en diferentes volúmenes, ya que se caracteriza por un control adecuado de graduación al momento de su producción. Además de ello es un material disponible al alcance de los pequeños productores que pretendan utilizarlo para otros fines.

Este agregado se caracteriza por presentar un tamaño máximo nominal de 3/8" y normalmente se encuentra en condiciones húmedas en su estado natural, por lo cual, para realizar los distintos ensayos de control de agregados, incluyendo este, se tuvo que realizar el secado respectivo.

Para la presente investigación se realizó este ensayo con 3 muestras de M1: 1046 g., M2: 1024 g. y M3: 1261 g., cantidades resultantes del procedimiento de cuarteo; ya que se requiere una cantidad mínima de 1000 g. para agregados con tamaño máximo nominal de 3/8"; de los cuáles se promediarán las tres muestras para obtener los datos para la curva granulométrica. Los datos recolectados se mostrarán en cuadros siguientes.

Según a lo indicado y realizado en el agregado anterior, se calcula el 0.1% de cada una de las muestras, obteniéndose para la muestra M1: 1,046 g. para la muestra M2: 1,024 g. y para la muestra M3: 1,261 g.; por lo que, la aproximación de los pesos retenidos se realizará a 1 g.

Así también, según a lo indicado y realizado con los agregados anteriores conforme al numeral 8.7 de la norma que se sigue, se tiene para la muestra M1 un peso máximo de diferencia de 3,138 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 0 g. por lo cual se aceptan estos resultados; para la muestra M2 un peso máximo de diferencia de 3,072 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 0 g. por lo cual se aceptan estos resultados; y para la muestra M3 un peso máximo de diferencia de 3,783 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 0 g. por lo cual se aceptan estos resultados.

3.6.1.1.4. Análisis Granulométrico de la Combinación de Agregados - Ceniza de Cal 1 y Arena Shotcrete

Se analizó la granulometría del agregado resultado de la combinación de Ceniza de Cal 1 y Arena Shotcrete. Para lo cual se realizó el ensayo de peso unitario compactado, la cual se detallará más adelante, y de la que se obtuvieron como resultado de compacidad máxima, la combinación de 50% de Ceniza de Cal 1 con 50% de Arena Shotcrete y 25% de Ceniza de Cal 1 y 75% de Arena Shotcrete, con las cuáles también se elaboraron las probetas cilíndricas experimentales para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto.

Para el caso de la combinación 50% Ceniza de Cal 1 y 50% de Arena Shotcrete se realizó el ensayo de granulometría con 3 muestras de M1: 1169 g., M2: 1194 g. y M3: 1168 g., cantidades resultantes del procedimiento de cuarteo; ya que se requiere una cantidad mínima de 1000 g. para agregados con tamaño máximo nominal de 3/8"; de los cuáles se promediarán las tres muestras para obtener los datos para la curva granulométrica. Los datos recolectados se mostrarán en tablas siguientes.

Según a lo indicado y realizado en los agregados anteriores, se calcula el 0.1% de cada una de las muestras, obteniéndose para la muestra M1: 1,169 g. para la

muestra M2: 1,194 g. y para la muestra M3: 1,168 g.; por lo que, la aproximación de los pesos retenidos se realizará a 1 g.

Así también, según a lo indicado y realizado en los agregados anteriores conforme al numeral 8.7 de la norma que se sigue, se tiene para la muestra M1 un peso máximo e diferencia de 3,507 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 1 g. por lo cual se aceptan estos resultados; para la muestra M2 se tiene un peso máximo de diferencia de 3,582 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 0 g. por lo cual se aceptan estos resultados; y para la muestra M3 un peso máximo de diferencia de 3,504 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 0 g. por lo cual se aceptan estos resultados.

Para el caso de la combinación 25% Ceniza de Cal 1 y 75% de Arena Shotcrete se realizó el ensayo de granulometría con 3 muestras de M1: 1355 g., M2: 1316 g. y M3: 1169 g., cantidades resultantes del procedimiento de cuarteo; ya que se requiere una cantidad mínima de 1000 g. para agregados con tamaño máximo nominal de 3/8"; de los cuáles se promediarán las tres muestras para obtener los datos para la curva granulométrica. Los datos recolectados se mostrarán en tablas siguientes.

Según a lo indicado y realizado en el agregado anterior, se calcula el 0.1% de cada una de las muestras, obteniéndose para la muestra M1: 1,355 g. para la muestra M2: 1,316 g. y para la muestra M3: 1,169 g.; por lo que, la aproximación de los pesos retenidos se realizará a 1 g.

Así también, según a lo indicado y realizado en los agregados anteriores conforme al numeral 8.7 de la norma que se sigue, se tiene para la muestra M1 un peso máximo de diferencia de 4,065 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 0 g. por lo cual se aceptan estos resultados; para la muestra M2 un peso máximo de diferencia de 3,948 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 0 g. por lo cual se aceptan estos resultados; y para la muestra M3 un peso máximo de diferencia de 3,507 g. y una diferencia de la masa acumulada en los tamices con la masa original de 0 g. por lo cual se aceptan estos resultados.



Muestreo de
Ceniza de
Cal 1 y 2 en
Canteras de
Sacra
Familia

Muestreo de
Arena
Shotcrete en
Canteras de
Cochamarca

Procedimiento
de Análisis
Granulométrico
(abajo)



CENIZA DE CAL 1					
MUESTRAS PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMICES		M1	M2	M3	PROMEDIO
Φ	mm	1168 g.	1267 g.	1500 g.	1311,667 g.
1/2"	12.700	-	-	-	-
3/8"	9.525	40 g.	102 g.	89 g.	77,000 g.
N° 4	4.760	271 g.	450 g.	407 g.	376,000 g.
N° 8	2.380	295 g.	282 g.	376 g.	317,667 g.
N° 16	1.190	188 g.	148 g.	220 g.	185,333 g.
N° 30	0.590	104 g.	77 g.	111 g.	97,333 g.
N° 50	0.297	65 g.	45 g.	66 g.	58,667 g.
N° 100	0.149	47 g.	36 g.	52 g.	45,000 g.
N° 200	0.074	38 g.	32 g.	46 g.	38,667 g.
FONDO		119 g.	95 g.	131 g.	115,000 g.
TOTAL		1167 g.	1267 g.	1498 g.	1310,667 g.
DIFERENCIA MÁXIMA		3,504 g.	3,801 g.	4,5 g.	3,935 g.
DIFERENCIA MUESTRA		1,000 gr.	0,000 g.	2,000 g.	1,000 g.
MUESTRA ACEPTABLE		OK	OK	OK	OK

CENIZA DE CAL 2					
MUESTRAS PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMICES		M1	M2	M3	PROMEDIO
Φ	mm	1965 g.	2061 g.	1479 g.	1835,000 gr.
1/2"	12.700	-	-	-	-
3/8"	9.525	30 g.	36 g.	26 g.	30,667 g.
N° 4	4.760	280 g.	195 g.	218 g.	231,000 g.
N° 8	2.380	433 g.	372 g.	355 g.	386,667 g.
N° 16	1.190	405 g.	442 g.	298 g.	381,667 g.
N° 30	0.590	279 g.	348 g.	197 g.	274,667 g.
N° 50	0.297	187 g.	283 g.	136 g.	202,000 g.
N° 100	0.149	135 g.	285 g.	89 g.	169,667 g.
N° 200	0.074	139 g.	67 g.	83 g.	96,333 g.
FONDO		74 g.	31 g.	75 g.	60,000 g.
TOTAL		1962 g.	2059 g.	1477 g.	1832,667 g.
DIFERENCIA MÁXIMA		5,895 g.	6,183 g.	4,437 g.	5,505 g.
DIFERENCIA MUESTRA		3,000 g.	2,000 g.	2,000 g.	2,333 g.
MUESTRA ACEPTABLE		OK	OK	OK	OK

ARENA SHOTCRETE					
MUESTRAS PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMICES		M1	M2	M3	PROMEDIO
Φ	mm	1046 g.	1024 g.	1261 g.	1110,333 g.
1/2"	12.700	-	-	-	-
3/8"	9,525	5 g.	6 g.	13 g.	8,000 g.
N° 4	4.760	194 g.	258 g.	257 g.	236,333 g.
N° 8	2.380	272 g.	278 g.	361 g.	303,667 g.
N° 16	1.190	198 g.	177 g.	227 g.	200,667 g.
N° 30	0.590	164 g.	135 g.	177 g.	158,667 g.
N° 50	0.297	151 g.	122 g.	163 g.	145,333 g.
N° 100	0.149	52 g.	38 g.	52 g.	47,333 g.
N° 200	0.074	7 g.	6 g.	7 g.	6,667 g.
FONDO		3 g.	4 g.	4 g.	3,667 g.
TOTAL		1046 g.	1024 g.	1261 g.	1110,333 g.
DIFERENCIA MÁXIMA		3,138 g.	3,072 g.	3,783 g.	3,331 g.
DIFERENCIA MUESTRA		0,000 g.	0,000 g.	0,000 g.	0,000 g.
MUESTRA ACEPTABLE		OK	OK	OK	OK

COMBINACIÓN DE AGREGADOS					
50% CENIZA DE CAL 1, 50% ARENA SHOTCRETE					
MUESTRAS PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMICES		M1	M2	M3	PROMEDIO
Φ	mm	1169 g.	1194 g.	1168 g.	1177,000 g.
1/2"	12.700	-	-	-	-
3/8"	9,525	39 g.	23 g.	24 g.	28,667 g.
N° 4	4.760	269 g.	193 g.	218 g.	226,667 g.
N° 8	2.380	289 g.	277 g.	274 g.	280,000 g.
N° 16	1.190	191 g.	225 g.	208 g.	208,000 g.
N° 30	0.590	133 g.	176 g.	156 g.	155,000 g.
N° 50	0.297	113 g.	143 g.	132 g.	129,333 g.
N° 100	0.149	49 g.	61 g.	59 g.	56,333 g.
N° 200	0.074	41 g.	54 g.	28 g.	41,000 g.
FONDO		44 g.	42 g.	69 g.	51,667 g.
TOTAL		1168 g.	1194 g.	1168 g.	1176,667 g.
DIFERENCIA MÁXIMA		3,507 g.	3,582 g.	3,504 g.	3,531 g.
DIFERENCIA MUESTRA		1,000 g.	0,000 g.	0,000 g.	0,333 g.
MUESTRA ACEPTABLE		OK	OK	OK	OK

COMBINACIÓN DE AGREGADOS 25% CENIZA DE CAL 1, 75% ARENA SHOTCRETE MUESTRAS PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMICES		M1	M2	M3	PROMEDIO
Φ	mm	1355 g.	1316 g.	1169 g.	1280,000 g.
1/2"	12.700	-	-	-	-
3/8"	9,525	33 g.	22 g.	32 g.	29,000 g.
N° 4	4.760	231 g.	203 g.	235 g.	223,000 g.
N° 8	2.380	299 g.	289 g.	270 g.	286,000 g.
N° 16	1.190	246 g.	245 g.	197 g.	229,333 g.
N° 30	0.590	213 g.	214 g.	168 g.	198,333 g.
N° 50	0.297	204 g.	212 g.	162 g.	192,667 g.
N° 100	0.149	81 g.	79 g.	62 g.	74,000 g.
N° 200	0.074	33 g.	32 g.	27 g.	30,667 g.
FONDO		15 g.	20 g.	16 g.	17,000 g.
TOTAL		1355 g.	1316 g.	1169 g.	1280,000 g.
DIFERENCIA MÁXIMA		4,065 g.	3,948 g.	3,507 g.	3,840 g.
DIFERENCIA MUESTRA		0,000 g.	0,000 g.	0,000 g.	0,000 g.
MUESTRA ACEPTABLE		OK	OK	OK	OK

3.6.1.2. Peso Unitario Suelto de los Agregados

Este método nos permitirá determinar la masa por unidad de volumen o densidad de los agregados. Esta característica, mide la masa de una unidad de volumen de la masa material del agregado, en la que el volumen incluye el volumen de las partículas individuales en condiciones sueltas, no compactadas, y el volumen de vacío que existe entre estas partículas, esta característica se expresa en kg/m^3 . Esta propiedad, nos servirá al momento de calcular la cantidad de material a utilizarse en la experimentación de proporciones, así como también referenciar cierta cantidad de peso de material requerido previo a la fabricación de los bloques y cuando se dosifique los materiales en volumen; ya que se debe entender que es poco probable contar con una balanza para pesar los materiales al momento de la dosificación de la mezcla, característica que generaliza a todos los fabricantes al momento de la elaboración de estas unidades.

Para la determinación de esta propiedad se seguirá lo estipulado en la normativa NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad

de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados, el cual señala lo siguiente:

- a) Se deberá requerir con los siguientes materiales: una balanza con graduación de al menos 0,05 kg.; un recipiente cilíndrico de metal, provisto de asas, con una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso con una altura menor al 80% ni mayor al 150% de esta, para esto se presentan límites de capacidad según el tamaño nominal máximo del agregado; y por último se deberá contar con una pala o cucharón.

T nominal máx. del agregado		Capacidad del recipiente ^A	
mm	pulg	m ³	p ³
12,5	1/2	0,0028 (2,8)	1/10
25,0	1	0,0093 (9,3)	1/3
37,5	1 ½	0,0140 (14)	½
75	3	0,0280 (28)	1
100	4	0,0700 (70)	2 ½
125	5	0,1000 (100)	3 ½

^ALos tamaños indicados de los recipientes serán usados para ensayar agregados de un tamaño nominal máximo igual o menor de los listados. El volumen actual del recipiente será al menos 95 % del volumen nominal listado.

- b) La muestra extraída según la NTP 400.010, se reducirá al tamaño de ensayo siguiendo la práctica normalizada NTP 400.043, por el método B o método del cuarteo para nuestro caso, la cual será de 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente, que para nuestro caso se usará un recipiente de 14 litros, siendo 2,8 litros el volumen mínimo del recipiente a usarse para agregados con tamaño máximo nominal de 1/2" y menores, por lo cual nos encontramos en el rango adecuado.
- c) El material para el caso de la Ceniza de Cal 1 y 2 deberá de zarandearse con una malla de 1/2" para obtener un material con tamaño máximo nominal de 3/8", con los cuáles se pueda proceder a realizar este ensayo, tal como se realizó en el ensayo anterior.
- d) Seguido de esto se procederá a secar la muestra, preferiblemente con una estufa a 110°C ± 5°C.
- e) Pesar el balde metálico vacío y registrar el valor con exactitud de 0,05 kg., para nuestro caso el balde tiene un peso constante de 8,25 kg. y un volumen

constante de 0,014 m³ o 14 litros, esta se encuentra certificada y será utilizada para determinar esta propiedad en todos los agregados.

- f) Llenar el balde vacío con una pala o cucharón en una sola capa hasta rebosar, descargando el agregado de una altura que no exceda los 50 mm del borde superior del mismo, previniendo la segregación del tamaño de partículas que constituyan la muestra.
- g) Nivelar la superficie del agregado eliminando el material sobrante con los dedos o una espátula, equilibrando cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso con los vacíos que pudieran existir en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.
- h) Pesar el recipiente más el contenido y determinar el peso neto del agregado llenado, registrar los valores con exactitud de 0,05 kg.
- i) El peso unitario es el producto del peso neto de la muestra suelta por el inverso del volumen del balde metálico. Se presentará los resultados de densidad de masa con exactitud de 10 kg/m³, la precisión que se tomará en cuenta será que la desviación estándar de los ensayos realizados en un mismo laboratorio tanto para agregado grueso y fino sea de 14 kg/m³ y los resultados de 2 ensayos apropiadamente conducidos por el mismo operador sobre un material similar no diferirán por más de 40 kg/m³.

3.6.1.2.1. Peso Unitario Suelto de Ceniza de Cal 1, 2 y Arena Shotcrete

Se realizó el procedimiento indicado en los tres tipos de agregados, para lo cual se ensayaron tres muestras de cada uno de los tipos para obtener un promedio de los mismos, obteniéndose los siguientes datos:

CENIZA DE CAL 1 MUESTRAS PARA PESO UNITARIO SUELTO				
DATOS	UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DEL RECIPIENTE</i>	<i>kg.</i>	<i>8,25</i>	<i>8,25</i>	<i>8,25</i>
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA</i>	<i>kg.</i>	<i>23,75</i>	<i>23,85</i>	<i>24,05</i>
<i>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</i>	<i>m³</i>	<i>0,014</i>	<i>0,014</i>	<i>0,014</i>

CENIZA DE CAL 2 MUESTRAS PARA PESO UNITARIO SUELTO				
DATOS	UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DEL RECIPIENTE</i>	<i>kg.</i>	<i>8,25</i>	<i>8,25</i>	<i>8,25</i>
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA</i>	<i>kg.</i>	<i>24,75</i>	<i>24,90</i>	<i>24,70</i>
<i>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</i>	<i>m³</i>	<i>0,014</i>	<i>0,014</i>	<i>0,014</i>

ARENA SHOTCRETE MUESTRAS PARA PESO UNITARIO SUELTO				
DATOS	UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DEL RECIPIENTE</i>	<i>kg.</i>	<i>8,25</i>	<i>8,25</i>	<i>8,25</i>
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA</i>	<i>kg.</i>	<i>32,95</i>	<i>33,00</i>	<i>33,00</i>
<i>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</i>	<i>m³</i>	<i>0,014</i>	<i>0,014</i>	<i>0,014</i>

3.6.1.3. Peso Unitario Compactado de los Agregados

Al igual que el ensayo anterior, esta propiedad nos permitirá determinar la masa por unidad de volumen o densidad de los agregados en estado compactado. Esta característica, mide la masa de una unidad de volumen material del agregado cuando el grado de acomodamiento de este haya sido incrementado lo suficiente, esta unidad de volumen al igual que la propiedad anterior también incluye el volumen de vacíos que existe entre las partículas, pero en porcentaje menor, dado que se encuentran mejor acomodadas unas con otros, esta característica se expresa en kg/m³. Esta propiedad, nos permitirá evaluar la densidad máxima que pueden alcanzar los agregados, generándose esta con la acción de compactar las muestras, permitiéndonos encontrar una densidad máxima compatible con una buena trabajabilidad que pueda tener el concreto; para ello se analizará y determinará esta propiedad en cada agregado por separado y también en la combinación de agregados, para evaluar que combinación será la que genere la máxima densidad posible, a fin de obtener una mayor resistencia en el concreto que se produzca con estos agregados.

Para la determinación de esta propiedad se seguirá lo estipulado en la normativa NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad

de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados, el cual señala lo siguiente:

- a) Se deberá requerir con los siguientes materiales: una balanza con graduación de al menos 0,05 kg.; una varilla de apisonado de 16 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud, teniendo uno o ambos extremos redondeados de forma semiesférica; un recipiente cilíndrico de metal, con condiciones iguales a la del ensayo anterior; y por último se deberá contar con una pala o cucharón.
- b) La muestra será extraída según la NTP 400.010 y se reducirá al tamaño de ensayo siguiendo la práctica normalizada NTP 400.043, por el método B o método del cuarteo para nuestro caso, la cual será de 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente, que para nuestro caso será de 14 litros, cumpliendo con la tabla y los rangos mínimos estipulados en el ensayo anterior.
- c) El material para el caso de la Ceniza de Cal 1 y 2 deberá de zarandearse con una malla de 1/2" para obtener un material con tamaño máximo nominal de 3/8", con los cuáles se pueda proceder a realizar este ensayo, tal como se señaló en ensayos anteriores.
- d) Seguido de esto se procederá a secar la muestra, preferiblemente con una estufa a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- e) Pesar el balde metálico vacío y registrar el valor con exactitud de 0,05 kg., para nuestro caso el balde tiene un peso constante de 8,25 kg. y un volumen constante de 0,014 m³ o 14 litros, esta se encuentra certificada y será utilizada para determinar esta propiedad en todos los agregados.
- f) Para seleccionar el procedimiento de compactación se tendrá en cuenta que, para agregados que presentan un tamaño máximo nominal de 37.5 mm (1 1/2") o menores se usará el procedimiento de apisonado, y para agregados que presentan un tamaño máximo nominal mayores a 37.5 mm y menores a 125 mm (5") se usará el procedimiento de percusión. Para nuestro caso utilizaremos el procedimiento de apisonado por tener un tamaño máximo nominal de 3/8" para todos los agregados.

- g) Llenar el balde vacío a un tercio del total y nivelar la superficie con los dedos, seguidamente apisonar la capa de agregado con 25 golpes de la varilla de apisonado uniformemente distribuidos sobre la superficie, procurar no golpear con fuerza el fondo del recipiente con la varilla, realizar el mismo procedimiento en el segundo tercio del total y finalmente llenar el recipiente con la tercera capa a sobre volumen y realizar el mismo procedimiento, en el apisonado de la 2da y 3era capa, usar un esfuerzo vigoroso, sin causar la penetración de la varillas a las capas anteriores.
- h) Nivelar la superficie del agregado eliminando el material sobrante con los dedos o una espátula, equilibrando cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso con los vacíos que pudieran existir en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.
- i) Pesar el recipiente más el contenido y determinar el peso neto del agregado llenado, registrar los valores con exactitud de 0,05 kg.
- j) El peso unitario es el producto del peso neto de la muestra suelta por el inverso del volumen del balde metálico. Se deberá tener en cuenta la misma precisión y sesgo indicado para el ensayo anterior.





Procedimiento del Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado de Ceniza de Cal 1, 2 y Arena Shotcrete

3.6.1.3.1. Peso Unitario Compactado de Ceniza de Cal 1, 2 y Arena Shotcrete

Se realizó el procedimiento indicado para los tres tipos de agregados, para lo cual se ensayaron tres muestras de cada uno de los tipos para obtener un promedio de los mismos, obteniéndose los siguientes datos:

CENIZA DE CAL 1				
MUESTRAS PARA PESO UNITARIO COMPACTADO				
DATOS	UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DEL RECIPIENTE	kg.	8,25	8,25	8,25
PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA	kg.	27,50	27,70	27,65
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m ³	0,014	0,014	0,014

CENIZA DE CAL 2				
MUESTRAS PARA PESO UNITARIO COMPACTADO				
DATOS	UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DEL RECIPIENTE	kg.	8,25	8,25	8,25
PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA	kg.	27,60	27,85	27,90
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m ³	0,014	0,014	0,014

ARENA SHOTCRETE MUESTRAS PARA PESO UNITARIO COMPACTADO				
DATOS	UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DEL RECIPIENTE</i>	<i>kg.</i>	<i>8,25</i>	<i>8,25</i>	<i>8,25</i>
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA</i>	<i>kg.</i>	<i>35,75</i>	<i>35,70</i>	<i>35,85</i>
<i>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</i>	<i>m³</i>	<i>0,014</i>	<i>0,014</i>	<i>0,014</i>

3.6.1.3.2. Peso Unitario Compactado de la Combinación de Agregados - Ceniza de Cal 1 y Arena Shotcrete

Se evaluó la combinación de Ceniza de Cal 1 en combinaciones con Arena Shotcrete, con el fin de determinar, que porcentaje de ambos genera la máxima densidad posible, para después evaluar las proporciones de concreto con los porcentajes de material que se encuentre; a fin de obtener una mayor resistencia al momento de producir el concreto; ya que, al momento de fabricar los bloques, el material estará sometido a vibración y compactación.

Para esto se propuso 5 combinaciones de ambos materiales, en porcentajes que se muestran en el cuadro siguiente:

COMBINACIÓN	PORCENTAJE CENIZA DE CAL 1	PORCENTAJE ARENA SHOTCRETE
<i>1° COMBINACIÓN</i>	<i>75 %</i>	<i>25 %</i>
<i>2° COMBINACIÓN</i>	<i>50 %</i>	<i>50 %</i>
<i>3° COMBINACIÓN</i>	<i>25 %</i>	<i>75 %</i>
<i>4° COMBINACIÓN</i>	<i>20 %</i>	<i>80 %</i>
<i>5° COMBINACIÓN</i>	<i>10 %</i>	<i>90 %</i>

Se procedió a calcular la cantidad de masa total a tenerse en cuenta para el proporcionamiento del porcentaje de cada material, por lo que luego de haberse calculado el peso unitario compactado de la Arena Shotcrete y la Ceniza de Cal 1 se tomó el máximo de los dos, siendo 1957,14 kg/m³ el peso unitario máximo; por lo que multiplicando este por el volumen constante del balde metálico se obtiene 27,39 kg de material; finalmente se decidió tomar 30 kg como material total de ambas combinaciones, los porcentajes en peso de cada uno de los agregados combinados se muestra a continuación:

COMBINACIÓN	CANTIDAD EN PESO CENIZA DE CAL 1	CANTIDAD EN PESO ARENA SHOTCRETE
1° COMBINACIÓN 75% CENIZA DE CAL 1 25% ARENA SHOTCRETE	22,50 kg.	7,50 kg.
2° COMBINACIÓN 50% CENIZA DE CAL 1 50% ARENA SHOTCRETE	15,00 kg.	15,00 kg.
3° COMBINACIÓN 25% CENIZA DE CAL 1 75% ARENA SHOTCRETE	7,50 kg.	22,50 kg.
4° COMBINACIÓN 20% CENIZA DE CAL 1 80% ARENA SHOTCRETE	6,00 kg.	24,00 kg.
5° COMBINACIÓN 90% CENIZA DE CAL 1 10% ARENA SHOTCRETE	3,00 kg.	27,00 kg.

Seguidamente se procedió a mezclar cada una de las combinaciones propuestas y se realizó el procedimiento indicado por la norma para la obtención del peso unitario compactado de cada una de las combinaciones.

De las muestras ensayadas, se obtuvieron los siguientes datos:

COMBINACIÓN DE AGREGADOS CENIZA DE CAL 1 - ARENA SHOTCRETE MUESTRAS PARA PESO UNITARIO COMPACTADO		
DATOS	UND.	MUESTRA COMBINADA
<i>PESO DEL RECIPIENTE</i>	kg.	8.25
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA - 1° COMBINACIÓN</i>	kg.	29.35
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA - 2° COMBINACIÓN</i>	kg.	31.50
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA - 3° COMBINACIÓN</i>	kg.	33.65
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA - 4° COMBINACIÓN</i>	kg.	33.90
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA - 5° COMBINACIÓN</i>	kg.	34.90
<i>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</i>	m ³	0.014

3.6.1.4. Peso Específico de los Agregados

Esta propiedad nos permitirá determinar la densidad promedio de la porción esencialmente sólida de una cantidad de partículas de agregado, fino o grueso, sin incluir el volumen de vacíos existentes entre las partículas. Se debe señalar que son diferentes los procedimientos a realizar en agregado grueso y fino para la determinación de esta propiedad; por lo que para nuestro caso se seguirá el procedimiento establecido para agregado fino en la norma NTP 400.022 Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino; ya que los agregados que se pretenden estudiar presentan alto porcentaje de material fino, siendo agregados globales con partículas gruesas únicamente de tamaño de 3/8". En el caso de la Ceniza de Cal 1 y 2 se procederá a zarandear el material con malla de 1/2" como anteriormente se vino realizando para obtener el material con el tamaño máximo con el que se pretende trabajar.

Esta propiedad nos permitirá determinar la cantidad de agregado a incluirse dentro de la producción de concreto, facilitándonos el peso límite que tendrán estos, dentro del diseño de mezcla que se pueda obtener, en combinación con otros materiales que componen el concreto. Además, nos permitirá evaluar la calidad de agregado que se pretende usar para la producción de concreto.

Como se indicó, se seguirá el procedimiento de la norma NTP 400.022 para establecer el peso específico de nuestros agregados, la cual divide el procedimiento en dos partes, en primer lugar, se deberá preparar la muestra determinando si la muestra se encuentra en condición saturada superficialmente seca; y en segundo lugar, se procederá con el ensayo de la determinación del peso específico.

- a) Para preparar la muestra se secará una cantidad concienzuda de esta en una estufa a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, teniendo en cuenta que para nuestro caso utilizaremos 3 muestras de 500 g. en la determinación de esta propiedad se considerará tomar 2 o 2,5 kg., luego de esto dejar enfriar la muestra para después sumergirlo en agua durante $24\text{h} \pm 4\text{h}$.
- b) Después de este tiempo en que se encuentre sumergido en agua, decantar el exceso de agua teniendo cuidado de evitar la pérdida de finos, para nuestro caso

se seguirá lo señalado por la norma en el anexo A para el caso de la Ceniza de Cal 1 y 2, en la que se indica que para obtenerse un peso específico con mucha mayor precisión y sin errores será necesario retirar el material más fino que pasa por el tamiz N° 200 (75 micras) mediante el lavado de los agregados, procedimiento que se indica en la norma NTP 400.018; ya que como se vino explicando anteriormente los agregados Ceniza de Cal 1 y 2 presentan gran porcentaje de material más fino que 75 micras, lo que se puede apreciar con la generación de polvo al ser manipulados los mismos, por lo que se realizó el proceso de lavado de estos dos agregados.

- c) Un vez retirada el exceso de agua, extender la muestra sobre una superficie plana no absorbente y exponer la muestra a una corriente suave de aire caliente y removerla con frecuencia para garantizar el secado homogéneo, para esto puede hacerse el uso una secadora manual; este procedimiento se realizará con el fin de lograr la condición de saturada superficialmente seca en las partículas del agregado, es decir que el agua que haya ingresado al interior de los poros de las partículas no sean removidas, pero se logre que la parte o área superficial de estas puedan ser secadas. Se continúa esta operación hasta que la muestra adquiera una condición de flujo libre, para esto se tendrá que realizar la prueba de humedad en intervalos frecuentes y cuando todavía exista un poco de agua superficial en la muestra, con el fin de encontrar un estado óptimo.
- d) Realizar la prueba de humedad superficial; para esto se necesitará de un molde metálico en forma de tronco de cono con las siguientes dimensiones 40 mm \pm 3 mm de diámetro interior en la parte superior, 90 mm \pm 3 mm de diámetro interior en la parte inferior y 75 mm \pm 3 mm de altura, el metal debe tener un espesor mínimo de 0,8 mm; y una barra compactadora de metal que tendrá una masa de 340 g. \pm 15 g. con una cara plana circular de apisonamiento de 25 mm \pm 3 mm de diámetro.

Se colocará el molde firmemente sobre una superficie no absorbente suave, con el diámetro mayor hacia abajo y se ingresará dentro del molde una porción del agregado llenándolo hasta el tope, amontonar material adicional por encima de la parte superior, sujetándolo con los dedos de la mano con la que se soporta el molde; luego proceder a apisonar ligeramente el material introducido con la barra compactadora dando 25 golpes, cada golpe debe comenzar aproximadamente

a 5 mm por encima de la superficie superior del agregado que se va apisonando, así mismo distribuir los golpes sobre toda la superficie. Seguidamente retirar todo el material sobrante alrededor de la base del molde y levantar el molde verticalmente.

Si la humedad superficial sigue presente en el material esta conservará la forma moldeada una vez retirado el molde, la ligera caída del agregado indicará que se ha llegado a un estado de superficie seca, así como también si esta se encuentra seca más allá de esta condición tendrá una caída muy suelta al quitar el molde.

Asimismo, la norma señala que cuando se trate de determinar esta prueba en agregados con alta proporción de finos o predominancia de partículas en forma angular, como es el caso de los agregados Ceniza de Cal 1 y 2, se considerará la condición de saturada superficialmente seca como el punto en el que uno de los lados de la muestra se asiente poco después de retirar el molde.

Una vez determinada la condición saturada superficialmente seca de la muestra, se procede con la determinación del peso específico a través del método gravimétrico o volumétrico, en nuestro caso lo determinaremos a través del método gravimétrico, para lo cual se deberá de seguir lo siguiente:

- a) Se utilizará un picnómetro o matraz aforado mínimo de 500 cm³ necesario para introducir 500 g. de la muestra, el volumen del recipiente lleno hasta la marca será de al menos 50 % mayor que el espacio necesario para acomodar la muestra de ensayo, también se necesitará una balanza sensible a 0,1 g. o con una precisión de 0.1% de la carga de ensayo.
- b) Llenar el picnómetro con agua a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta su capacidad de calibración y determinar su masa.
- c) Tomar 500 g. de la muestra saturada superficialmente seca para introducirlo en el picnómetro.
- d) Separar el agua llenada en el picnómetro, hasta que se encuentre parcialmente llena y con capacidad de que al llenar la muestra no sobrepase aproximadamente el 90% de su capacidad de calibración.

- e) Introducir la muestra pesada al picnómetro con agua y llenar agua adicional si faltara hasta el 90% de su capacidad de calibración.
- f) Rodar, invertir o agitar el picnómetro manual o mecánicamente para eliminar las burbujas de aire visibles, normalmente entre 15 o 20 minutos, es útil y opcional la inmersión de la punta de una toalla de papel para la dispersión de la espuma que se acumule al realizar la eliminación de las burbujas de aire; así también se puede introducir el picnómetro en un baño de agua a una temperatura de 27°C durante una hora.
- g) Después de la eliminación de todas las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y llevar el nivel de agua dentro del picnómetro a su capacidad de calibración. Determinar la masa total del picnómetro más la muestra y el agua contenida en esta.
- h) Retirar el agregado del picnómetro cuidadosamente evitando la pérdida del material y limpiando correctamente el picnómetro.
- i) Se seca la muestra retirada en el horno a una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se deja enfriar a temperatura ambiente durante 1 hora \pm 1/2 hora y se determina su masa.
- j) El peso específico se determinará en función de la muestra seca retirada del picnómetro y la muestra saturada superficialmente seca ingresada al picnómetro, dividiéndose cualquiera de estas, entre la suma de las masas del picnómetro solo con agua más la masa del picnómetro lleno con la muestra y agua, quitándose a estos dos la masa de la muestra ingresada al picnómetro. Multiplicándose finalmente por el peso específico del agua $1\text{g}/\text{cm}^3$.
- k) Se presentará los resultados de con una aproximación al 0,01 más cercano, la precisión que se tomará en cuenta será que la desviación estándar de los ensayos realizados en un mismo laboratorio será de 0,011 para el peso específico de la muestra seca; y de 0,0095 para el peso específico de la muestra saturada superficialmente seca y el peso específico aparente; asimismo, los resultados de 2 ensayos apropiadamente conducidos por el mismo operador sobre un material similar no diferirán por más de 0,032 para el peso específico

de la muestra seca; y de 0,027 para el peso específico de la muestra saturada superficialmente seca y el peso específico aparente.

3.6.1.4.1. Peso Específico de Ceniza de Cal 1, 2 y Arena Shotcrete

Se realizó el procedimiento indicado para los tres tipos de agregados, para lo cual se ensayaron tres muestras de cada uno de los tipos para obtener un promedio de los mismos, obteniéndose los siguientes datos:

CENIZA DE CAL 1 MUESTRAS PARA PESO ESPECÍFICO					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DEL PICNÓMETRO AFORADO LLENO DE AGUA	B	g.	1322	1319	1321
PESO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA	S	g.	500	500	500
PESO TOTAL DEL PICNÓMETRO AFORADO CON LA MUESTRA Y LLENO DE AGUA	C	g.	1589	1587	1589

CENIZA DE CAL 2 MUESTRAS PARA PESO ESPECÍFICO					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DEL PICNÓMETRO AFORADO LLENO DE AGUA	B	g.	1242	1242	1241
PESO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA	S	g.	500	500	500
PESO TOTAL DEL PICNÓMETRO AFORADO CON LA MUESTRA Y LLENO DE AGUA	C	g.	1522	1523	1522

ARENA SHOTCRETE MUESTRAS PARA PESO ESPECÍFICO					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DEL PICNÓMETRO AFORADO LLENO DE AGUA	B	g.	1324	1325	1325
PESO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA	S	g.	500	500	500
PESO TOTAL DEL PICNÓMETRO AFORADO CON LA MUESTRA Y LLENO DE AGUA	C	g.	1624	1625	1624

3.6.1.5. Absorción de los Agregados

Esta propiedad nos permitirá conocer cuánto de agua puede acumular los agregados al interior de sus poros internos, lo cuál nos será de mucha utilidad para poder controlar la absorción del agua que pueda presentar el agregado dentro de la mezcla, ya que para la elaboración de los bloques se requiere cantidades mínimas de agua para ser moldeados en la máquina vibro-compactadora, por lo que si el agregado es demasiado absorbente se tomará estrategias para controlar esa absorción y permitir la hidratación del cemento con las pocas cantidades de agua que se utilice al momento de fabricar estas unidades.

Esta propiedad se medirá con el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en sus poros internos durante un período de tiempo señalado, hasta lograrse la condición de saturado superficialmente seco, es decir sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas del agregado, esto se expresará como porcentaje de la masa seca del agregado.

Para la determinación de esta propiedad se seguirá lo estipulado en la normativa NTP 400.022 Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, el cual señala lo siguiente:

- a) Se preparará la muestra siguiendo el procedimiento indicado en el ensayo anterior destinado a la obtención del peso específico, hasta lograr la condición de saturada superficialmente seca, igualmente se hará la prueba de humedad superficial, tal como se indicó anteriormente.
- b) Se tomará una porción del material preparado de 500 g. y se hará secar la muestra hasta masa constante, finalmente se determinará la masa seca.
- c) Para el cálculo de la absorción se restará la masa seca, de la masa en condición de saturado superficialmente seco de la misma muestra y se dividirá entre el peso seco de la muestra, se expresará en porcentaje. Se presentará los resultados con 0.1% de aproximación y se tendrá para la precisión una desviación estándar de los ensayos realizados en un mismo laboratorio de 0.11 y una diferencia entre 2 resultados ensayos de 0.31.

3.6.1.5.1. Absorción de Ceniza de Cal 1, 2 y Arena Shotcrete

Se realizó el procedimiento indicado para los tres tipos de agregados, para lo cual se ensayaron tres muestras de cada uno de los tipos para obtener un promedio de los mismos, obteniéndose los siguientes datos:

CENIZA DE CAL 1 MUESTRAS PARA ABSORCIÓN					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	S	g.	500,0	500,0	500,0
PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	A	g.	444,2	443,5	443,8

CENIZA DE CAL 2 MUESTRAS PARA ABSORCIÓN					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	S	g.	500,0	500,0	500,0
PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	A	g.	447,4	448,0	447,6

ARENA SHOTCRETE MUESTRAS PARA ABSORCIÓN					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	S	g.	500,0	500,0	500,0
PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	A	g.	490,8	491,0	490,3

3.6.1.6. Contenido de Humedad de los Agregados

Esta propiedad nos permitirá conocer el porcentaje de humedad evaporable ubicada en las superficie y poros de las partículas, en una muestra de agregado mediante el secado del mismo. De esta manera se conocerá cuanto es el porcentaje de agua presente en el agregado para tener en consideración al momento de realizar una dosificación y calcular la cantidad de agua necesaria a utilizar en la mezcla.

Para la determinación de esta propiedad se seguirá lo estipulado en la normativa NTP 339.185 Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, el cual señala lo siguiente:

- a) Se efectuará el muestreo de acuerdo a la norma NTP 400.010, con cantidades no menores requerida en la siguiente tabla:

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (No. 4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (1 1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

Siguiendo la tabla indicada y teniendo para nuestro caso un tamaño máximo nominal del agregado de 3/8", se tomará una muestra mínima de 1,5 kg. Para los tres tipos de agregados que se pretende estudiar.

- b) Determinar la masa de la muestra del agregado en estado natural con una precisión del 0.1% del peso de la muestra, para nuestro caso 1,5 g.
- c) Secar la muestra en un horno a una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, dejar enfriar y determinar la masa de la muestra seca con aproximación al 0.1%.
- d) La humedad se calcula restando la masa de la muestra natural menos la masa de la muestra seca del agregado, dividiéndola entre la masa de la muestra seca, expresado como porcentaje de esta última. Los resultados deberán tener una precisión con una desviación estándar de los ensayos realizados en un mismo laboratorio de 0.28% y una diferencia entre 2 resultados ensayados de 0.79%.



Procedimiento de Ensayo de Peso Especifico y Absorción de Ceniza de Cal 1, 2 y Arena Shotcrete

Preparación del Muestra para la obtención de la condición Saturado Superficialmente Seco



Prueba de Humedad Superficial para la determinación de la muestra en condición Saturado Superficialmente Seco



Procedimiento y materiales para determinar el Peso Específico y la Absorción de los Agregados

Colocación de muestras de Contenido de Humedad, Peso Específico y Absorción en Horno Eléctrico



Peso de las muestras secas para la determinación del Peso Específico, Absorción y Contenido de Humedad de los Agregados

3.6.1.6.1. Contenido de Humedad en Ceniza de Cal 1, 2 y Arena Shotcrete

Se realizó el procedimiento indicado para los tres tipos de agregados, para lo cual se ensayaron tres muestras de cada uno de los tipos para obtener un promedio de los mismos, obteniéndose los siguientes datos:

CENIZA DE CAL 1 MUESTRAS PARA CONTENIDO DE HUMEDAD					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DE LA MUESTRA NATURAL</i>	<i>A</i>	<i>g.</i>	<i>1500</i>	<i>1500</i>	<i>1500</i>
<i>PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO</i>	<i>B</i>	<i>g.</i>	<i>1491</i>	<i>1494</i>	<i>1491</i>

CENIZA DE CAL 2 MUESTRAS PARA CONTENIDO DE HUMEDAD					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DE LA MUESTRA NATURAL</i>	<i>A</i>	<i>gr</i>	<i>1500</i>	<i>1500</i>	<i>1500</i>
<i>PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO</i>	<i>B</i>	<i>gr</i>	<i>1461</i>	<i>1467</i>	<i>1467</i>

ARENA SHOTCRETE MUESTRAS PARA CONTENIDO DE HUMEDAD					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DE LA MUESTRA NATURAL</i>	<i>A</i>	<i>gr</i>	<i>1500</i>	<i>1500</i>	<i>1500</i>
<i>PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO</i>	<i>B</i>	<i>gr</i>	<i>1422</i>	<i>1428</i>	<i>1425</i>

3.6.1.7. Porcentaje de Material más Fino que pasa por el Tamiz N°200 en los Agregados

Se evaluará esta propiedad, debido a que como se indicó anteriormente, se evidencia la cantidad marcada de material fino en forma de polvo al manipularse manualmente los agregados Ceniza de Cal 1 y 2. Este porcentaje está limitado por la normativa NTP 400.037, debido a su relación que tiene con la disminución de la resistencia en el concreto.

Esta propiedad se determinará con el procedimiento señalado en la norma NTP 400.018 Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (N° 200) por lavado en agregados, de esta

manera son desprendidas con el agua partículas de arcilla y contenido de polvo impregnadas en la superficie de las partículas del agregado.

Se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- a) Se hará uso del tamiz de lavado normalizado N° 16 (1.18 mm) y el N° 200 (75µm), recipientes para contener la muestra cubierta con agua, balanza con precisión del 0.1% del peso medido y una estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- b) La muestra extraída según la NTP 400.010 y se reducirá al tamaño de ensayo siguiendo la práctica normalizada NTP 400.043, por el método B o método del cuarteo para nuestro caso, se tomará como muestra mínima as siguientes cantidades indicadas en la tabla:

Tamaño máximo nominal del agregado	Cantidad Mínima gr.
4.75 mm (N° 4) o más pequeño	300
9.5 mm (3/8 pulg)	1000
19 mm (3/4 pulg)	2500
37.5 mm (1 ½ pulg) o más grande	5000

La muestra de ensayo será el resultado final de la reducción, no es permitido una cantidad exacta predeterminada.

- c) Secar la muestra de ensayo a temperatura constante de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y determinar su masa con una aproximación de 0.1%.
- d) Proseguir con el lavado de la muestra, colocando la muestra en un recipiente y adicionando agua suficiente para cubrirla, agitar vigorosamente con el fin de separar completamente todas las partículas más finas que el tamiz normalizado N° 200 de las partículas gruesas, y llevar el material fino a la suspensión, verter el agua de lavado conteniendo los sólidos en suspensión y disueltos sobre los tamices, colocándolo el más grueso en la parte superior, evitar la decantación de las partículas más gruesas de la muestra.
- e) Adicionar una segunda carga de agua en el recipiente, agitar y decantar la muestra, repetir este procedimiento hasta que el agua de lavado esté clara.

- f) Retornar la muestra retenida en los tamices y proceder a secar el agregado lavado a una temperatura constante de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y determinar su masa con una aproximación de 0.1%.
- g) El porcentaje de material más fino que pasa el tamiz N° 200 se determinará restando el peso seco de la muestra original menos el peso seco de la muestra lavada, dividiéndolo entre el peso seco de la muestra original, los resultados se reportarán con una aproximación de 0.1% y si es mayor a 10% con aproximación al número entero, deberán tener una precisión con una desviación estándar de ensayos realizados en un mismo laboratorio de 0.15% y una diferencia entre 2 resultados ensayados de 0.43%.

3.6.1.7.1. Porcentaje de Material Más Fino que Pasa por el Tamiz N°200 en Ceniza de Cal 1 y 2

Se realizó el procedimiento indicado para los tres tipos de agregados, para lo cual se ensayaron tres muestras de cada uno de los tipos para obtener un promedio de los mismos, obteniéndose los siguientes datos:

CENIZA DE CAL 1					
PORCENTAJE DE MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N° 200 POR LAVADO DE AGREGADOS					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL</i>	<i>A</i>	<i>g.</i>	<i>1101</i>	<i>1403</i>	<i>1615</i>
<i>PESO SECO DE LA MUESTRA LAVADA</i>	<i>B</i>	<i>g.</i>	<i>965</i>	<i>1227</i>	<i>1415</i>

CENIZA DE CAL 2					
PORCENTAJE DE MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N° 200 POR LAVADO DE AGREGADOS					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL</i>	<i>A</i>	<i>g.</i>	<i>1331</i>	<i>1487</i>	<i>1343</i>
<i>PESO SECO DE LA MUESTRA LAVADA</i>	<i>B</i>	<i>g.</i>	<i>1097</i>	<i>1228</i>	<i>1110</i>



Reducción de la muestra por el método del cuarteo (arriba).

Procedimiento para la determinación del porcentaje de material más fino que pasa el tamiz N° 200.



Procedimiento de Lavado de Agregados con agua para la obtención del porcentaje de finos que pasa el tamiz N° 200

3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el procesamiento de los datos se seguirá la siguiente técnica (Del Águila, 1996, citado por Valderrama, 2002, p.224):

- a) **La Revisión y Consistenciación de la Información:** La cual consiste en depurar la información revisando los datos contenidos en los instrumentos de trabajo o de investigación de campo.
- b) **Clasificación de la Información:** La cuál se efectúa con la finalidad de agrupar datos mediante distribución de frecuencias, series cronológicas, con el fin de una futura presentación de datos.
- c) **Presentación de Datos:** La cuál se puede realizar en forma tabular, como son los cuadros y tablas estadísticas; y mediante gráficos y diagramas.

Para el Análisis de Datos se hará uso de la **Estadística Descriptiva** a través del uso de Gráficas, Medidas de Tendencia Central, Medidas de Variabilidad y con la ayuda del programa computacional Microsoft Excel 2016.

Para el procesamiento de los datos se realizarán primero los ensayos correspondientes a los agregados que formarán parte de los materiales para la obtención de los bloques de concreto, para ello se seguirán las normas: NTP 400.012 para el análisis granulométrico, NTP 400.022 para la determinación del peso específico y absorción, NTP 400.017 para la determinación del peso unitario suelto y compactado, NTP 339.185 para la determinación del contenido de humedad y NTP 400.018 para determinar la cantidad de material fino que pasa por el tamiz normalizado N° 200 mediante el lavado de agregados; de igual forma se realizarán para los ensayos químicos del agregado. Toda la información de los ensayos se recolectará a través de los instrumentos de medición indicados en el acápite anterior. Todo el procedimiento de los ensayos y obtención de estos datos se detallarán en el desarrollo de la investigación.

Una vez obtenida la información de las propiedades físicas y químicas de los agregados, se procederá a revisar y clasificar los datos que serán necesarios para realizar la experimentación de proporciones. Estos primeros datos se presentarán en tablas, se analizarán con la ayuda de la Estadística Descriptiva y se compararán a su vez con

especificaciones normalizadas para el uso de agregados, propiedades físicas y químicas usuales en el concreto, así como con conceptos establecidos en el marco teórico.

Con los datos clasificados y en base a la norma NTP 339.183 se realizará la elaboración de especímenes cilíndricos con proporciones experimentales de Ceniza de Cal 1 y 2, Arena Shotcrete, Cemento y Agua. Las proporciones, cantidades y tiempo de mezclado se detallarán en el desarrollo de la investigación, las cuáles serán registrados a través de los instrumentos de medición y presentados en tablas.

Una vez obtenidas las probetas cilíndricas en su edad establecida (28 días), así como se tenga evaluado su comportamiento de reactividad que puedan presentarse con los materiales mezclados, se procederá a determinar su resistencia a la compresión en base a la norma NTP 339.034, de los cuáles a través de los datos obtenidos se clasificará la proporción óptima para la elaboración de los bloques de concreto; estos datos también serán registrados a través de los instrumentos de medición y presentados en tablas.

Finalmente se procederá con la elaboración de los bloques de concreto con la proporción determinada, controlándose la variable interviniente al momento de la elaboración; una vez cumplan con su edad establecida (28 días), se procederá a ensayar los bloques de concreto de acuerdo a las normas: NTP 399.604 y NTP 399.613 para la clasificación de las unidades según el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-070. Todos estos datos serán registrados a través de los instrumentos de medición y presentados en cuadros, gráficos y tablas para la conclusión final y prueba de la hipótesis propuesta para la investigación.

3.8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS

El tratamiento estadístico que se realizará a los datos será con la ayuda de la **Estadística Descriptiva**, para ello se organizarán los datos en tablas y cuadros estandarizados y se hará uso de **Distribución de Frecuencias, Medidas de Tendencia Central y Medidas de Variabilidad** para sus cálculos respectivos, finalmente los resultados se presentarán en **Gráficos** para una mejor interpretación de los mismos.

“Una **Distribución de Frecuencias** es un conjunto de puntuaciones ordenadas en sus respectivas categorías, las distribuciones de frecuencias pueden completarse agregando los porcentajes de casos en cada categoría, los porcentajes válidos (excluyendo los valores

perdidos) y los porcentajes acumulados (porcentaje de lo que se va acumulando en cada categoría, desde la más baja hasta la más alta)” (Hernández, et. al., 2002, p.419 y 420).

“Las **Medidas de Tendencia Central** son los valores medios o centrales de una distribución, que sirven para ubicarla dentro de la escala de medición” (Hernández, et. al., 2002, p.425), dentro de estas se utilizará:

a) Media: “La cuál se denomina también como promedio aritmético, que es la medida de tendencia central más utilizada, la cual puede definirse como el promedio aritmético de una distribución. Se simboliza como \bar{x} , y es la suma de todos los valores dividida entre el número de casos” (Hernández, et. al., 2002, p.427). Su fórmula es:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \cdots + x_k}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

Donde:

x_i : Muestra i que esta entre 0 y N

N : Número de Muestras

“Las **Medidas de Variabilidad** indican la dispersión de los datos en la escala de medición y responden a la pregunta: ¿dónde están diseminadas las puntuaciones o los valores obtenidos?” (Hernández, et. al., 2002, p.428), dentro de estas se utilizarán:

a) Desviación Estándar: “Es el promedio de desviación de las puntuaciones con respecto a la media. Esta medida se expresa en las unidades originales de medición de la distribución. Se interpreta en relación con la media. Cuanto mayor sea la dispersión de los datos alrededor de la media, mayor será la desviación estándar” (Hernández, et. al., 2002, p.428). Su fórmula es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Donde:

x_i : Muestra i que esta entre 0 y N

\bar{x} : Promedio de muestras

N : Número de Muestras

b) Coeficiente de Variación: “Es una medida que indica, porcentualmente, qué tan dispersos o separados están los datos, unos con respecto a otros. Se calcula dividiendo la desviación estándar (σ) entre el valor promedio de las muestras (\bar{x})” (Cárdenas 2014, p.56). Su fórmula es:

$$C.V(\%) = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$$

Dentro de los tipos de gráficos, se utilizarán los **Gráficos Lineales**, dentro de la cual se utilizará la **Gráfica de Distribución de Frecuencias**; los gráficos lineales también serán utilizados para la presentación de datos; también se utilizarán los **Gráficos de Superficie**, dentro del cual se utilizarán los **Gráficos de Barras** (Valderrama, 2002, p.242).

3.9. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

3.9.1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS EXTRAÍDOS DE LOS ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

3.9.1.1. Procesamiento y Análisis de Datos de los Ensayos de Granulometría de los Agregados

Luego de haberse recolectado los datos de los pesos retenidos en cada uno de los tamices normalizados, se procedió a realizar el cálculo del porcentaje retenido parcial de los pesos en función al peso total sumado de todos los tamices, luego se procedió a acumularlos obteniendo porcentajes retenidos acumulados y finalmente se calculó el porcentaje que pasa por cada tamiz restando del 100% el porcentaje retenido acumulado en cada una de estas.

Para el cálculo del módulo de fineza se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Módulo Fineza} = \frac{\text{Suma de los porcentajes retenidos acumulados en el tamiz N° 100, 50, 30, 16, 8, 4 y 3/8''}}{100}$$

Así también se elaboró la curva granulométrica a través de una representación semilogarítmica en la cual se compara la graduación particular de cada agregado con los husos máximo y mínimo para agregados finos que señala la norma NTP 400.037 Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, así como con las graduaciones recomendadas por los autores Gallegos y Casabone en su libro Albañilería Estructural del año 2005, en la que se recomiendan tres tipos de graduación, según la textura superficial que se pretende obtener al fabricar los bloques de concreto.

Si bien el fin de la investigación, es el estudio del uso de la Ceniza de Cal como agregado exclusivo para la fabricación de bloques, no eximirá combinarlo con Arena Shotcrete, para evaluar y comparar la resistencia que se pueda tener, así como la mejora de la graduación de material y la reducción de la reactividad con los álcalis.

3.9.1.1.1. Procesamiento e Interpretación del Análisis Granulométrico de Ceniza de Cal 1

Los datos procesados se indican a continuación:

ANÁLISIS GRANUMOLÉTRICO - CENIZA DE CAL 1							
NTP 400.012							
TAMICES		PESO RETENIDO g.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	
Φ	mm					MÍN.	MÁX.
1/2"	12.700	0,000	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	77,000	5.87	5.87	94.13	100	100
N° 4	4.760	376,000	28.69	34.56	65.44	95	100
N° 8	2.380	317,667	24.24	58.80	41.20	80	100
N° 16	1.190	185,333	14.14	72.94	27.06	50	85
N° 30	0.590	97,333	7.43	80.37	19.63	25	60
N° 50	0.297	58,667	4.48	84.84	15.16	5	30
N° 100	0.149	45,000	3.43	88.28	11.72	0	10
N° 200	0.074	38,667	2.95	91.23	8.77		
FONDO		115,000	8.77	100.00			
TOTAL		1310,667					

CENIZA DE CAL 1	
Tamaño Máximo	1/2"
Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Módulo de Fineza	4.26 %

Este material tiene un módulo de fineza de 4.26%, que se encuentra fuera del rango de 2.3% a 3.1% que señala la norma NTP 400.037 para su utilización como agregado fino en la producción de concreto, pero se acerca al módulo de finura de 4.17%, recomendado por los autores Gallegos y Casabone para la producción de bloques de concreto con superficie de textura gruesa, observándose que este material contiene mayormente partículas gruesas y en menor cantidad material fino retenido en los tamices N° 100, 50 y 30.

Analizando el material como parte de la participación en el concreto como agregado fino, no se encontraría dentro de las especificaciones normadas, ya que al presentar un módulo de fineza mayor se reduciría la trabajabilidad en el concreto y por ende demandaría el incremento de agua y cemento para mejorar este aspecto; escenario contrariamente diferente presentado al elaborarse bloques, ya que al momento de la fabricación de estos, solo se necesita colocar la mezcla de concreto al interior del molde y aplicarse la vibración y compactación, conteniendo una cantidad de agua muy baja para no generar el desmoronamiento del mismo al ser retirado de los moldes; evitando así, la necesidad de manipular la mezcla de concreto y tenerlos retenidos en encofrados hasta ser fraguados, tal y como se realiza comúnmente en vigas columnas u otros elementos en los que se necesite del uso de un concreto trabajable. Es por ello que los autores mencionados recomiendan materiales con este módulo de fineza si es que se quiere lograr una superficie con textura gruesa, sin la necesidad de existir una trabajabilidad exigente de la mezcla y sin la necesidad de una buena cantidad de agua, además que las partículas más gruesas forman estructuras más sólidas y ganan más espacios dentro del interior de las paredes de los bloques de concreto, teniendo en cuenta de que no se hace uso de agregados gruesos de mayor tamaño por la restricción del espesor de las paredes de los bloques.

3.9.1.1.2. Procesamiento e Interpretación del Análisis Granulométrico de Ceniza de Cal 2

Los datos procesados se indican a continuación:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - CENIZA DE CAL 2							
NTP 400.012							
TAMICES		PESO RETENIDO g.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	
Φ	mm					MÍN.	MÁX.
1/2"	12.700	0,000	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	30,667	1.67	1.67	98.33	100	100
N° 4	4.760	231,000	12.60	14.28	85.72	95	100
N° 8	2.380	386,667	21.10	35.38	64.62	80	100
N° 16	1.190	381,667	20.83	56.20	43.80	50	85
N° 30	0.590	274,667	14.99	71.19	28.81	25	60
N° 50	0.297	202,000	11.02	82.21	17.79	5	30
N° 100	0.149	169,667	9.26	91.47	8.53	0	10
N° 200	0.074	96,333	5.26	96.73	3.27		
FONDO		60,000	3.27	100.00			
TOTAL		1832,667					

CENIZA DE CAL 2	
Tamaño Máximo	1/2"
Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Módulo de Fineza	3.52 %

Este material tiene un módulo de fineza de 3.52%, que se encuentra no muy alejado del rango de 2.3% a 3.1% que señala la norma NTP 400.037 para su utilización como agregado fino en la producción de concreto, también se observa que se encuentra entre 3.5 (módulo de finura para textura fina en bloques de concreto) y 4.17 (módulo de finura para textura gruesa en bloques de concreto), según las graduaciones recomendadas por los autores Gallegos y Casabone para la producción de bloques de concreto, observándose que contiene un porcentaje considerable de material fino retenido en los tamices N° 100, 50 y 30.

Analizando el material como parte de la participación en el concreto como agregado fino, se encontraría cerca de las especificaciones normadas, presentando un módulo de fineza que beneficiaría la trabajabilidad en el concreto sin la necesidad del incremento de agua y cemento; así mismo contribuiría en la fabricación de los bloques, al tener material compensado de partículas gruesas que generarían texturas abiertas complementadas por partículas finas que permitirían una adherencia en los puntos de contacto. Es por ello que, dentro de la recomendación realizada por estos autores, este material se consideraría adecuado para la fabricación de bloques de concreto, tal como se observará en la curva granulométrica.

3.9.1.1.3. Procesamiento e Interpretación del Análisis Granulométrico de Arena Shotcrete

Los datos procesados se indican a continuación:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - ARENA SHOTCRETE							
NTP 400.012							
TAMICES		PESO RETENIDO g.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	
Φ	mm					MÍN.	MÁX.
1/2"	12.700	0,00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	8,000	0.72	0.72	99.28	100	100
N° 4	4.760	236,333	21.28	22.01	77.99	95	100
N° 8	2.380	303,667	27.35	49.35	50.65	80	100
N° 16	1.190	200,667	18.07	67.43	32.57	50	85
N° 30	0.590	158,667	14.29	81.72	18.28	25	60
N° 50	0.297	145,333	13.09	94.81	5.19	5	30
N° 100	0.149	47,333	4.26	99.07	0.93	0	10
N° 200	0.074	6,667	0.60	99.67	0.33		
FONDO		3,667	0.33	100.00			
TOTAL		1110,333					

ARENA SHOTCRETE	
Tamaño Máximo	1/2"
Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Módulo de Fineza	4.15 %

Este material tiene un módulo de fineza de 4.15%, que se encuentra fuera del rango de 2.3% a 3.1% que señala la norma NTP 400.037 para su utilización como agregado fino en la producción de concreto, también se observa que se encuentra entre 3.5 (módulo de finura para textura fina en bloques de concreto) y 4.17 (módulo de finura para textura gruesa en bloques de concreto), según las graduaciones recomendadas por los autores Gallegos y Casabone para la producción de bloques de concreto, acercándose más hacia un módulo de fineza de material con el que se obtendría una textura gruesa del bloque de concreto, por lo que se observa que contiene mayor cantidad de partículas gruesas retenidas en los tamices N° 4, 8, 16, 30 y 50.

Analizando el material como parte de la participación en el concreto como agregado fino no se encontraría cerca de las especificaciones normadas, ya que como se indicó anteriormente, este agregado presenta su graduación particular de acuerdo a lo establecido a la normatividad para agregados de concreto lanzado, debido a que ese es el fin con el que se usa este material; es por ello que para la presente investigación se pretende combinar este material en porcentajes con la Ceniza de Cal 1 para mejorar su graduación y resistencia en los bloques que se pretendan elaborar con esta. Finalmente se observa que si se combinará en ciertas proporciones iguales con Ceniza de Cal 1, se reduciría en cierta proporción la cantidad de partículas gruesas retenidas en los tamices N° 4, 8, 16 y 30, permitiendo que el porcentaje de material pasante por estos tamices sea mayor; y en el caso del tamiz N°50, aumentar el material retenido, permitiendo que el porcentaje pasante sea menor, a fin de acomodar la curva granulométrica cerca de las graduaciones recomendadas por los autores Gallegos y Casabone.

3.9.1.1.4. Procesamiento e Interpretación del Análisis Granulométrico del Agregado Combinado - 50% Ceniza de Cal 1 y 50% de Arena Shotcrete

Los datos procesados se indican a continuación:

ANÁLISIS GRANUMOLÉTRICO COMBINACIÓN DE AGREGADOS 50% CENIZA DE CAL 1 - 50% ARENA SHOTCRETE - NTP 400.012							
TAMICES		PESO RETENIDO g.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	
Φ	mm					MÍN.	MÁX.
1/2"	12.700	0,00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	28,667	2.44	2.44	97.56	100	100
N° 4	4.760	226,667	19.26	21.70	78.30	95	100
N° 8	2.380	280,000	23.80	45.50	54.50	80	100
N° 16	1.190	208,000	17.68	63.17	36.83	50	85
N° 30	0.590	155,000	13.17	76.35	23.65	25	60
N° 50	0.297	129,333	10.99	87.34	12.66	5	30
N° 100	0.149	56,333	4.79	92.12	7.88	0	10
N° 200	0.074	41,000	3.48	95.61	4.39		
FONDO		51,667	4.39	100.00			
TOTAL		1176,667					

COMBINACIÓN DE AGREGADOS 50% CENIZA DE CAL 1 - 50% ARENA SHOTCRETE	
Tamaño Máximo	1/2"
Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Módulo de Fineza	3.89 %

Para la obtención de este material se combinó Ceniza de Cal 1 en un porcentaje 50% con Arena Shotcrete en porcentaje de 50%, obteniéndose un agregado con un módulo de fineza de 3.89% el cual se encuentra fuera del rango de 2.3% a 3.1% señalado en la norma NTP 400.037, para su utilización como agregado fino en la producción de concreto. Comparándolo con el módulo de fineza recomendado por los autores Gallegos y Casabone se encuentra dentro de 3.5% y 4.17%, lográndose con su uso una textura media a gruesa en la superficie del bloque, por encontrarse también entre 3.7% y 4.17%. Se mezcló Ceniza de Cal 1 y Arena Shotcrete, con el fin de mejorar la graduación del material combinado; observándose que no se encontraría dentro de los límites normados para ser usado como agregado fino dentro de la producción de concreto por retener demasiadas partículas gruesas en los tamices N° 4, 8 y 16, favoreciendo estas cantidades a su utilización como agregado en la fabricación de bloques de concreto, presentando una cantidad

necesaria de material fino que facilitaría la unión de estas partículas gruesas con la pasta de cemento en sus puntos de contacto. Tal como se mencionó anteriormente después de mezclar estos agregados se observa la mejora de la graduación del agregado combinado, al disminuir la cantidad de material retenido en los tamices N° 4, 8, 16 y 30 y al aumentar la cantidad de material fino en los tamices N° 50 y 100, acomodándose así las partículas a una graduación recomendada por los autores Gallegos y Casabone para la obtención de bloques de concreto con texturas medias a gruesas.

3.9.1.1.5. Procesamiento e Interpretación del Análisis Granulométrico del Agregado Combinado - 25% Ceniza de Cal 1 y 75% de Arena Shotcrete

Los datos procesados se indican a continuación:

ANÁLISIS GRANUMOLÉTRICO COMBINACIÓN DE AGREGADOS 25% CENIZA DE CAL 1 - 75% ARENA SHOTCRETE - NTP 400.012							
TAMICES		PESO RETENIDO g.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	
Φ	mm					MÍN.	MÁX.
1/2"	12.700	0,000	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	29,000	2.27	2.27	97.73	100	100
N° 4	4.760	223,000	17.42	19.69	80.31	95	100
N° 8	2.380	286,000	22.34	42.03	57.97	80	100
N° 16	1.190	229,333	17.92	59.95	40.05	50	85
N° 30	0.590	198,333	15.49	75.44	24.56	25	60
N° 50	0.297	192,667	15.05	90.49	9.51	5	30
N° 100	0.149	74,000	5.78	96.28	3.72	0	10
N° 200	0.074	30,667	2.40	98.67	1.33		
FONDO		17,000	1.33	100.00			
TOTAL		1280,000					

COMBINACIÓN DE AGREGADOS 25% CENIZA DE CAL 1 - 75% ARENA SHOTCRETE	
Tamaño Máximo	1/2"
Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Módulo de Fineza	3.86 %

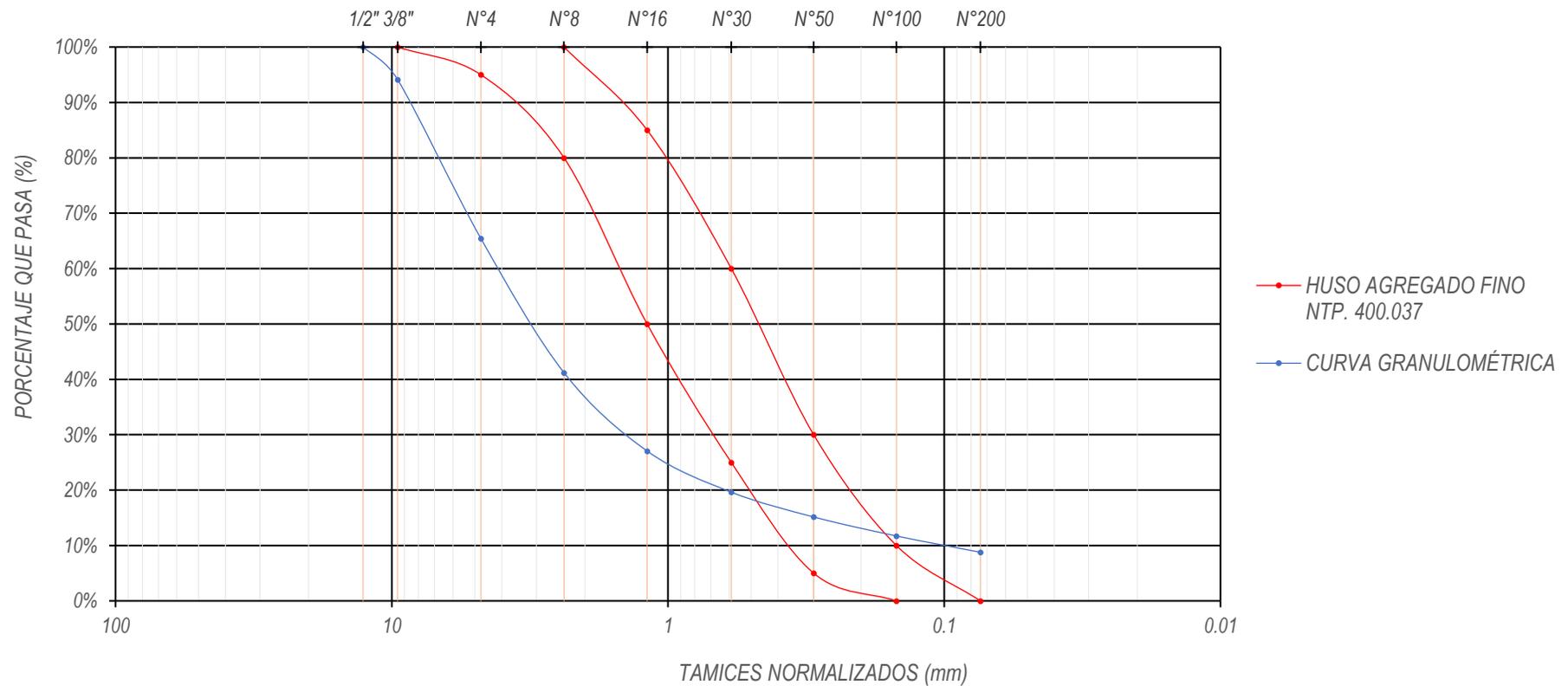
Para la obtención de este material se combinó Ceniza de Cal 1 en un porcentaje de 25% con Arena Shotcrete en un porcentaje de 75%, obteniéndose un agregado con un módulo de fineza de 3.86% el cual se encuentra fuera del rango de 2.3% a 3.1% señalado en la norma NTP 400.037, para su utilización como agregado fino en la producción de concreto. Comparándolo con el módulo de fineza recomendado por los autores Gallegos y Casabone se encuentra dentro de 3.5% y 4.17%, lográndose con su uso una textura media a gruesa en la superficie del bloque, por encontrarse también entre 3.7% y 4.17%.

Se mezcló Ceniza de Cal 1 y Arena Shotcrete, con el fin de mejorar la graduación del material combinado; observándose que no se encontraría dentro de los límites normados para ser usado como agregado fino dentro de la producción de concreto por retener demasiadas partículas gruesas en los tamices N° 4, 8 y 16, favoreciendo estas cantidades a su utilización como agregado en la fabricación de bloques de concreto, presentando la cantidad necesaria de material fino que facilitaría la unión de estas partículas gruesas con la pasta de cemento en sus puntos de contacto.

Tal como se mencionó anteriormente después de mezclar estos agregados se observa la mejora de la graduación del agregado combinado, presentando similar distribución al material combinado con 50% de Ceniza de Cal 1 y 50% de Arena Shotcrete en los tamices N° 4, 8 y 16 y aumentando la cantidad de finos retenidos en los tamices N° 50 y 100, acomodándose así las partículas a una graduación recomendada por los autores Gallegos y Casabone para la obtención de bloques de concreto con texturas medias a gruesas.

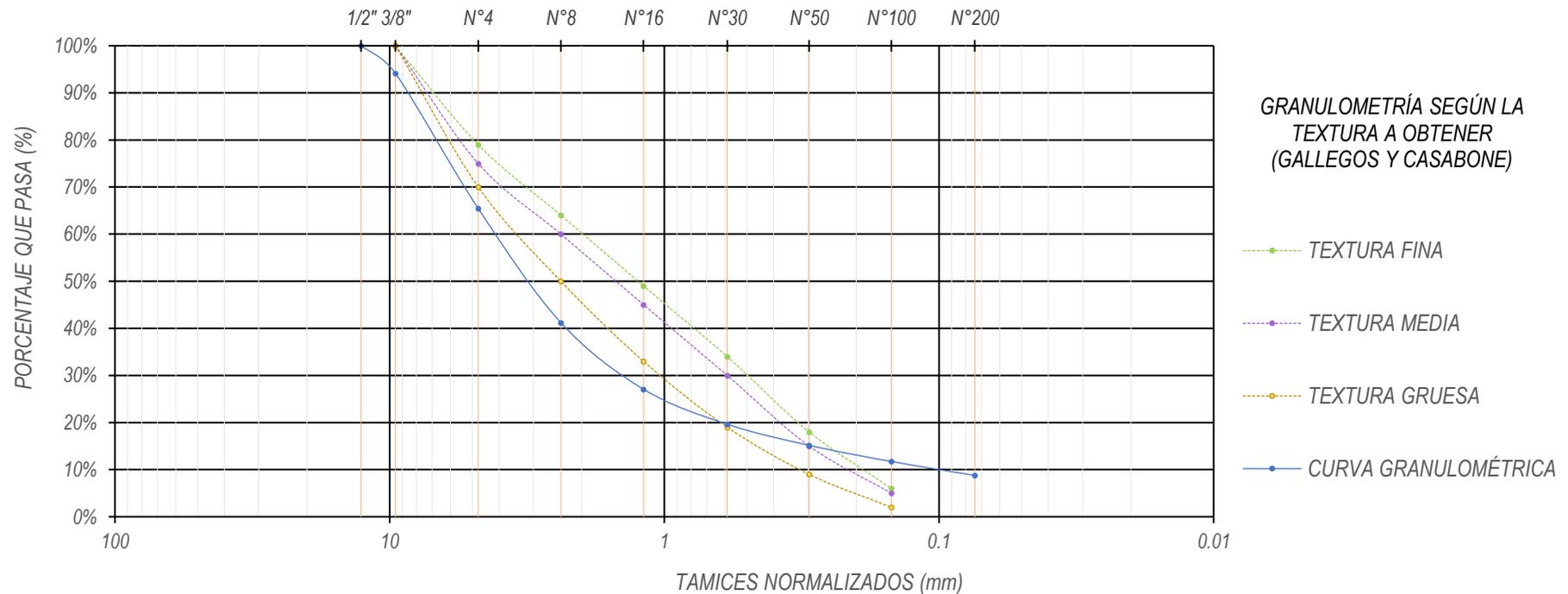
Finalmente, analizando las graduaciones y parámetros calculados de los materiales presentados con el fin de ser utilizados como agregados para la fabricación de bloques de concreto, se puede determinar que el material Ceniza de Cal 2, por si solo presenta una granulometría acorde con las recomendaciones señaladas por los autores Gallegos y Casabone, contrariamente a la Ceniza de Cal 1, que para estos análisis se tuvo que combinar con Arena Shotcrete para mejorar su graduación, lo que en consecuencia también permitirá generar mayor resistencia en la producción final de los bloques.

CURVA GRANULOMÉTRICA - CENIZA DE CAL 1



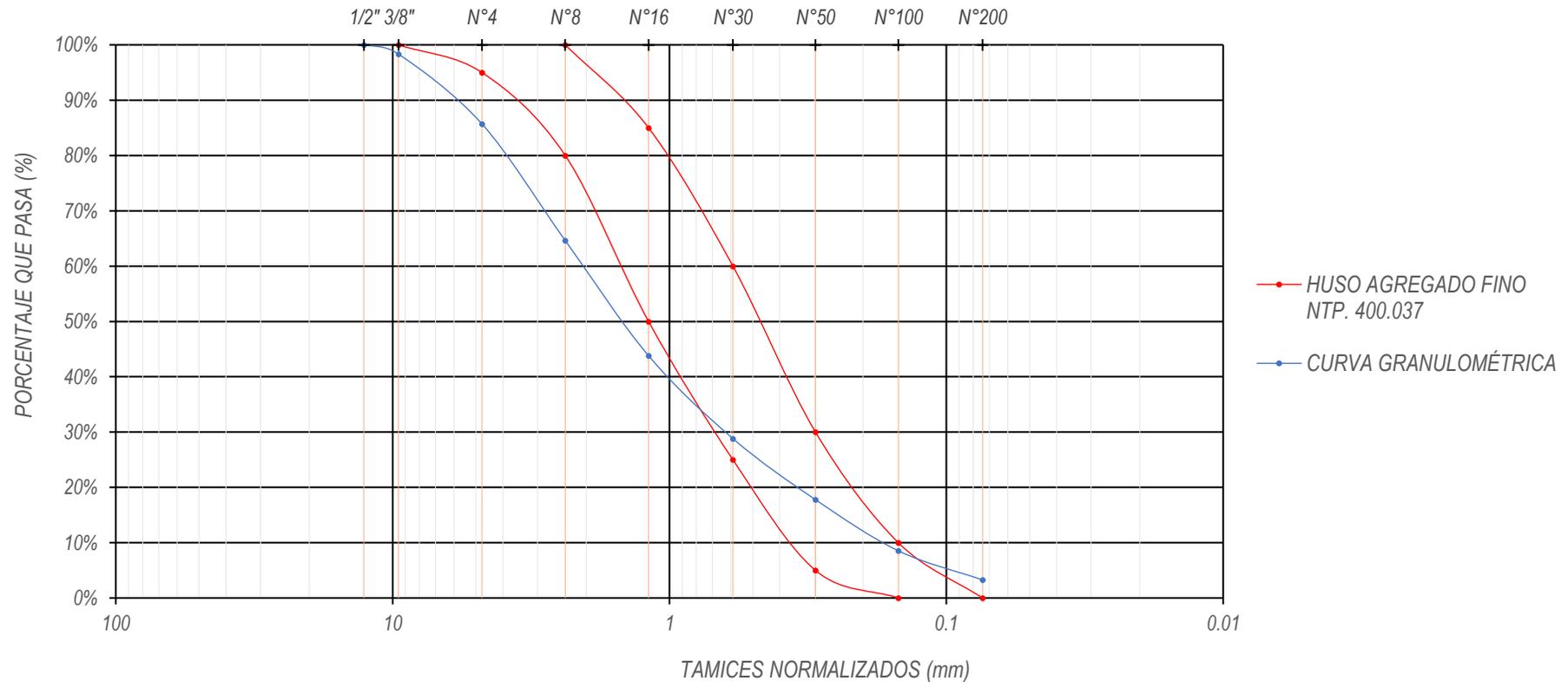
En esta curva granulométrica se muestra la graduación del agregado Ceniza de Cal 1, en la que comparándola con los límites para agregado fino establecido en las especificaciones normativas, se observa que se encuentra fuera de estos, siendo menores los porcentajes de material que pasan los tamices N° 4, 8 y 16; por lo tanto, resultan mayores las cantidades retenidas en estos tamices, estableciéndose que para la utilización como agregado fino de este material en la producción de concreto se necesitaría retener menor cantidad de material en estos tamices.

CURVA GRANULOMÉTRICA - CENIZA DE CAL 1



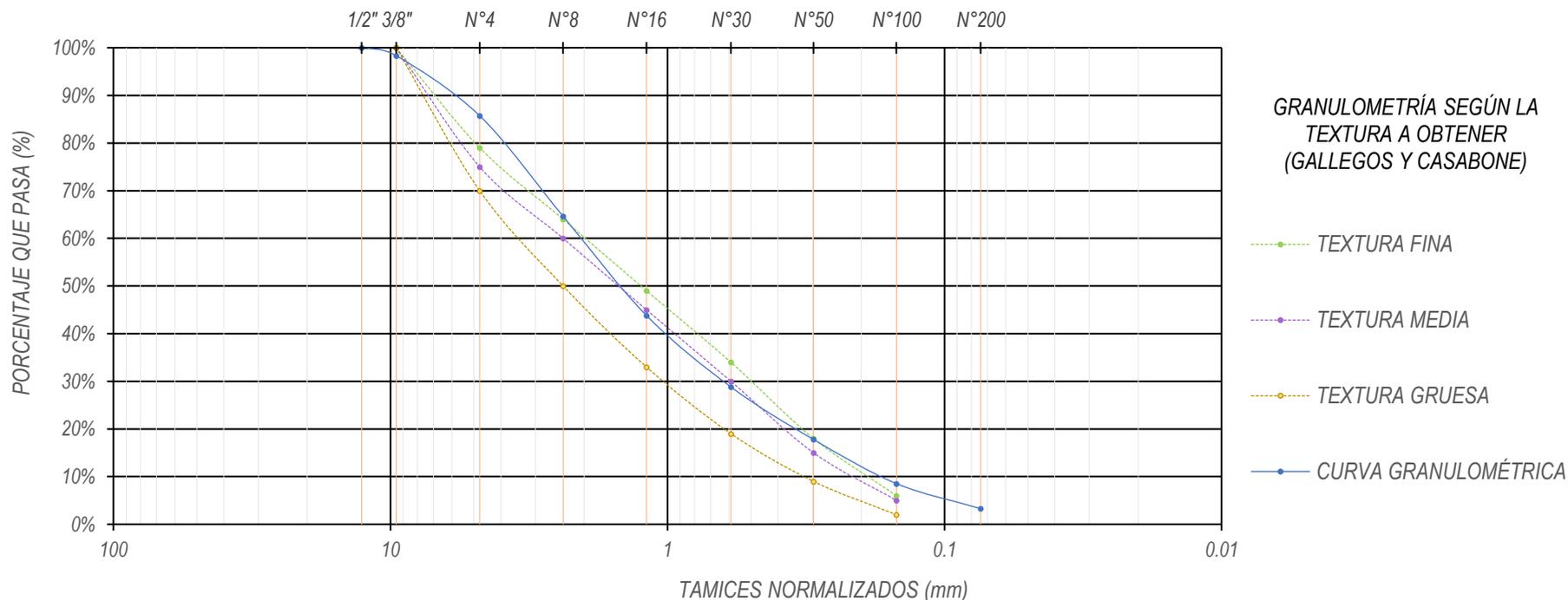
Esta curva muestra la graduación del material comparándolo con los tres tipos de graduaciones sugeridas por los autores Gallegos y Casabone, según la textura fina, media o gruesa que quiera obtenerse en la superficie de los bloques; se observa en la curva, que las partículas del agregado tienden a acomodarse hacia una graduación de textura gruesa con cierta cantidad de material fino mayor al tamiz N°200, en esta situación, se prevé que se puede obtener texturas abiertas en la superficie de los bloques que permitan ganar resistencia lográndose la unión de los puntos de contacto de las partículas a través de la pasta de cemento y el material fino, sin la necesidad de aumentar la compacidad de la unidad, lo que permitiría también que el bloque sea ligero; contrarrestándose esto con el porcentaje de material más fino que el tamiz N° 200 que existiría en el material, lo cual perjudicaría su resistencia.

CURVA GRANULOMÉTRICA - CENIZA DE CAL 2



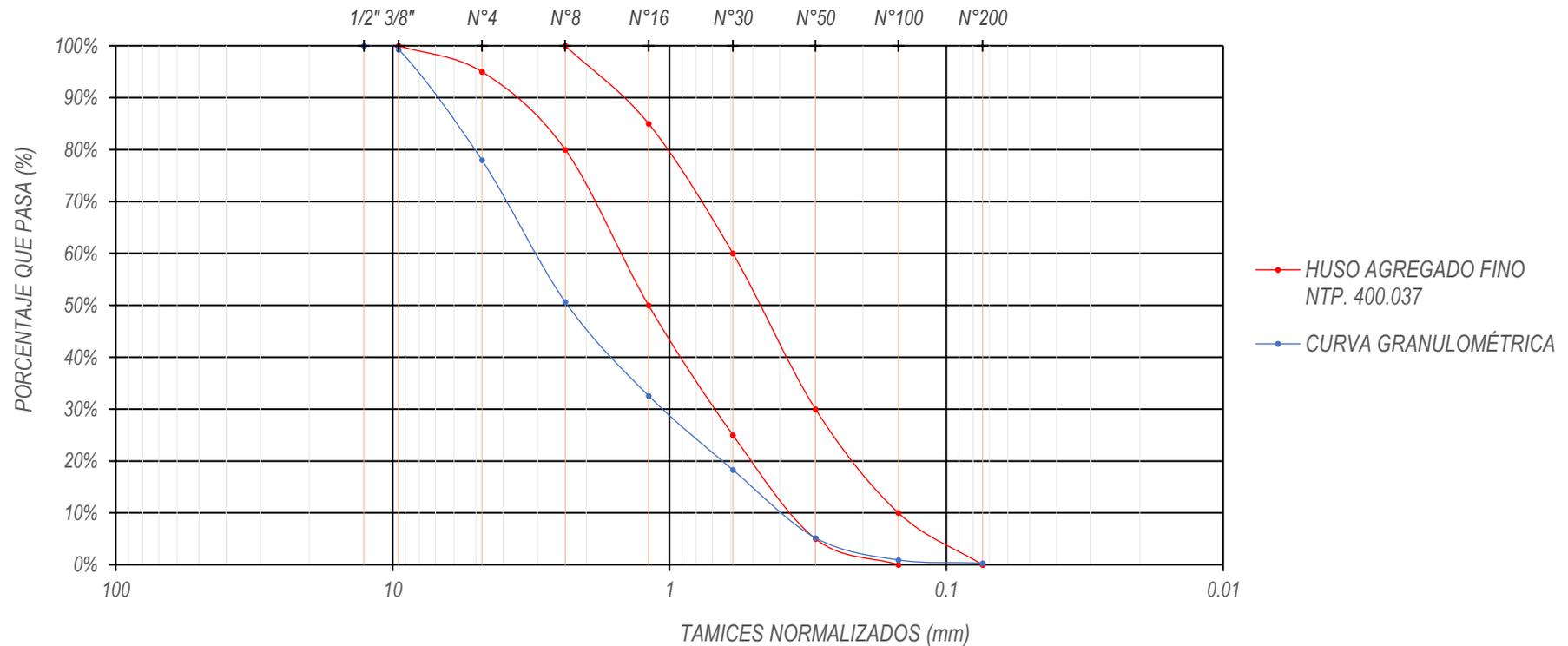
En esta curva granulométrica se muestra la graduación del agregado Ceniza de Cal 2, en la que comparándola con los límites para agregado fino establecido en las especificaciones normativas, se observa que trata de acercarse a estos, siendo poco menores los porcentajes de material que pasan los tamices N° 4, 8 y 16; teniéndose por lo tanto cantidades menores retenidas en estos tamices a comparación con el material anterior, estableciéndose que para la utilización como agregado fino de este material en la producción de concreto se necesitaría retener mucha menor cantidad de material en estos tamices.

CURVA GRANULOMÉTRICA - CENIZA DE CAL 2



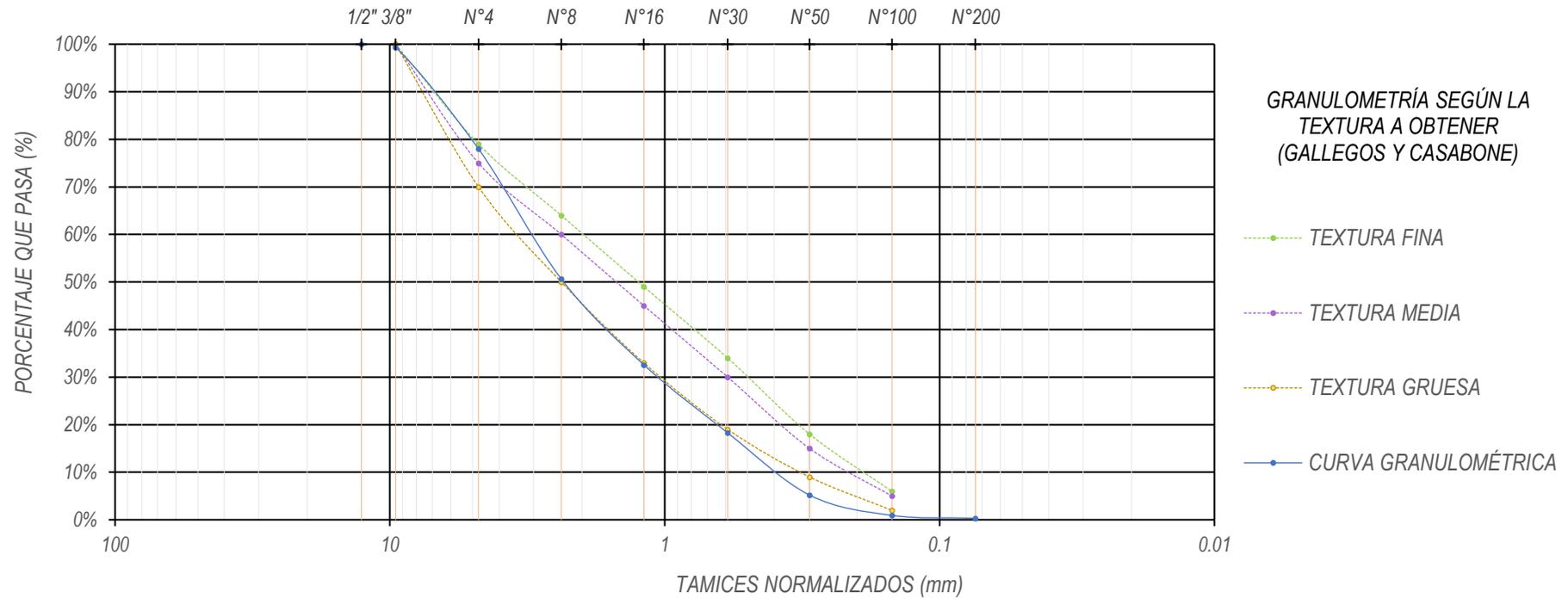
Por otro lado se hace la comparación de la misma curva anterior con los tres tipos de graduaciones sugeridas por los autores Gallegos y Casabone, según la textura fina, media o gruesa que quiera obtener en la superficie de los bloques; observando que este material tiende a acomodarse más hacia una curva de textura media, previéndose que en esta situación, se tendrán dentro del material partículas gruesas y finas, lo que permitirá la obtención de texturas abiertas en la superficie de los bloques al permitir llenar los vacíos de las partículas gruesas con el material fino, mediante la adherencia de los puntos de contacto con la pasta de cemento, lográndose un incremento de la resistencia sin la necesidad de aumentar la compacidad de la unidad y a la vez reducir la cantidad de agua necesaria en la mezcla.

CURVA GRANULOMÉTRICA - ARENA SHOTCRETE



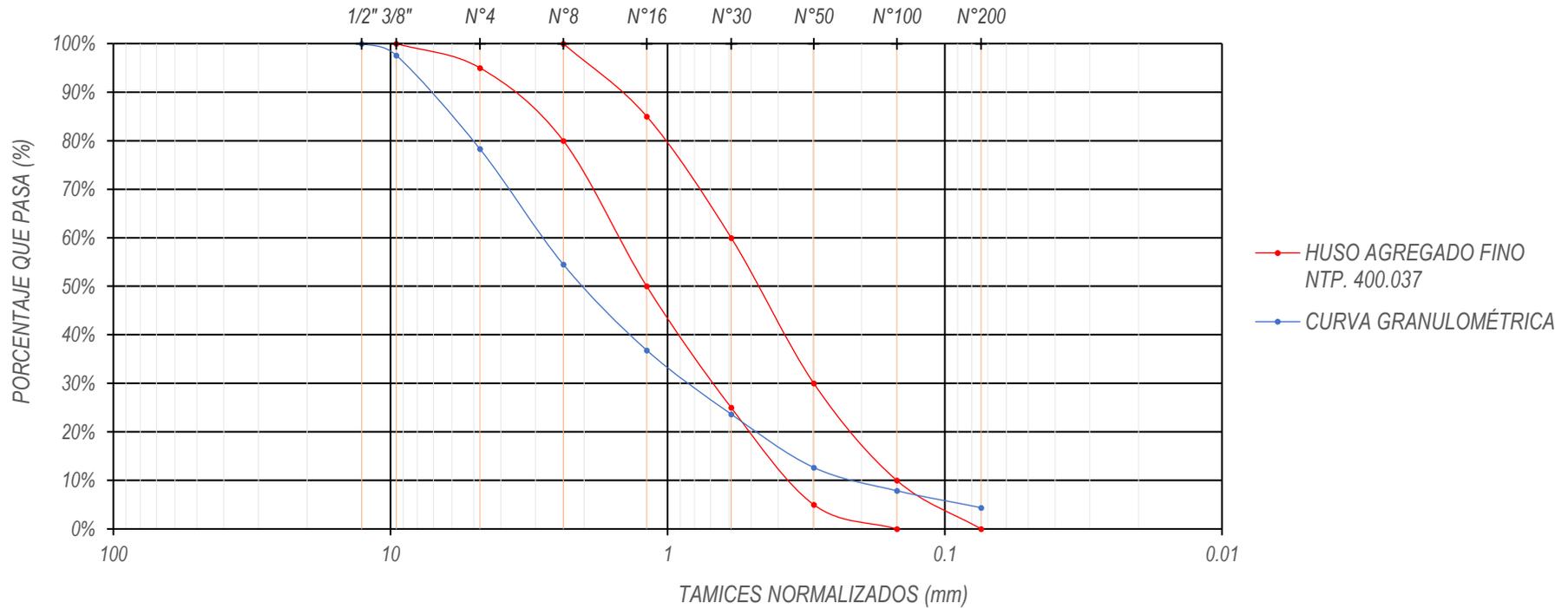
La curva granulométrica muestra la graduación del agregado Arena Shotcrete, en la que comparándola con los límites para agregado fino establecido en las especificaciones normativas se observa que se encuentra fuera del rango de estas, debido a que como se mencionó con anterioridad este material presenta su graduación particular en función a su uso para concreto lanzado, presentando partículas gruesas retenidas en los tamices N° 4, 8, 16 y 30 con muy poco material fino en los tamices N° 50 y 100, este material se caracteriza por presentar partículas gruesas, por lo que se combinará con los otros materiales que se viene evaluando para mejorar la graduación del material resultante y la resistencia de los bloques al ser utilizados para su elaboración.

CURVA GRANULOMÉTRICA - ARENA SHOTCRETE



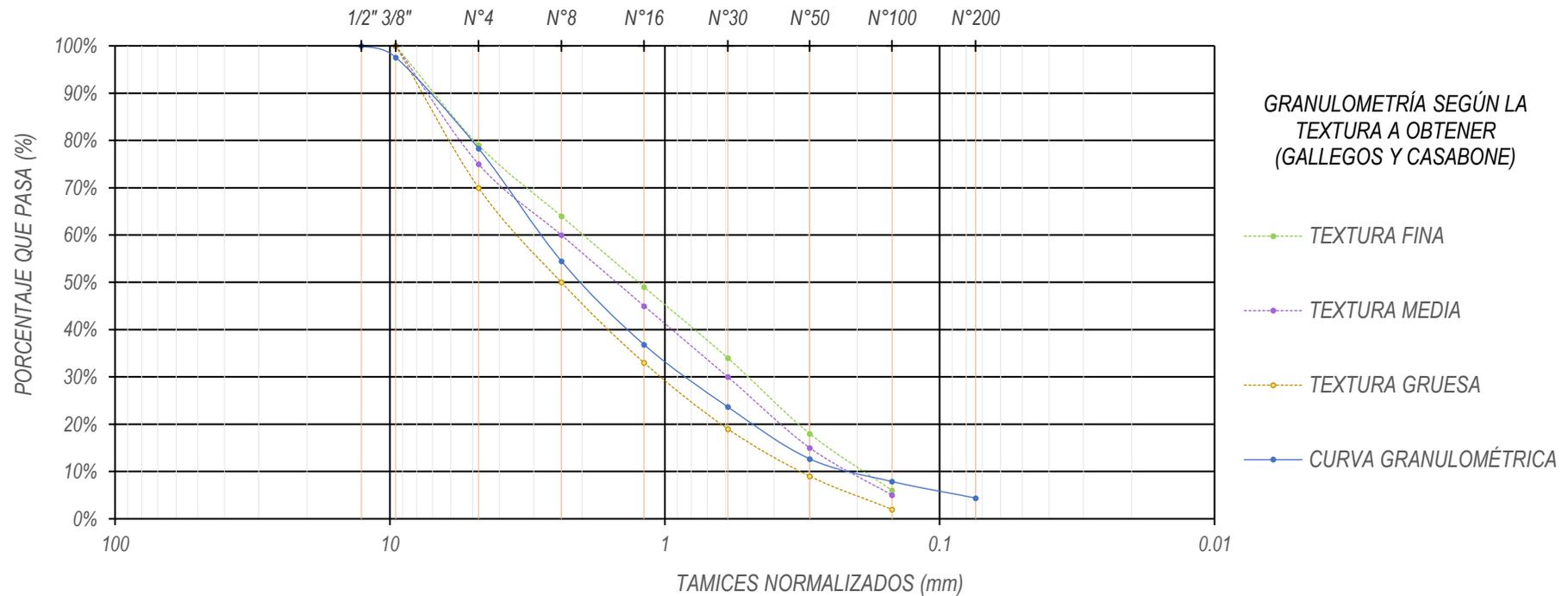
Esta curva granulométrica muestra la graduación que presenta la Arena Shotcrete en comparación con los tres tipos de graduaciones sugeridas por los autores Gallegos y Casabone según la textura que se quisiera obtener en la superficie de las paredes de los bloques, observándose que esta tiende a asemejarse a la curva de textura gruesa, teniendo en mayor porcentaje la cantidad que pasa el tamiz N° 4, en menor porcentaje el tamiz N°50 y coincidiendo los porcentajes en los tamices N° 8, 16 y 30, por lo que combinándose con la Ceniza de Cal 1 en ciertos porcentajes, podrían reducirse las cantidades retenidas en los tamices N° 8, 16 y 30, aumentándose así la porcentaje pasante, dándose la contraparte en los tamices N° 50 y 100, para así lograr ubicar a la curva dentro de lo recomendado para textura media o gruesa. Se combinará con Ceniza de Cal 1 para mejorar su graduación y resistencia de los bloques que se elaboren con esta.

CURVA GRANULOMÉTRICA - COMBINACIÓN DE AGREGADOS 50% CENIZA DE CAL 1 Y 50% ARENA SHOTCRETE



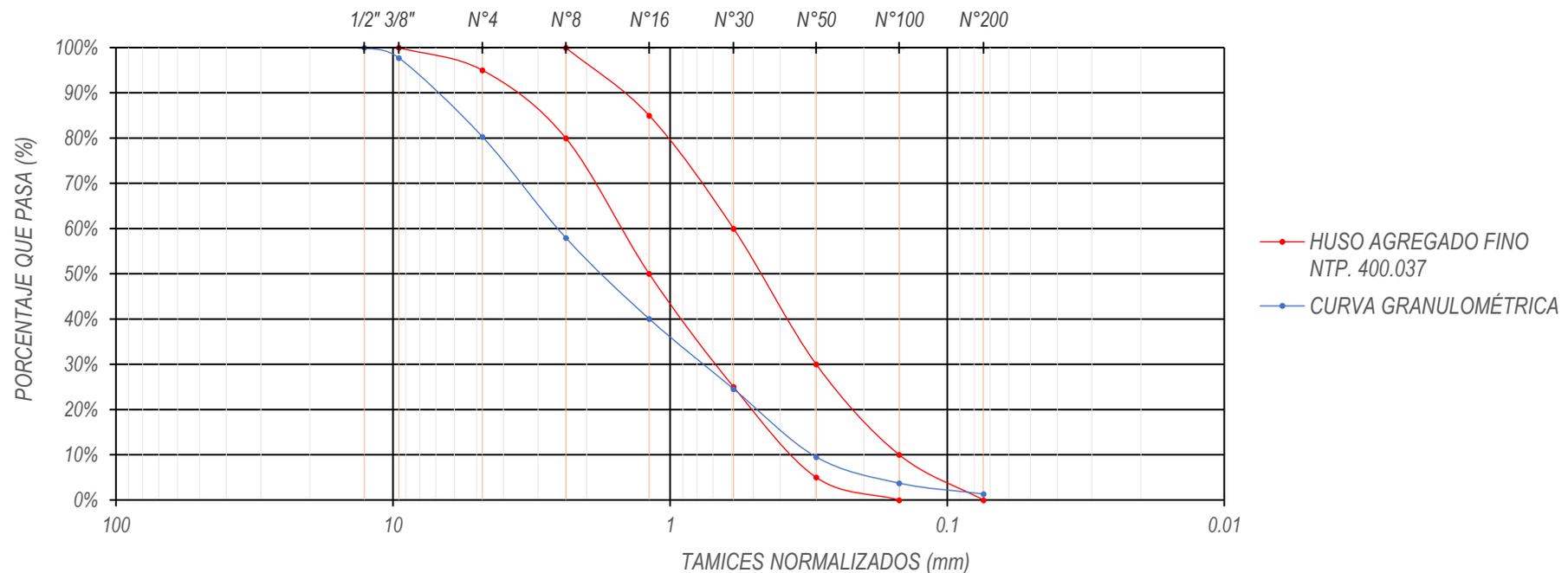
Esta curva granulométrica muestra la graduación del material combinado, resultado de mezclar un 50% de Ceniza de Cal 1 y un 50% de Arena Shotcrete, comparándolo con los límites para agregado fino establecido en las especificaciones normativas, observándose que se encuentra fuera de estos, siendo mayores los porcentajes de material retenido en los tamices N° 4, 8 y 16, por lo que presenta mayor cantidad de material grueso. La primera parte de la curva, se asemeja más a la distribución que presenta la arena shotcrete, ya que al combinarse con la ceniza de Cal que contiene mucha mayor cantidad de material grueso tiende a disminuir; y en la segunda parte de la curva, a partir del tamiz N° 30, disminuye la cantidad de material fino debido a la escasez de la misma en la Ceniza de Cal 1, aportando la cantidad suficiente para encontrarse dentro del rango el material contenido en la Arena Shotcrete.

CURVA GRANULOMÉTRICA - COMBINACIÓN DE AGREGADOS 50% CENIZA DE CAL 1 Y 50% ARENA SHOTCRETE



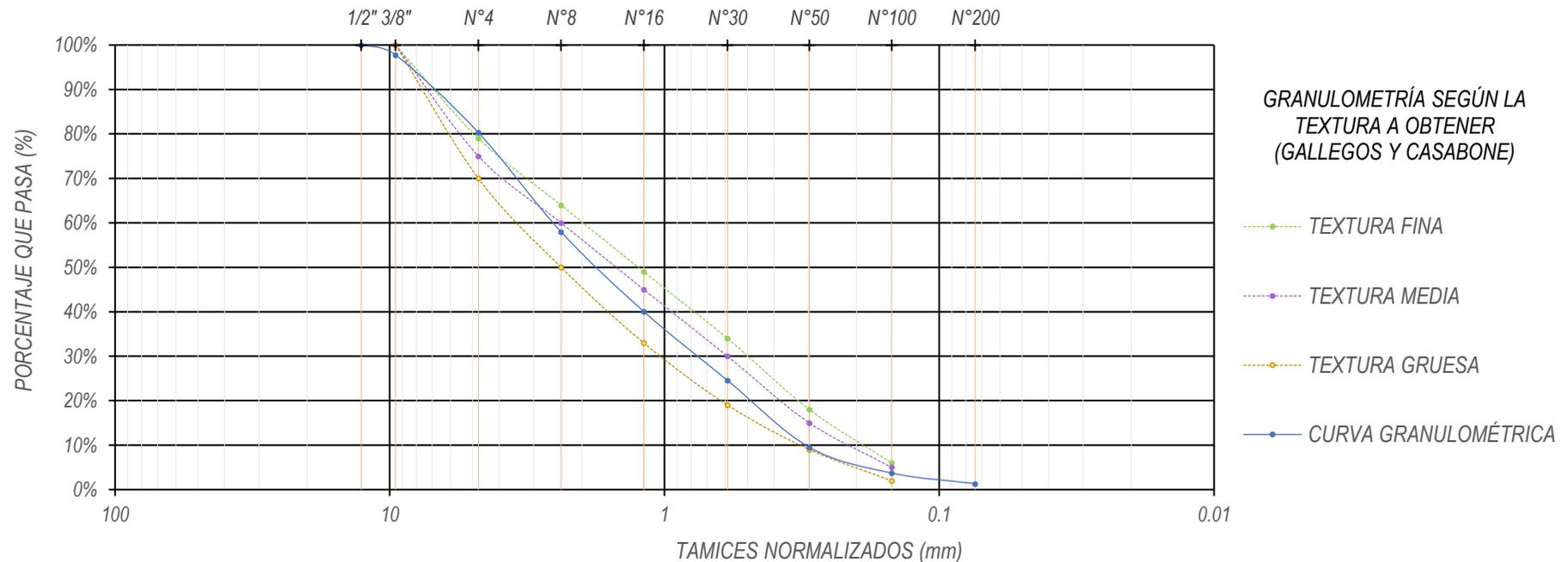
En esta curva, también se muestra la graduación del material resultante de la combinación de un 50% de Ceniza de Cal 1 con un 50% de Arena Shotcrete, comparándosela con las graduaciones recomendadas por los autores Gallegos y Casabone según la textura fina, media o gruesa que se quiere obtener en la superficie de los bloques, observándose que las partículas del material podrían brindarnos resultados de texturas media a gruesa al fabricar estas unidades; contiene partículas gruesas y material fino en cantidades considerables, que permitirán obtener texturas abiertas en la superficie de los bloques a fin de ganar resistencia, lográndose la unión de los puntos de contactos de las partículas gruesas y reducción de los vacíos entre estas a través de la pasta de cemento y el material fino, sin la necesidad de aumentar la compacidad de la unidad.

CURVA GRANULOMÉTRICA - COMBINACIÓN DE AGREGADOS 25% CENIZA DE CAL 1 Y 75% ARENA SHOTCRETE



En la curva granulométrica presente, se muestra la graduación del material combinado, resultado de mezclar un 25% de Ceniza de Cal 1 y un 75% de Arena Shotcrete, comparado con los límites para agregado fino establecido en las especificaciones normativas observándose que se encuentra fuera de estos límites, siendo mayores los porcentajes de material retenido en los tamices N° 4, 8 y 16, por lo que presenta mayor cantidad de material grueso; no presenta demasiada diferencia con la curva de la combinación anterior, ya que las cantidades de material retenido en estos tamices en la Arena Shotcrete, siempre permite disminuir la cantidad excesiva retenida en estos tamices en la Ceniza de Cal 1; diferenciándose más en la parte del material fino retenido en el tamiz N° 50 y 100, presentando cantidades similares a la Arena Shotcrete, así como cantidades mínimas de material pasante del tamiz N 200 al igual también que la Arena Shotcrete, todo esto, debido al mayor porcentaje de participación de este último.

CURVA GRANULOMÉTRICA - COMBINACIÓN DE AGREGADOS 25% CENIZA DE CAL 1 Y 75% ARENA SHOTCRETE



En esta curva, también se muestra la graduación del material resultante de la combinación de un 25% de Ceniza de Cal con un 75% de Arena Shotcrete, comparándosela con las graduaciones recomendadas por los autores Gallegos y Casabone según la textura que se quiere obtener en la superficie de los bloques, observándose que las partículas del material podrían brindarnos resultados de texturas media a gruesa al fabricar estas unidades; contiene partículas gruesas y material fino en cantidades considerables, que permitirán obtener texturas abiertas en la superficie de los bloques a fin de ganar resistencia, lográndose la unión de los puntos de contactos de las partículas gruesas y reducción de los vacíos entre estas a través de la pasta de cemento y el material fino, sin la necesidad de aumentar la compacidad de la unidad. Presenta cierta semejanza al material resultante de la combinación anterior, ya que tiende a acomodarse a las graduaciones recomendadas, por lo que su uso sería también recomendable para la fabricación de bloques de concreto.

3.9.1.2. Procesamiento y Análisis de Datos de los Ensayos de Peso Unitario Suelto de los Agregados

Para el cálculo del peso unitario suelto de los agregados, se recolectó datos del peso del recipiente que para nuestro caso es de 8.25 kg. con un volumen de 0.014 m³, constante en todos los ensayos; y el peso del recipiente con la muestra contenida. Finalmente se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo del peso unitario suelto compactado:

$$P.U.S. = \frac{PESO DE LA MUESTRA}{VOLUMEN DEL RECIPIENTE}$$

Donde:

P.U.S. : PESO UNITARIO SUELTO

*PESO DE LA MUESTRA : PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA
CON LA MUESTRA MENOS PESO DEL
RECIPIENTE*

3.9.1.2.1. Procesamiento e Interpretación del Peso Unitario Suelto de Ceniza de Cal 1

Los datos procesados se indican a continuación:

PESO UNITARIO SUELTO - CENIZA DE CAL 1 NTP 400.017					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DEL RECIPIENTE</i>	A	kg.	8,25	8,25	8,25
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA</i>	B	kg.	23,75	23,85	24,05
<i>PESO DE LA MUESTRA</i>	B-A	kg.	15,50	15,60	15,80
<i>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</i>	C	m ³	0,014	0,014	0,014
CÁLCULOS					
PESO UNITARIO SUELTO	(B-A)/C	kg/m ³	1107,14	1114,29	1128,57
PROMEDIO					
PESO UNITARIO SUELTO		kg/m ³	1116,67		

CENIZA DE CAL 1	
Peso Unitario Suelto	1116,67 kg/m ³

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 10,91 kg/m³, menor a 14 kg/m³ que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 7,14 kg/m³, 21,43 kg/m³ y 14,29 kg/m³, todos menores de 40 kg/m³, que es el máximo permitido por la norma.

3.9.1.2.2. Procesamiento e Interpretación del Peso Unitario Suelto de Ceniza de Cal 2

Los datos procesados se indican a continuación:

PESO UNITARIO SUELTO - CENIZA DE CAL 2 NTP 400.017					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DEL RECIPIENTE</i>	A	kg.	8,25	8,25	8,25
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA</i>	B	kg.	24,75	24,90	24,70
<i>PESO DE LA MUESTRA</i>	B-A	kg.	16,50	16,65	16,45
<i>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</i>	C	m ³	0,014	0,014	0,014
CÁLCULOS					
PESO UNITARIO SUELTO	(B-A)/C	kg/m ³	1178,57	1189,29	1175,00
PROMEDIO					
PESO UNITARIO SUELTO		kg/m ³	1180,95		

CENIZA DE CAL 2	
Peso Unitario Suelto	1180,95 kg/m ³

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 7,43 kg/m³, menor a 14 kg/m³ que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 10,71 kg/m³, 3,57 kg/m³ y 14,29 kg/m³, todos menores de 40 kg/m³, que es el máximo permitido por la norma.

3.9.1.2.3. Procesamiento e Interpretación del Peso Unitario Suelto de Arena Shotcrete

Los datos procesados se indican a continuación:

PESO UNITARIO SUELTO - ARENA SHOTCRETE NTP 400.017					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DEL RECIPIENTE	A	kg.	8,25	8,25	8,25
PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA	B	kg.	32,95	33,00	33,00
PESO DE LA MUESTRA	B-A	kg.	24,70	24,75	24,75
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0,014	0,014	0,014
CÁLCULOS					
PESO UNITARIO SUELTO	(B-A)/C	kg/m ³	1764,29	1767,86	1767,86
PROMEDIO					
PESO UNITARIO SUELTO		kg/m ³	1766,67		

ARENA SHOTCRETE	
Peso Unitario Suelto	1766,67 kg/m ³

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 2,06 kg/m³, menor a 14 kg/m³ que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 3,57 kg/m³, 3,57 kg/m³ y 0,00 kg/m³, todos menores de 40 kg/m³, que es el máximo permitido por la norma.

Estos datos obtenidos nos permitirán calcular un peso referencial en el suministro del material previo a la fabricación de los bloques de concreto, así mismo nos permitirá realizar el cálculo de los pesos cuando se realice la experimentación de las proporciones en volumen y la dosificación al momento de la fabricación de las unidades

3.9.1.3. Procesamiento y Análisis de Datos de los Ensayos de Peso Unitario Compactado de los Agregados

Para el cálculo del peso unitario compactado de los agregados, se recolectó datos del peso del recipiente que para nuestro caso es de 8.25 kg. con un volumen de 0.014 m³, constante en todos los ensayos; y el peso del recipiente con la muestra contenida. Finalmente se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo del peso unitario suelto compactado:

$$P. U. C. = \frac{PESO DE LA MUESTRA}{VOLUMEN DEL RECIPIENTE}$$

Donde:

P. U. C. : PESO UNITARIO COMPACTADO

*PESO DE LA MUESTRA : PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA
CON LA MUESTRA MENOS PESO DEL
RECIPIENTE*

3.9.1.3.1. Procesamiento e Interpretación del Peso Unitario Compactado de Ceniza de Cal 1

Los datos procesados se indican a continuación:

PESO UNITARIO COMPACTADO - CENIZA DE CAL 1 NTP 400.017					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DEL RECIPIENTE</i>	A	kg.	8,25	8,25	8,25
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA</i>	B	kg.	27,50	27,70	27,65
<i>PESO DE LA MUESTRA</i>	B-A	kg.	19,25	19,45	19,40
<i>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</i>	C	m ³	0,014	0,014	0,014
CÁLCULOS					
PESO UNITARIO COMPACTADO	(B-A)/C	kg/m ³	1375,00	1389,29	1385,71
PROMEDIO					
PESO UNITARIO COMPACTADO		kg/m ³	1383,33		

CENIZA DE CAL 1	
Peso Unitario Compactado	1383,33 kg/m ³

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 7,43 kg/m³, menor a 14 kg/m³ que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 14,29 kg/m³, 10,71 kg/m³ y 3,57 kg/m³, todos menores de 40 kg/m³, que es el máximo permitido por la norma.

3.9.1.3.2. Procesamiento e Interpretación del Peso Unitario Compactado de Ceniza de Cal 2

Los datos procesados se indican a continuación:

PESO UNITARIO COMPACTADO - CENIZA DE CAL 2					
NTP 400.017					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DEL RECIPIENTE</i>	A	kg.	8,25	8,25	8,25
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA</i>	B	kg.	27,60	27,85	27,90
<i>PESO DE LA MUESTRA</i>	B-A	kg.	19,35	19,60	19,65
<i>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</i>	C	m ³	0,014	0,014	0,014
CÁLCULOS					
PESO UNITARIO COMPACTADO	(B-A)/C	kg/m ³	1382,14	1400,00	1403,57
PROMEDIO					
PESO UNITARIO COMPACTADO		kg/m ³	1395,24		

CENIZA DE CAL 2	
Peso Unitario Compactado	1395,24 kg/m ³

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 11,48 kg/m³, menor a 14 kg/m³ que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 17,86 kg/m³, 21,43 kg/m³ y 3,57 kg/m³, todos menores de 40 kg/m³, que es el máximo permitido por la norma.

3.9.1.3.3. Procesamiento e Interpretación del Peso Unitario Compactado de Arena Shotcrete

Los datos procesados se indican a continuación:

PESO UNITARIO COMPACTADO - ARENA SHOTCRETE NTP 400.017					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DEL RECIPIENTE</i>	A	kg.	8,25	8,25	8,25
<i>PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA</i>	B	kg.	35,75	35,70	35,85
<i>PESO DE LA MUESTRA</i>	B-A	kg.	27,50	27,45	27,60
<i>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</i>	C	m ³	0,014	0,014	0,014
CÁLCULOS					
PESO UNITARIO COMPACTADO	(B-A)/C	kg/m ³	1964,29	1960,71	1971,43
PROMEDIO					
PESO UNITARIO COMPACTADO		kg/m ³	1965,48		

ARENA SHOTCRETE	
Peso Unitario Compactado	1965,48 kg/m ³

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 5,46 kg/m³, menor a 14 kg/m³ que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 3,57 kg/m³, 7,14 kg/m³ y 10,71 kg/m³, todos menores de 40 kg/m³, que es el máximo permitido por la norma.

Estos datos nos permitirán obtener la cantidad máxima de agregados que se utilizarán para la combinación de los agregados, así como para observar cuanto peso máximo de material tendrá el concreto al intervenir en este, ya que para la fabricación de los bloques se necesitará de un alto grado de compactación y vibración.

3.9.1.3.4. Procesamiento e Interpretación del Peso Unitario Compactado del Agregado Combinado - Ceniza de Cal 1 y Arena Shotcrete

Para evaluar el peso unitario compactado del agregado combinado se mezcló 5 muestras en las siguientes proporciones y con los siguientes pesos:

COMBINACIÓN DE AGREGADOS				
MUESTRA	% DE CENIZA DE CAL 1	PESO SECO CENIZA DE CAL 1	% DE ARENA SHOTCRETE	PESO SECO ARENA SHOTCRETE
M-1	75%	22,5 kg.	25%	7,5 kg.
M-2	50%	15 kg.	50%	15 kg.
M-3	25%	7,5 kg.	75%	22,5 kg.
M-4	20%	6 kg.	80%	24 kg.
M-5	10%	3 kg.	90%	27 kg.

Los datos procesados se indican a continuación:

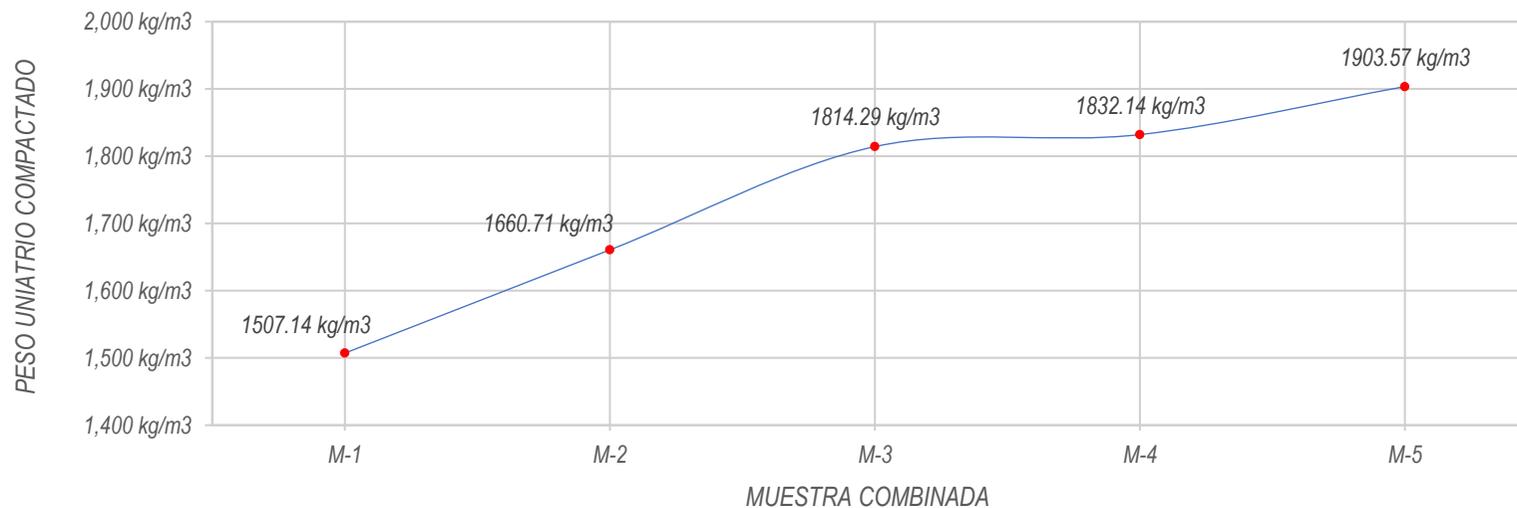
COMBINACIÓN	CENIZA DE CAL 1	ARENA SHOTCRETE	PESO UNITARIO COMPACTADO
1° COMBINACIÓN	75%	25%	1507.14 kg/cm ³
2° COMBINACIÓN	50%	50%	1660.71 kg/cm ³
3° COMBINACIÓN	25%	75%	1814.29 kg/cm ³
4° COMBINACIÓN	20%	80%	1832.14 kg/cm ³
5° COMBINACIÓN	10%	90%	1903.57 kg/cm ³

De estos resultados se puede observar que mientras la cantidad de Ceniza de Cal 1 aumenta su porcentaje de participación en las combinaciones, disminuye el peso unitario compactado del material mezclado, debido a que este material tiene un peso específico bajo, como se verá en los próximos análisis; por lo que para la experimentación se utilizará la segunda y tercera combinación para las respectivas comparaciones, teniendo en cuenta que se quiere estudiar la participación únicamente de la Ceniza de Cal como agregado para la fabricación de bloques.

**PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA COMBINACIÓN DEL AGREGADO GLOBAL
CENIZA DE CAL 1 - ARENA SHOTCRETE
NTP 400.017**

DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
PESO DEL RECIPIENTE	A	kg.	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25
PESO DEL RECIPIENTE CONTENIDA CON LA MUESTRA	B	kg.	29,35	31,50	33,65	33,90	34,90
PESO DE LA MUESTRA	B-A	kg.	21,10	23,25	25,40	25,65	26,65
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
CÁLCULOS							
PESO UNITARIO COMPACTADO	$(B-A)/C$	kg/m ³	1507,14	1660,71	1814,29	1832,14	1903,57

PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA COMBINACIÓN DEL AGREGADO GLOBAL



3.9.1.4. Procesamiento y Análisis de Datos de los Ensayos de Peso Específico de los Agregados

En este ensayo se calculará el peso específico de los materiales en estado seco, en estado saturado superficialmente seco y el peso específico aparente, para lo cual en todos los casos se utilizará un picnómetro con capacidad de aforo de 1000 ml, por lo que se tomará una precisión de 1 g. para registrar y procesar los datos. Se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$PESO\ ESPECIFICO\ SECO = \frac{P_{MSH}}{P_{PAH_2O} + P_{MSSS} - P_{PAH_2O+MSSS}}$$

$$PESO\ ESPECIFICO\ SATURADO\ SUPERFICIALMENTE\ SECO = \frac{P_{MSSS}}{P_{PAH_2O} + P_{MSSS} - P_{PAH_2O+MSSS}}$$

$$PESO\ ESPECIFICO\ APARENTE = \frac{P_{MSH}}{P_{PAH_2O} + P_{MSH} - P_{PAH_2O+MSSS}}$$

Donde:

P_{MSH} : *Peso de la Muestra Seca al Horno*

P_{MSSS} : *Peso de la Muestra en condición Saturada Superficialmente Seca*

P_{PAH_2O} : *Peso del picnómetro aforado lleno de agua*

$P_{PAH_2O+MSSS}$: *Peso total del picnómetro aforado contenido con la muestra y lleno de agua*

3.9.1.4.1. Procesamiento e Interpretación del Peso Específico de Ceniza de Cal 1

Los datos procesados se indican a continuación:

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO - CENIZA DE CAL 1 NTP 400.022					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	A	g.	443	443	444
PESO DEL PICNÓMETRO AFORADO LLENO DE AGUA	B	g.	1322	1319	1321
PESO TOTAL DEL PICNÓMETRO AFORADO CON LA MUESTRA Y LLENO DE AGUA	C	g.	1589	1587	1589
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	S	g.	500	500	500
CÁLCULOS					
PESO ESPECÍFICO SECO	$A/(B+S-C)$	g/cm^3	1,901	1,909	1,914
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	$S/(B+S-C)$	g/cm^3	2,146	2,155	2,155
PESO ESPECÍFICO APARENTE	$A/(B+A-C)$	g/cm^3	2,517	2,531	2,523
PROMEDIO					
PESO ESPECÍFICO SECO		g/cm^3	1,908		
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO		g/cm^3	2,152		
PESO ESPECÍFICO APARENTE		g/cm^3	2,524		

CENIZA DE CAL 1	
Peso Especifico Seco	1,908 g/cm^3
Peso Especifico Saturado Superficialmente Seco	2,152 g/cm^3
Peso Especifico Aparente	2,524 g/cm^3

Se aceptan estos resultados por obtener una desviación estándar de 0,0064 g/cm^3 para el peso específico seco, menor que 0,0110 g/cm^3 que es el máximo permitido por la norma; 0,0053 g/cm^3 para el peso específico saturado superficialmente seco y 0,0072 g/cm^3 para el peso específico aparente, menor en ambos casos que 0,0095 g/cm^3 que es el máximo permitido por la norma; además las diferencias entre dos resultados para el peso específico seco son de 0,008 g/cm^3 , 0,013 g/cm^3 y 0,004 g/cm^3 , todos menores de 0,032 g/cm^3 , que es el máximo permitido por la norma; para el peso específico saturado superficialmente seco son de 0,009 g/cm^3 , 0,006 g/cm^3 y 0,009 g/cm^3 , todos menores de 0,027 g/cm^3 , que es el máximo

permitido por la norma; y para el peso específico aparente son de 0,014 g/cm³, 0,006 g/cm³ y 0,009 g/cm³, todos menores de 0,027 g/cm³, que es el máximo permitido por la norma.

Se puede observar que el peso específico de la Ceniza de Cal 1 es demasiado bajo, alcanzando su valor para ser considerado como un agregado liviano, deduciéndose que el material es un material demasíadamente poroso con mucha capacidad de absorción.

3.9.1.4.2. Procesamiento e Interpretación del Peso Específico de Ceniza de Cal 2

Los datos procesados se indican a continuación:

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO - CENIZA DE CAL 2 NTP 400.022					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	A	g.	447	448	447
PESO DEL PICNÓMETRO AFORADO LLENO DE AGUA	B	g.	1242	1242	1241
PESO TOTAL DEL PICNÓMETRO AFORADO CON LA MUESTRA Y LLENO DE AGUA	C	g.	1522	1523	1522
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	S	g.	500	500	500
CÁLCULOS					
PESO ESPECÍFICO SECO	$A/(B+S-C)$	g/cm^3	2,032	2,046	2,041
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	$S/(B+S-C)$	g/cm^3	2,273	2,283	2,283
PESO ESPECÍFICO APARENTE	$A/(B+A-C)$	g/cm^3	2,677	2,683	2,693
PROMEDIO					
PESO ESPECÍFICO SECO		g/cm^3	2,040		
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO		g/cm^3	2,280		
PESO ESPECÍFICO APARENTE		g/cm^3	2.684		

CENIZA DE CAL 2	
Peso Específico Seco	2,040 g/cm ³
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco	2,280 g/cm ³
Peso Específico Aparente	2,684 g/cm ³

Se aceptan estos resultados por obtener una desviación estándar de 0,0071 g/cm³ para el peso específico seco, menor que 0,0110 g/cm³ que es el máximo permitido por la norma; 0,0060 g/cm³ para el peso específico saturado superficialmente seco y 0,0082 g/cm³ para el peso específico aparente, menor en ambos casos que 0,0095 g/cm³ que es el máximo permitido por la norma; además las diferencias entre dos resultados para el peso específico seco son de 0,014 g/cm³, 0,009 g/cm³ y 0,005 g/cm³, todos menores de 0,032 g/cm³, que es el máximo permitido por la norma; para el peso específico saturado superficialmente seco son de 0,010 g/cm³, 0,010 g/cm³ y 0,000 g/cm³, todos menores de 0,027 g/cm³, que es el máximo permitido por la norma; y para el peso específico aparente son de 0,006 g/cm³, 0,016 g/cm³ y 0,010 g/cm³, todos menores de 0,027 g/cm³, que es el máximo permitido por la norma.

El peso específico de este material viene a ser mayor al anterior, lo que indica, que ha comparación del anterior, este tendría mejor calidad y sería más factible su uso para la obtención de bloques de concreto.

3.9.1.4.3. Procesamiento e Interpretación del Peso Específico de Arena Shotcrete

Los datos procesados se indican a continuación:

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO - ARENA SHOTCRETE NTP 400.022					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO</i>	A	g.	488	489	488
<i>PESO DEL PICNÓMETRO AFORADO LLENO DE AGUA</i>	B	g.	1324	1325	1325
<i>PESO TOTAL DEL PICNÓMETRO AFORADO CON LA MUESTRA Y LLENO DE AGUA</i>	C	g.	1624	1625	1624

<i>PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA</i>	S	g.	500	500	500
CÁLCULOS					
<i>PESO ESPECÍFICO SECO</i>	$A/(B+S-C)$	g/cm^3	2,440	2,445	2,428
<i>PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO</i>	$S/(B+S-C)$	g/cm^3	2,500	2,500	2,488
<i>PESO ESPECÍFICO APARENTE</i>	$A/(B+A-C)$	g/cm^3	2,596	2,587	2,582
PROMEDIO					
<i>PESO ESPECÍFICO SECO</i>		g/cm^3	2,438		
<i>PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO</i>		g/cm^3	2,496		
<i>PESO ESPECÍFICO APARENTE</i>		g/cm^3	2,588		

ARENA SHOTCRETE	
<i>Peso Específico Seco</i>	2,438 g/cm^3
<i>Peso Específico Saturado Superficialmente Seco</i>	2,496 g/cm^3
<i>Peso Específico Aparente</i>	2,588 g/cm^3

Se aceptan estos resultados por obtener una desviación estándar de 0,0088 g/cm^3 para el peso específico seco, menor que 0,0110 g/cm^3 que es el máximo permitido por la norma; 0,0072 g/cm^3 para el peso específico saturado superficialmente seco y 0,0069 g/cm^3 para el peso específico aparente, menor en ambos casos que 0,0095 g/cm^3 que es el máximo permitido por la norma; además las diferencias entre dos resultados para el peso específico seco son de 0,005 g/cm^3 , 0,012 g/cm^3 y 0,017 g/cm^3 , todos menores de 0,032 g/cm^3 , que es el máximo permitido por la norma; para el peso específico saturado superficialmente seco son de 0,000 g/cm^3 , 0,012 g/cm^3 y 0,012 g/cm^3 , todos menores de 0,027 g/cm^3 , que es el máximo permitido por la norma; y para el peso específico aparente son de 0,008 g/cm^3 , 0,014 g/cm^3 y 0,005 g/cm^3 , todos menores de 0,027 g/cm^3 , que es el máximo permitido por la norma.

El cálculo del peso específico de la Arena Shotcrete se realizó con el fin de necesitarlo si se pretende realizar un diseño de la proporción experimental, definida como la óptima. Se observa que es un material de buena calidad para su utilización

como agregado para concreto y en nuestro caso en combinación con Ceniza de Cal 1 para su comparación en la experimentación de proporciones.

Finalmente se debe indicar que el material Ceniza de Cal 2, presenta un mejor peso específico, para ser utilizado como agregado para la fabricación de bloques de concreto, además que sus otras características vistas anteriormente como su graduación, lo señalan como material óptimo para este uso.

3.9.1.5. Procesamiento y Análisis de Datos de los Ensayos de Absorción de los Agregados

Los datos serán tomados y procesados con una aproximación a 0,1 g. Se utilizará la siguiente fórmula:

$$ABSORCIÓN = \frac{P_{MSSS} - P_{MSH}}{P_{MSH}} \times 100$$

Donde:

P_{MSH} : *Peso de la Muestra Seca al Horno*

P_{MSSS} : *Peso de la Muestra en condición Saturada Superficialmente Seca*

3.9.1.5.1. Procesamiento e Interpretación de la Absorción de Ceniza de Cal 1

Los datos procesados se indican a continuación:

ABSORCIÓN DE CENIZA DE CAL 1 NTP 400.022					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA</i>	S	g.	500,0	500,0	500,0
<i>PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO</i>	A	g.	444,2	443,5	443,8
CÁLCULOS					
ABSORCIÓN	$[(S-A)/A] \times 100$	%	12.562	12.740	12.663
PROMEDIO					
ABSORCIÓN		%	12.655		

CENIZA DE CAL 1	
Absorción	12.655 %

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 0.09%, menor a 0.11% que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 0.18%, 0.10% y 0.08%, todos menores de 0.31%, que es el máximo permitido por la norma.

Se observa que este material presenta un alto porcentaje de absorción, lo que indica que es capaz de retener una buena cantidad de agua en sus poros internos, perjudicando y desequilibrando así la cantidad de agua necesaria en el concreto dentro de las primeras horas para lograr la hidratación del cemento con la finalidad de obtener la resistencia debida, teniendo en cuenta además, que por lo menos se debe esperar un tiempo de fraguado de 24 horas para comenzar a curar el concreto y no se puede agregar agua a los bloques por encontrarse en estado fresco, se tomará estrategias para controlar el alto porcentaje de absorción de este agregado, remojándolo 24 horas antes a fin de saturarlo y sea mínimo la absorción de agua al momento de realizar la mezcla para la fabricación de los bloques de concreto.

3.9.1.5.2. Procesamiento e Interpretación de la Absorción de Ceniza de Cal 2

Los datos procesados se indican a continuación:

ABSORCIÓN DE CENIZA DE CAL 2 NTP 400.022					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA</i>	S	g.	500,0	500,0	500,0
<i>PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO</i>	A	g.	447,4	448,0	447,6
CÁLCULOS					
ABSORCIÓN	$[(S-A)/A] \times 100$	%	11.757	11.607	11.707
PROMEDIO					
ABSORCIÓN		%	11.690		

CENIZA DE CAL 2	
Absorción	11.690 %

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 0.08%, menor a 0.11% que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 0.15%, 0.05% y 0.10%, todos menores de 0.31%, que es el máximo permitido por la norma.

Al igual que el agregado anterior se observa que este material también presenta un alto porcentaje de absorción, para lo cual se tomará la misma estrategia que en el caso anterior remojándolo en agua 24 horas antes de la fabricación de los bloques, a fin de saturar las partículas del agregado y equilibrar la demanda de agua necesaria en la mezcla de concreto para la fabricación de bloques. Además, se debe entender que la relación agua/cemento mínimo utilizada en la mezcla, recomendado para la fabricación de bloques de concreto es casi la misma que utiliza este para su hidratación con el cemento, por lo que, si no se tomara esta estrategia como medida para disminuir el porcentaje de absorción de este agregado, se vería afectado la resistencia que se buscaría obtener en las unidades.

3.9.1.5.3. Procesamiento e Interpretación de la Absorción de Arena Shotcrete

Los datos procesados se indican a continuación:

ABSORCIÓN DE ARENA SHOTCRETE NTP 400.022					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA</i>	S	g.	500,0	500,0	500,0
<i>PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO</i>	A	g.	490,8	491,0	490,3
CÁLCULOS					
ABSORCIÓN	$[(S-A)/A] \times 100$	%	1.874	1.833	1.978
PROMEDIO					
ABSORCIÓN		%	1.895		

ARENA SHOTCRETE	
Absorción	1.895 %

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 0.07%, menor a 0.11% que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre

dos de estos de 0.04%, 0.10% y 0.15%, todos menores de 0.31%, que es el máximo permitido por la norma.

Como se puede observar, debido a ser un agregado del tipo conglomerado comúnmente usado para la producción de concreto, presenta un porcentaje de absorción muy bajo, ideal para mantener el equilibrio de agua al ser utilizado en la mezcla del concreto, así mismo la presencia de humedad en su estado natural favorece esto; pero se analizó este material para ver cómo afectaría su uso, en combinación con Ceniza de Cal 1 a la mezcla para bloques de concreto, por lo que se determina que su bajo porcentaje de absorción es una indicativo de ser un material óptimo para su combinación con el agregado mencionado.

3.9.1.6. Procesamiento y Análisis de Datos de los Ensayos del Contenido de Humedad de los Agregados

Se utilizará la siguiente fórmula:

$$CONTENIDO DE HUMEDAD = \frac{P_{MN} - P_{MSH}}{P_{MSH}} \times 100$$

Donde:

P_{MN} : *Peso de la Muestra Natural*

P_{MSH} : *Peso de la Muestra Seca al Horno*

3.9.1.6.1. Procesamiento e Interpretación del Contenido de Humedad en Ceniza de Cal 1

Los datos procesados se indican a continuación:

CONTENIDO DE HUMEDAD - CENIZA DE CAL 1					
NTP 339.185					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DE LA MUESTRA NATURAL</i>	<i>A</i>	<i>g.</i>	<i>1500</i>	<i>1500</i>	<i>1500</i>
<i>PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO</i>	<i>B</i>	<i>g.</i>	<i>1491</i>	<i>1494</i>	<i>1491</i>
CÁLCULOS					
HUMEDAD	$[(A-B)/B] \times 100$	%	<i>0.604</i>	<i>0.402</i>	<i>0.604</i>

PROMEDIO		
HUMEDAD	%	0.536

CENIZA DE CAL 1	
Contenido de Humedad	0.536 %

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 0.12%, menor a 0.28% que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 0.20%, 0.00% y 0.20%, todos menores de 0.79%, que es el máximo permitido por la norma.

Se puede observar que el porcentaje de contenido de humedad en este material es muy bajo, ya que como se explicó anteriormente la obtención de este material se realiza directamente de los hornos artesanales como material de desperdicio de los mismos, es por tal motivo que su estado natural es completamente seco, encontrándose en algunas ocasiones humedecido por la intervención de las lluvias, debido a que se encuentran almacenadas libremente a la intemperie, teniendo la propiedad de secarse rápidamente debido al alto porcentaje de absorción que lo caracteriza, es por ello que la mayoría de veces se le puede encontrar en estado seco en la parte superficial.

3.9.1.6.2. Procesamiento e Interpretación del Contenido de Humedad en Ceniza de Cal 2

Los datos procesados se indican a continuación:

CONTENIDO DE HUMEDAD - CENIZA DE CAL 2					
NTP 339.185					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DE LA MUESTRA NATURAL</i>	<i>A</i>	<i>g.</i>	1500	1500	1500
<i>PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO</i>	<i>B</i>	<i>g.</i>	1461	1467	1467
CÁLCULOS					
HUMEDAD	$[(A-B)/B] \times 100$	%	2.669	2.249	2.249
PROMEDIO					
HUMEDAD		%	2.389		

CENIZA DE CAL 2	
Contenido de Humedad	2.389 %

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 0.24%, menor a 0.28% que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 0.42%, 0.42% y 0.00%, todos menores de 0.79%, que es el máximo permitido por la norma.

Se observa que al igual que el material anterior, este presenta un bajo porcentaje de contenido de humedad, pero más alto que el anterior, debido a que previó a la toma de la muestra, esta se encontraba humedecida por la lluvia.

3.9.1.6.3. Procesamiento e Interpretación del Contenido de Humedad en Arena Shotcrete

Los datos procesados se indican a continuación:

CONTENIDO DE HUMEDAD - ARENA SHOTCRETE NTP 339.185					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO DE LA MUESTRA NATURAL</i>	A	g.	1500	1500	1500
<i>PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO</i>	B	g.	1422	1428	1425
CÁLCULOS					
HUMEDAD	$[(A-B)/B] \times 100$	%	5.485	5.042	5.263
PROMEDIO					
HUMEDAD		%	5.263		

ARENA SHOTCRETE	
Contenido de Humedad	5.263 %

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 0.22%, menor a 0.28% que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 0.44%, 0.22% y 0.22%, todos menores de 0.79%, que es el máximo permitido por la norma.

Se observa que este agregado en su condición natural si presenta un porcentaje de humedad considerable, que se deberá considerar al momento de calcular la cantidad de agua en la experimentación de proporciones.

3.9.1.7. Procesamiento y Análisis de Datos de los Ensayos Para la Determinación del Porcentaje de Material más Fino que Pasa por el Tamiz N°200 en los Agregados

Se utilizará la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{PORCENTAJE DE MATERIAL M\u00c1S FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N\u00b0200}}{P_{SMO}} = \frac{P_{SMO} - P_{SML}}{P_{SMO}} \times 100$$

Donde:

P_{SMO} : *Peso Seco de la Muestra Original*

P_{SML} : *Peso Seco de la Muestra Lavada*

3.9.1.7.1. Procesamiento e Interpretación del Ensayo para la Determinación del Porcentaje de Material más Fino que Pasa por el Tamiz N°200 en Ceniza de Cal 1

Los datos procesados se indican a continuación:

PORCENTAJE DE MATERIAL M\u00c1S FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N\u00b0200 POR LAVADO DE AGREGADOS CENIZA DE CAL 1 NTP 400.018					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
<i>PESO SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL</i>	A	g.	1101	1403	1615
<i>PESO SECO DE LA MUESTRA LAVADA</i>	B	g.	965	1227	1415
C\u00c1LCULOS					
MATERIAL M\u00c1S FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N\u00b0 200	$[(A-B)/A] \times 100$	%	12	13	12
PROMEDIO					
MATERIAL M\u00c1S FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N\u00b0 200		%	12		

CENIZA DE CAL 1	
Material Más Fino que Pasa por el Tamiz Normalizado N° 200	12 %

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 0.10%, menor a 0.15% que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 0.19%, 0.03% y 0.16%, todos menores de 0.43%, que es el máximo permitido por la norma.

Se observa que este material presenta un alto porcentaje de material fino que pasa por el tamiz N°200, lo cual resulta una parte débil en la utilización del mismo, como componente del concreto, ya que la norma NTP 400.037 (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas) señala un contenido máximo de 5% para agregados finos que intervengan en la producción de concreto. Se debe entender que la excesiva cantidad de este material dentro del concreto, genera la disminución de la resistencia en el mismo, por contener material muy fino adherido en la superficie de las partículas del agregado que impide la unión con la pasta, creando puntos débiles en la interfase mortero-agregado, por donde se generará la rotura del concreto cuando se someta a carga.

3.9.1.7.2. Procesamiento e Interpretación del Ensayo para la Determinación del Porcentaje de Material más Fino que Pasa por el Tamiz N°200 en Ceniza de Cal 2

Los datos procesados se indican a continuación:

PORCENTAJE DE MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N°200 POR LAVADO DE AGREGADOS CENIZA DE CAL 2 NTP 400.018					
DATOS		UND.	M-1	M-2	M-3
PESO SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL	A	g.	1331	1487	1343
PESO SECO DE LA MUESTRA LAVADA	B	g.	1097	1228	1110
CÁLCULOS					
MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N° 200	$[(A-B)/A] \times 100$	%	18	17	17

PROMEDIO		
MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N° 200	%	17

CENIZA DE CAL 2	
Material Más Fino que Pasa por el Tamiz Normalizado N° 200	17 %

Se aceptan los resultados por obtener una desviación estándar de 0.12%, menor a 0.15% que es el máximo permitido por la norma; siendo también la diferencia entre dos de estos de 0.16%, 0.23% y 0.07%, todos menores de 0.43%, que es el máximo permitido por la norma.

De igual forma que el material anterior, este presenta un alto porcentaje de material fino que pasa por el tamiz N°200, generando las mismas consecuencias en su utilización para la producción de concreto.

Esta característica no eximirá la experimentación de proporciones que se realizará, en donde se podrá evaluar cuanto es la resistencia que se pueden alcanzar utilizando estos agregados y hasta cuánto es posible usarlos dependiendo de los beneficios que puedan aportarnos.

Para el caso de ambos agregados, es la cantidad de material fino presente en el material, lo que lo caracteriza por tener el color rojizo en su estado natural, de igual forma al ser utilizado en la fabricación de bloques resalta el color rojizo en el producto final, debido al polvo de este color presente en el material. Partículas de mayor tamaño también presentan el color rojizo debido a la calcinación de los óxidos del material, siendo el material fino combinado con la pasta del cemento lo que rellena el bloque con este color.

3.9.2. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS EXTRAÍDOS DE LOS ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS

Las propiedades químicas de los agregados juegan un rol fundamental para la utilización de los mismos, ya que existirá al interior del concreto ciertas reacciones que se presentarán con los agregados al entrar en contacto con el agua y el cemento al momento de mezclarlas para la producción del concreto; es por ello que se analizará ciertas propiedades que afectan directamente a la resistencia del concreto y durabilidad del mismo, sobre todo con agregados como la Ceniza de Cal 1 y 2, ya que anteriormente no se han realizado estudios respecto a las mismas.

Para ello se realizó los ensayos de los parámetros estipulados en la teoría, cuyos procedimientos y límites se rigen en la norma NTP 400.042 AGREGADOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados en concreto.

3.9.2.1. Porcentaje de Sales Solubles Totales en Ceniza de Cal 1 y 2

Como se vio en la teoría este porcentaje incluye todas las sales existentes al interior del agregado, incluyendo los sulfatos y cloruros, así como aquellos que ocasionan el problema de la eflorescencia. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la Ceniza de Cal 1 y 2 comparado con los límites máximos señalados por las normas.

SALES SOLUBLES TOTALES - CENIZA DE CAL 1	
<i>MUESTRA</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>
<i>10 258 ppm</i>	<i>3 000 ppm</i>

SALES SOLUBLES TOTALES - CENIZA DE CAL 2	
<i>MUESTRA</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>
<i>22 341 ppm</i>	<i>3 000 ppm</i>

Al observarse porcentajes altos se prevé problemas con la eflorescencia, la cual se puede solucionar con la remoción de la superficie de las sales del producto final.

3.9.2.2. Porcentaje de Sulfatos en Ceniza de Cal 1 y 2

De igual forma como se indicó en la teoría, los sulfatos causan expansiones dentro del concreto disminuyendo la resistencia del concreto. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la Ceniza de Cal 1 y 2 comparado con los límites máximos señalados por las normas.

SULFATOS - CENIZA DE CAL 1	
<i>MUESTRA</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>
<i>9 908 ppm</i>	<i>1 200 ppm</i>

SULFATOS - CENIZA DE CAL 2	
<i>MUESTRA</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>
<i>21 583 ppm</i>	<i>1 200 ppm</i>

Los porcentajes sobrepasan los límites máximos, por lo que prevé una disminución de la resistencia y la aparición de fisuras o grietas en el concreto. Muchos de estos sulfatos son procedentes del azufre presente en el carbón, usado para la combustión en el proceso de la calcinación, por lo que, si se usara un carbón con menos impurezas como el azufre, se obtendría mejor calidad de Ceniza de Cal, así como se evitaría la formación de gases contaminantes por la combustión de esos materiales perjudiciales arrojados a la atmósfera.

3.9.2.3. Porcentaje de Cloruros en Ceniza de Cal 1 y 2

También se indicó en la teoría que los cloruros presentes en el agregado que forman parte del concreto generan la corrosión del acero de refuerzo cuando se encuentre en contacto con este; respecto a esto y como se fue mencionando en el desarrollo de la investigación, el uso que se busca darle a los bloques elaborados con Ceniza de Cal es para la construcción de muros no portantes como tabiquería interior, cercos perimétricos o bloques para techos aligerados, sin embeber al interior de la mezcla, cualquier tipo de acero. La construcción de muros no portantes no implica que deban ser muros armados, por lo que se prevé que los cloruros presentes en el agregado no causen algún tipo de acción perjudicial en la elaboración de los bloques. Se analizó la cantidad de cloruros solo en la Ceniza de Cal 2, que como

se vio, es el material que presenta mayor cantidad de sales en su interior, de esto se deduce que la cantidad de cloruros presente en la Ceniza de Cal 1 sería menor.

CLORUROS - CENIZA DE CAL 2	
<i>MUESTRA</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>
<i>300 ppm</i>	<i>1500 ppm</i>

Se observa que el porcentaje se encuentra dentro de los límites establecidos, por lo que no se generaría inconvenientes con este porcentaje.

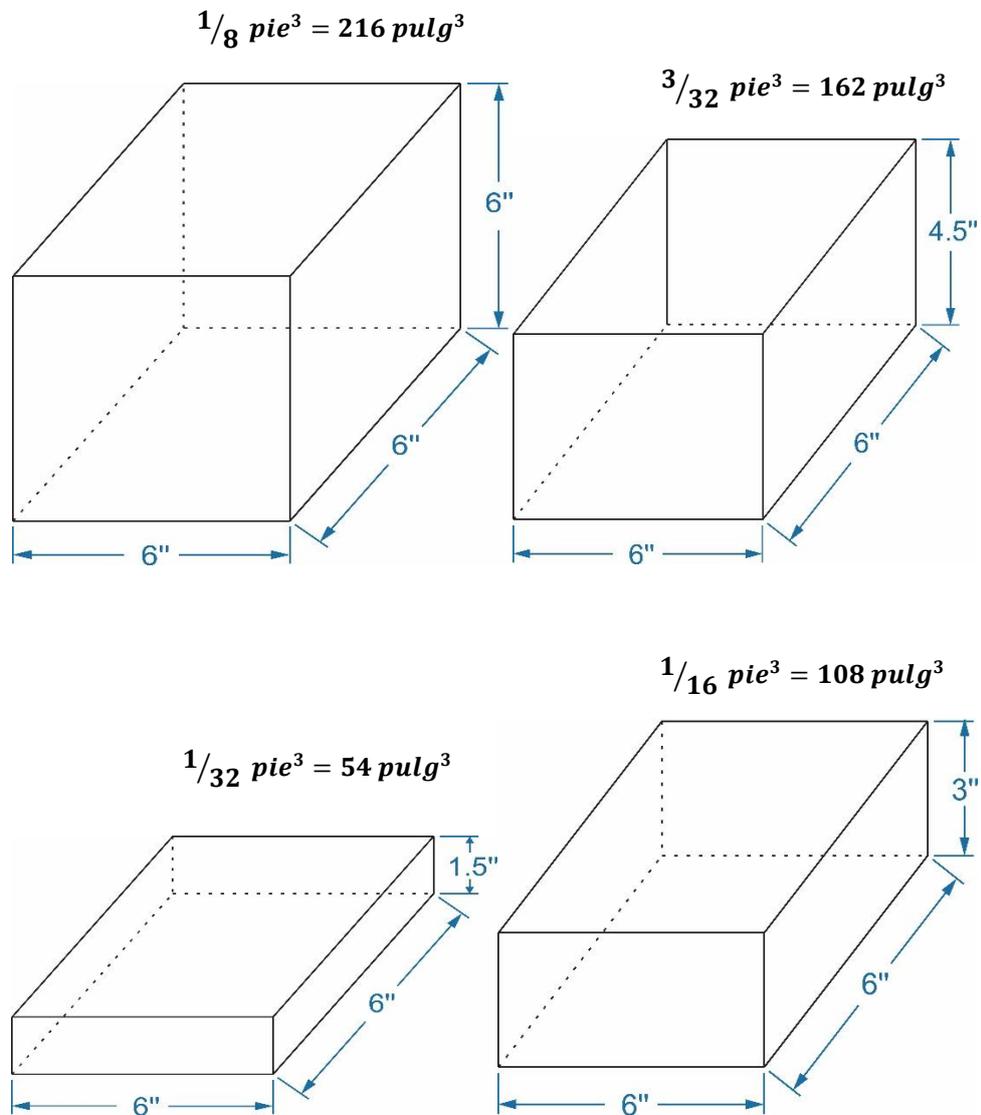
3.9.2.4. Reactividad Álcali - Agregados

De acuerdo a lo establecido en la teoría, se deduce que puede presentarse reactividad de los álcalis del cemento con los carbonatos del agregado, ya que la materia prima para la obtención de este agregado son las piedras Caliza de la zona materializadas en forma de canto rodado o piedra collota, así como piedras Calizas provenientes de otras canteras fuera de la zona de Sacra Familia, desconociéndose la composición de esta última, y previéndose que puedan contener calizas dolomitas u Óxidos de Magnesio que provocarían reacciones con el cemento.

Siguiendo lo indicado por el autor Rivva López, se pretende estudiar esta reacción a través de probetas cilíndricas de muestras de las mezclas realizadas con las proporciones propuestas, a los 3, 7, 14 y 28 días, ya que al ser un material nunca antes estudiado, se verificará la reactividad en las mismas condiciones que se pretende elaborar los bloques de concreto, con la misma relación agua cemento que se usará y con las condiciones de la compactación, curado y almacenado que se prevé en la fabricación de bloques de concreto. Además de la comprobación de la reactividad, nos permitirá determinar las resistencias proyectadas para la fabricación de estas unidades.

3.9.3. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE EXPERIMENTACIÓN DE PROPORCIONES PARA BLOQUES DE CONCRETO EN PROBETAS CILÍNDRICAS CON AGREGADOS ANALIZADOS

Después de haber analizado las características de los agregados y observar los beneficios y perjuicios que pueden generar cada una de ellas al ser utilizadas como parte de la mezcla en la elaboración de bloques de concreto, se procedió a realizar la experimentación de las proporciones con la intervención de cada uno de estos y de acuerdo a las proporciones propuestas en la metodología de la investigación, para ello se utilizó unidades de volumen estándar materializado en gaveras de $1/8$, $1/16$, $1/32$ y $3/32$ pie³ (216, 108, 54 y 162 pulg³).



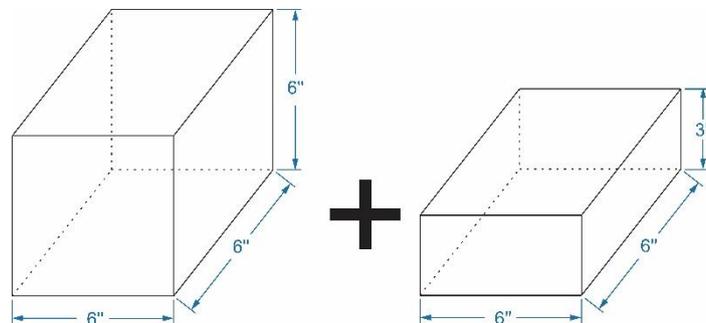
Para todas las proporciones experimentadas únicamente con Ceniza de Cal 1 y 2, se trabajó con gaveras completas de 216 pulg³ ya que incluye un número entero de mediciones; a diferencia de las combinaciones que se realizó con Arena Shotcrete y Ceniza de Cal 1, teniendo porcentajes de participación de cada agregado y usándose las mediciones volumétricas como se indican a continuación:

Proporción 1:6 → 25% Ceniza de Cal 1, 75% Arena Shotcrete

Se usó 11/2 Gaveras de Ceniza de Cal 1 + 41/2 Gaveras de Arena Shotcrete

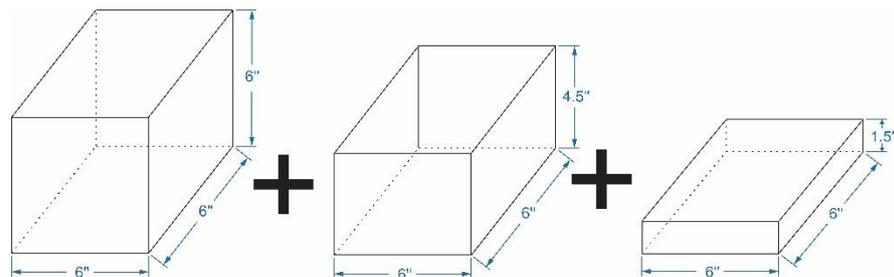
Proporción 1:7 → 50% Ceniza de Cal 1, 50% Arena Shotcrete

Se usó 31/2 Gaveras de Ceniza de Cal 1 + 31/2 Gaveras de Arena Shotcrete



Proporción 1:7 → 25% Ceniza de Cal 1 + 75% Arena Shotcrete

Se usó 13/4 Gavera de Ceniza de Cal 1 + 51/4 Gaveras de Arena Shotcrete



Entendiéndose que las proporciones en volumen están dosificadas para una bolsa de cemento, se tomó la 1/8 parte en peso de una bolsa de cemento para todas las proporciones experimentales. En este caso 42.5 kg. dividido entre 8 resulta 5.3125 kg., utilizando esta cantidad de cemento para todas las mezclas realizadas.

Se consideró una proporción inicial de agua de 1:1, para luego ir agregando más agua hasta obtener una mezcla semi húmeda tal como se indica en el marco teórico desarrollado, se calculó la cantidad de agua en 3,53961 litros, ya que se considera

a una bolsa de cemento como un volumen suelto de 1 pie³, que en nuestro caso sería 216 pulg³, que convirtiéndolo a litros nos daría la cantidad de agua indicada que se pretende usar.

1 bolsa de cemento equivalente a 1 pie³

Proporción 1:1 → 1 pie³ equivale a 28,3168 litros

Proporción 1:1 → 1/8 pie³ = 216 pulg³ equivale a 3,53961 litros

Por lo tanto, para todas las proporciones experimentales se utilizará 3539,61 ml como cantidad de agua inicial.

Como se indicó en la obtención de los resultados de absorción de la Ceniza de Cal 1 y 2, se tomará la estrategia de saturar 24 horas antes estos agregados, con el fin de controlar el alto porcentaje de absorción característico de los mismos; por lo que, para obtener la cantidad de agua a emplearse para la saturación, se utilizará el porcentaje de absorción menos el porcentaje de humedad, como porcentaje de agua necesaria para la saturación, en función del peso seco de los agregados. En todos los casos se prevendrá saturar una cantidad de agregado mayor a la que se pretenda usar al momento de realizar la mezcla, para no tener inconvenientes con la disponibilidad necesaria de este material preparado.

Para el cálculo de la cantidad de material en estado natural a utilizarse y la cantidad de agua para su saturación, se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$PESO\ DEL\ AGREGADO\ SECO = P.U.S \times V_G$$

Donde:

$$P.U.S = PESO\ UNITARIO\ SUELTO\ DEL\ AGREGADO\ (kg/m^3)$$

$$V_G = VOLUMEN\ TOTAL\ DE\ GAVERAS\ A\ UTILIZARSE$$

$$\frac{PESO\ AGREGADO\ NATURAL}{PESO\ AGREGADO\ SECO} = \left(1 + \frac{\% CH}{100}\right)$$

$$\frac{CANTIDAD}{AGUA PARA SATURADO} = \frac{PESO}{AGREGADO SECO} \times \left(\frac{\% A - \% CH}{100} \right)$$

Donde:

$\% A =$ PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO

$\% CH =$ CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO

Dependiendo de la cantidad de gaveras que se utilice, como se indicó, la cantidad de material para ser remojado 24 horas antes deberá ser mayor a la cantidad a usarse durante el mezclado. Pueden dosificarse la cantidad por pesos o con cantidades medidas con las gaveras propuestas.

Se considerará una diferencia de:

- 12.655 (Absorción) - 0.536 (Contenido de Humedad) = 12.119 (Agua para Saturar)
Porcentaje de agua para saturar o remojar 24 horas antes la Ceniza de Cal 1
- 11.690 (Absorción) - 2.389 (Contenido de Humedad) = 9.301 (Agua para Saturar)
Porcentaje de agua para saturar o remojar 24 horas antes la Ceniza de Cal 1

Se opta en la experimentación de esta investigación realizar las medidas de las cantidades de los agregados con las gaveras propuestas anteriormente, para replicar la forma usual que se realiza en la práctica de la producción de bloques de concreto, tal como se explicó en el marco teórico y metodología de la presente investigación.

Para el agregado Ceniza de Cal 1 y 2, después de haber sido saturado con una determinada cantidad de agua durante 24 horas, el cálculo teórico de la cantidad necesaria a utilizarse en la mezcla, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{PESO TEORICO}{AGREGADO SATURADO} = \frac{PESO}{AGREGADO SECO} \times \left(1 + \frac{\% A - \% CH}{100} \right)$$

Registrándose los pesos en gaveras, pasada las 24 horas de saturado el agregado, se observa que existe una pérdida de la cantidad de agua agregada en un 24.268% en la Ceniza de Cal 1 y en un 19.231% en la Ceniza de Cal 2 debido a las condiciones ambientales externas presentes durante el proceso de absorción del agua vertida sobre los agregados.

El cálculo de la absorción mediante los lineamientos de la norma NTP 400.022 permite encontrar el porcentaje de agua que llegan a cubrir los poros internos de las partículas de agregados, permitiéndosele encontrarse todo el tiempo sumergido en agua, interviniendo la presión de mayor cantidad de agua alrededor de estas partículas sumergidas; situación diferente que se presenta cuando se pretende saturar con determinada cantidad de agua limitada, ya que cierta cantidad de agua presente en la superficie de las partículas, tienden a evaporarse, debido a las condiciones ambientales externas presentes al momento de verter el agua en el agregado, es por eso que dependiendo de estos factores, así como de la velocidad de absorción que pueda presentar el agregado y la cantidad de poros existentes, la cantidad de agua vertida disminuye en ciertos porcentaje. Para el caso de nuestros agregados y en condiciones ambientales de la zona, se tienen los porcentajes de disminución señalados anteriormente. Estos porcentajes nos serán de gran utilidad si se quiere realizar un diseño de mezcla con estos materiales; ya que el peso del agregado calculado al final deberá afectarse por el factor de agua que retiene el material durante la saturación de 24 horas.

No es común la práctica de preparar los agregados vertiéndose determinada cantidad de agua 24 horas antes para saturarlo, por lo que se indica que es propio de los agregados que se viene estudiando, ya que como se analizó, presentan un alto porcentaje de absorción y esta práctica sería una forma de controlar la absorción de los agregados durante la elaboración y fraguado del concreto.

En los siguientes cuadros se muestran los pesos teóricos calculados y los registrados del material saturado, así como los porcentajes de disminución y retención de agua:

CANTIDAD DE MATERIAL REGISTRADO CON CENIZA DE CAL 1								
REGISTROS Y CÁLCULOS REALIZADOS	PBC1-1 1:6	PBC1-2 1:7	PBC1-3 1:9	PBC1-4 1:10	P1 1:6	P2 1:6	P3 1:7	P4 1:7
PESO DE AGREGADO SECO	23,715 kg.	27,668 kg.	35,573 kg.	39,526 kg.	11,858 kg.	5,929 kg.	13,834 kg.	6,917 kg.
CANTIDAD AGUA PARA SATURADO	2,874 lt.	3,353 lt.	4,311 lt.	4,790 lt.	1,437 lt.	0,719 lt.	1,677 lt.	0,838 lt.
PESO TEÓRICO AGREGADO SATURADO	26,589 kg.	31,021 kg.	39,884 kg.	44,316 kg.	13,295 kg.	6,647 kg.	15,511 kg.	7,755 kg.
PESO AGREGADO SATURADO 24 HORAS DESPUÉS	25,889 kg.	30,214 kg.	38,33 kg.	43,142 kg.	12,950 kg.	6,473 kg.	15,099 kg.	7,554 kg.
CANTIDAD DE AGUA PERDIDA POR CONDICIONES EXTERNAS	0,700 lt.	0,807 lt.	1,051 lt.	1,174 lt.	0,345 lt.	0,174 lt.	0,412 lt.	0,201 lt.
PORCENTAJE DE AGUA PERDIDA	24.373 %	24.070 %	24.385 %	24.505 %	23.989 %	24.269 %	24.546 %	24.010 %
PORCENTAJE DE AGUA RETENIDO RESPECTO AL PESO SECO	9.165 %	9.202 %	9.164 %	9.149 %	9.212 %	9.178 %	9.144 %	9.209 %
PORCENTAJE DE AGUA PERDIDA RESPECTO AL PESO SECO	2.954 %	2.917 %	2.955 %	2.970 %	2.907 %	2.941 %	2.975 %	2.910 %
SUMA DE PORCENTAJES PERDIDO Y RETENIDO RESPECTO AL PESO SECO (COMPROBACIÓN DE PORCENTAJE DE AGUA VERTIDO)	12.119 %	12.119 %	12.119 %	12.119 %	12.119 %	12.119 %	12.119 %	12.119 %
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO SATURADO	34,519 kg/pie ³	34,530 kg/pie ³	34,518 kg/pie ³	34,514 kg/pie ³	34,533 kg/pie ³	34,523 kg/pie ³	34,512 kg/pie ³	34,533 kg/pie ³
PROMEDIO PORCENTAJE DE AGUA PERDIDA	24.268 %							
PROMEDIO PORCENTAJE DE AGUA RETENIDO SOBRE PESO SECO	9.178 %							
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO SATURADO	34,523 kg/pie³							

CANTIDAD DE MATERIAL REGISTRADO CON CENIZA DE CAL 2					
REGISTROS Y CÁLCULOS REALIZADOS	PBC2-1 1:6	PBC2-2 1:7	PBC2-3 1:9	PBC2-4 1:10	PBC2-5 1:11
PESO DE AGREGADO SECO	25,081 kg.	29,261 kg.	37,621 kg.	41,801 kg.	45,981 kg.
CANTIDAD AGUA PARA SATURADO	2,333 lt.	2,722 lt.	3,499 lt.	3,888 lt.	4,277 lt.
PESO TEÓRICO AGREGADO SATURADO	27,413 kg.	31,982 kg.	41,120 kg.	45,689 kg.	50,258 kg.
PESO AGREGADO SATURADO 24 HORAS DESPUÉS	26,960 kg.	31,454 kg.	40,450 kg.	44,953 kg.	49,435 kg.
CANTIDAD DE AGUA PERDIDA POR CONDICIONES EXTERNAS	0,453 lt.	0,528 lt.	0,670 lt.	0,736 lt.	0,823 lt.
PORCENTAJE DE AGUA PERDIDA	19.433 %	19.409 %	19.147 %	18.928 %	19.238 %
PORCENTAJE DE AGUA RETENIDO RESPECTO AL PESO SECO	7.494 %	7.496 %	7.520 %	7.541 %	7.512 %
PORCENTAJE DE AGUA PERDIDA RESPECTO AL PESO SECO	1.807 %	1.805 %	1.781 %	1.760 %	1.789 %
SUMA DE PORCENTAJES PERDIDO Y RETENIDO RESPECTO AL PESO SECO (COMPROBACIÓN DE PORCENTAJE DE AGUA VERTIDO)	9.301 %	9.301 %	9.301 %	9.301 %	9.301 %
PESO UNITARIO	35,947 kg/pie ³	35,947 kg/pie ³	35,956 kg/pie ³	35,962 kg/pie ³	35,953 kg/pie ³
PROMEDIO PORCENTAJE DE AGUA PERDIDA	19.231 %				
PROMEDIO PORCENTAJE DE AGUA RETENIDO SOBRE PESO SECO	7.512 %				
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO SATURADO	35,953 kg/pie³				

Del cuadro anterior también se pudo promediar y calcular el peso unitario suelto del agregado después de 24 horas de saturado, ya que se tenía un único volumen estandarizado para todos los pesos registrados, con este dato podremos calcular la proporción en volumen y relacionarlos con las propuestas de diseño que se pretende realizar. Se realizó propuestas de diseño de mezcla para la Ceniza de Cal 1 y 2, teniendo en consideración los aspectos teóricos presentados en el desarrollo de la investigación, las cuales indican que deberá trabajarse la mezcla con una proporción inicial de 1:1 para el contenido de agua que se deberá asignar a la mezcla, para luego ir agregando la cantidad de agua que sea necesaria para que la mezcla se encuentre superficialmente húmeda, debiendo controlarse este incremento, con el fin de obtener un asentamiento de 1" en la mezcla sin que sea demasiada húmeda, para que no pueda desmoronarse las paredes del bloque una vez vibrado y retirado de la máquina. Esta proporción de 1:1 nos señala una relación de agua/cemento inicial de 0.66, ya que 1 pie³ de agua equivaldría a 28.3168 litros de agua y dividiendo esta cantidad entre 42.5 kg que es el peso de una bolsa de cemento obtenemos una relación de 0.66. Solo para la proporción experimental 1:6 con Ceniza de Cal 2, pudo registrarse una relación agua/cemento inicial de 0.62, ya que se utilizó solo las 15/16 partes de agua de una relación de 1:1, esto se registró y observó al momento de realizar la mezcla experimental. Además, se observó que si se utiliza la proporción 1:1 como cantidad de agua inicial para la proporción 1:6, la resistencia a la compresión de las probetas obtenidas disminuye en un 34% en relación a las probetas obtenidas con la relación de 0.62.

Para la propuesta de un diseño de mezcla deberemos seguir los lineamientos expuestos por el Método del Comité 211 del ACI, para lo cual, habiéndose realizado los ensayos necesarios tenemos las características físicas de los materiales:

CEMENTO	
<i>Marca y Tipo:</i>	<i>Andino Tipo I</i>
<i>Peso Específico:</i>	<i>3,12 g/cm³</i>

AGUA	
<i>Tipo:</i>	<i>Agua Potable, red de servicio público de Cerro de Pasco</i>

AGREGADO - CENIZA DE CAL 1	
<i>Cantera Procedencia:</i>	Sacra Familia - Simón Bolívar - Pasco
<i>Peso Específico:</i>	1,908 g/cm ³
<i>Peso Unitario Suelto:</i>	1116,33 kg/m ³
<i>Peso Unitario Compactado:</i>	1383,33 kg/m ³
<i>Peso Unitario Suelto del Agregado Saturado:</i>	34,523 kg/pie ³
<i>Tamaño Máximo Nominal:</i>	3/8"
<i>Módulo de Fineza:</i>	4.26 %
<i>Contenido de Humedad:</i>	0.536 %
<i>Absorción:</i>	12.655 %
<i>Porcentaje de Agua Retenido 24 horas después de Saturado:</i>	9.178 %

AGREGADO - CENIZA DE CAL 2	
<i>Cantera Procedencia:</i>	Sacra Familia - Simón Bolívar - Pasco
<i>Peso Específico:</i>	2.040 g/cm ³
<i>Peso Unitario Suelto:</i>	1180,95 kg/m ³
<i>Peso Unitario Compactado:</i>	1395,24 kg/m ³
<i>Peso Unitario Suelto del Agregado Saturado:</i>	35,953 kg/pie ³
<i>Tamaño Máximo Nominal:</i>	3/8"
<i>Módulo de Fineza:</i>	3.52 %
<i>Contenido de Humedad:</i>	2.389 %
<i>Absorción:</i>	11.690 %
<i>Porcentaje de Agua Retenido 24 horas después de Saturado:</i>	7.512 %

Seguidamente procedemos a determinar el asentamiento de la mezcla, que para nuestro caso será de 1", y con el tamaño máximo nominal, seleccionamos el volumen unitario de agua, con la siguiente tabla:

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

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Según esta tabla se tendría un volumen unitario de agua de 207 lts/m³, y con la relación de agua/cemento fija de 0.66 establecida por la teoría, tendríamos una cantidad de cemento de 313.64 kg/m³, lo cual nos limitaría a una sola proporción, por lo que se tendría que variar la relación agua/cemento, debiendo esta mantenerse fijo según lo establecido para una mezcla inicial, variando distintos contenidos unitarios de agua menores a esta, con el fin de obtener diferentes proporciones de mezcla inicial. Por lo que se tiene que indicar que los diseños propuestos permiten calcular la cantidad de materiales para una mezcla inicial con una relación agua/cemento de 1:1, para luego ir agregando la cantidad de agua necesaria hasta obtener una humedad superficial en el agregado, que permita la estabilidad de las paredes de los bloques luego de la vibración y compactación con la maquinaria.

Siguiendo con los lineamientos establecidos, seleccionamos el contenido de aire atrapado con la siguiente tabla propuesta por el Comité 211 del ACI:

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
6 "	0.2 %

Una vez teniendo estos datos pasamos a calcular los volúmenes absolutos de los materiales, después calculamos los pesos secos en función al peso específico de cada uno y corregimos la cantidad de material saturado para el caso de la Ceniza de Cal 1 y 2, con los porcentajes promedio de agua retenida después de las 24 horas de saturado el material, porcentajes que se indicó anteriormente, seguidamente calculamos las proporciones en peso seco y saturado del material para finalmente calcular las proporciones en volumen del agregado, utilizando la siguiente fórmula en relación al peso unitario suelto:

$$\text{PROPORCION EN VOLUMEN} = \frac{\text{PESO DE AGREGADO POR BOLSA DE CEMENTO}^{(kg)}}{\text{PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO SATURADO}^{(kg/pie^3)}}$$

Esta fórmula es válida si se quiere dosificar con una bolsa de cemento y utilizando gaveras de 1pie³, al momento de la fabricación de los bloques, el cual sería lo más recomendable.

En los siguientes cuadros se muestran las dosificaciones propuestas para fines académicos y si se requiera usarlos para calcular algún tipo de rendimiento del concreto elaborado con Ceniza de Cal, en líneas de investigación futuras, presentándose en primer lugar el diseño considerando el volumen unitario señalado por la tabla de ACI. Debe señalarse que para el caso de la experimentación de proporciones en la investigación se utilizaron medidas estandarizadas escaladas de 1pie³ como se vino indicando anteriormente y cuyos pesos de los materiales se registraron para fines de control en las fichas de observación indicadas más adelante.

Para la obtención de las muestras cilíndricas de 4"x8", se siguió el procedimiento normalizado NTP 339.183 CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio, reproduciendo las variables condicionantes del proceso de fabricación de bloques, al momento de preparar las muestras, por lo cual para lograr una mejor compactación y vibración a la que estará expuesto la mezcla del bloque con una maquinaria semi industrial, se colocó la mezcla del laboratorio en los moldes cilíndricos en 3 capas, varillándose cada capa hasta 30 veces, con 20 golpes alrededor de cada capa; se dejó fraguar las muestras por 24 horas (de un día para otro como señala la teoría); y se curaron las probetas por 7 días.

Al final de la presentación de las propuestas de diseños de mezcla se presentan los datos recogidos en fichas de observación, de la cantidad de materiales empleados en las mezclas de cada proporción experimental.

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - CENIZA DE CAL 1 - VOLUMEN UNITARIO DE AGUA ESTABLECIDO POR EL ACI										
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 207.000 litros/m ³ - Tabla del Método del Comité 211 ACI										
CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %										
RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.66 - Valor Teórico Recomendado										
MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	313.64	0.101	0.101	313.64	1.00	-	313.64	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	207.00	0.207	0.207	207.00	0.66	-	207.00	0.66	28.05	28.05 litros
CENIZA DE CAL 1	-	-	0.662	1264.00	4.03	116.01	1380.01	4.40	187.00	5.42 pies ³
AIRE		0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.338	1.000	1784.64	-	-	1900.65	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC1-1 1:6 - CENIZA DE CAL 1										
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 192.821 litros/m ³ - Variación Experimental para dosificación inicial de mezcla										
CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %										
RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.66 - Valor Teórico Recomendado										
MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	292.15	0.094	0.094	292.15	1.00	-	292.15	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	192.82	0.192821	0.192821	192.82	0.66	-	192.82	0.66	28.05	28.05 litros
CENIZA DE CAL 1	-	-	0.684	1304.19	4.46	119.70	1423.89	4.87	207.14	6.00 pies ³
AIRE	-	0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.316	1.000	1789.17	-	-	1908.87	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC1-2 1:7 - CENIZA DE CAL 1

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 172.555 litros/m³ - Variación Experimental para dosificación inicial de mezcla
 CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %
 RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.66 - Valor Teórico Recomendado

MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	261.45	0.084	0.084	261.45	1.00	-	261.45	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	172.56	0.172555	0.172555	172.56	0.66	-	172.56	0.66	28.05	28.05 litros
CENIZA DE CAL 1	-	-	0.714	1361.64	5.21	124.97	1486.61	5.69	241.66	7.00 pies ³
AIRE	-	0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.286	1.000	1795.64	-	-	1920.61	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC1-3 1:9 - CENIZA DE CAL 1

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 142.583 litros/m³ - Variación Experimental para dosificación inicial de mezcla
 CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %
 RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.66 - Valor Teórico Recomendado

MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	216.03	0.069	0.069	216.03	1.00	-	216.03	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	142.58	0.142583	0.142583	142.58	0.66	-	142.58	0.66	28.05	28.05 litros
CENIZA DE CAL 1	-	-	0.758	1446.60	6.70	132.77	1579.37	7.31	310.70	9.00 pies ³
AIRE	-	0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.242	1.000	1805.22	-	-	1937.98	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC1-4 1:10 - CENIZA DE CAL 1

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 131.189 litros/m³ - Variación Experimental para dosificación inicial de mezcla
 CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %
 RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.66 - Valor Teórico Recomendado

MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	198.77	0.064	0.064	198.77	1.00	-	198.77	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	131.19	0.131189	0.131189	131.19	0.66	-	131.19	0.66	28.05	28.05 litros
CENIZA DE CAL 1	-	-	0.775	1478.90	7.44	135.73	1614.63	8.12	345.23	10.00 pies ³
AIRE	-	0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.225	1.000	1808.86	-	-	1944.59	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - CENIZA DE CAL 2 - VOLUMEN UNITARIO DE AGUA ESTABLECIDO POR EL ACI

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 207.000 litros/m³ - Tabla del Método del Comité 211 ACI
 CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %
 RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.66 - Valor Teórico Recomendado

MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	313.64	0.101	0.101	313.64	1.00	-	313.64	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	207.00	0.207	0.207	207.00	0.66	-	207.00	0.66	28.05	28.05 litros
CENIZA DE CAL 2	-	-	0.662	1351.45	4.31	101.52	1452.97	4.63	196.89	5.48 pies ³
AIRE	-	0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.338	1.000	1872.09	-	-	1973.61	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC2-1 1:6 - CENIZA DE CAL 2

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 184.775 litros/m³ - Variación Experimental para dosificación inicial de mezcla
 CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %
 RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.62 - Valor Experimental

MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	298.02	0.096	0.096	298.02	1.00	-	298.02	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	184.78	0.185	0.185	184.78	0.62	-	184.78	0.62	26.35	26.35 litros
CENIZA DE CAL 2	-	-	0.690	1407.00	4.72	105.69	1512.69	5.08	215.72	6.00 pies ³
AIRE	-	0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.310	1.000	1889.80	-	-	1995.49	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC2-2 1:7 - CENIZA DE CAL 2

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 173.945 litros/m³ - Variación Experimental para dosificación inicial de mezcla
 CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %
 RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.66 - Valor Teórico Recomendado

MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	263.55	0.084	0.084	263.55	1.00	-	263.55	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	173.95	0.174	0.174	173.95	0.66	-	173.95	0.66	28.05	28.05 litros
CENIZA DE CAL 2	-	-	0.712	1451.63	5.51	109.05	1560.68	5.92	251.67	7.00 pies ³
AIRE	-	0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.288	1.000	1889.13	-	-	1998.17	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC2-3 1:9 - CENIZA DE CAL 2

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 143.804 litros/m³ - Variación Experimental para dosificación inicial de mezcla
 CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %
 RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.66 - Valor Teórico Recomendado

MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	217.88	0.070	0.070	217.88	1.00	-	217.88	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	143.80	0.144	0.144	143.80	0.66	-	143.80	0.66	28.05	28.05 litros
CENIZA DE CAL 2	-	-	0.756	1542.98	7.08	115.91	1658.89	7.61	323.58	9.00 pies ³
AIRE	-	0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.244	1.000	1904.67	-	-	2020.57	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC2-4 1:10 - CENIZA DE CAL 2

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 132.338 litros/m³ - Variación Experimental para dosificación inicial de mezcla
 CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %
 RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.66 - Valor Teórico Recomendado

MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	200.51	0.064	0.064	200.51	1.00	-	200.51	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	132.34	0.132	0.132	132.34	0.66	-	132.34	0.66	28.05	28.05 litros
CENIZA DE CAL 2	-	-	0.773	1577.73	7.87	118.52	1696.25	8.46	359.53	10.00 pies ³
AIRE	-	0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.227	1.000	1910.58	-	-	2029.10	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC2-5 1:10 - CENIZA DE CAL 2										
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA : 122.566 litros/m ³ - Variación Experimental para dosificación inicial de mezcla										
CONTENIDO DE AIRE ARAPADO : 3.00 %										
RELACIÓN AGUA/CEMENTO a/c : 0.66 - Valor Teórico Recomendado										
MATERIAL	PESO kg.	VOLUMEN ABSOLUTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO kg.	PROPORCIÓN EN PESO SECO	CORRECCIÓN AGUA RETENIDA AGREGADO SATURADO	PESO AGREGADO SATURADO	PROPORCIÓN EN PESO DE AGREGADO SATURADO	PESO POR BOLSA DE CEMENTO kg.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
CEMENTO	185.71	0.060	0.060	185.71	1.00	-	185.71	1.00	42.5	1.00 bolsa
AGUA	122.57	0.123	0.123	122.57	0.66	-	122.57	0.66	28.05	28.05 litros
CENIZA DE CAL 2	-	-	0.788	1607.34	8.66	120.74	1728.09	9.31	395.48	11.00 pies ³
AIRE	-	0.030	0.030	-	-	-	-	-	-	-
SUMATORIA	-	0.212	1.000	1915.61	-	-	2036.36	-	-	-

Realizando el cálculo de la cantidad de material para la experimentación con los datos de proporción en peso de agregado saturado multiplicando por 5.3125 kg. de cemento que se utilizará para cada proporción, obtenemos las siguientes cantidades que se aproximan a las registradas en las fichas de observación.

MATERIALES	PBC1-1 1:6	PBC1-2 1:7	PBC1-3 1:9	PBC1-4 1:10	PBC1-1 1:6	PBC1-2 1:7	PBC1-3 1:9	PBC1-4 1:10	PBC1-5 1:11
CEMENTO	5.3125 kg.	5.3125 kg.	5.3125 kg.	5.3125 kg.	5.3125 kg.	5.3125 kg.	5.3125 kg.	5.3125 kg.	5.3125 kg.
AGUA	3506.3 ml	3506.3 ml	3506.3 ml	3506.3 ml	3506.3 ml	3506.3 ml	3506.3 ml	3506.3 ml	3506.3 ml
CENIZA DE CAL 1 o 2	25.892 kg.	30.207 kg.	38.838 kg.	43.154 kg.	26.965 kg.	31.459 kg.	40.447 kg.	44.941 kg.	49.435 kg.

Para el caso de las proporciones combinadas, se tomó el porcentaje de participación de cada agregado con referencia al número de gaveras a usarse con la dosificación en volumen, por lo cual, no se proponen dosificaciones; ya que estos porcentajes no se afectan al volumen absoluto de la mezcla, con lo cual se obtendrían diferentes proporciones en volumen que no serían prácticas al momento de su utilización para la fabricación de bloques.



Procedimiento de experimentación de proporciones.

Dosificación de proporciones.

Preparación de materiales para el proceso de vaciado.

Proceso de obtención de muestras de probetas cilíndricas de la mezcla de concreto



VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - CENIZA DE CAL 1 NTP 339.183	
CÓDIGO: PBC1-1	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:6 1 : CEMENTO 6 : CENIZA DE CAL 1	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg.
	2. CENIZA DE CAL 1 (kg):
	Remojado 24 horas antes: 6 1/2 Gaveras 25.829 kg.
	Agua utilizada para remojado: 3114 ml
	Cantidad utilizada en el vaciado: 6 Gaveras 25.889 kg. (peso saturado)
	3. AGUA (lt):
	Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml
	Cantidad de agua aumentada: 375 ml
	4. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min):
	Inicio: 04:49 pm
	Fin: 04:57 pm
Tiempo transcurrido: 8 minutos	

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - CENIZA DE CAL 1 NTP 339.183	
CÓDIGO: PBC1-2	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:7 1 : CEMENTO 7 : CENIZA DE CAL 1	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg
	2. CENIZA DE CAL 1 (kg):
	Remojado 24 horas antes: 7 1/2 Gaveras 29.803 kg.
	Agua utilizada para remojado: 3593 ml
	Cantidad utilizada en el vaciado: 7 Gaveras 30.214 kg (peso saturado)
	3. AGUA (lt):
	Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml
	Cantidad de agua aumentada: 500 ml
	4. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min):
	Inicio: 05:13 pm
	Fin: 05:21 pm
Tiempo transcurrido: 8 minutos	

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - CENIZA DE CAL 1 NTP 339.183	
CÓDIGO: PBC1-3	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:9 1 : CEMENTO 9 : CENIZA DE CAL 1	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg.
	2. CENIZA DE CAL 1 (kg):
	Remojado 24 horas antes: 9 1/2 Gaveras 37.751 kg.
	Agua utilizada para remojado: 4551 ml
	Cantidad utilizada en el vaciado: 9 Gaveras 38.833 kg. (peso saturado)
	3. AGUA (lt):
	Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml
	Cantidad de agua aumentada: 1375 ml
	4. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min):
	Inicio: 04:22 pm
	Fin: 04:30 pm
Tiempo transcurrido: 8 minutos	

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - CENIZA DE CAL 1 NTP 339.183	
CÓDIGO: PBC1-4	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:10 1 : CEMENTO 10 : CENIZA DE CAL 1	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg.
	2. CENIZA DE CAL 1 (kg):
	Remojado 24 horas antes: 11 Gaveras 43.711 kg.
	Agua utilizada para remojado: 5269 ml
	Cantidad utilizada en el vaciado: 10 Gaveras 43.142 kg. (peso saturado)
	3. AGUA (lt):
	Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml
	Cantidad de agua aumentada: 1625 ml
	4. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min):
	Inicio: 12:02 pm
	Fin: 12:10 pm
Tiempo transcurrido: 8 minutos	

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - COMBINACIÓN DE AGREGADOS NTP 339.183	
CÓDIGO: P1	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:6 1 : CEMENTO 6 : 50% CENIZA DE CAL 1 50% ARENA SHOTCRETE	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg.
	2. CENIZA DE CAL 1 (kg): <i>Remojado 24 horas antes: 3 1/2 Gaveras 13.908 kg.</i>
	<i>Agua utilizada para remojado: 1677 ml</i>
	<i>Cantidad utilizada en el vaciado: 3 Gaveras 12.950 kg. (peso saturado)</i>
	3. ARENA SHOTCRETE (kg): 3 Gaveras 19.747 kg.
	4. AGUA (lt): <i>Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml</i>
	<i>Cantidad de agua aumentada: 500 ml</i>
	5. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min): <i>Inicio: 03:12 pm</i>
	<i>Fin: 03:20 pm</i>
	<i>Tiempo transcurrido: 8 minutos</i>

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - COMBINACIÓN DE AGREGADOS NTP 339.183	
CÓDIGO: P2	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:6 1 : CEMENTO 6 : 25% CENIZA DE CAL 1 75% ARENA SHOTCRETE	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg.
	2. CENIZA DE CAL 1 (kg): <i>Remojado 24 horas antes: 2 Gaveras 7.948 kg.</i>
	<i>Agua utilizada para remojado: 958 ml</i>
	<i>Cantidad utilizada en el vaciado: 1 1/2 Gaveras 6.470 kg. (peso saturado)</i>
	3. ARENA SHOTCRETE (kg): 4 1/2 Gaveras 29.621 kg
	4. AGUA (lt): <i>Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml</i>
	<i>Cantidad de agua aumentada: 375 ml</i>
	5. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min): <i>Inicio: 04:32 pm</i>
	<i>Fin: 04:40 pm</i>
	<i>Tiempo transcurrido: 8 minutos</i>

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - COMBINACIÓN DE AGREGADOS NTP 339.183	
CÓDIGO: P3	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:7 1 : CEMENTO 7 : 50% CENIZA DE CAL 1 50% ARENA SHOTCRETE	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg.
	2. CENIZA DE CAL 1 (kg): <i>Remojado 24 horas antes: 4 Gaveras 15.895 kg.</i>
	<i>Agua utilizada para remojado: 1916 ml</i>
	<i>Cantidad utilizada en el vaciado: 3 1/2 Gaveras 15.099 kg. (peso saturado)</i>
	3. ARENA SHOTCRETE (kg): 3 1/2 Gaveras 23.038 kg.
	4. AGUA (lt): <i>Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml</i>
	<i>Cantidad de agua aumentada: 750 ml</i>
	5. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min): <i>Inicio: 05:43 pm</i>
	<i>Fin: 05:51 pm</i>
	<i>Tiempo transcurrido: 8 minutos</i>

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - COMBINACIÓN DE AGREGADOS NTP 339.183	
CÓDIGO: P4	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:7 1 : CEMENTO 7 : 25% CENIZA DE CAL 1 75% ARENA SHOTCRETE	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg.
	2. CENIZA DE CAL 1 (kg): <i>Remojado 24 horas antes: 2 1/2 Gaveras 9.934 kg.</i>
	<i>Agua utilizada para remojado: 1198 ml</i>
	<i>Cantidad utilizada en el vaciado: 1 3/4 Gaveras 7.554 kg. (peso saturado)</i>
	3. ARENA SHOTCRETE (kg): 5 1/4 Gaveras 34.558 kg.
	4. AGUA (lt): <i>Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml</i>
	<i>Cantidad de agua aumentada: 125 ml</i>
	5. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min): <i>Inicio: 05:11 pm</i>
	<i>Fin: 05:19 pm</i>
	<i>Tiempo transcurrido: 8 minutos</i>

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - CENIZA DE CAL 2 NTP 339.183	
CÓDIGO: PBC2-1	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:6 1 : CEMENTO 6 : CENIZA DE CAL 2	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg.
	2. CENIZA DE CAL 2 (kg): <i>Remojado 24 horas antes: 6 1/2 Gaveras 27.820 kg.</i>
	<i>Agua utilizada para remojado: 2527 ml</i>
	<i>Cantidad utilizada en el vaciado: 6 Gaveras 26.960 kg. (peso saturado)</i>
	3. AGUA (lt):
	<i>Cantidad: 3318.3844 ml - 93.75% (15/16) de la proporción 1:1</i>
	<i>Cantidad de agua aumentada: —</i>
	4. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min):
	<i>Inicio: 12:01 pm</i>
	<i>Fin: 12:09 pm</i>
	<i>Tiempo transcurrido: 8 minutos</i>

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - CENIZA DE CAL 2 NTP 339.183	
CÓDIGO: PBC2-2	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:7 1 : CEMENTO 7 : CENIZA DE CAL 2	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg
	2. CENIZA DE CAL 2 (kg): <i>Remojado 24 horas antes: 7 1/2 Gaveras 32.100 kg.</i>
	<i>Agua utilizada para remojado: 2916 ml</i>
	<i>Cantidad utilizada en el vaciado: 7 Gaveras 31.450 kg (peso saturado)</i>
	3. AGUA (lt):
	<i>Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml</i>
	<i>Cantidad de agua aumentada: 500 ml</i>
	4. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min):
	<i>Inicio: 03:34 pm</i>
	<i>Fin: 03:42 pm</i>
	<i>Tiempo transcurrido: 8 minutos</i>

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - CENIZA DE CAL 2 NTP 339.183	
CÓDIGO: PBC2-3	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:9 1 : CEMENTO 9 : CENIZA DE CAL 2	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg.
	2. CENIZA DE CAL 2 (kg): <i>Remojado 24 horas antes: 9 1/2 Gaveras 40.660 kg.</i>
	<i>Agua utilizada para remojado: 3694 ml</i>
	<i>Cantidad utilizada en el vaciado: 9 Gaveras 40.450 kg. (peso saturado)</i>
	3. AGUA (lt):
	<i>Cantidad en proporción 1:1: 3539.61ml</i>
	<i>Cantidad de agua aumentada: 375 ml</i>
	4. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min):
	<i>Inicio: 05:04 pm</i>
	<i>Fin: 05:12 pm</i>
<i>Tiempo transcurrido: 8 minutos</i>	

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - CENIZA DE CAL 2 NTP 339.183	
CÓDIGO: PBC2-4	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:10 1 : CEMENTO 10 : CENIZA DE CAL 2	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg
	2. CENIZA DE CAL 2 (kg): <i>Remojado 24 horas antes: 10 1/2 Gaveras 44.940 kg.</i>
	<i>Agua utilizada para remojado: 4082 ml</i>
	<i>Cantidad utilizada en el vaciado: 10 Gaveras 44.950 kg (peso saturado)</i>
	3. AGUA (lt):
	<i>Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml</i>
	<i>Cantidad de agua aumentada: 2125 ml</i>
	4. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min):
	<i>Inicio: 05:21 pm</i>
	<i>Fin: 05:29 pm</i>
<i>Tiempo transcurrido: 8 minutos</i>	

VACIADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8" PROPORCIÓN EXPERIMENTAL - CENIZA DE CAL 2 NTP 339.183	
CÓDIGO: PBC2-5	
PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES
1:11 1 : CEMENTO 11 : CENIZA DE CAL 2	1. CEMENTO (kg): 5.3125 kg
	2. CENIZA DE CAL 2 (kg):
	<i>Remojado 24 horas antes: 11 1/2 Gaveras 49.220 kg.</i>
	<i>Agua utilizada para remojado: 4471 ml</i>
	<i>Cantidad utilizada en el vaciado: 11 Gaveras 49.440 kg (peso saturado)</i>
	3. AGUA (lt):
	<i>Cantidad en proporción 1:1: 3539.61 ml</i>
	<i>Cantidad de agua aumentada: 2125 ml</i>
	4. TIEMPO DE MEZCLADO EN TROMPITO ELÉCTRICO (min):
	<i>Inicio: 05:32 pm</i>
	<i>Fin: 05:40 pm</i>
<i>Tiempo transcurrido: 8 minutos</i>	

3.9.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE PROPORCIONES EXPERIMENTALES PARA BLOQUES DE CONCRETO

Teniendo en consideración la limitación de una maquinaria semi industrial vibro compactadora con fines académicos para el estudio de proporciones con unidades de bloques de concreto, como probetas para la determinación de resistencias; se optó en esta investigación, evaluar diferentes proporciones destinadas a la fabricación de bloques de concreto, con la obtención de muestras en probetas cilíndricas extraídas de la mezcla realizada con los materiales y en las proporciones propuestas en la metodología de la investigación. Después de obtener la resistencia a la compresión con la rotura de estas probetas, se puede proyectar una resistencia tentativa que se obtendría en una unidad de bloque de concreto; de esta manera alquilar una bloquetera dentro de la ciudad para mandar a fabricar bloques de concreto con esta proporción, para finalmente medir y corroborar la resistencia estimada, así como otras propiedades físicas que permitan clasificar el bloque de concreto fabricado como un tipo NP, según el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070.

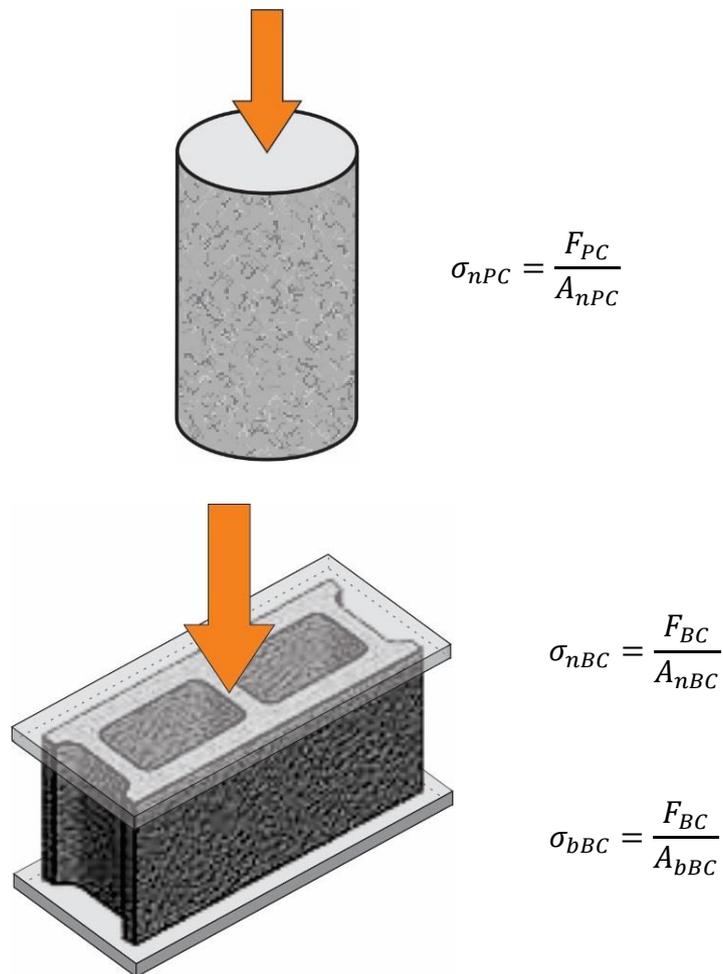
Se debe indicar, que el equipo semi industrial vibro-compactador utilizado para la fabricación de bloques de concreto, únicamente es adquirido y manipulado por los productores de los mismos, siendo poco común su presencia fuera de estos centros de producción, conocidos en la ciudad generalmente como bloqueteras. La producción que desarrollan estos centros, exige que su trabajo de fabricación sea de manera diaria, con materiales comúnmente utilizados por ellos como es el hormigón o la arena de segunda, lo que dificulta y exige un costo, el alquiler de esta maquinaria, equipos y materiales a mayor escala, para realizar experimentaciones sucesivas de diferentes proporciones de mezcla.

Planteando una evaluación de la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas obtenidas de las mezclas de las proporciones experimentales, relacionamos este ensayo determinado con la NTP 339.034 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas; con el ensayo de la NTP 339.604 (UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto) y el Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E.070, donde se indican la metodología para la determinación de la resistencia característica a la compresión de unidades de bloque de concreto; analizando estas normativas, se concluye que:

- Para el ensayo de rotura de probetas cilíndricas de 100 mm de diámetro, el equipo deberá tener dos bloques de acero, del cual el bloque superior tendrá un diámetro máximo de 165mm.
- Para el ensayo de rotura de bloques de concreto se podrá usar el mismo equipo debiendo tener la cara de los bloques de soporte un diámetro mínimo de 152.4 mm y si el área de la cara de estos bloques de soporte no sean suficiente para cubrir el área de la cara del bloque de concreto a ensayar, se deberá colocar placas de acero entre ambas de un espesor mínimo de 25.4 mm y cuyo ancho y largo sea de por lo menos 15 mm mayor que la cara del bloque de concreto. Por lo cual se nos permite utilizar el mismo equipo, incorporando simplemente algunos otros requerimientos complementarios que permitan que la fuerza de compresión se distribuya en toda el área de la cara del bloque de concreto.

- La resistencia a la compresión de una probeta cilíndrica está determinada en función a su área neta, debido a que no presenta perforaciones ni agujeros como en el caso de un bloque de concreto, en donde la determinación de su resistencia a la compresión está dada en función a su área bruta, por lo que, relacionando el área neta de un bloque, en la que se obtendría la resistencia calculada sobre una probeta cilíndrica; con el área bruta del mismo, obtenemos un factor que nos permite aproximarnos a la resistencia sobre el área bruta del bloque con respecto a las resistencias obtenidas en las probetas cilíndricas.

A continuación, se presenta el cálculo de este factor:



Donde:

σ_{nPC} : *Esfuerzo sobre el área neta en una probeta cilíndrica*

σ_{nBC} : *Esfuerzo sobre el área neta en un bloque de concreto*

σ_{bBC} : Esfuerzo sobre el área bruta en un bloque de concreto

F_{PC} : Fuerza de compresión sobre una probeta cilíndrica

F_{BC} : Fuerza de compresión sobre un bloque de concreto

A_{nPC} : Área neta de una probeta cilíndrica $(\frac{\pi \times \text{diámetro}^2}{4})$

A_{nBC} : Área neta de un bloque de concreto
(Área bruta – Área de Vacíos)

A_{bBC} : Área bruta de un bloque de concreto (largo x ancho)

Teóricamente se considera que:

$$\sigma_{nPC} = \sigma_{nBC}$$

$$\sigma_{nBC} = \frac{F_{BC}}{A_{nBC}} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{nPC} \times A_{nBC} = F_{BC}$$

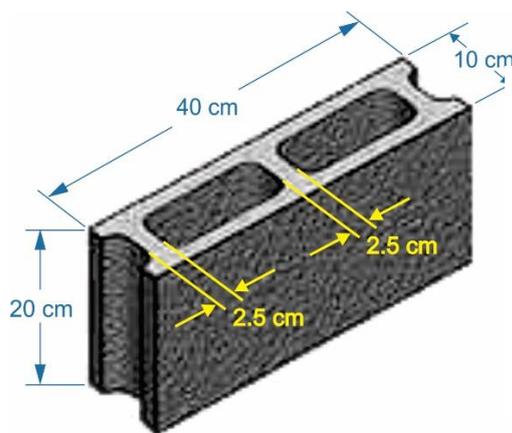
No existen estudios que relacionen las resistencias obtenidas en probetas cilíndricas con las obtenidas en bloques de concreto, ambas sobre el área neta; o estudios que relacionen factores de forma y presencia de perforaciones o huecos en probetas de concreto que sirvan como muestras para la obtención de la resistencia a la compresión, teniendo en cuenta además la forma rectangular y alargada que tiene un bloque a diferencia de una probeta cilíndrica. Es por ello que como fundamento teórico y punto de partida de esta investigación se asumirá que la resistencia sobre el área neta de ambos especímenes es la misma. Por lo tanto, teniendo en consideración esta premisa, deducimos lo siguiente:

$$\sigma_{bBC} = \frac{F_{BC}}{A_{bBC}}$$

$$\sigma_{bBC} = \frac{\sigma_{nPC} \times A_{nBC}}{A_{bBC}}$$

$$\sigma_{bBC} = \sigma_{nPC} \times \frac{A_{nBC}}{A_{bBC}}$$

Por lo tanto, determinaremos la relación del área neta y bruta de un bloque de concreto, con las dimensiones comerciales que comúnmente se fabrican a fin de obtener un factor que relacione la resistencia sobre el área neta en una probeta cilíndrica con la resistencia sobre el área bruta que se estima obtener en un bloque de concreto.

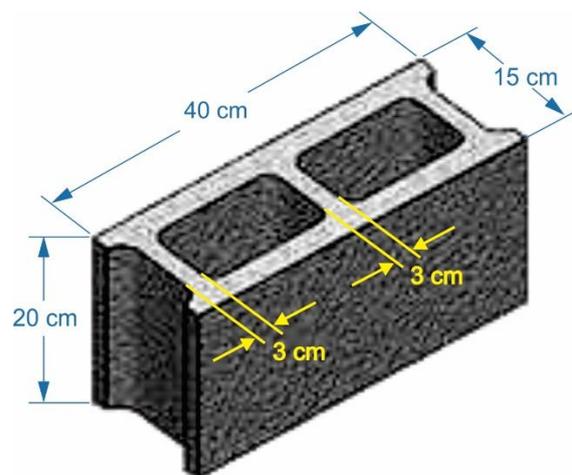


**Bloque de Concreto
10 cm x 40 cm x 20 cm**

Área Bruta:
 $10 \times 40 = 400 \text{ cm}^2$

Área Neta:
 $40 \times 2.5 \times 2 + (10-5) \times 2.5 \times 3 = 337.5 \text{ cm}^2$

Factor de Relación:
 $\frac{A_{nBC}}{A_{bBC}} = \frac{237.5}{400} = 0.594$

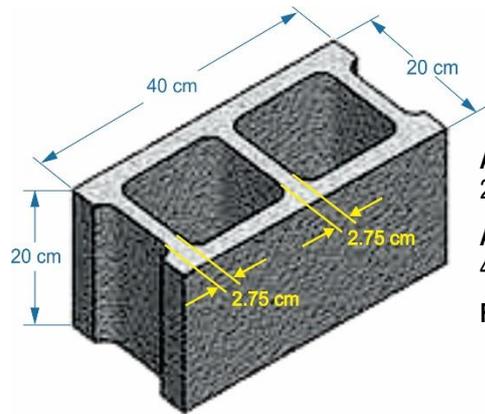


**Bloque de Concreto
15 cm x 40 cm x 20 cm**

Área Bruta:
 $15 \times 40 = 600 \text{ cm}^2$

Área Neta:
 $40 \times 3 \times 2 + (15-6) \times 3 \times 3 = 321 \text{ cm}^2$

Factor de Relación:
 $\frac{A_{nBC}}{A_{bBC}} = \frac{321}{600} = 0.535$



**Bloque de Concreto
20 cm x 40 cm x 20 cm**

Área Bruta:
20 x 40 = 800 cm²

Área Neta:
40 x 2.75 x 2 + (20-5.5) x 2.75 x 3 = 339.625 cm²

Factor de Relación:

$$\frac{A_{nBC}}{A_{bBC}} = \frac{339.625}{800} = 0.425$$

De los valores calculados, tomamos el menor valor como factor de relación entre el área neta y bruta de un bloque de concreto, por lo que, se tendrá que afectar las resistencias obtenidas en las probetas cilíndricas, por un factor de 0.425, con el fin de estimar una resistencia tentativa sobre el área bruta en un bloque de concreto, este valor se comprobará con la fabricación y rotura de bloques de concreto, elaborados con la proporción óptima obtenida.

A continuación, se muestran los datos registrados en las fichas de observación de los ensayos de compresión de las probetas cilíndricas, así como las resistencias proyectadas a obtenerse sobre el área bruta de un bloque de concreto:

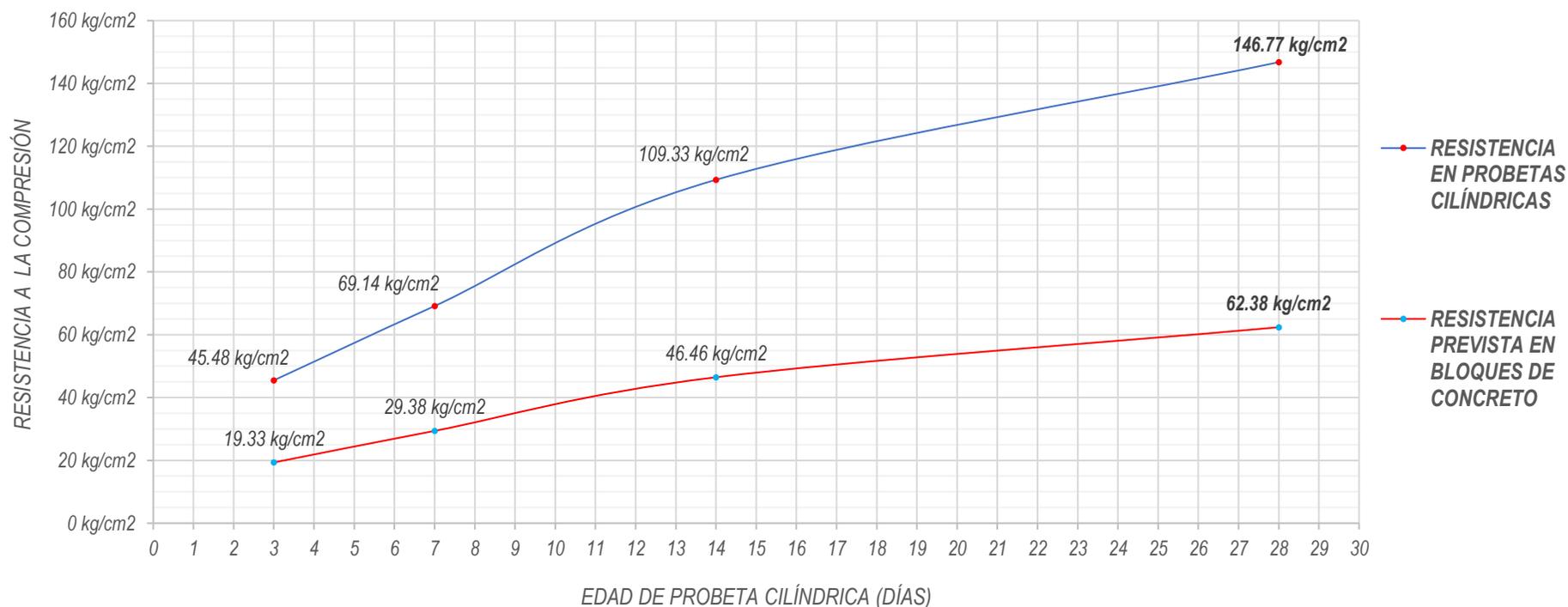
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.20	80.914	3832	47.359	5
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.20	82.516	3598	43.604	3
	D2: 10.30				
	\bar{D} : 10.25				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				45.481 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				19.330 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.00	80.914	5564	68.765	3
	D2: 10.30				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.10	82.516	5736	69.514	3
	D2: 10.40				
	\bar{D} : 10.25				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				69.139 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				29.384 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.30	82.516	8704	105.483	3
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.25				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.20	80.914	9157	113.170	3
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				109.326 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				46.464 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 9.85	76.201	11000	144.355	3
	D2: 9.85				
	\bar{D} : 9.85				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>Presenta 9 fisuras alrededor y 1 en la base todas visibles</i>					
N° 02	D1: 9.90	78.148	11658	149.179	3
	D2: 10.05				
	\bar{D} : 9.98				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>Presenta 6 fisuras alrededor y 1 en la base todas visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				146.767 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				62.376 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC1-1 - CENIZA DE CAL 1 - 1:6



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	45.48 kg/cm ²	19.33 kg/cm ²	31 %
7 días	69.14 kg/cm ²	29.38 kg/cm ²	47 %
14 días	109.33 kg/cm ²	46.46 kg/cm ²	74 %
28 días	146.77 kg/cm ²	62.38 kg/cm ²	100 %

La máxima resistencia a compresión estimada sobre el área bruta que se puede obtener en un bloque de concreto es de 62.38 kg/cm², además se observa que no se alcanza una resistencia elevada, debido a la reacción álcali-carbonatos que presenta este tipo de agregado, la cual genera expansiones al interior del concreto al contacto con cierto grado de humedad, es por ello que a los 28 días las probetas presentan fisuras y grietas en su superficie.

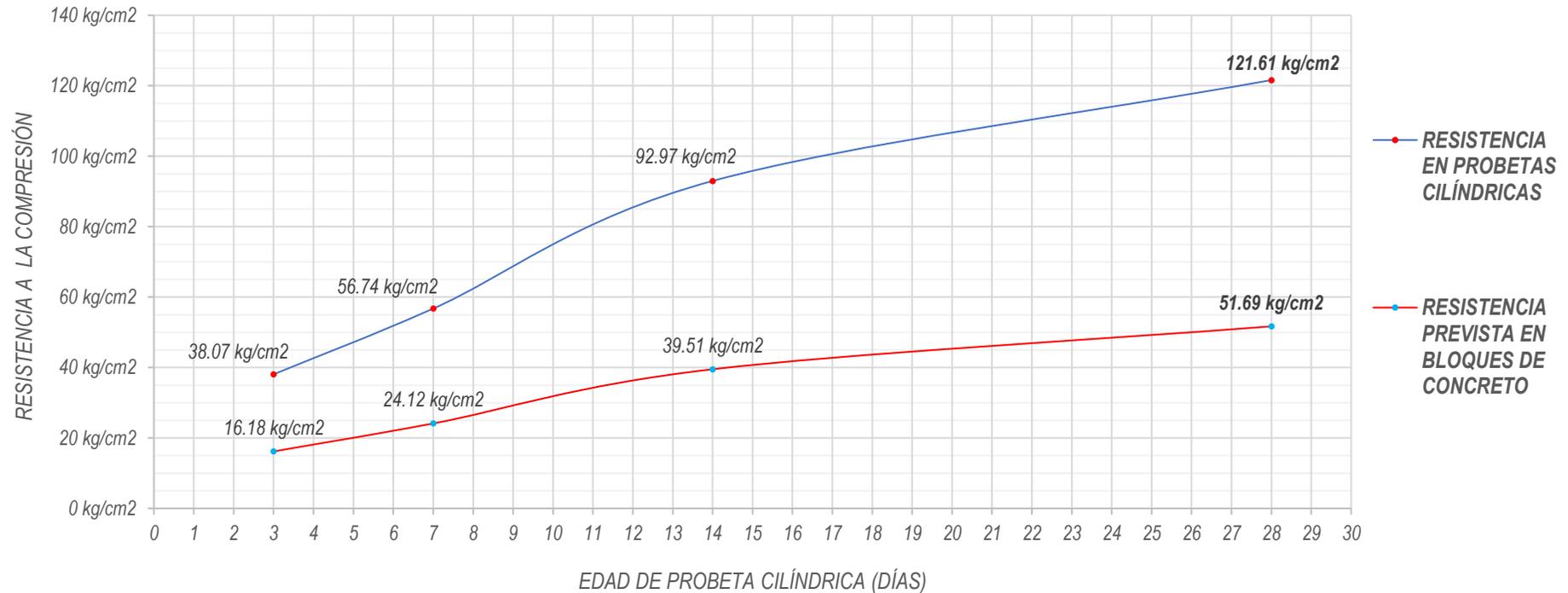
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-2 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.20	81.713	3011	36.849	2
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.10	80.914	3180	39.301	3
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				38.075 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				16.182 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-2 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.10	82.516	4508	54.632	3
	D2: 10.40				
	\bar{D} : 10.25				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.20	81.713	4809	58.852	3
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				56.742 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				24.115 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-2 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.10	78.540	7671	97.670	2
	D2: 9.90				
	\bar{D} : 10.00				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.20	80.914	7143	88.279	3
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				92.975 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				39.514 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-2 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 9.97	77.132	9611	124.604	5
	D2: 9.85				
	\bar{D} : 9.91				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>Presenta 10 fisuras alrededor y 1 en base todas visibles</i>					
N° 02	D1: 10.10	82.919	9836	118.622	3
	D2: 10.45				
	\bar{D} : 10.28				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>Presenta 6 fisuras alrededor y 1 en base todas visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				121.613 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				51.685 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC1-2 - CENIZA DE CAL 1 - 1:7



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	38.07 kg/cm ²	16.18 kg/cm ²	31 %
7 días	56.74 kg/cm ²	24.12 kg/cm ²	47 %
14 días	92.97 kg/cm ²	39.51 kg/cm ²	76 %
28 días	121.61 kg/cm ²	51.69 kg/cm ²	100 %

La máxima resistencia a compresión estimada sobre el área bruta que se puede obtener en un bloque de concreto es de 51.69 kg/cm², al igual que la proporción anterior, no se alcanza una resistencia elevada, debido a la reacción álcali-carbonatos que presenta este tipo de agregado, la cual genera expansiones al interior del concreto al contacto con cierto grado de humedad, es por ello que también con esta proporción se tiene el problema de las fisuras y grietas en la superficie de las probetas a los 28 días.

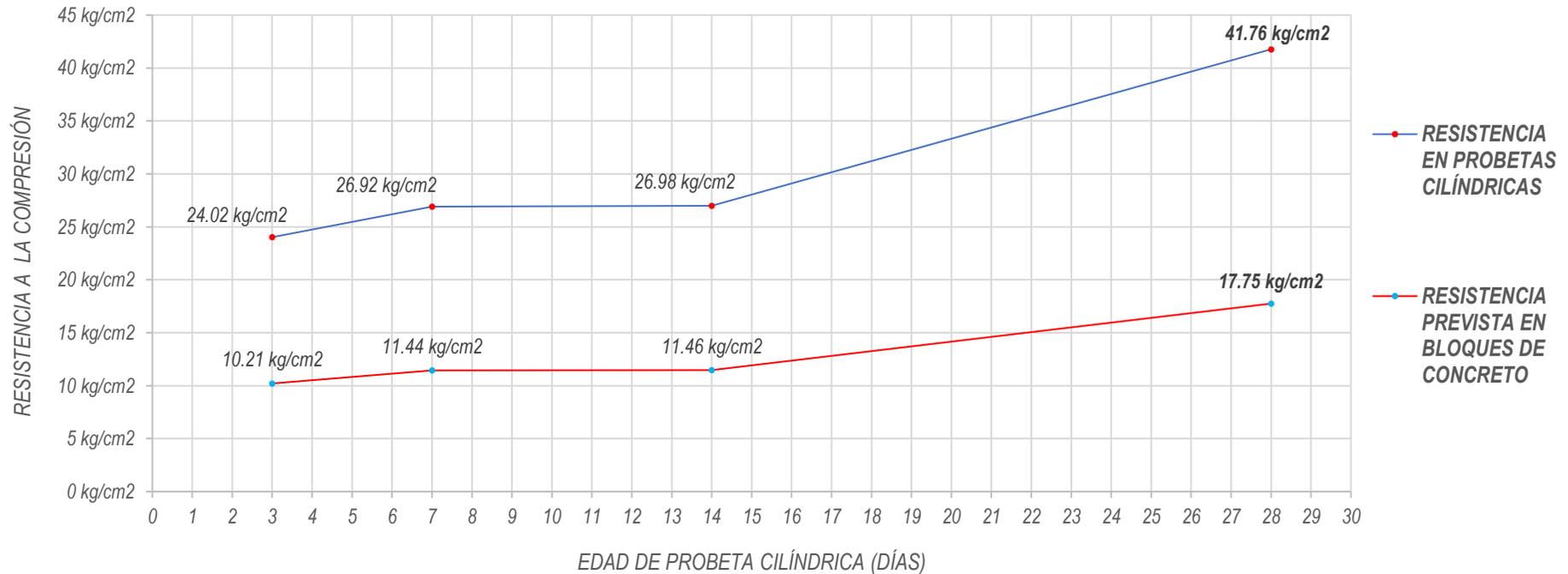
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-3 - PROPORCION 1:9					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.10	78.226	1857	23.739	3
	D2: 9.86				
	\bar{D} : 9.98				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: Presenta 7 fisuras alrededor todas visibles					
N° 02	D1: 9.81	77.600	1886	24.304	3
	D2: 10.07				
	\bar{D} : 9.94				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: Presenta 5 fisuras alrededor todas visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				24.021 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				10.209 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-3 - PROPORCION 1:9					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.31	83.728	2292	27.374	3
	D2: 10.34				
	\bar{D} : 10.33				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: Presenta 6 fisuras alrededor y 1 en la base todas visibles					
N° 02	D1: 10.28	83.242	2203	26.465	3
	D2: 10.31				
	\bar{D} : 10.30				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: Presenta 3 fisuras alrededor todas visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				26.920 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				11.441 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-3 - PROPORCION 1:9					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.31	84.378	2328	27.590	3
	D2: 10.42				
	\bar{D} : 10.37				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: Presenta 9 fisuras alrededor y 1 en la base todas visibles					
N° 02	D1: 10.43	85.767	2261	26.362	3
	D2: 10.47				
	\bar{D} : 10.45				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: Presenta 9 fisuras alrededor y 2 en la base todas visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				26.976 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				11.465 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-3 - PROPORCION 1:9					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.48	87.417	3142	35.943	3
	D2: 10.62				
	\bar{D} : 10.55				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: Presenta 24 fisuras alrededor y 5 en base todas visibles					
N° 02	D1: 10.28	83.809	3988	47.584	3
	D2: 10.38				
	\bar{D} : 10.33				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: Presenta 12 fisuras alrededor y 1 en base todas visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				41.764 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				17.750 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC1-3 - CENIZA DE CAL 1 - 1:9



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	24.02 kg/cm ²	10.21 kg/cm ²	58 %
7 días	26.92 kg/cm ²	11.44 kg/cm ²	64 %
14 días	26.98 kg/cm ²	11.46 kg/cm ²	65 %
28 días	41.76 kg/cm ²	17.75 kg/cm ²	100 %

Se observa que no existe ganancia de resistencia entre los 7 y 14 días, alcanzándose después una resistencia máxima estimada de 17.75 kg/cm² sobre el área bruta de un bloque de concreto a los 28 días, este problema como se vino indicado, es consecuencia de la reacción álcali-carbonatos presente en los agregados, existe una pérdida de resistencia en los 7 primeros días, ya que por el proceso de curado, las probetas se encuentra en contacto permanente con agua, lo cual es un condicionante principal para que se produzcan expansiones dentro del concreto, evidenciándose con la presencia de fisuras y grietas en la superficie del mismo.

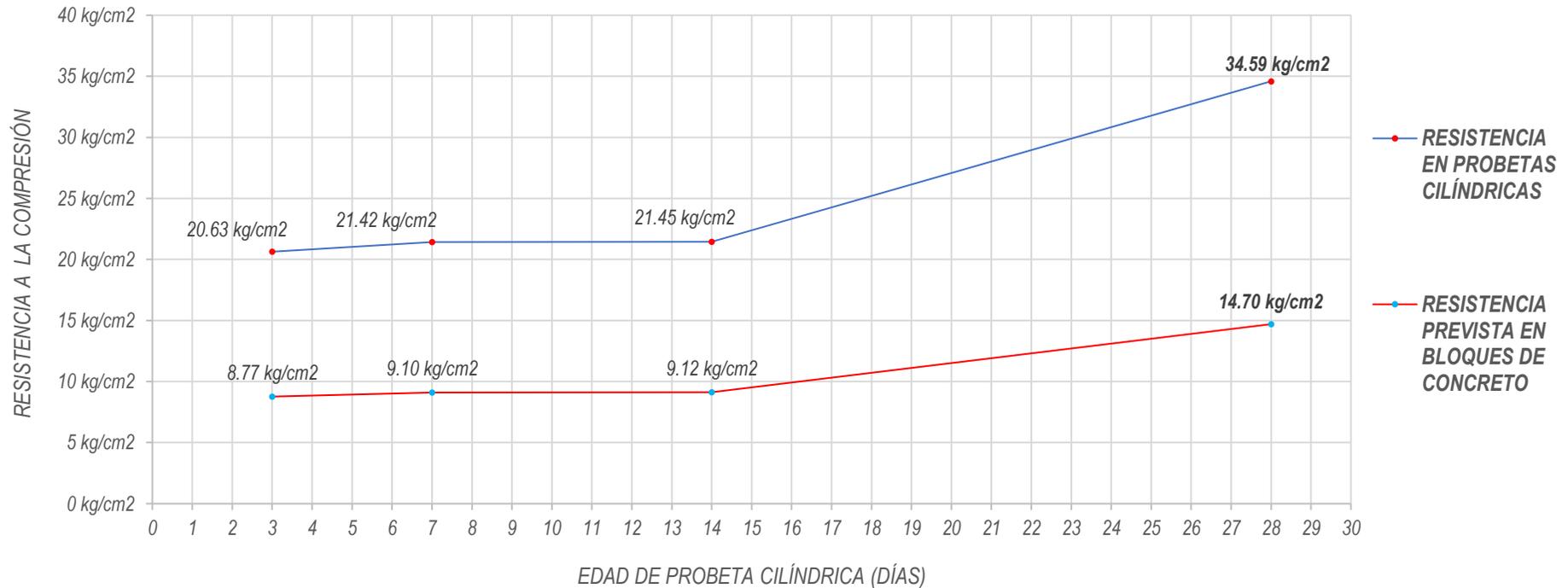
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-4 - PROPORCION 1:10					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.15	80.914	1644	20.318	4
	D2: 10.15				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: Presenta 8 fisuras alrededor y 1 en la base todas visibles					
N° 02	D1: 10.12	83.242	1744	20.951	2
	D2: 10.47				
	\bar{D} : 10.30				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: Presenta 4 fisuras alrededor todas visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				20.634 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				8.770 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-4 - PROPORCION 1:10					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.20	79.485	1753	22.054	3
	D2: 9.92				
	\bar{D} : 10.06				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: Presenta 6 fisuras alrededor todas visibles					
N° 02	D1: 10.01	79.564	1653	20.776	4
	D2: 10.12				
	\bar{D} : 10.07				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: Presenta 6 fisuras alrededor todas visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				21.415 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				9.101 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-4 - PROPORCION 1:10					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.42	85.767	1873	21.838	3
	D2: 10.48				
	\bar{D} : 10.45				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: Presenta 7 fisuras alrededor todas visibles					
N° 02	D1: 10.49	86.508	1822	21.062	3
	D2: 10.50				
	\bar{D} : 10.50				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: Presenta 8 fisuras alrededor y 1 en la base todas visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				21.450 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				9.116 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: PBC1-4 - PROPORCION 1:10					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.42	86.343	2968	34.375	3
	D2: 10.55				
	\bar{D} : 10.49				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: Presenta 15 fisuras alrededor y 2 en base todas visibles					
N° 02	D1: 10.46	87.417	3043	34.810	3
	D2: 10.64				
	\bar{D} : 10.55				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: Presenta 12 fisuras alrededor y 2 en base todas visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				34.592 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				14.702 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC1-4 - CENIZA DE CAL 1 - 1:10



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	20.63 kg/cm ²	8.77 kg/cm ²	60 %
7 días	21.42 kg/cm ²	9.10 kg/cm ²	62 %
14 días	21.45 kg/cm ²	9.12 kg/cm ²	62 %
28 días	34.59 kg/cm ²	14.70 kg/cm ²	100 %

Al igual que la proporción anterior, en esta se puede observar que existe pérdida de resistencia en los 7 primeros días, debido a la reactividad del agregado con los álcalis y la sobre presencia obligatoria de humedad en contacto con las probetas, se logra alcanzar una resistencia máxima a compresión estimada de 14.70 kg/cm² sobre el área bruta de un bloque de concreto, evidenciándose la presencia de fisuras y grietas en su superficie a edades tempranas, lo que influencia la pérdida de resistencia.

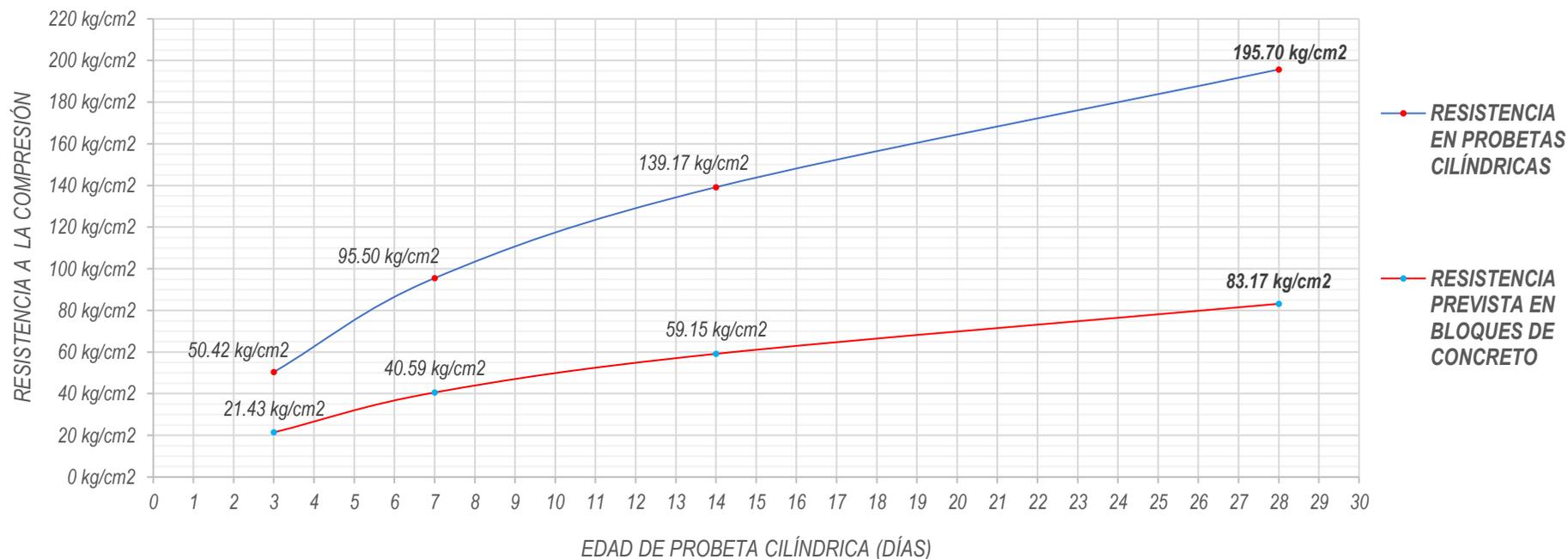
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 9.90	77.756	3607	46.388	3
	D2: 10.00				
	\bar{D} : 9.95				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: No presenta fisuras visibles					
N° 02	D1: 10.10	80.118	4362	54.444	3
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.10				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: No presenta fisuras visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				50.416 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				21.427 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.10	80.118	8222	102.623	3
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.10				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: No presenta fisuras visibles					
N° 02	D1: 9.90	76.977	6803	88.377	6
	D2: 9.90				
	\bar{D} : 9.90				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: No presenta fisuras visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				95.500 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				40.588 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.10	81.713	11319	138.522	3
	D2: 10.30				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.20	80.914	11314	139.828	3
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				139.175 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				59.149 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.20	80.914	15512	191.710	4
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>Presenta fisuras poco visibles alrededor y en la base</i>					
N° 02	D1: 10.10	80.914	16157	199.682	4
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>Presenta fisuras poco visibles alrededor y en la base</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				195.696 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				83.171 kg/cm ²	

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL P1 - 1:6
50% CENIZA DE CAL 1 - 50% ARENA SHOTCRETE**



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	50.42 kg/cm ²	21.43 kg/cm ²	26 %
7 días	95.50 kg/cm ²	40.59 kg/cm ²	49 %
14 días	139.17 kg/cm ²	59.15 kg/cm ²	71 %
28 días	195.70 kg/cm ²	83.17 kg/cm ²	100 %

Con la combinación de Ceniza de Cal 1 con otro agregado no reactivo a los álcalis, se evidencia la disminución de expansiones dentro del concreto los primeros días, no garantizándose su durabilidad en el tiempo, ya que a los 28 días se observa fisuras poco visibles en la superficie del concreto, evidenciándose que dependiendo de las condiciones de humedad a la que se encuentre sometida el concreto en el tiempo, este irá generando fisuras o grietas que afectarán la resistencia del mismo; aun así, se logra obtener una resistencia a compresión máxima estimada de 83.17 kg/cm² sobre el área bruta de un bloque de concreto.

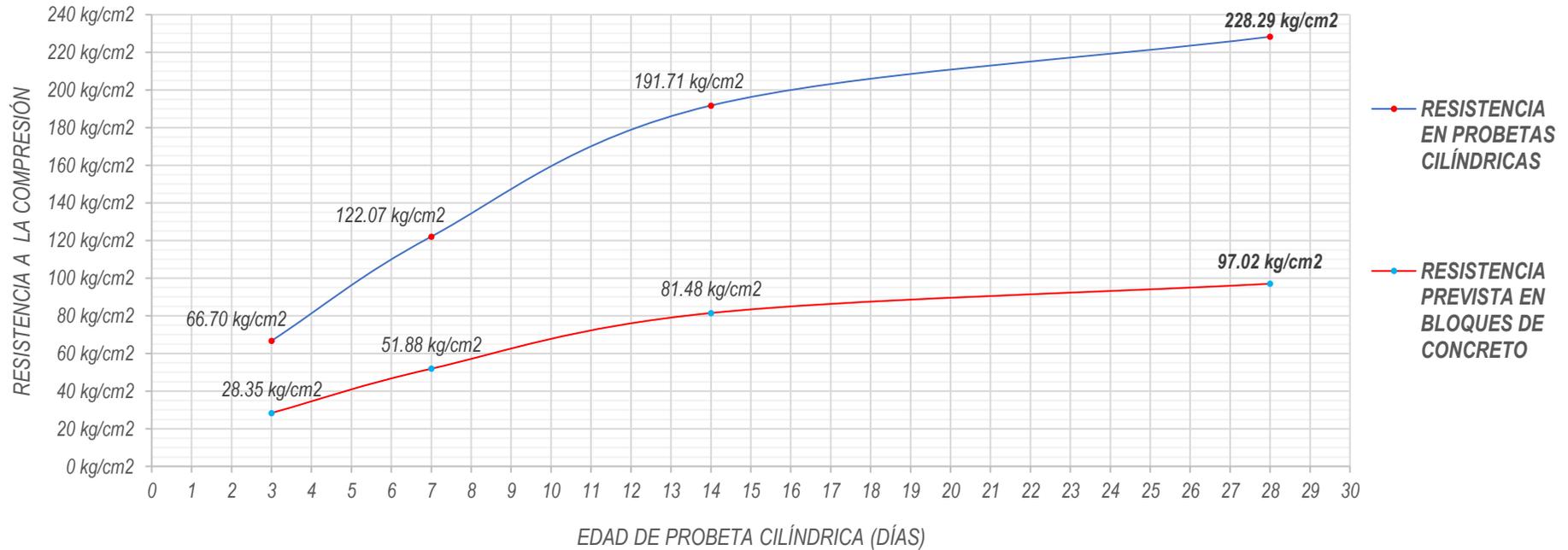
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-2 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.10	80.914	5073	62.696	3
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: No presenta fisuras visibles					
N° 02	D1: 10.20	80.914	5721	70.705	5
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: No presenta fisuras visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				66.701 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				28.348 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-2 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.10	81.713	9843	120.458	5
	D2: 10.30				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: No presenta fisuras visibles					
N° 02	D1: 10.10	80.914	10007	123.675	5
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: No presenta fisuras visibles					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				122.067 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				51.878 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-2 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.30	80.914	15867	196.098	5
	D2: 10.00				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 9.80	76.201	14274	187.320	5
	D2: 9.90				
	\bar{D} : 9.85				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				191.709 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				81.476 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-2 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 9.90	76.977	18084	234.928	4
	D2: 9.90				
	\bar{D} : 9.90				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>Presenta fisuras poco visibles alrededor</i>					
N° 02	D1: 10.20	80.914	17934	221.644	2
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>Presenta fisuras poco visibles alrededor</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				228.286 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				97.021 kg/cm ²	

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL P2 - 1:6
25% CENIZA DE CAL 1 - 75% ARENA SHOTCRETE**



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	66.70 kg/cm ²	28.35 kg/cm ²	29 %
7 días	122.07 kg/cm ²	51.88 kg/cm ²	53 %
14 días	191.71 kg/cm ²	81.48 kg/cm ²	84 %
28 días	228.29 kg/cm ²	97.02 kg/cm ²	100 %

Cuanto menos sea la cantidad que intervenga la Ceniza de Cal 1, se logra obtener mayor resistencia en el concreto, ya que disminuye la reactividad del agregado con los álcalis, observándose la disminución de fisuras en la superficie en la probeta cilíndrica a los 28 días, alcanzando una resistencia a la compresión máxima estimada sobre el área bruta de un bloque de concreto de 97.02 kg/cm², sin garantizar la durabilidad del concreto en el tiempo, ya que dependiendo de las condiciones de humedad a la que se encuentre sometido, podrá seguir dándose paso a la presencia de fisuras y grietas.

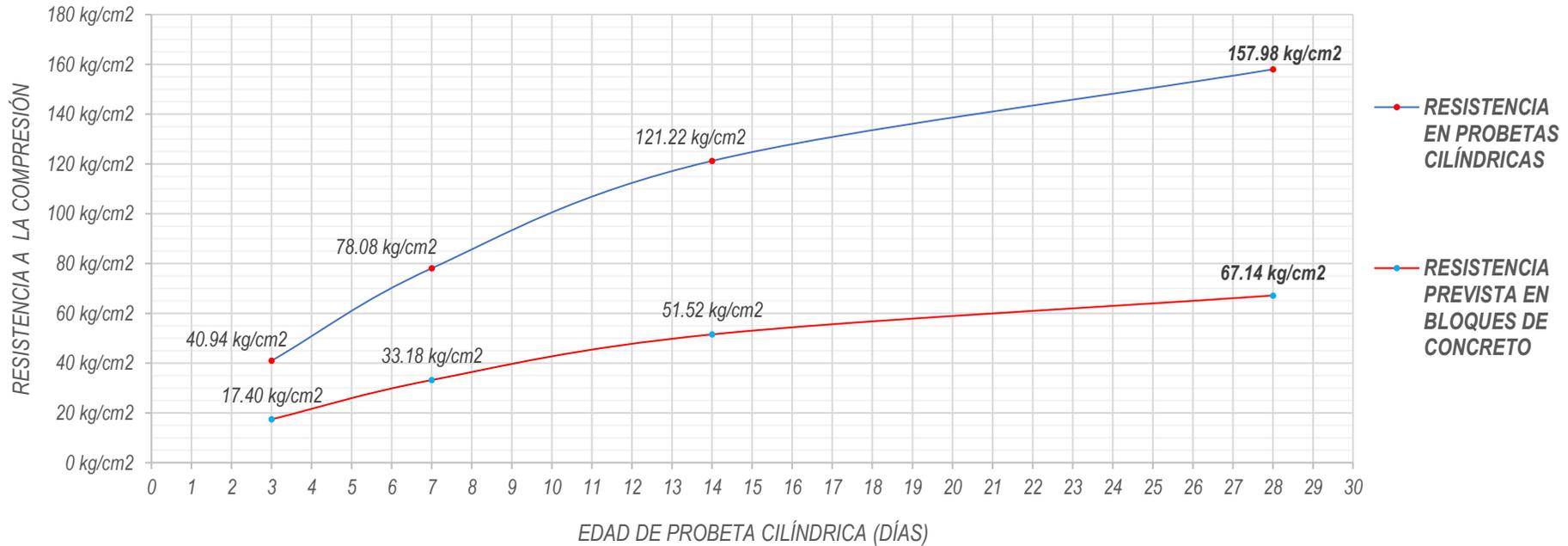
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-3 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.30	81.713	3217	39.370	5
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.20	81.713	3473	42.503	5
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				40.936 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				17.398 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-3 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.10	80.914	6302	77.885	3
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.20	81.713	6396	78.274	4
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				78.080 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				33.184 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-3 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.30	82.516	9286	112.536	3
	D2: 10.00				
	\bar{D} : 10.25				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 9.80	76.201	9899	129.906	4
	D2: 9.90				
	\bar{D} : 9.85				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				121.221 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				51.519 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-3 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 9.80	75.815	12674	167.170	4
	D2: 9.85				
	\bar{D} : 9.83				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>Presenta 1 fisura alrededor visible</i>					
N° 02	D1: 10.15	81.313	12099	148.796	2
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.18				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>Presenta 1 fisura alrededor visible</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				157.983 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				67.143 kg/cm ²	

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL P3 1:7
50% CENIZA DE CAL 1 - 50% ARENA SHOTCRETE**



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	40.94 kg/cm ²	17.40 kg/cm ²	26%
7 días	78.08 kg/cm ²	33.18 kg/cm ²	49%
14 días	121.22 kg/cm ²	51.52 kg/cm ²	77%
28 días	157.98 kg/cm ²	67.14 kg/cm ²	100%

Se observa que al aumentarse la proporción y la participación de la Ceniza de Cal 1, aumenta la reactividad del agregado con los álcalis, produciendo expansiones al interior del concreto, evidenciándose con la presencia de fisuras en la superficie de concreto a los 28 días, lo que perjudica aún más la durabilidad del concreto en el tiempo, con estas condiciones se logra obtener una resistencia a la compresión estimada máxima sobre el área bruta de un bloque de concreto de 67.14 kg/cm², menor a la proporción 1:6 con el mismo porcentaje de participación de agregados.

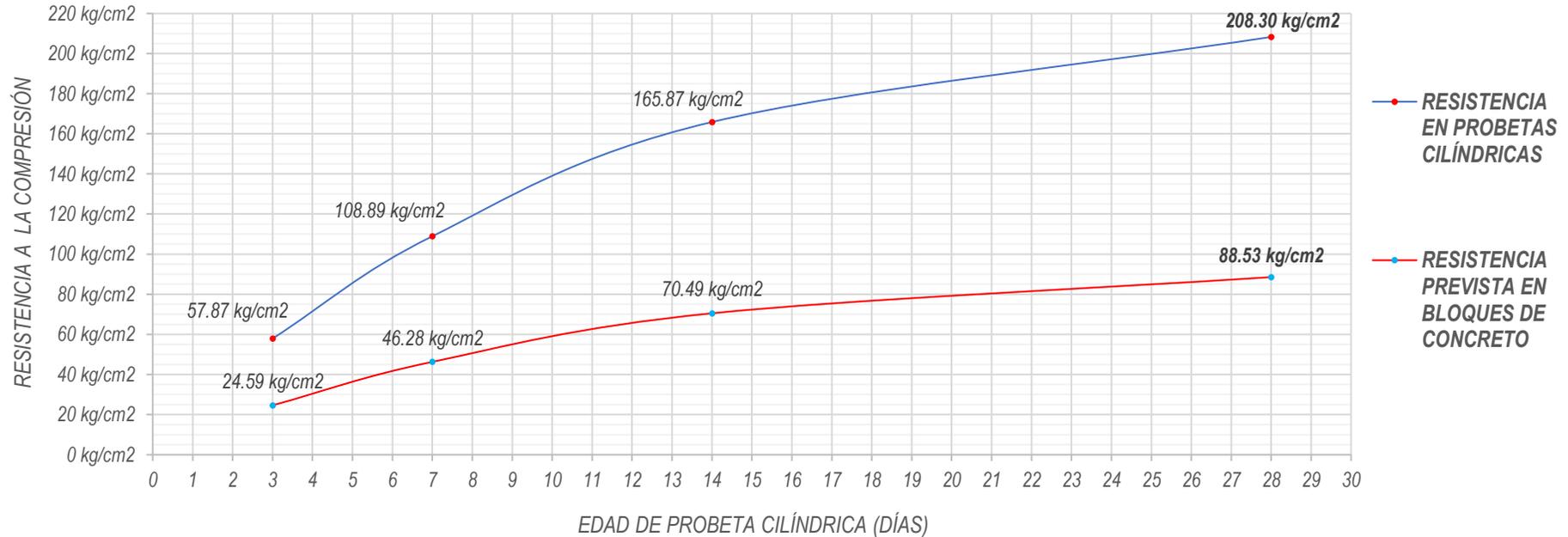
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-4 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.20	80.914	4702	58.111	3
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.20	82.516	4755	57.625	6
	D2: 10.30				
	\bar{D} : 10.25				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				57.868 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				24.594 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-4 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.10	81.313	9169	112.762	3
	D2: 10.25				
	\bar{D} : 10.18				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.10	78.540	8248	105.017	3
	D2: 9.90				
	\bar{D} : 10.00				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				108.889 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				46.278 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-4 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.20	80.914	13576	167.784	3
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.00	77.756	12748	163.948	3
	D2: 9.90				
	\bar{D} : 9.95				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				165.866 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				70.493 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 1					
CÓDIGO: P-4 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.14	81.793	16654	203.612	4
	D2: 10.27				
	\bar{D} : 10.21				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>Presenta fisuras poco visibles alrededor</i>					
N° 02	D1: 10.18	80.754	17199	212.979	2
	D2: 10.10				
	\bar{D} : 10.14				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>Presenta fisuras poco visibles alrededor</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				208.295 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				88.526 kg/cm ²	

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL P4 - 1:7
25% CENIZA DE CAL 1 - 75% ARENA SHOTCRETE**



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	57.87 kg/cm ²	24.59 kg/cm ²	28 %
7 días	108.89 kg/cm ²	46.28 kg/cm ²	52 %
14 días	165.87 kg/cm ²	70.49 kg/cm ²	80 %
28 días	208.30 kg/cm ²	88.53 kg/cm ²	100 %

Al disminuir el porcentaje de participación, pero aumentar la proporción, se genera mayor posibilidad de reacción de los álcalis con los agregados, resultando pequeñas fisuras en la superficie del concreto a los 28 días, lo que tampoco garantiza su durabilidad en el tiempo, ya que al estar en condiciones de humedad exterior, estas reacciones pueden seguir desarrollándose; se alcanza una máxima resistencia a compresión estimada sobre el área bruta de un bloque de concreto de 88.53 kg/cm², menor a la obtenida con la proporción 1:6 con el mismo porcentaje de participación de ambos agregados.

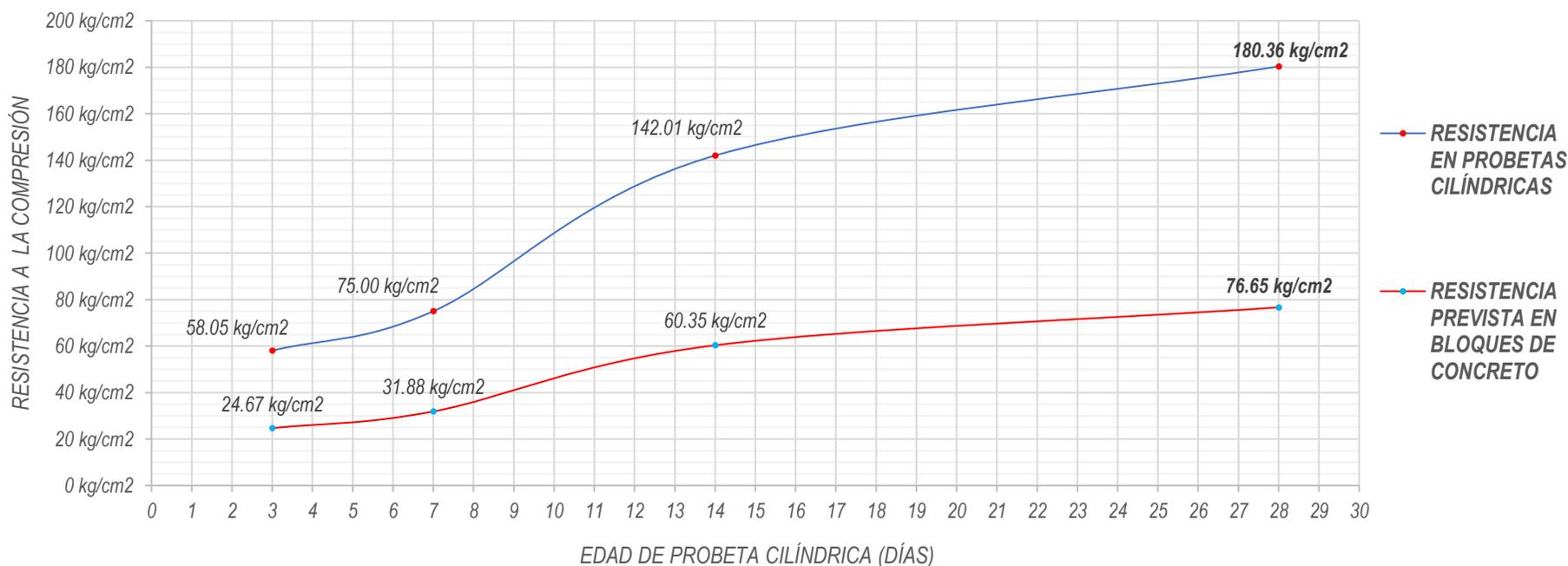
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.29	81.793	4683	57.254	6
	D2: 10.12				
	\bar{D} : 10.21				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.16	81.393	4790	58.850	4
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.18				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				58.052 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				24.672 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.20	80.277	6231	77.619	5
	D2: 10.02				
	\bar{D} : 10.11				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.21	81.153	5874	72.382	3
	D2: 10.12				
	\bar{D} : 10.17				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				75.000 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				31.875 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.21	81.393	11523	141.573	6
	D2: 10.15				
	\bar{D} : 10.18				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.14	80.357	11446	142.440	3
	D2: 10.09				
	\bar{D} : 10.12				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				142.006 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				60.353 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-1 - PROPORCION 1:6					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 9.95	76.666	13961	182.101	4
	D2: 9.81				
	\bar{D} : 9.88				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 9.82	77.678	13875	178.621	4
	D2: 10.07				
	\bar{D} : 9.95				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				180.361 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				76.654 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC2-1 - CENIZA DE CAL 2 - 1:6



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	58.05 kg/cm ²	24.67 kg/cm ²	32 %
7 días	75.00 kg/cm ²	31.88 kg/cm ²	42 %
14 días	142.01 kg/cm ²	60.35 kg/cm ²	79 %
28 días	180.36 kg/cm ²	76.65 kg/cm ²	100 %

Este tipo de agregado con la proporción 1:6, no presenta reactividad con los álcalis del concreto, resultado que se muestra por ausencia de fisuras o agrietamientos en la superficie de las probetas cilíndricas obtenidas, llegándose a obtener una máxima resistencia a compresión estimada sobre el área bruta en un bloque de concreto de 76.65 kg/cm², 10 unidades más en comparación con la proporción 1:6 usando Ceniza de Cal 1; lo que indica que con esta proporción no existen reacciones perjudiciales en la resistencia final y la durabilidad en el tiempo del concreto.

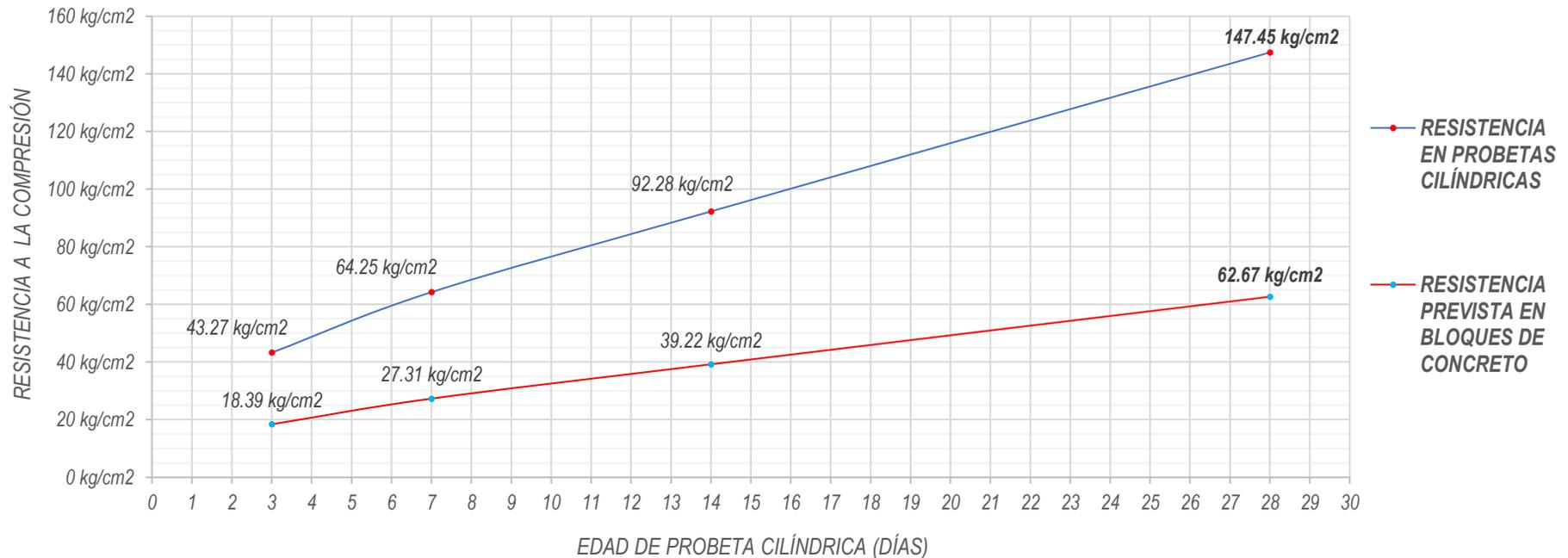
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-2 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.24	81.793	3477	42.510	5
	D2: 10.17				
	\bar{D} : 10.08				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.08	81.233	3577	44.034	3
	D2: 10.26				
	\bar{D} : 10.17				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				43.272 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				18.391 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-2 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 9.84	77.600	5291	68.183	1
	D2: 10.04				
	\bar{D} : 9.94				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.27	81.233	4900	60.320	3
	D2: 10.07				
	\bar{D} : 10.17				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				64.252 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				27.307 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-2 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.04	77.366	7199	93.051	4
	D2: 9.81				
	\bar{D} : 9.93				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.16	81.873	7492	91.507	4
	D2: 10.26				
	\bar{D} : 10.21				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				92.279 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				39.219 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-2 - PROPORCION 1:7					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.18	81.233	12133	149.361	4
	D2: 10.16				
	\bar{D} : 10.17				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
N° 02	D1: 10.19	81.953	11928	145.546	3
	D2: 10.24				
	\bar{D} : 10.22				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras visibles</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				147.453 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				62.668 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC2-2 - CENIZA DE CAL 2 - 1:7



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	43.27 kg/cm ²	18.39 kg/cm ²	29 %
7 días	64.25 kg/cm ²	27.31 kg/cm ²	44 %
14 días	92.28 kg/cm ²	39.22 kg/cm ²	63 %
28 días	147.45 kg/cm ²	62.67 kg/cm ²	100 %

Se observa que con esta proporción de Ceniza de Cal tampoco existen reacciones con los álcalis del cemento, lo cual garantiza una resistencia a compresión máxima estimada sobre el área bruta de un bloque de concreto de 62.67 kg/cm², 10 unidades más a comparación de la misma proporción usando Ceniza de Cal 1, así mismo garantiza la durabilidad del concreto en el tiempo, ya que la cantidad proporcionada de agregado en función del cemento, no genera ningún tipo de reacción de expansión al interior del concreto.

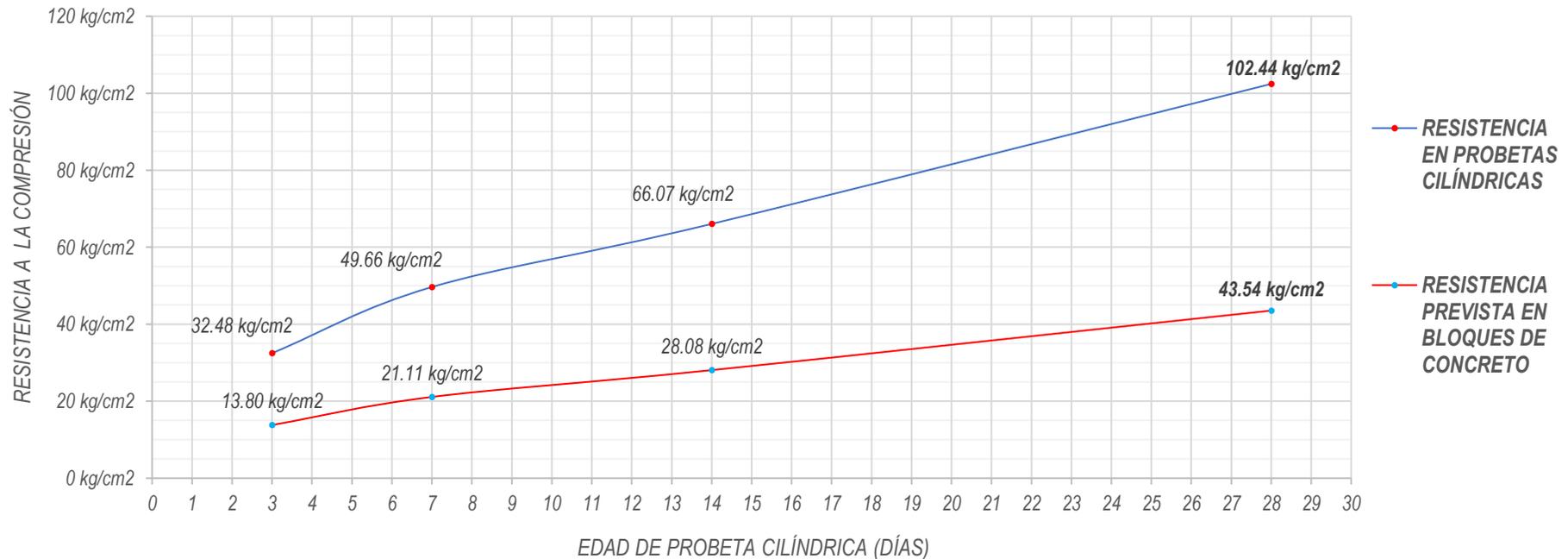
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-3 - PROPORCION 1:9					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.21	81.793	2754	33.670	3
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.21				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.30	80.993	2534	31.286	3
	D2: 10.01				
	\bar{D} : 10.16				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				32.478 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				13.803 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-3 - PROPORCION 1:9					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.28	81.633	3975	48.694	3
	D2: 10.11				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 9.74	76.124	3854	50.628	4
	D2: 9.95				
	\bar{D} : 9.85				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				49.661 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				21.106 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-3 - PROPORCION 1:9					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.06	81.633	5572	68.257	3
	D2: 10.33				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.37	82.758	5286	63.873	4
	D2: 10.16				
	\bar{D} : 10.27				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				66.065 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				28.078 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-3 - PROPORCION 1:9					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.00	77.366	8082	104.464	5
	D2: 9.85				
	\bar{D} : 9.93				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.19	81.793	8214	100.424	3
	D2: 10.22				
	\bar{D} : 10.21				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				102.444 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				43.539 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC2-3 - CENIZA DE CAL 2 - 1:9



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	32.48 kg/cm ²	13.80 kg/cm ²	32 %
7 días	49.66 kg/cm ²	21.11 kg/cm ²	48 %
14 días	66.07 kg/cm ²	28.08 kg/cm ²	64 %
28 días	102.44 kg/cm ²	43.54 kg/cm ²	100 %

Con esta proporción tampoco se observa reactividad del agregado con los álcalis del cemento, evidenciándose con la ausencia de fisuras en la superficie de las probetas obtenidas, alcanzando una máxima resistencia a compresión estimada sobre el área bruta de un bloque de concreto de 43.54 kg/cm², 25 unidades mayor en comparación con la misma proporción utilizando Ceniza de Cal 1, lo cual garantiza la resistencia obtenida y la durabilidad en el tiempo, ya que la cantidad intervenida de agregado en la mezcla de concreto, no propicia expansiones dentro del mismo.

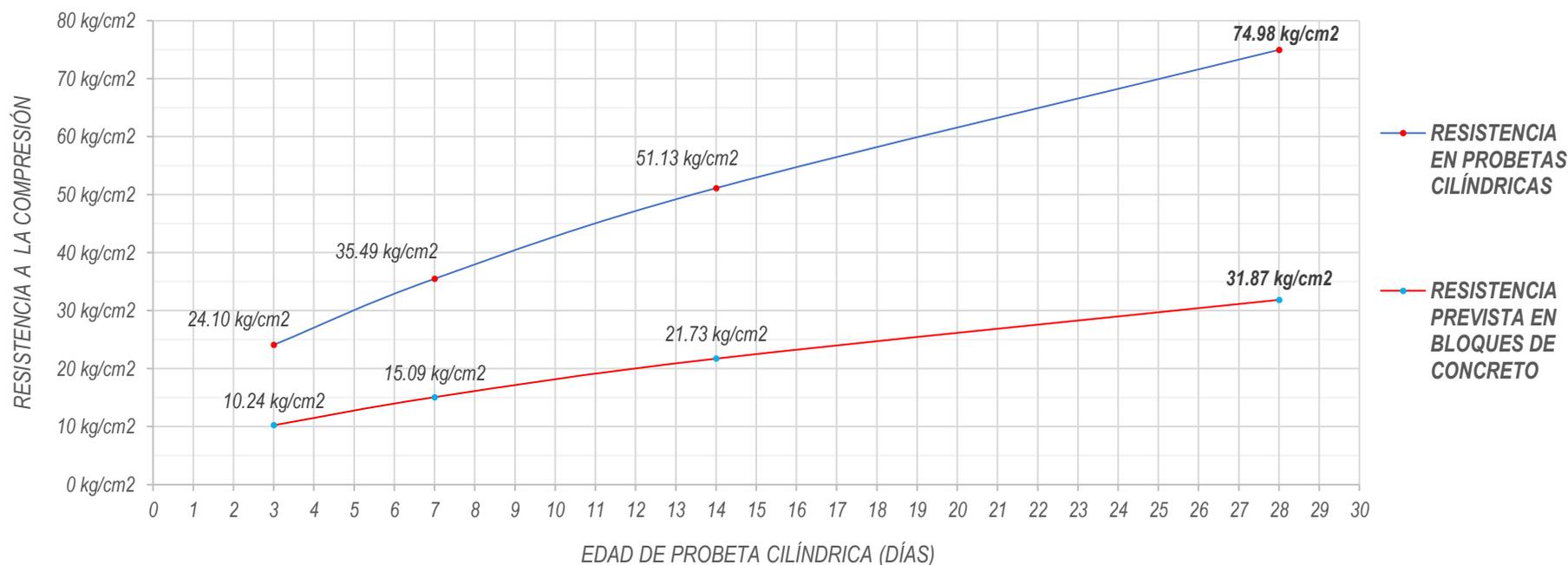
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-4 - PROPORCION 1:10					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 9.82	76.821	1821	23.704	3
	D2: 9.96				
	\bar{D} : 9.89				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.11	80.993	1984	24.496	3
	D2: 10.20				
	\bar{D} : 10.16				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				24.100 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				10.243 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-4 - PROPORCION 1:10					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.18	81.633	2845	34.851	3
	D2: 10.21				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.11	81.633	2950	36.137	3
	D2: 10.28				
	\bar{D} : 10.20				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				35.494 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				15.085 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-4 - PROPORCION 1:10					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.17	82.034	4059	49.480	3
	D2: 10.27				
	\bar{D} : 10.22				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 9.79	77.055	4067	52.781	4
	D2: 10.02				
	\bar{D} : 9.91				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				51.130 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				21.730 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-4 - PROPORCION 1:10					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.26	82.114	6829	83.165	3
	D2: 10.19				
	\bar{D} : 10.23				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.27	81.953	5474	66.794	3
	D2: 10.16				
	\bar{D} : 10.22				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				74.980 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				31.866 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC2-4 - CENIZA DE CAL 2 - 1:10



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	24.10 kg/cm ²	10.24 kg/cm ²	32 %
7 días	35.49 kg/cm ²	15.09 kg/cm ²	47 %
14 días	51.13 kg/cm ²	21.73 kg/cm ²	68 %
28 días	74.98 kg/cm ²	31.87 kg/cm ²	100 %

Al igual que las proporciones anteriores, también se garantiza que la cantidad intervenida de agregado dentro de la mezcla del concreto no propicia reacciones de expansión, así mismo, mientras van aumentando las proporciones de Ceniza de Cal 2 la resistencia va disminuyendo, obteniéndose para este caso una máxima resistencia a compresión estimada sobre el área bruta de un bloque de concreto de 31.87 kg/cm², 14 unidades mayor a la misma proporción con Ceniza de Cal 1, debido a la pérdida de su resistencia por la intervención excesiva de este agregado reactivo.

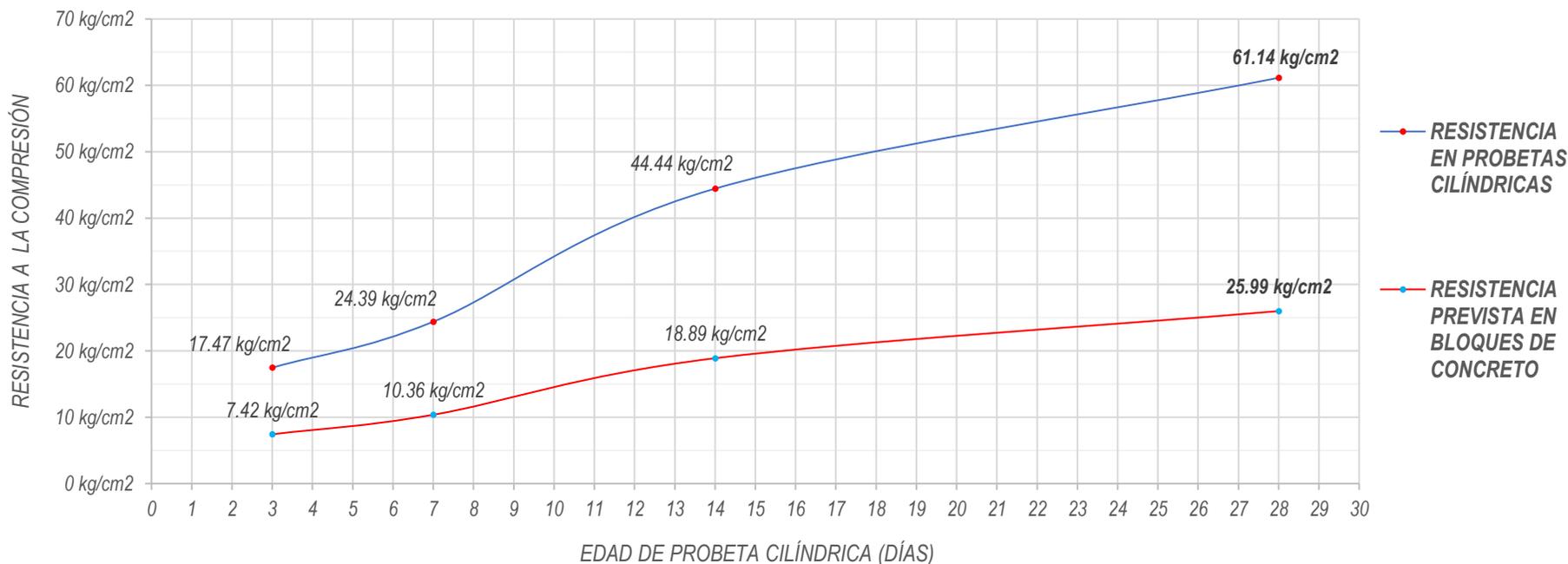
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-5 - PROPORCION 1:11					
EDAD DE ROTURA: 3 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 9.99	80.754	1450	17.956	3
	D2: 10.29				
	\bar{D} : 10.14				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.15	81.233	1379	16.976	1
	D2: 10.19				
	\bar{D} : 10.17				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				17.466 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				7.423 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-5 - PROPORCION 1:11					
EDAD DE ROTURA: 7 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 9.83	77.288	1754	22.694	3
	D2: 10.01				
	\bar{D} : 9.92				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 10.13	80.834	2108	26.078	3
	D2: 10.16				
	\bar{D} : 10.15				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				24.386 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				10.364 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-5 - PROPORCION 1:11					
EDAD DE ROTURA: 14 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.18	81.073	3503	43.208	3
	D2: 10.14				
	\bar{D} : 10.16				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>No presenta fisuras</i>					
N° 02	D1: 9.73	75.892	3466	45.670	4
	D2: 9.93				
	\bar{D} : 9.83				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>No presenta fisuras</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				44.439 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				18.887 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS DE 4" x 8" - NTP.339.034 CENIZA DE CAL 2					
CÓDIGO: PBC2-5 - PROPORCION 1:11					
EDAD DE ROTURA: 28 DÍAS					
PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE ROTURA
N° 01	D1: 10.23	81.073	4723	58.256	6
	D2: 10.09				
	\bar{D} : 10.16				
OBSERVACIONES PROBETA N° 01: <i>Presenta fisuras poco visibles alrededor</i>					
N° 02	D1: 10.14	81.473	5217	64.034	6
	D2: 10.23				
	\bar{D} : 10.19				
OBSERVACIONES PROBETA N° 02: <i>Presenta fisuras poco visibles alrededor</i>					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO:				61.145 kg/cm ²	
RESISTENCIA AFECTADA POR EL FACTOR DE ÁREA BRUTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA CARCATERÍSTICA EN UN BLOQUE DE CONCRETO:				25.987 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROPORCIÓN EXPERIMENTAL PBC2-5 - CENIZA DE CAL 2 - 1:11



EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	FACTOR POR RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PORCENTAJE DE RESISTENCIA POR EDAD
3 días	17.47 kg/cm ²	7.42 kg/cm ²	29 %
7 días	24.39 kg/cm ²	10.36 kg/cm ²	40 %
14 días	44.44 kg/cm ²	18.89 kg/cm ²	73 %
28 días	61.14 kg/cm ²	25.99 kg/cm ²	100 %

La participación de la Ceniza de Cal 2 como agregado tiene un límite de intervención con una proporción de 1:10, ya que se observa que a mayor proporción, como el caso presente, tiende a existir reactividad del agregado con los álcalis del cemento, evidenciándose con la presencia de pequeñas fisuras poco notables en la superficie de las probetas de concreto a los 28 días, aun así la resistencia es 10 unidades mayor a la misma proporción desarrollada con Ceniza de Cal 1, obteniéndose una máxima resistencia a compresión estimada sobre el área bruta de un bloque de concreto de 25.99 kg/cm², sin garantizarse la durabilidad en el tiempo del concreto con esta proporción.



*Ensayo para la
determinación de la
resistencia a la
compresión de probetas
cilíndricas*

*Proceso de curado de
muestras de probetas
cilíndricas*



*Proceso de fraguado
y secado de
muestras en probetas
cilíndricas de
proporciones
experimentales con
Ceniza de Cal 1, 2 y
combinaciones con
Arena Shotcrete*

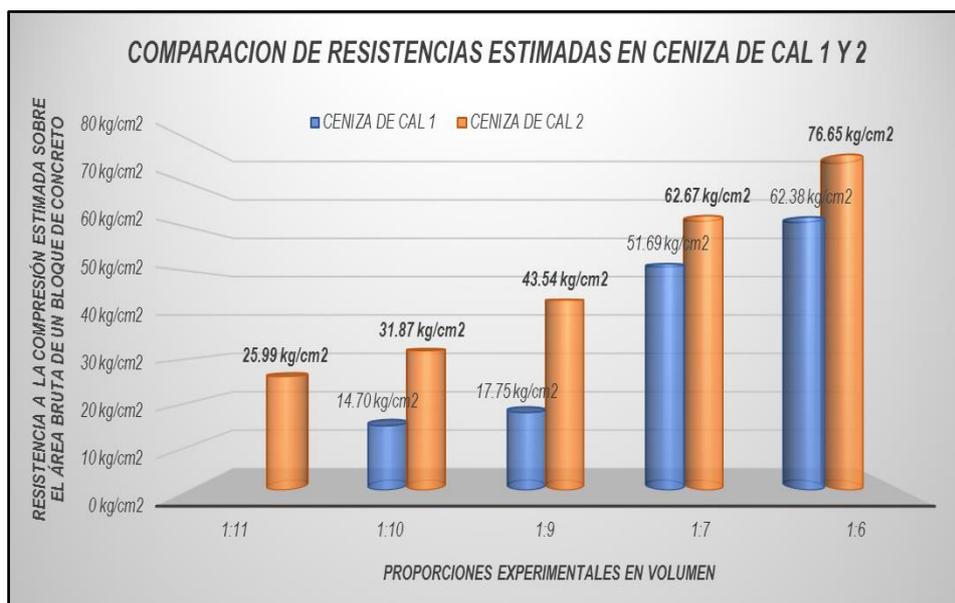


*Presencia de fisuras y grietas en
muestras vaciadas con Ceniza de Cal
1 y combinaciones con Arena
Shotcrete a los 3 y 7 días (arriba), y
28 días (abajo)*

*Muestras de probetas cilíndricas
vaciadas con Ceniza de Cal 2
(centro)*



COMPARACIÓN FINAL DE RESISTENCIAS ESTIMADAS SOBRE EL ÁREA BRUTA DE UN BLOQUE DE CONCRETO		
PROPORCIÓN	CENIZA DE CAL 1	CENIZA DE CAL 2
1:6	62.38 kg/cm ²	76.65 kg/cm ²
1:7	51.69 kg/cm ²	62.67 kg/cm ²
1:9	17.75 kg/cm ²	43.54 kg/cm ²
1:10	14.70 kg/cm ²	31.87 kg/cm ²
1:11	-	25.99 kg/cm ²



RESISTENCIAS OBTENIDAS EN COMBINACIONES DE CENIZA DE CAL 1 Y ARENA SHOTCRETE	
PROPORCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESTIMADA SOBRE EL ÁREA BRUTA DE UN BLOQUE DE CONCRETO
1:6 50% CENIZA DE CAL 1 50% ARENA SHOTCRETE	83.17 kg/cm ²
1:6 25% CENIZA DE CAL 1 75% ARENA SHOTCRETE	97.02 kg/cm ²
1:7 50% CENIZA DE CAL 1 50% ARENA SHOTCRETE	67.14 kg/cm ²
1:7 25% CENIZA DE CAL 1 75% ARENA SHOTCRETE	88.53 kg/cm ²

Como comparación general, tomando en cuenta la resistencia, se observa que con la Ceniza de Cal 2 se llega a obtener mayores resistencias en relación con la Ceniza de Cal 1, por lo que se optaría por el primero para su intervención como agregado en la fabricación de bloques de concreto; tomando en cuenta la durabilidad, se desestima por completo el uso de la Ceniza de Cal 1, por presentar componentes muy sensibles a la reactividad con los álcalis del cemento, lo cual genera expansiones dentro de la mezcla del concreto al activarse con cierto grado de humedad al que se expone esta, dando como resultado la aparición de fisuras y agrietamientos a corta edad, siendo notorios a simple vista, tal como las registradas en cada experimento realizado. Se tendrá en consideración que la Ceniza de Cal 1 es el resultado de la calcinación de piedra Caliza como materia prima ajena a la localidad de Sacra Familia, a diferencia de la Ceniza de Cal 2 que resulta de la calcinación de canto rodado o piedra Collota para la obtención de la cal propio de la zona.

Se evidencia que cuanto mayor es la cantidad de participación de la Ceniza de Cal 1, es decir, cuanto mayor es la proporción en volumen, se evidencia mejor la reacción álcali-carbonato, generándose en menor tiempo una mayor cantidad de fisuras y grietas en la superficie del concreto, lo que es una condicionante para que disminuya su resistencia y durabilidad con el tiempo, ya que al estar a la intemperie se encontrará seguidamente expuesto a condiciones de humedad, lo cual fomentará y seguirá generando expansiones dentro del concreto. Por lo cual este tipo de agregados no es recomendable para ninguna utilidad dentro de la producción de concreto, ya que con el tiempo el concreto no mantiene su durabilidad. Como se dijo, este material es el resultado de la calcinación de piedra Caliza como materia prima para la obtención de la Cal, estas partículas no calcinadas que llegan a formar parte de la ceniza, son las que presentan este tipo de reacciones con los álcalis del cemento, llegando a generar reacciones instantáneas a corto plazo, teniendo en consideración además que el cemento Andino Tipo I es un cemento bajo en álcalis ya que su porcentaje de 0.51% está por debajo del límite permitido en la norma que es de 0.6%. Por último, también se puede suponer que al usar una relación agua/cemento baja, en la fabricación de los bloques de concreto con este material, podría mitigarse la reactividad con los álcalis, ante este planteamiento no se considera que el bloque de concreto también

debe ser durable en el tiempo, por lo que no se garantiza que al entrar en servicio, un bloque de concreto no se encuentre en contacto permanente con humedad o lluvias como es el caso de condiciones climáticas de Cerro de Pasco.

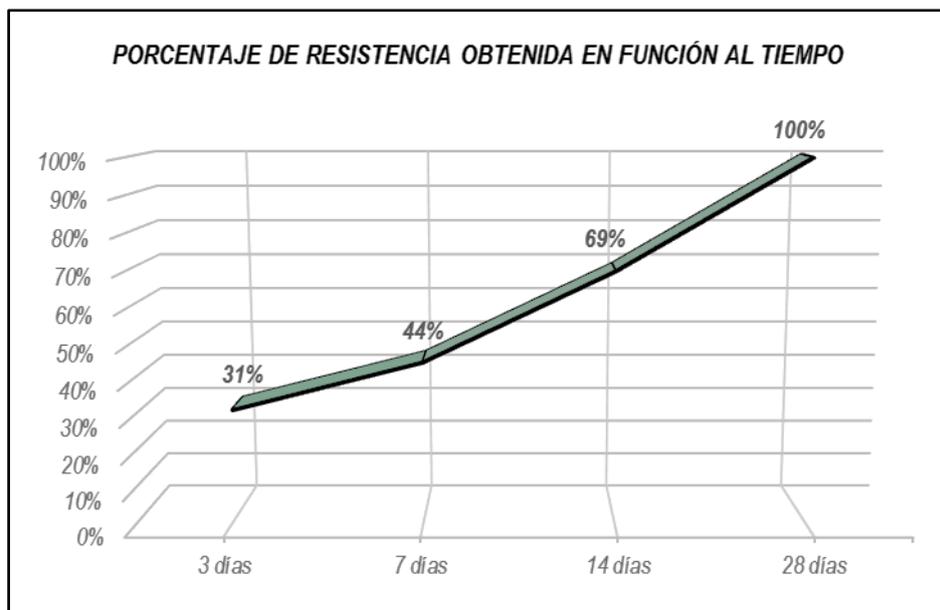
Asimismo, comparando las resistencias obtenidas en la proporción 1:6 realizadas únicamente con Ceniza de Cal 2 y las obtenidas con combinaciones de Ceniza de Cal 1 y Arena shotcrete en un 50% de participación de cada una, solo existe una diferencia de 6.5 kg/cm²; a diferencia con los resultados obtenidos con los porcentajes de participación de 25% y 75%, donde si se nota una marcada diferencia; en esta última proporción se reduce la cantidad de Ceniza de Cal 1, lo cual no vendría a ser optativo en función al objetivo que se pretende buscar con la investigación, que es un mayor porcentaje de participación de la Ceniza de Cal, además que sería poco económico y menos óptimo dado que alcanza una resistencia alta en función del bloque tipo NP que se pretende buscar; por lo cual, en comparación de las cuatro resistencias obtenidas, se opta por trabajar con la Ceniza de Cal 2 como único agregado para la fabricación de bloques de concreto en la proporción 1:6. De forma similar se define con la proporción 1:7, en el cual la resistencia obtenida para el porcentaje de participación de 50% de Ceniza de Cal 1 y 50% de Arena Shotcrete, presenta una diferencia mínima con la resistencia obtenida utilizando únicamente la Ceniza de Cal 2. Finalmente, no se garantiza la durabilidad del bloque de concreto en el tiempo con la utilización de la Ceniza de Cal 1, ya que, a pesar de haberse combinado con otro agregado no reactivo a los álcalis, se pudo apreciar la presencia de fisuras aún en las combinaciones de 25% y 75%, por lo que se decide trabajar únicamente con la Ceniza de Cal 2, teniendo como límite de participación la proporción 1:10.

Teniéndose entendido y escogido utilizar la Ceniza de Cal 2, como agregado para la producción de bloques de concreto, y delimitando su participación a una proporción de 1:10, escogemos esta proporción para la fabricación de bloques de concreto como parte de la corroboración de la resistencia estimada obtenida por la aplicación del factor de área bruta. Se escogerá la proporción 1:10 por la resistencia intermedia que se pretende obtener en un bloque de concreto tipo NP, así como para observar la resistencia límite posible a alcanzar en un bloque de concreto; además de optimizar una mayor cantidad posible de participación del agregado, lo que daría más énfasis a su reutilización como material de construcción, así como al

rendimiento que se obtendría en su fabricación al elaborar mayor cantidad de bloques con una resistencia óptima para ser clasificado como tipo NP, minimizando el costo que se generaría por unidad en cada tanda de 10 pies³ fabricados por una bolsa de cemento.

Finalmente, considerando que de aquí en adelante serán válidas las proporciones experimentales realizadas con Ceniza de Cal 2, se presentan los porcentajes promedio de las resistencias obtenidas en probetas cilíndricas por edades, asumiendo que a los 28 días se alcanza el 100% de su resistencia; estos datos servirán como referencia para tener un panorama de cómo es la evolución en el tiempo de la resistencia a la compresión de la Ceniza de Cal como agregado en la producción de concreto.

EDAD	PORCENTAJE DE RESISTENCIA RESPECTO A LOS 28 DÍAS
3 días	31 %
7 días	44 %
14 días	69 %
28 días	100 %



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Habiendo evaluado y optado por utilizar la proporción 1:10 para la fabricación de bloques de concreto con agregado Ceniza de Cal 2, con el fin de corroborar la resistencia estimada sobre el área bruta de un bloque de concreto dentro de una clasificación normativa tipo NP, se procedió a realizar la elaboración de los bloques, para lo cual se siguieron y controlaron todos los indicadores optados para la presente investigación. En el marco teórico, se refirió el proceso de fabricación de un bloque de concreto con maquinaria semi industrial vibro compactadora, por lo que en la práctica se siguió el siguiente procedimiento:

- Deberá zarandearse el material a utilizarse, ya que como se indicó anteriormente el material en su estado natural contiene partículas de hasta 2", por ello que es necesario separar el material con tamaño máximo nominal de 3/8", para lo cual se preparó este material con anticipación con el fin de que exista la disponibilidad de ser usado dependiendo de la dosificación con que fabriquemos los bloques de concreto.

- Se saturó el material 24 horas antes de la fabricación, considerando 10 pies³ con medidas volumétricas estandarizadas, para nuestro caso gaveras; se vertió 31.10 litros de agua sobre la Ceniza de Cal 2, calculado con las fórmulas indicadas en desarrollo de la experimentación.

$$10 \text{ pies}^3 \Rightarrow 0.283168 \text{ m}^3$$

$$\begin{array}{l} \text{CANTIDAD} \\ \text{AGUA PARA} \\ \text{SATURADO} \end{array} = 1180.95 \text{ kg/m}^3 \times 0.283168 \text{ m}^3 \times \left(\frac{11.690 - 2.389}{100} \right)$$

$$\begin{array}{l} \text{CANTIDAD} \\ \text{AGUA PARA} \\ \text{SATURADO} \end{array} = 31.10 \text{ litros}$$





*Vertiendo
agua sobre
la Ceniza de
Cal 2*

*Puede
mezclarse
manualmente la
ceniza de cal
húmeda con la
ayuda de una
lampa para
homogenizar el
material con el
agua*



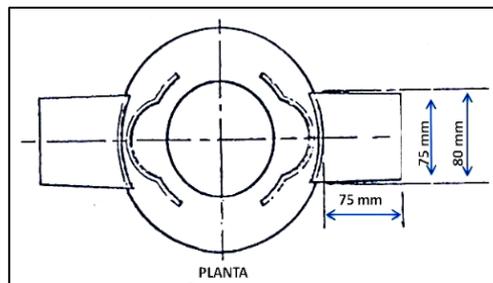
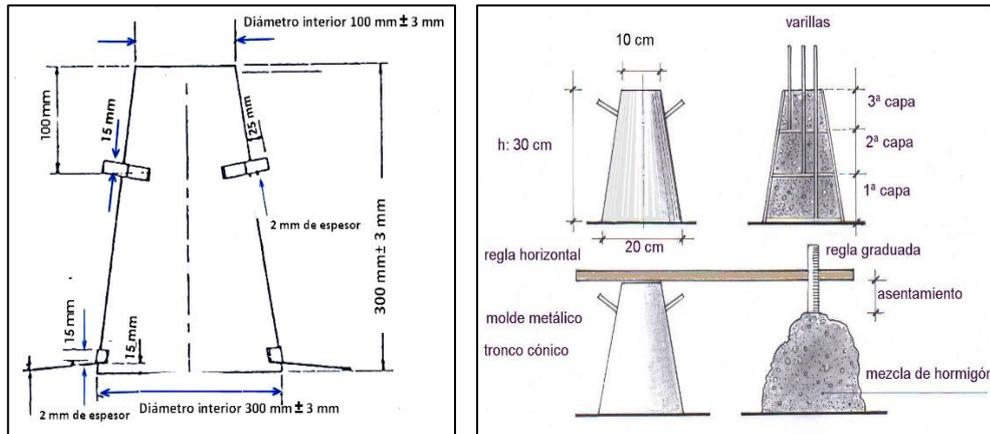
*Ceniza de
Cal 2
saturada
con agua*

- Después de 24 horas de saturado el agregado, se procedió a dosificar; para este caso se utilizó la misma cantidad preparada de 10 pies³ por una bolsa de cemento, la mezcla se realizó manualmente con la ayuda de una lampa en seco, mezclándose la Ceniza de Cal 2 con el cemento 4 vueltas, ya que lo mínimo que nos señala la teoría es de dos vueltas; seguidamente se incorporó el agua, en la proporción 1:1, que sería el equivalente a 28.32 litros, mezclándose junto con el material seco 5 vueltas, ya que lo mínimo que nos señala la teoría es de 3 vueltas, poco a poco se fue agregando la cantidad de agua necesaria para obtener una consistencia de 1" en la mezcla, verificándose solo una humedad superficial en los agregados de la misma.

Para la verificación de la consistencia de la mezcla se siguió el procedimiento normalizado indicado en la norma NTP 339.035 CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland, la cual consiste en que una muestra de concreto fresco mezclado se coloque en un molde con forma de cono trunco, y se compacte por varillado, luego el molde se retira hacia arriba permitiendo que el concreto se asiente, la distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se informa como el asentamiento del concreto. Para la determinación del asentamiento se deberá contar con un molde con las dimensiones indicadas en las figuras, así como una barra compactadora de acero liso de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud redondeado un extremo de forma semiesférica con un diámetro de 16 mm, también deberá contarse con un instrumento para medir el asentamiento y con otros materiales como fuente y cucharón para la extracción de la muestra y un placa plana rígida para la realización del ensayo y colocación del cono sobre esta.

Se humedece el molde y se coloca sobre la placa o una superficie plana rígida no absorbente y humedecida, se fija el molde firmemente en su lugar durante el llenado pisando las aletas, se llena el molde con la muestra en tres capas moviendo el cucharón alrededor del perímetro del molde para asegurar la distribución del concreto con la mínima segregación, cada capa se compacta aplicando 25 golpes con la barra compactadora distribuidos uniformemente en toda la sección de la capa, el molde se llena por exceso antes de compactar la tercera capa, para luego enrasar el material sobrante rodando la barra compactadora sobre el borde superior del molde, eliminar todo el concreto sobrante alrededor del molde asegurando firmemente esta contra la base, para luego retirar el molde en dirección vertical; todo este procedimiento se realizará máximo en 2.5 minutos y finalmente se medirá el asentamiento determinado por la

diferencia entre la altura del molde y la del centro desplazado de la cara superior del cono deformado, para nuestro caso debemos verificar un asentamiento máximo de 1", lo que indica que la mezcla deberá estar en estado semi seco.



Materiales empleados para ensayo de la medición del asentamiento



Proceso de mezclado para la fabricación de bloques de concreto



Colocando la muestra en el molde para la determinación del asentamiento de la mezcla

Compactando la muestra en el cono con 25 golpes en 3 capas según los lineamientos normalizados



Retirado el molde de la muestra, lista para realizar la medición del asentamiento de la mezcla

Medición del asentamiento de la mezcla, para este caso 1", la cual cumple con lo establecido para la fabricación de bloques de concreto



- Seguidamente se procedió a colocar la mezcla en el molde sobre la maquina vibro-compactadora, para proceder con el proceso de vibración, para esto se consideró los factores señalados expuestos en la teoría, como la colocación de las bandejas de soporte de los bloques, y la verticalidad y aplomo del molde para no generar variaciones en la dimensión y alabeo de las unidades que se pretendan obtener; la práctica del proceso de vibro-compactación realizado por los productores de nuestra ciudad se desarrolla con el llenado de la mitad del molde con la mezcla, para seguidamente aplicarle una vibración continua al molde durante 25 segundos aproximadamente a la vez que se va completando el llenado del molde hasta alcanzar su altura total, para finalmente aplicarle la compactación con los martillos compactadores juntamente con un último período de vibración de 10 segundos. Luego de todo este procedimiento se levanta el molde juntamente con los martillos, y se retira los bloques con las bandejas ubicándolos en un área determinada para el fraguado respectivo.



Llenado con mezcla del molde sobre la máquina vibro compactadora, generalmente hasta la mitad para seguidamente aplicar la vibración

Aplicación de la vibración y compactación con los martillos compactadores sobre la mezcla vertida en el molde





*Molde retirado,
bloques vibrados y
compactados listos
para ser retirados y
trasladados al área
de fraguado*

*Bloques de Concreto
colocados en el área
de fraguado,
soportados sobre las
bandejas utilizadas en
el proceso de
vibro-compactación*



- Luego de 24 horas del proceso de fraguado, se procedió con el curado de los bloques de concreto regándoseles agua durante periodos de tiempo y cubriéndoseles con mantas húmedas durante 7 días, para finalmente dejarlas secar hasta los 28 días, edad en la que se evaluó su resistencia a la compresión.



*Bloques de Concreto
completando el
proceso de fraguado
durante 24 horas,
para luego ser
retiradas de las
bandejas de apoyo*



*Bloques de Concreto
24 horas después del
proceso de fraguado,
retirados de las
bandejas de apoyo y
listos para iniciar el
proceso de curado*

*Proceso de curado y
secado de Bloques de
Concreto, regándolos
agua durante
períodos de tiempo y
cubriéndolos con
mantas húmedas*



4.1.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE BLOQUES DE CONCRETO

Para la realización de este ensayo se siguieron los lineamientos señalados en la norma NTP 399.604 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto, para lo cual, según el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E.070 Albañilería, se indica que se tomará una muestra de 5 unidades para este ensayo; estas muestras deberán ser refrentados e identificados respectivamente. Deberá refrentarse ambas superficies de apoyo de la unidad, para ello se utilizará una superficie de refrentado no absorbente cubierto ligeramente por aceite, para nuestro caso utilizaremos una plancha de acero rígida; sobre esta se vertirá una pasta de yeso, cemento y agua; y sobre esta se colocará la superficie de la unidad en contacto con la pasta presionándolo firmemente hacia abajo con un solo movimiento; el espesor medio del refrentado será de 3.2 mm y se realizará por lo menos 2 horas antes del ensayo. Previo al refrentado deberá registrarse el largo y ancho promedio de las unidades para el cálculo del área bruta. Si la máquina de ensayo cuenta con bloques cuyo área no sea suficiente para cubrir al área de la superficie de la unidad, podrá colocarse entre estas y la unidad refrentada, placas de acero con un espesor de menor de 25,4 mm, la longitud y el ancho de la placa será de por lo menos 15mm mayor a la longitud y ancho de la unidad, esta última indicación será aplicada para nuestro caso.



Muestreo de unidades de Bloques de Concreto con Ceniza de Cal, 10 unidades para Variación Dimensional y Alabeo, 5 para Resistencia a Compresión y 5 para Absorción RNE Norma E.070



*Refrentado de unidades de Bloque de Concreto (Arriba)
Colocación de unidades en la máquina de ensayo para la determinación de
su resistencia a compresión (Abajo)*



A continuación se presenta los resultados del cálculo de la resistencia característica a compresión de la unidad de bloque de concreto elaborado con Ceniza de Cal 2, con la proporción 1:10

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA BLOQUE DE CONCRETO CON CENIZA DE CAL 2 - PROPORCIÓN 1:10 - NTP 399.604 - RNE E.070										
BLOQUE N°	LARGO (mm)			ANCHO (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA ROTURA		f_b (kg/cm²)
	<i>L₁</i>	<i>L₂</i>	\bar{L}	<i>A₁</i>	<i>A₂</i>	\bar{A}		kN	kg	
BC-6	400.00	399.50	399.75	152.00	153.00	152.50	609.62	87,13	8 884,79	14,57
BC-7	403.00	400.00	401.50	151.00	151.80	151.40	607.87	96,62	9 852,50	16,21
BC-8	399.00	403.00	401.00	151.00	151.00	151.00	605.51	73,91	7 536,72	12,45
BC-9	402.00	404.00	403.00	153.00	153.00	153.00	616.59	84,38	8 604,37	13,95
BC-10	400.50	400.50	400.50	152.00	152.00	152.00	608.76	100,95	10 294,04	16,91
CÁLCULOS										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA (\bar{f}_b):									14,82 kg/cm²	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ):									1.78	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V. %):									12.04%	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD (f'_b):									13,03 kg/cm²	

Se tenía previsto obtener una resistencia estimada de 31,87 kg/cm² sobre el área bruta de una unidad de bloque de concreto elaborada con la proporción 1:10 con Ceniza de Cal 2, pero se observa que solo se llega a obtener una resistencia promedio de 14,82 kg/cm² y que se reduce cerca del 50% de esta; la norma señala que la resistencia característica a compresión de una unidad de albañilería se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra y con este valor se procederá a clasificar la unidad en tipo NP y P, para este caso se obtiene una resistencia característica a compresión de la unidad de 13,03 kg/cm² la cual es menor a 20 kg/cm², lo cual no permite que sea clasificado como Bloque NP; por lo tanto, en vista que la resistencia obtenida en un bloque de concreto se reduce cerca del 50% de la resistencia estimada sobre el área bruta obtenida en una probeta cilíndrica, se optará por evaluar bloques de concreto elaborados con las proporciones 1:6 y 1:7 analizadas en la experimentación, ya que alcanzan resistencias estimadas altas, la cual nos permitirá definir cuál sería la proporción óptima con Ceniza de Cal 2 para la elaboración de bloques de concreto; entonces, siguiendo el mismo procedimiento indicado anteriormente para la fabricación y ensayo de resistencia a la compresión de las unidades, se presentan los resultados obtenidos con estas dos proporciones optadas:

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA BLOQUE DE CONCRETO CON CENIZA DE CAL 2 - PROPORCIÓN 1:6 - NTP 399.604 - RNE E.070										
BLOQUE N°	LARGO (mm)			ANCHO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA ROTURA		f_b (kg/cm ²)
	L_1	L_2	\bar{L}	A_1	A_2	\bar{A}		kN	kg	
BC-6	399.50	400.90	400.20	151.00	150.50	150.75	603.30	298,13	30 400,80	50,39
BC-7	401.00	400.00	400.50	151.00	151.00	151.00	604.76	286,23	29 187,34	48,26
BC-8	401.50	401.00	401.25	151.00	151.00	151.00	605.89	334,55	34 114,61	56,31
BC-9	400.00	399.20	399.60	150.50	149.90	150.20	600.20	295,42	30 124,46	50,19
BC-10	401.20	401.00	401.10	151.00	151.00	151.00	605.66	240,50	24 524,17	40,49
CÁLCULOS										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA (\bar{f}_b):									49,13 kg/cm ²	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ):									5.69	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V. %):									11.58%	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD (f'_b):									43,44 kg/cm ²	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA BLOQUE DE CONCRETO CON CENIZA DE CAL 2 - PROPORCIÓN 1:7 - NTP 399.604 - RNE E.070										
BLOQUE N°	LARGO (mm)			ANCHO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA ROTURA		f_b (kg/cm ²)
	L_1	L_2	\bar{L}	A_1	A_2	\bar{A}		kN	kg	
BC-6	397.00	401.50	399.25	150.00	150.50	150.25	599.87	191,50	19 527,57	32,55
BC-7	401.00	402.00	401.50	152.00	151.50	151.75	609.28	250,42	25 535,73	41,91
BC-8	402.00	402.00	402.00	150.00	151.00	150.50	605.01	253,13	25 812,08	42,66
BC-9	400.50	401.00	400.75	150.00	150.50	150.25	602.13	241,23	24 598,61	40,85
BC-10	401.50	402.00	401.75	151.95	150.00	145.98	606.54	279,55	28 506,17	47,00
CÁLCULOS										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA (\bar{f}_b):									41,00 kg/cm ²	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ):									5.27	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V. %):									12.85%	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD (f'_b):									35,73 kg/cm ²	

Para la elaboración de bloques con la proporción 1:6, se saturó el agregado Ceniza de Cal 2 durante 24 horas con una cantidad de 18.67 litros de agua, calculado con las fórmulas indicadas en la experimentación de proporciones y utilizada también para la proporción 1:10; asimismo se utilizó 26.55 litros como cantidad de agua inicial para la mezcla, equivalente al 93.75% de la proporción 1:1 (28.32 litros), tal como se pudo identificar en la experimentación de proporciones.

Igualmente para la elaboración de bloques con la proporción 1:7, se saturó el agregado Ceniza de Cal 2 con una cantidad de 21.77 litros de agua y se utilizó 28.32 litros como cantidad de agua inicial para la mezcla.

Como se observa, la resistencia real obtenida directamente de los ensayos de compresión sobre el área bruta de bloques de concreto disminuye en relación a las resistencias estimadas con el factor de área bruta aplicadas a las resistencias obtenidas en probetas cilíndricas realizadas con la misma proporción, esto se debe a que, tal como se indicó en el desarrollo de la obtención del factor de área bruta, la forma geométrica del bloque de concreto, además que las perforaciones que presenta, hace que se obtenga una resistencia distinta a la obtenida sobre una probeta cilíndrica; como se dijo, no existen estudios ni relaciones teóricas que vinculen la resistencia obtenida en probetas cilíndricas con las que se podría obtener con probetas en forma de paralelepípedo, como es el caso de un bloque de concreto y más aún si presenta perforaciones al interior de su estructura. El estudio de las proporciones a través de probetas cilíndricas en laboratorio, para la presente investigación, nos ha permitido observar el comportamiento del material, diferenciar las proporciones respecto a su resistencia y cantidad de materiales intervenidos, así como la practicidad para obtener una determinada resistencia y muestra de las mezclas que se pretendan evaluar, ya que la forma de fabricar bloques es particular de las bloqueteras, así como las maquinarias y equipos utilizados, lo cual limita la experimentación continua de proporciones alquilando estos ambientes y equipos por no contar con ellos para fines académicos y de investigación.

4.1.1.1. Evaluación de Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Bloques de Concreto

La Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones señala que, para poder clasificar a una unidad de albañilería, en este caso un bloque de concreto, se hará en base a su resistencia característica a compresión determinada en kg/cm^2 sobre el área bruta (f'_b), la cual se obtiene restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra, lo que indica que la resistencia a compresión de la unidad, podría llegar a variar hasta ese valor, por lo cual se toma como la resistencia mínima que deberá obtener ese bloque elaborado con determinada dosificación o proporción.

Además de ello señala que la dispersión de los resultados que se obtenga, no deberá ser mayor de 20% para unidades elaborados de manera industrial, este valor se mide con el coeficiente de variación; y para nuestro caso las unidades han sido elaboradas con maquinaria semi industrial juntamente con procesos complementarios artesanales; pero se observa que la dispersión de los resultados llega a 12.04% en la proporción 1:10, 11.58% en la proporción 1:6 y 12.85% en la proporción 1:7; encontrándose todos dentro del rango permitido por la norma, por lo que estos resultados y resistencias son aceptable y pueden ser considerados para la respectiva clasificación de los bloques de concreto.

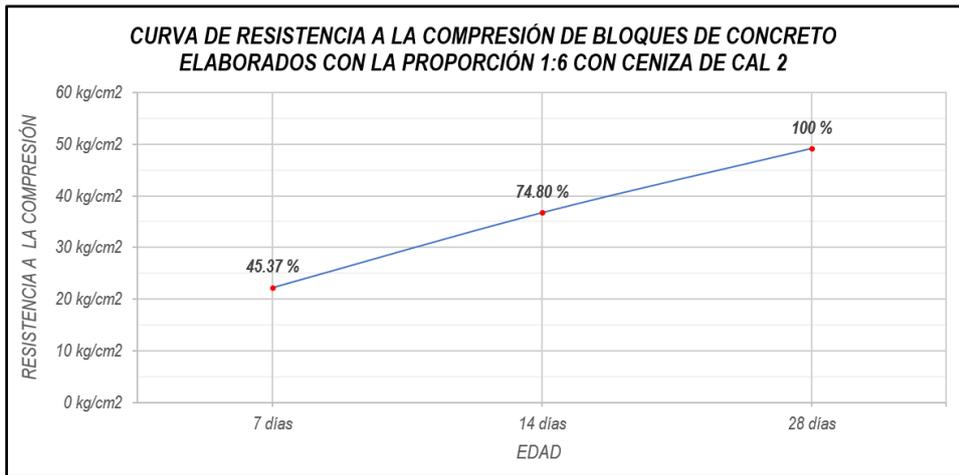
COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN EN UNIDADES DE BLOQUES DE CONCRETO CON LOS LÍMITES MÍNIMO Y MÁXIMO ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E.070		
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (kg/cm^2)		CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
ENSAYO	NORMA	
<i>PROPORCIÓN 1:10</i> 13,03 kg/cm^2	$< 20 \text{ kg/cm}^2$	NO APTO
<i>PROPORCIÓN 1:6</i> 43,44 kg/cm^2	$> 20 \text{ kg/cm}^2, < 50 \text{ kg/cm}^2$	BLOQUE TIPO NP
<i>ROPORCIÓN 1:7</i> 35,73 kg/cm^2	$> 20 \text{ kg/cm}^2, < 50 \text{ kg/cm}^2$	BLOQUE TIPO NP

Se observa que tanto la proporción 1:6 como 1:7 permite la obtención de bloques de Concreto con Ceniza de Cal 2 tipo NP, por lo cual de entre estos dos se opta por la proporción 1:7 como la proporción óptima para la obtención de bloques de concreto tipo NP; ya que permite la obtención de una resistencia intermedia, optimizando la mayor cantidad de material a ser utilizado por bolsa de cemento, lo cual mejoraría su reutilización y rendimiento, pudiendo obtenerse una resistencia intermedia con la mayor participación posible de Ceniza de Cal 2 como agregado, lo mismo que beneficiaría el costo del material utilizado por bolsa de cemento.

PROPORCIÓN ÓPTIMA EN VOLUMEN CON CENIZA DE CAL 2		
1:7 1: CEMENTO 7: CENIZA DE CAL 2	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN: 35,73 kg/cm²	BLOQUE TIPO NP

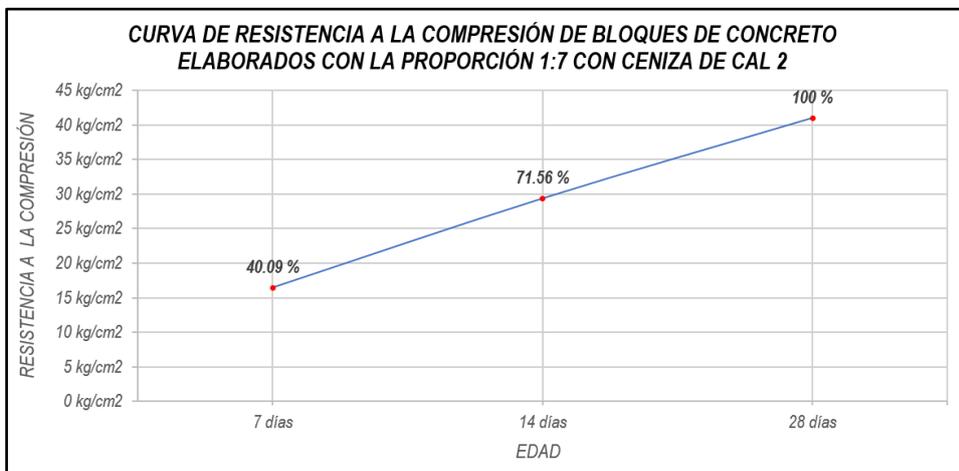
También se registraron el promedio de dos unidades ensayadas a 7 y 14 días para ambas proporciones; se presentan estos resultados, así como el porcentaje de resistencia obtenido en el tiempo.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 Y 14 DÍAS BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:6 CON CENIZA DE CAL 2							
BLOQUE N°	EDAD	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA ROTURA		f_b (kg/cm²)
					kN	kg	
01	7 días	L ₁ : 401.50	A ₁ : 151.00	609.63	128,12	13 064,60	21.43
		L ₂ : 402.50	A ₂ : 152.30				
		\bar{L} : 402.00	\bar{A} : 151.65				
02	7 días	L ₁ : 399.00	A ₁ : 151.00	602.10	136,69	13 938,50	23.15
		L ₂ : 399.80	A ₂ : 150.50				
		\bar{L} : 399.40	\bar{A} : 150.75				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA (\bar{f}_b):							22,29 kg/cm²
01	14 días	L ₁ : 401.50	A ₁ : 154.00	617.39	231,46	23 602,35	38.23
		L ₂ : 400.30	A ₂ : 154.00				
		\bar{L} : 400.90	\bar{A} : 154.00				
02	14 días	L ₁ : 403.00	A ₁ : 153.00	614.68	212,60	21 679,17	35.27
		L ₂ : 400.50	A ₂ : 153.00				
		\bar{L} : 401.75	\bar{A} : 153.00				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA (\bar{f}_b):							36,75 kg/cm²



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 Y 14 DÍAS BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:7 CON CENIZA DE CAL 2

BLOQUE N°	EDAD	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA ROTURA		f_b (kg/cm ²)
					kN	kg	
01	7 días	L ₁ : 399.10	A ₁ : 153.00	611.31	91,96	9 377,31	15,34
		L ₂ : 400.00	A ₂ : 153.30				
		\bar{L} : 399.55	\bar{A} : 153.00				
02	7 días	L ₁ : 402.50	A ₁ : 152.00	609.66	104,81	10 687,65	17,53
		L ₂ : 401.00	A ₂ : 151.50				
		\bar{L} : 401.75	\bar{A} : 151.75				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA (\bar{f}_b):							16,44 kg/cm²
01	14 días	L ₁ : 400.50	A ₁ : 152.50	604.36	160,91	16 408,25	27,15
		L ₂ : 390.80	A ₂ : 153.00				
		\bar{L} : 395.65	\bar{A} : 152.75				
02	14 días	L ₁ : 400.00	A ₁ : 152.00	609.52	188,47	19 218,59	31,53
		L ₂ : 402.00	A ₂ : 152.00				
		\bar{L} : 401.00	\bar{A} : 152.00				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA (\bar{f}_b):							29,34 kg/cm²



4.1.2. ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN UNIDADES DE BLOQUES DE CONCRETO

Con las unidades elaboradas con la proporción 1:6 y 1:7 procedemos a realizar el ensayo de variación dimensional, siguiendo los lineamientos indicados en la norma NTP 339.613 y en el marco teórico desarrollado en la presente investigación. Para ello identificamos debidamente 10 unidades de cada proporción y medimos el largo, ancho y alto a la mitad de las aristas que limitan cada cara con aproximación a 1mm, para luego proceder a aplicar la fórmula de la variación dimensional.



Preparación de la muestra de 10 unidades para el ensayo de Variación Dimensional en Bloques de Concreto, elaborados con la proporción 1:6 y 1:7

Ensayo de Variación Dimensional

Medición del largo a la mitad de las aristas que limitan cada cara



Ensayo de Variación Dimensional

Medición del ancho a la mitad de las aristas que limitan cada cara

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:6 CON CENIZA DE CAL 2 - NTP 399.613 - RNE E.070

DATOS

BLOQUE N°	LARGO (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (mm)				
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	\bar{L}	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	\bar{A}	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	\bar{H}
BC-1	400	401	402	401	401.00	151	150	151	150	150.50	202	203	201	204	202.50
BC-2	401	400	401	402	401.00	151	151	151	151	151.00	200	201	201	200	200.50
BC-3	402	401	400	401	401.00	151	151	150	149	150.25	201	201	201	200	200.75
BC-4	400	399	401	400	400.00	150	149	149	149	149.25	202	203	204	203	203.00
BC-5	401	401	400	401	400.75	151	151	150	151	150.75	203	202	201	202	202.00
BC-6	402	400	401	402	401.25	151	152	151	150	151.00	201	201	202	201	201.25
BC-7	401	399	400	399	399.75	152	152	151	150	151.25	200	201	201	203	201.25
BC-8	402	402	401	402	401.75	151	150	149	149	149.75	200	200	201	202	200.75
BC-9	400	401	399	399	399.75	152	152	151	152	151.75	201	200	201	202	201.00
BC-10	399	401	400	400	400.00	153	151	152	152	152.00	200	200	202	200	200.50

CÁLCULOS

MUESTRA	LARGO PROMEDIO DE LA MUESTRA (mm):	400.63	ANCHO PROMEDIO DE LA MUESTRA (mm):	150.75	ALTURA PROMEDIO DE LA MUESTRA (mm):	201.35
	LARGO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE (mm):	400.00	LARGO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE (mm):	150.00	LARGO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE (mm):	200.00
	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%) :	-0.16	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%) :	-0.50	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%) :	-0.67

$$VARIACIÓN DIMENSIONAL (\%) = \frac{DIMENSIÓN ESPECIFICADA POR EL FABRICANTE - DIMENSIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA}{DIMENSIÓN ESPECIFICADA POR EL FABRICANTE} \times 100$$

Las medidas están tomadas con una aproximación de 1mm, asimismo se utilizó las dimensiones de largo, ancho y alto especificada por los fabricantes.

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la UNDAC.

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:7 CON CENIZA DE CAL 2 - NTP 399.613 - RNE E.070

DATOS

BLOQUE N°	LARGO (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (mm)				
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	\bar{L}	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	\bar{A}	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	\bar{H}
BC-1	400	398	401	402	400.25	150	151	150	152	150.75	201	201	202	203	201.75
BC-2	400	401	403	402	401.50	152	151	151	150	151.00	203	204	203	204	203.50
BC-3	402	402	402	402	402.00	153	152	152	153	152.50	204	203	205	201	203.25
BC-4	402	401	402	402	401.75	148	149	150	151	149.50	203	201	202	200	201.50
BC-5	400	401	401	402	401.00	150	150	150	151	150.25	201	202	202	203	202.00
BC-6	397	401	398	399	398.75	152	150	153	153	152.00	203	202	202	202	202.25
BC-7	401	402	401	401	401.25	151	152	151	152	151.50	204	203	203	201	202.75
BC-8	399	398	400	399	399.00	149	150	151	149	149.75	201	203	201	203	202.00
BC-9	402	402	402	401	401.75	152	152	151	150	151.25	202	202	203	204	202.75
BC-10	400	399	398	400	399.25	149	148	148	149	148.50	201	200	202	202	201.25

CÁLCULOS

MUESTRA	LARGO PROMEDIO DE LA MUESTRA (mm):	400.65	ANCHO PROMEDIO DE LA MUESTRA (mm):	150.70	ALTURA PROMEDIO DE LA MUESTRA (mm):	202.30
	LARGO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE (mm):	400.00	LARGO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE (mm):	150.00	LARGO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE (mm):	200.00
	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%) :	-0.16	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%) :	-0.47	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%) :	-1.15

$$VARIACIÓN DIMENSIONAL (\%) = \frac{DIMENSIÓN ESPECIFICADA POR EL FABRICANTE - DIMENSIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA}{DIMENSIÓN ESPECIFICADA POR EL FABRICANTE} \times 100$$

Las medidas están tomadas con una aproximación de 1mm, asimismo se utilizó las dimensiones de largo, ancho y alto especificada por los fabricantes.

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la UNDAC.

4.1.2.1. Evaluación de Resultados del Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Bloques de Concreto

Para poder evaluar la variación dimensional y clasificar el bloque según al tipo que corresponda, se considerará los límites máximos establecidos en la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, presentada en la Tabla 1 del marco teórico desarrollado en la presente investigación.

BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:6 CON CENIZA DE CAL 2						
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)						CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
LARGO (400 mm)		ANCHO (150 mm)		ALTO (200 mm)		
ENSAYO	NORMA MÁXIMO	ENSAYO	NORMA MÁXIMO	ENSAYO	NORMA MÁXIMO	
-0.16	±2	-0.50	±3	-0.67	±2	BLOQUE TIPO P
-0.16	±4	-0.50	±6	-0.67	±4	BLOQUE TIPO NP

BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:7 CON CENIZA DE CAL 2						
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)						CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
LARGO (400 mm)		ANCHO (150 mm)		ALTO (200 mm)		
ENSAYO	NORMA MÁXIMO	ENSAYO	NORMA MÁXIMO	ENSAYO	NORMA MÁXIMO	
-0.16	±2	-0.47	±3	-1.15	±2	BLOQUE TIPO P
-0.16	±4	-0.47	±6	-1.15	±4	BLOQUE TIPO NP

Se observa que tanto para la proporción 1:6 como 1:7, se encuentra dentro de los límites máximos establecido para bloques tipo P y NP, por lo cual ambas proporciones seguirían siendo clasificadas como bloques tipo NP.

Esta variación se debe básicamente al control de los procesos de fabricación del bloque de concreto, teniendo que verificarse la verticalidad de los moldes y el correcto almacenamiento del bloque en estado fresco, siendo un indicador de la calidad de la unidad. Asimismo, una elevada variación afecta el espesor de las juntas de la albañilería y reduce su resistencia a compresión axial y corte.

4.1.3. ENSAYO DE ALABEO EN UNIDADES DE BLOQUES DE CONCRETO

Con las unidades elaboradas con la proporción 1:6 y 1:7 se realizó el ensayo de alabeo de estas, siguiendo los lineamientos indicados en la norma NTP 399.613 y el marco teórico desarrollado en la presente investigación; para ello se hizo uso de una cuña graduada y se determinó la concavidad o convexidad de la cara superior e inferior de cada unidad, registrándose cada medida con aproximación a 1mm, para luego obtener un promedio por la muestra.



Ensayo de Alabeo en Bloques de Concreto

Medición de la concavidad (arriba) y convexidad (abajo) de la cara superior e inferior de las unidades



**ENSAYO DE ALABEO EN BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA
PROPORCIÓN 1:6 CON CENIZA DE CAL 2 - NTP 399.613 - RNE E.070**

DATOS						
BLOQUE N°	CONCAVIDAD (mm)			CONVEXIDAD (mm)		
	CARA SUPERIOR	CARA INFERIOR	PROMEDIO POR UNIDAD	CARA SUPERIOR	CARA INFERIOR	PROMEDIO POR UNIDAD
BC-1	1.10	-	1.10	-	2.10	2.10
BC-2	2.30	-	2.30	-	1.40	1.40
BC-3	1.60	2.20	1.90	-	-	-
BC-4	3.30	1.30	2.30	-	-	-
BC-5	-	1.20	1.20	1.10	-	1.10
BC-6	2.60	-	2.60	-	1.70	1.70
BC-7	3.10	-	3.10	-	2.10	2.10
BC-8	2.80	1.80	2.30	-	-	-
BC-9	-	2.30	2.30	1.00	-	1.00
BC-10	2.40	-	2.40	-	3.20	3.20
CÁLCULOS						
	PROMEDIO MUESTRA (mm):		2.15	PROMEDIO MUESTRA (mm):		1.80

Los ensayos se realizaron el Laboratorio de Ingeniería Civil de la UNDAC.

**ENSAYO DE ALABEO EN BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA
PROPORCIÓN 1:6 CON CENIZA DE CAL 2 - NTP 399.613 - RNE E.070**

DATOS						
BLOQUE N°	CONCAVIDAD (mm)			CONVEXIDAD (mm)		
	CARA SUPERIOR	CARA INFERIOR	PROMEDIO POR UNIDAD	CARA SUPERIOR	CARA INFERIOR	PROMEDIO POR UNIDAD
BC-1	1.70	-	1.70	-	2.50	2.50
BC-2	3.40	2.10	2.75	-	-	-
BC-3	3.80	2.30	3.05	-	-	-
BC-4	4.10	2.30	3.20	-	-	-
BC-5	3.20	-	3.20	-	2.10	2.10
BC-6		1.20	1.20	2.10	-	2.10
BC-7	1.30	-	1.30	-	2.30	2.30
BC-8	2.70	-	2.70	-	2.10	2.10
BC-9	3.50	2.80	3.15	-	-	-
BC-10	2.70	1.30	2.00	-	-	-
CÁLCULOS						
	PROMEDIO MUESTRA (mm):		2.43	PROMEDIO MUESTRA (mm):		2.22

Los ensayos se realizaron el Laboratorio de Ingeniería Civil de la UNDAC.

4.1.3.1. Evaluación de Resultados del Ensayo de Alabeo en Unidades de Bloques de Concreto

Para evaluar el alabeo y clasificar las unidades ensayadas, se considerará los límites máximos establecidos en la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, presentado en la Tabla 1 en el desarrollo del marco teórico de la presente investigación.

BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:6 CON CENIZA DE CAL 2				
ALABEO (mm)				CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
CONCAVIDAD (mm)		CONVEXIDAD (mm)		
ENSAYO	NORMA	ENSAYO	NORMA	
2.15 mm	MÁXIMO 4 mm	1.80 mm	MÁXIMO 4 mm	BLOQUE TIPO P
2.15 mm	MÁXIMO 8 mm	1.80 mm	MÁXIMO 8 mm	BLOQUE TIPO NP

BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:6 CON CENIZA DE CAL 2				
ALABEO (mm)				CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
CONCAVIDAD (mm)		CONVEXIDAD (mm)		
ENSAYO	NORMA	ENSAYO	NORMA	
2.43 mm	MÁXIMO 4 mm	2.22 mm	MÁXIMO 4 mm	BLOQUE TIPO P
2.43 mm	MÁXIMO 8 mm	2.22 mm	MÁXIMO 8 mm	BLOQUE TIPO NP

Los resultados obtenidos del ensayo de alabeo en unidades de bloques de concreto elaborados con la proporción 1:6 y 1:7 con Ceniza de Cal 2, se encuentran dentro de los límites máximos permitidos para clasificarlos como bloques tipo P y NP, por lo que ambas proporciones seguirían siendo clasificadas como tipo NP.

Al igual que el anterior ensayo, la variación del alabeo sobre la superficie de las caras de asiento de la unidad se debe al control de los procesos de fabricación, ya que se debe controlar la calidad de las superficies de las bandejas de soporte de las unidades en estado fresco, así como la consistencia de la mezcla utilizada y el retiro de los moldes al finalizar el proceso de vibro-compactación, lo que genera que las paredes de los costados de los bloques tiendan a levantarse si no se controla correctamente este paso.

El excesivo alabeo en las unidades causa que no se pueden adherir correctamente con el mortero reduciendo la resistencia de la albañilería; o incluso puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad, generada por el peso existente en las hiladas superiores colocadas sobre esta.

4.1.4. ENSAYO DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE BLOQUE DE CONCRETO

Para la realización de este ensayo, se seguirán los lineamientos señalados en la norma NTP 399.604 y el marco teórico desarrollado en la presente investigación, se ensayarán 5 unidades elaboradas con las proporciones 1:6 y 1:7 con Ceniza de Cal 2, las cuáles se secarán en un horno durante 24 horas para después registrar el peso seco y seguidamente se sumergirán en un recipiente con agua fría durante 24 horas para después retirarlos y registrar el peso saturado, el porcentaje de absorción se calculará con la fórmula señalada en la teoría.



En las imágenes anteriores se puede observar el registro de los pesos secos y la saturación de las unidades en una poza de agua (arriba), también el retiro de las unidades de la poza de agua después de 24 horas y el registro del peso saturado (abajo).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del ensayo:

ENSAYO DE ABSORCIÓN EN BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:6 CON CENIZA DE CAL 2 - NTP 399.604 - RNE E.070			
BLOQUE N°	DATOS		ABSORCIÓN POR UNIDAD (%)
	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO 24 HORAS EN AGUA (g.)	
BC-1	13 142	14 343	9.14
BC-2	13 314	14 524	9.09
BC-3	13 194	14 451	9.53
BC-4	13 047	14 204	8.87
BC-5	12 977	14 255	9.85
CÁLCULOS			
ABSORCIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA A (%):			9.29 %
$ABSORCIÓN(\%) = \frac{(P_{saturado\ 24\ horas\ en\ agua} - P_{seco})}{P_{seco}} \times 100$			
LOS PESOS FUERON REGISTRADOS CON UNA APROXIMACIÓN DE 1g.			

Los ensayos se realizaron el Laboratorio de Ingeniería Civil de la UNDAC.

ENSAYO DE ABSORCIÓN EN BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:7 CON CENIZA DE CAL 2 - NTP 399.604 - RNE E.070			
BLOQUE N°	DATOS		ABSORCIÓN POR UNIDAD (%)
	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO 24 HORAS EN AGUA (g.)	
BC-1	12 425	13 758	10.73
BC-2	12 521	13 894	10.97
BC-3	12 712	14 124	11.11
BC-4	12 428	13 749	10.63
BC-5	12 336	13 772	11.64
CÁLCULOS			
ABSORCIÓN PROMEDIO DE LA MUESTRA A (%):			11.01 %
$ABSORCIÓN(\%) = \frac{(P_{saturado\ 24\ horas\ en\ agua} - P_{seco})}{P_{seco}} \times 100$			
LOS PESOS FUERON REGISTRADOS CON UNA APROXIMACIÓN DE 1g.			

Los ensayos se realizaron el Laboratorio de Ingeniería Civil de la UNDAC.

4.1.4.1. Evaluación de los Resultados del Ensayo de Absorción en Unidades de Bloques de Concreto

Para la evaluación de la absorción en las unidades ensayadas, elaboradas con la proporción 1:6 y 1:7 con Ceniza de Cal 2, se considerará los límites máximos establecidos por la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:6 CON CENIZA DE CAL 2		
ABSORCIÓN (%)		CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
ENSAYO	NORMA	
9.29 %	< 12%	BLOQUE TIPO P
9.29 %	< 15%	BLOQUE TIPO NP

BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:7 CON CENIZA DE CAL 2		
ABSORCIÓN (%)		CLASIFICACIÓN RNE - NORMA E.070
ENSAYO	NORMA	
11.01 %	< 12%	BLOQUE TIPO P
11.01 %	< 15%	BLOQUE TIPO NP

Los resultados obtenidos para ambas proporciones se encuentran por debajo de los límites permitidos para ser clasificados como bloques tipo P y NP, por lo cual las proporciones se encuentran aptas para ser clasificadas como tipo NP.

Los valores variables de este ensayo dependen del material utilizado para la fabricación de los bloques, para nuestro caso la Ceniza de Cal 2, la cual como se pudo observar en la caracterización de sus propiedades es un material poroso con alto porcentaje de absorción, observándose que al aumentar su porcentaje de participación en la fabricación de las unidades con proporciones mayores a 1:7 aumenta el porcentaje de absorción de la unidad convirtiéndose en un material permeable. Para los bloques fabricados con la proporción 1:7, su porcentaje de absorción llega a alcanzar a 12%, por lo que su durabilidad ante la intemperie de estas unidades; así como de las elaboradas con la proporción 1:6, estará condicionada al tratamiento exterior o revestimiento que se haga del muro construido con las mismas.

Finalmente se observa una ventaja, en la disminución del peso por unidad elaborada con la Ceniza de Cal 2, ya que como también se vio en la caracterización de sus propiedades presenta un peso específico bajo; observándose que una unidad comúnmente elaborado con agregados como Arena de Segunda u Hormigón presenta un peso promedio de 14,7 kg., existiendo una diferencia de más de a 1,5 kg. en comparación con las unidades elaboradas con la proporción 1:6, cuyo peso promedio es de 13,1 kg.; y una diferencia de más de 2 kg. en comparación con unidades elaboradas con la proporción 1:7, cuyo peso promedio es de 12.5 kg.; por lo que, por el peso ligero de estas unidades pueden usarse como bloques para techos aligerados o tabiquería, ya que lo que se pretende dentro de una vivienda o edificación es aligerar la carga muerta.

4.1.5. ANÁLISIS DE COSTOS POR UNIDAD PRODUCIDA

El precio de la Ceniza de Cal 2 en cantera es de S/. 16.00 por m³ el cual es mucho menor al precio normal de los áridos que se usan para la fabricación de Bloques de Concreto, como son la Arena de Segunda o el Hormigón cuyo precio promedio es de S/. 30.00 por m³, reduciéndose a la mitad; eso permite compensar el precio por unidad de bloques elaborados con Ceniza de Cal 2 debido al rendimiento obtenido en la fabricación de bloques de Ceniza de Cal con las proporciones 1:6 y 1:7.

De acuerdo al trabajo desarrollado en campo durante la etapa de fabricación de los bloques, se observó que el rendimiento obtenido con la proporción 1:6 es de 20 unidades por cada bolsa de cemento utilizada; y de la proporción 1:7 es de 24 unidades por cada bolsa de cemento utilizada.

El costo de la mano de obra se encuentra determinada en S/. 5.00 por bolsa de cemento utilizada, esto se obtuvo a través de un sondeo de las bloqueteras existentes en la ciudad, llegándose a establecer un promedio estándar de costo.

Finalmente, el costo por Equipo y Herramientas utilizadas para la fabricación de los bloques, se sitúa en S/. 0.05, debido a que son propios de los fabricantes.

Con estos datos obtenidos se plantea un costo tentativo por unidad de bloque de Ceniza de Cal 2 producida:

COSTO UNITARIO POR UNIDAD DE BLOQUE ELABORADO CON LA PROPORCIÓN 1:6 CON CENIZA DE CAL 2				
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MATERIAL				
Ceniza de Cal 2	pie ³	0.300	0.453	0.136
Cemento	bolsa	0.050	23.500	1.175
Agua	litros	1.180	0.002	0.002
MANO DE OBRA				
Operario	-	1.000	0.250	0.250
Peón	-	0.500	0.250	0.125
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
Máquina Vibro-Compactadora	-	1.000	0.050	0.050
Herramientas Manuales	-	0.500	0.050	0.025
COSTO TOTAL POR UNIDAD S/.				1.763

COSTO UNITARIO POR UNIDAD DE BLOQUE ELABORADO CON LA PROPORCIÓN 1:7 CON CENIZA DE CAL 2				
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
MATERIAL				
Ceniza de Cal 2	pie ³	0.292	0.453	0.132
Cemento	bolsa	0.042	23.500	0.979
Agua	litros	1.180	0.002	0.002
MANO DE OBRA				
Operario	-	1.000	0.208	0.208
Peón	-	0.500	0.208	0.104
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
Máquina Vibro-Compactadora	-	1.000	0.050	0.050
Herramientas Manuales	-	0.500	0.050	0.025
COSTO TOTAL POR UNIDAD S/.				1.501

Se observa que una unidad fabricada con la proporción 1:6 es S/. 0.3 más costoso que una unidad fabricada con la proporción 1:7. Una unidad fabricada con la proporción 1:7 presenta las mismas bondades que un bloque de concreto común, tanto en su resistencia a compresión, como a su costo, ya que investigaciones realizadas anteriormente refieren que la resistencia característica a compresión de las unidades de bloque de concreto fabricadas en la ciudad de Cerro de Pasco es de 34,36 kg/cm², siendo el costo promedio de estas unidades de 15 cm x 40 cm x

20 cm de S/. 1.50; por lo que, comparándolo con la resistencia obtenida en unidades con la proporción 1:7 de 35,73 kg/cm² con un precio de S/. 1.501, llegan a asemejarse, siendo una alternativa de solución la reutilización de este material, así como los beneficios del aligeramiento del peso y la propiedad de aislamiento térmico que presenta por su composición de agregados porosos, que serían líneas de investigación futuras.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La hipótesis queda probada con los resultados esperados de los ensayos realizados a los bloques de Ceniza de Cal, clasificándolas como unidades tipo NP según la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, cuyas proporciones de dosificación fueron evaluadas a través de la caracterización de los agregados mediante sus propiedades físicas y químicas, la experimentación de mezclas tentativas, la elaboración y control de los procesos de fabricación de los bloques, y finalmente la clasificación y determinación de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.3.1. DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

Habiéndose realizado la experimentación con las proporciones propuestas, utilizando los agregados de Ceniza de Cal 1 y 2, con un método experimental similar al señalado por la norma ASTM C 1105, se observa la reactividad con los álcalis de manera inmediata a los 3 días para el caso de la Ceniza de Cal 1, o cual lo califica como un material totalmente perjudicial para el concreto, ya que la caracterización de la materia prima es un material ajeno a la zona, desconociendo su composición, pero demostrándose a través de la experimentación, que contienen dolomitas y porcentajes considerables de Óxido de Magnesio, lo que generan las reacciones con el cemento.

A diferencia de la anterior, la Ceniza de Cal 2 para la cual se utiliza piedra Caliza de la zona, materializado a través de cantos rodados o piedras collota, las cuales según la caracterización del INGEMET contiene bajas cantidades de Óxido de Magnesio, clasifica como apta para su utilización como agregado en la fabricación

de bloques de concreto; ya que en la experimentación no se observa reacciones expansivas, encontrándose adversamente por el contrario altos contenidos de sales y sulfatos, lo que limita su uso a una proporción de 1:10 para la fabricación de bloques de concreto con este agregado, tal como se evaluó durante la experimentación con este material; por lo que cuál este agregado se mejoraría con la utilización de un carbón más refinado y libre de impurezas, que a la vez generaría menos elementos contaminantes al medio ambiente y a las personas del medio por la combustión del mismo y a la vez permitiría obtener una Ceniza de Cal más libre de impurezas, ya que la presencia de sulfatos dentro del agregado se debe básicamente a las impurezas dentro del carbón, todo esto conllevaría a la obtención de un material más óptimo para otros tipos de trabajos dentro del sector de la construcción a parte de la fabricación de bloques de concreto.

Tal como lo indica Rivva, deberá determinarse la cantidad de agregado cuestionable en el concreto que sea reactivo para la mezcla, tal es así que en la experimentación se obtuvo una proporción límite de 1:10, y se fabricó bloques de concreto con esta proporción, donde en la unidad no se puede apreciar fisuramiento ni agrietamiento; además se propone la proporción 1:7, en la que interviene una menor cantidad de Ceniza de Cal 2, por lo cual neutraliza la reactividad del agregado con los álcalis, de igual forma ayudan las relaciones agua/cemento bajas, del rango de 0,66, utilizadas en la experimentación y en la fabricación, lo cual disminuye la presencia abundante agua, lo que disminuye aún más la reactividad con los álcalis. Se debe tener en cuenta que esta relación agua/cemento no podrá ser muy elevada, debido a que en la práctica la mezcla debe tener una consistencia de 1" para que al retirar los moldes después del vibrado las paredes pueden mantenerse firmes hasta el secado.

4.3.2. DE LAS PROPORCIONES EVALUADAS

Habiéndose realizado la experimentación de las proporciones tanto con Ceniza de Cal 1, Ceniza de Cal 2 y combinaciones con Arena Shotcrete se plantean resistencias tentativas en función del área bruta de un bloque de concreto, obteniéndose considerables resistencias elevadas con el uso exclusivo de la Ceniza de Cal 2, llegando a ser poca la diferencia con las resistencias obtenidas de las combinaciones, por lo que con el uso exclusivo de la Ceniza de Cal 2 es posible la

obtención de resistencias óptimas que permitan fabricar bloques de concreto que alcancen la resistencia mínima para ser clasificados como bloques tipo NP.

4.3.3. DE LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO

Después de haber evaluado las proporciones con las resistencias obtenidas en las probetas cilíndricas se opta por fabricar bloques de concreto con las proporciones 1:10, 1:6 y 1:7, saliendo favorecidas con resistencias esperadas las proporciones 1:6 y 1:7, obteniéndose resistencias óptimas para clasificar la unidades como tipo NP; así mismo, de los ensayos de variación dimensional, alabeo y absorción, ambas proporciones permiten clasificar a las unidades como tipo NP, lográndose el objetivo propuesto por la investigación.

Al compararse los costos por unidad fabricada con las proporciones 1:6 y 1:7 se evalúa como proporción óptima final la proporción 1:7, ya que el costo que se estima es similar a un bloque de concreto común, alcanzando una resistencia parecida a 34.36 kg/cm², que es la resistencia característica de un bloque común fabricado en la ciudad de Cerro de Pasco, obteniéndose beneficios alternos con la unidades de Ceniza de Cal 2 como la reutilización de este material para agregado, su peso liviano y su capacidad de aislante térmico como línea de investigación futura.

CONCLUSIONES

- El desarrollo de la evaluación nos permite determinar una proporción óptima de 1:7 con Ceniza de Cal 2 para la obtención de bloques de concreto tipo NP.
- La proporción 1:7 significa una dosificación en volumen de la mezcla, donde por 1 volumen suelto de cemento se deberá colocar 7 volúmenes sueltos de Ceniza de Cal 2, esto es:
1 : 7 Cemento : Ceniza de Cal 2
Con una dosificación inicial de agua 1:1 (Cemento : Agua)
En la práctica se dosificará 7 pies³ de Ceniza de Cal 2 con gaveras estándar, por una bolsa de cemento, con una cantidad inicial de agua de 28 litros.
- La resistencia característica a compresión obtenida en las unidades fabricadas con la proporción 1:7 con Ceniza de Cal 2 es de 35.73 kg/cm², superando el mínimo de 20 kg/cm² establecido por la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones para ser clasificado como tipo NP.
- La resistencia a los 7 días, de las unidades fabricadas con la proporción 1:7 con Ceniza de Cal 2, representa el 40.09 % de la resistencia obtenida a los 28 días, con este valor se podrá realizar ensayos de calidad para corroborar la correcta ejecución de la mezcla y corregirlo de ser el caso.
- La resistencia a los 14 días, de las unidades fabricadas con la proporción 1:7 con Ceniza de Cal 2, representa el 71.56 % de la resistencia obtenida a los 28 días, por lo que recién a esta edad se garantiza la manipulación de la unidad sin afectar su resistencia final, así como su uso que implique trabajos con unidades tipo NP, ya que a esta edad se supera la resistencia mínima permitida por la norma.
- Los resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional y alabeo en unidades fabricadas con la proporción óptima 1:7 con Ceniza de Cal 2, no exceden los límites máximos establecidos por la Norma E.070, por lo cual son clasificados como tipo NP, sin repercutir así en el espesor y la adherencia de las juntas de la albañilería que se pretenda construir con estas unidades.
- Se obtuvo una absorción de 11.01% en las unidades fabricadas con la proporción 1:7, el cual no supera el límite máximo de 15% establecido por la Norma E.070 para bloques de concreto tipo NP, lo que indica que existe cierto grado de permeabilidad de la unidad que deberá ser

controlada con algún tipo de tratamiento o revestimiento exterior que se le dé a la albañilería construida con estas unidades, para mantener su durabilidad ante la intemperie.

- Del costo por unidad de bloque producido con la proporción 1:7 con Ceniza de Cal, se estima a un precio similar al de un bloque elaborado con áridos comunes; debido al bajo costo que tiene el metro cúbico de Ceniza de Cal, lo cual compensa la menor cantidad de agregados utilizado por una bolsa de cemento con la proporción de 1:7.
- El agregado Ceniza de Cal 1 presenta reactividad con los álcalis del cemento en todas las proporciones y combinaciones a edades tempranas, lo cual queda demostrado con la presencia de fisuras y grietas observadas en las muestras de probetas cilíndricas obtenidas de las mezclas realizadas en cada proporción con este agregado, por lo cual se descarta su uso para la fabricación de bloques de cemento.
- La Ceniza de Cal 1 tiene su origen en la calcinación de materia prima ajena al material propio de la zona, lo cual no garantiza su composición ni la reactividad con los álcalis del cemento que pueda surgir con su uso en la fabricación de bloques de concreto.
- El agregado Ceniza de Cal 2 no presenta reactividad con los álcalis del cemento cuando es dosificado en proporciones menores a 1:10, además su alto contenido de sales y sulfatos genera la presencia de pequeñas fisuras al sobrepasar la proporción mencionada, lo cual genera disminución de la resistencia y pérdida de la durabilidad en unidades fabricadas con proporciones mayores a esta.
- El agregado Ceniza de Cal 2 tiene su origen en la calcinación de materia prima de la zona, materializada a través de cantos rodados, conocida en el lugar como piedras collota; se garantiza este material como agregado para su uso en la fabricación de bloques de concreto, con proporciones menores a 1:10 y relaciones agua/cemento mínimas.
- La baja relación agua/cemento, característica de las dosificaciones para la fabricación de bloques de concreto, y la disminución de la participación del agregado Ceniza de Cal 2, con proporciones menores a 1:10, garantiza la inhibición de reacciones tipo álcali-agregados.
- La graduación del agregado Ceniza de Cal 2 se acomoda, por sí sola, a las granulometrías recomendadas para la fabricación de bloques de concreto, por autores como Gallegos y Casabone, permitiendo obtener unidades con texturas media y fina.

- El agregado Ceniza de Cal 2 presenta un peso específico bajo, debido a la porosidad de sus partículas, lo que beneficia el uso de este agregado como material para la construcción de bloques de concreto en climas fríos como es el caso de la ciudad de Cerro de Pasco, lo cual genera líneas de investigación para estudios relacionados como la capacidad de aislamiento térmico que pueden tener las unidades fabricadas con la proporción óptima obtenida.
- El agregado Ceniza de Cal 2 presenta un alto porcentaje de absorción, lo que perjudica la hidratación del cemento dentro del concreto durante las primeras horas de mezclado, por lo que saturando este material 24 horas antes, con un contenido de agua calculado en base a la diferencia entre el porcentaje de absorción y el contenido de humedad sobre el peso seco, se logra controlar este problema; de no hacerlo la resistencia disminuiría y no se obtendrían los resultados esperados.
- Por tanto el bloque de concreto elaborado con la proporción 1:7 con Ceniza de Cal 2, cumple con todas las condiciones técnicas y económicas para ser empleado como tabiquería interior y muros no portantes de viviendas, cercos perimétricos bajo protección, bloques para techos aligerados y otros usos que puedan dársele; considerando la moderada exposición a la humedad y contacto con el agua, lo cual permitirá reducir de la reactividad que pueda generarse de los agregados con los álcalis presentes en el concreto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la Ceniza de Cal 2 como agregado para la fabricación de bloques de concreto, cuyas características fueron descritas en la investigación, y cuya materia prima para la obtención de esta es el material proveniente de la zona, materializado en cantos rodados, conocidos en la zona como piedra collota.
- Se recomienda la utilización de un carbón más libre de impurezas y sustancias contaminantes para la obtención de la Ceniza de Cal 2, lo cual reduciría la contaminación del medio ambiente por la emanación de gases tóxicos, así como la disminución de sulfatos en las cenizas obtenidas, mejorando la calidad del agregado a utilizarse para la fabricación de bloques de concreto.
- Se recomienda zarandear y saturar, el agregado Ceniza de Cal 2, con agua 24 horas antes de usarse, para trabajar con una graduación con tamaño máximo nominal 3/8" y reducir el alto porcentaje de absorción característico de este material, dentro de la mezcla.
- Es recomendable verificar la granulometría de la Ceniza de Cal 2 a ser empleada dentro de la fabricación de bloques de concreto, así como tener un registro de obra de pruebas con probetas para determinar si existe reactividad de los agregados con los álcalis del cemento, elaborándose en las mismos materiales, proporciones y condiciones a que las que se pretende darle su uso.
- Se recomienda la utilización de cementos bajo en álcalis, que se encuentren dentro del rango de 0.4 o menos, a fin de no tener inconvenientes con la posible reactividad que pudieran presentar los agregados dentro de la mezcla de concreto.
- Entendiéndose que resulta imposible el control de la dosificación por pesos en el proceso de fabricación de bloques de concreto, se recomienda realizarlo por volumen, con gaveras estándar de 1 pie³, lo cual permitirá dosificar cada tanda por una bolsa de cemento.
- Se recomienda controlar cuidadosamente la dosificación del agua en la mezcla, partiendo por la dosificación de 1:1, para que esta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda, ya que en ambos casos se prevé el desmoronamiento de las paredes después del proceso de vibro compactación, debido a que la unión de los agregados dentro de la mezcla sería demasiado suelta o demasiado fluida.

- Para obtener las variaciones mínimas de dimensiones y alabeo de las unidades que cumplan con los límites máximos establecidos en la norma, se recomienda el correcto control de los procesos de producción, relacionados con las bandejas de asiento de las unidades, el desmolde de las unidades después del proceso de vibro compactación, así como la planicidad de las superficies de apoyo de secado de las unidades.
- Se debe verificar la resistencia a la compresión, absorción, variación dimensional y alabeo de las unidades vibro compactadas producidas con Ceniza de Cal 2, de acuerdo a la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Dependiendo del uso que se le pretenda dar a las unidades de bloques de concreto fabricadas con Ceniza de Cal 2, se recomienda la exposición mínima a condiciones de humedad o lluvia intensas de las mismas, lo cual reduciría la generación de reacciones con los álcalis del cemento en el concreto, debido al contacto incesante con el agua, por lo que podría dársele un tratamiento exterior a la albañilería, para mejorar estas condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRIETA, Javier y PEÑAHERRERA, Enrique. Fabricación de Bloques de Concreto con una Mesa Vibradora [en línea]. Lima, Perú: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - Universidad Nacional de Ingeniería, 2001 [Consulta: 03 de setiembre del 2018]. Disponible en:
<http://www.cismid-uni.org/publicaciones/download/2-publicaciones/14-fabricacion-de-bloques-de-concreto-con-una-mesa-vibradora>.
- BLOQUETERAS FAMACON. 2009. Máquina Bloquetera tipo Rosacometa [en línea]. [Consulta: 03 de setiembre del 2018]. Disponible en:
<http://famacon.blogspot.com/2009/09/maquina-bloquetera-tipo-rosacometa.html>.
- CONSTRUMÁTICA. 2018. Eflorescencias. En: Construmática [en línea]. [Consulta: 03 de setiembre del 2018]. Disponible en:
<https://www.construmatica.com/construpedia/Eflorescencias>.
- BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros [en línea]. Chiclayo, Perú: [s.n.], 2012 [Consulta: 03 de setiembre del 2018]. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>.
- CANCAPA, Marcial. Concreto de Alta Resistencia usando Aditivo Superplastificante, Microsílice y Nanosílice con Cemento Portland Tipo I a más de 4000 msnm en la Ciudad de Cerro de Pasco - 2014. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Pasco, Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, 2014. 172 pp.
- CÁRDENAS, Henry. Evaluación de la Calidad Estructural de la Albañilería producida con Bloques de Concreto fabricados en la ciudad de Cerro de Pasco, 2013. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Pasco, Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, 2014. 101 pp.
- ESPINOZA, Eudaldo y TOSCANO Darwin. Metodología de Investigación Educativa y Técnica. Machala, Ecuador: Editorial UTMACH, 2015. 137 pp. ISBN: 978-9978-316-47-4

- GALLEGOS, Héctor y CASABONE Carlos. Albañilería Estructural. Tercera Edición. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. 435 pp. ISBN: 9972-42-754-4
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodología de la Investigación. Cuarta Edición. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 850 pp. ISBN: 970-10-5753-8
- INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO - ICPC. Fabricación de Bloques de Concreto. Notas Técnicas ICPC [en línea]. Serie 4, Número 38, 2000. [Consulta: 03 de setiembre del 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/274871089/4-Fabricacion-de-Bloques-de-Concreto>.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 339.034:2015: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, 4ta Edición. Lima, Perú, 2015. 22 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 339.035:2015: CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland, 4ta Edición. Lima, Perú, 2015. 13 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 339.183:2013: CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio, 2da Edición, revisada el 2018. Lima, Perú, 2018. 29 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 339.185:2013: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, 2da Edición, revisada el 2018. Lima, Perú, 2018. 13 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 399.602:2017: Unidades de Albañilería. Bloques de Concreto para Uso Estructural. Requisitos, 2da Edición. Lima, Perú, 2018. 13 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 399.604:2002: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto, revisada el 2015. Lima, Perú, 2015. 20 pp.

- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 399.613:2017: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, 2da Edición. Lima, Perú, 2018. 39 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 400.010:2011: AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras, revisada el 2016. Lima, Perú, 2016. 12 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 400.012:2013: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, 3ra Edición, revisada el 2018. Lima, Perú, 2018. 18 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 400.017:2011: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados (Basada ASTM C 29/C29M-2009), 3ra Edición, revisada el 2016. Lima, Perú, 2016. 18 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 400.018:2013: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) por lavado en agregados. Lima, Perú, 2014. 13 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 400.022:2013: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, 3ra Edición, revisada el 2018. Lima, Perú, 2018. 25 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL. NTP 400.037:2018: AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos, 4ta Edición. Lima, Perú, 2018. 26 pp.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Reglamento Nacional de Edificaciones - E.070 Albañilería, 2006. Lima, Perú 2006. 36 pp.
- MORALES, Miguel y MARTÍNEZ, Kevin. Reacción Álcali-Agregado. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo [en línea]. 22 de agosto del 2012 [Consulta: 03 de setiembre del 2018]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/moralesgaloc/reaccin-lcali-agregado-en-el-concreto>.
- PALENZUELLA, Jesús. 2013. El Ciclo de la Cal - Origen y Proceso. En: De Cal y Canto [en línea]. [Consulta: 03 de setiembre del 2018]. Disponible en: <https://decalycanto.es/el-ciclo-de-la-cal-origen-y-proceso/>.

- RIVVA, Enrique. Concreto Diseño de Mezclas. Segunda Edición. Lima, Perú: Fondo Editorial ICG, 2014, 208 pp.
- RIVVA, Enrique. Ataques al Concreto. Tercera Edición. Lima, Perú: Fondo Editorial ICG, 2014, 300 pp.
- SAN BARTOLOMÉ, Ángel, QUIJUN Daniel y Silva Wilson. Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. 343 pp. ISBN: 978-9972-42-956-9
- SÁNCHEZ DE ROJAS, José María. Extracción electroquímica de cloruros del hormigón armado: Estudio de diferentes variables que influyen en la eficiencia del tratamiento [en línea]. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante, Alicante España, 2004. [Consulta: 03 de setiembre del 2018]. Disponible en:
<http://www.cervantesvirtual.com/buscador/?q=extraccion+electroqu%C3%ADmica+de+cloruros+del+hormig%C3%B3n+armado>.
- SEGARRA, Judit. Envejecimiento de presas por reacciones expansivas en hormigón [en línea]. Tesina. Universidad Politécnica de Cataluña, Cataluña España, 2005. [Consulta: 03 de setiembre del 2018]. Disponible en:
<http://hdl.handle.net/2099.1/3315>.
- SEPULVEDA, Amanda. Sustancias Deletéreas en el Hormigón. ResearchGate [en línea]. Marzo 2014. [Consultado el 03 de setiembre del 2018]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/309388851_SUSTANCIAS_DELETEREAS_EN_EL_HORMIGON.
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para Elaborar Proyectos y Tesis de Investigación Científica. Lima, Perú: Editorial San Marcos, 2002. 310 pp. ISBN: 978-9972-38-041-9.

ANEXOS

- ANEXO A:** ENSAYOS FÍSICOS DE LOS AGREGADOS
- ANEXO B:** ENSAYOS QUÍMICOS DE LOS AGREGADOS
- ANEXO C:** RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS
- ANEXO D:** RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON CENIZA DE CAL 2
- ANEXO E:** INFORME DE CALIDAD DEL CEMENTO ANDINO TIPO I
- ANEXO F:** CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MÁQUINA DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS Y BLOQUES DE CONCRETO
- ANEXO G:** PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO A

ENSAYOS FÍSICOS DE LOS AGREGADOS

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CENIZA DE CAL 1
2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CENIZA DE CAL 2
3. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA SHOTCRETE
4. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS
50% CENIZA DE CAL 1 - 50% ARENA SHOTCRETE
5. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS
25% CENIZA DE CAL 1 - 75% ARENA SHOTCRETE
6. PESO UNITARIO SUELTO CENIZA DE CAL 1
PESO UNITARIO COMPACTADO CENIZA DE CAL 1
PESO ESPECÍFICO CENIZA DE CAL 1
CONTENIDO DE HUMEDAD CENIZA DE CAL 1
ABSORCIÓN CENIZA DE CAL 1
7. PESO UNITARIO SUELTO CENIZA DE CAL 1
PESO UNITARIO COMPACTADO CENIZA DE CAL 1
PESO ESPECÍFICO CENIZA DE CAL 1
CONTENIDO DE HUMEDAD CENIZA DE CAL 1
ABSORCIÓN CENIZA DE CAL 1
8. PESO UNITARIO SUELTO CENIZA DE CAL 1
PESO UNITARIO COMPACTADO CENIZA DE CAL 1
PESO ESPECÍFICO CENIZA DE CAL 1
CONTENIDO DE HUMEDAD CENIZA DE CAL 1
ABSORCIÓN CENIZA DE CAL 1



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"

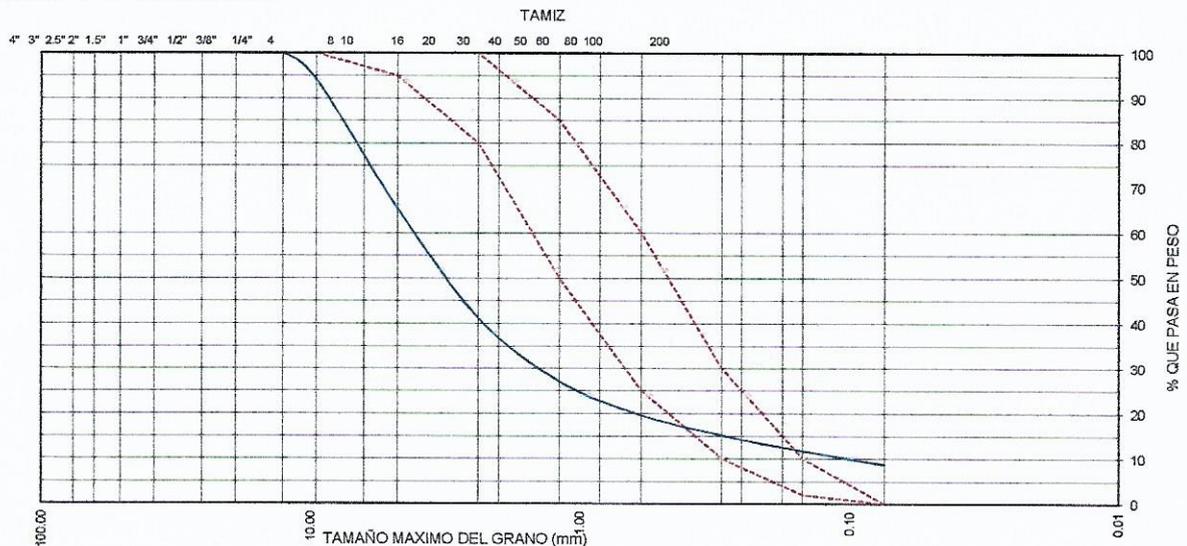
SOLICITANTE: VASQUEZ FAUSTINO, ABRAHAM JOEL

PROYECTO:

Nº DE MUESTRA: 01
 MATERIAL USADO PARA: BLOQUES DE CONCRETO
 FECHA DE MUESTRO: 26/09/2018

CANTERA: CANTERA SACRAFAMILIA - CENIZA DE CAL 1
 UBICACIÓN: SACRAFAMILIA
 FECHA DEL ENSAYO: 28/09/2018

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra
4"	101.600	-	-	-	-	-	Peso Inicial de la Muestra (g): 1,310.67
3"	76.200	-	-	-	-	-	CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	-	ESPECIFICACION
2"	50.800	-	-	-	-	-	Tamaño Máximo (Pulg): 1/2"
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	-	Tamaño Máximo Nominal: 3/8"
1"	25.400	-	-	-	-	-	Peso Especifico (seco gr/cm3): 1,908
3/4"	19.050	-	-	-	-	-	Absorción(%): 12.65%
1/2"	12.700	-	-	-	-	-	Humedad(%): 0.54%
3/8"	9.525	77.000	5.87	5.87	94.13	100.0	Peso Unitario Suelto (Kg/m3): 1,117
1/4"	6.350	-	-	5.87	-	-	Peso Unitario Compacto (Kg/m3): 1,383
4	4.760	376.000	28.69	34.56	65.44	95.0	Modulo de fineza: 4.26
8	2.380	317.667	24.24	58.80	41.20	80.0	Fracción Pasa No 200 = 8.8
10	2.000	-	-	58.80	-	-	OBSERVACIONES:
16	1.190	185.333	14.14	72.94	27.06	50.0	El material se ajusta relativamente dentro de los limites indicados en la NTP 400.012 la granulometría preferentemente debe ser uniforme y continua
20	0.840	-	-	72.94	-	-	
30	0.590	97.333	7.43	80.37	19.63	25.0	
40	0.420	-	-	80.37	-	-	
50	0.297	58.667	4.48	84.84	15.16	10.0	
60	0.250	-	-	84.84	-	-	
80	0.177	-	-	84.84	-	-	RECOMENDACIONES:
100	0.149	45.000	3.43	88.28	11.72	2.0	
200	0.074	38.667	2.95	91.23	8.77	-	
< 200	0	115.000	8.77	100.00	-	-	
TOTAL		1,310.667					



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

Calle Jarma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

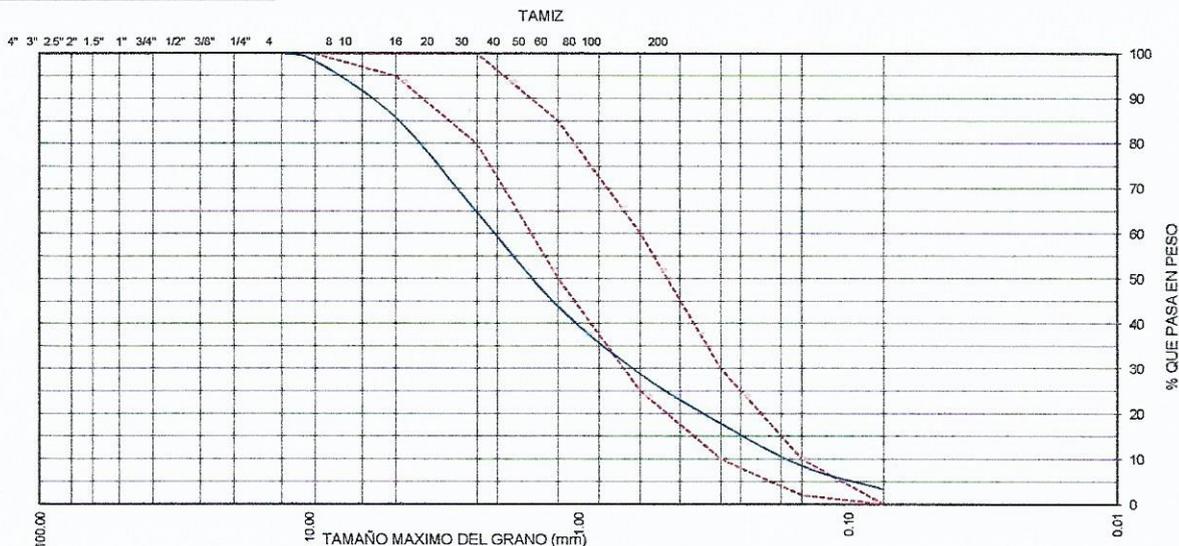
LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

SOLICITANTE: VASQUEZ FAUSTINO, ABRAHAM JOEL
Nº DE MUESTRA: 02
MATERIAL USADO PARA: BLOQUES DE CONCRETO
FECHA DE MUESTRO: 26/09/2018

PROYECTO: TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
CANTERA: CANTERA SACRAFAMILIA - CENIZA DE CAL 2
UBICACIÓN: SACRAFAMILIA
FECHA DEL ENSAYO: 28/09/2018

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra
4"	101.600	-	-	-	-	-	Peso Inicial de la Muestra (g): 1,832.67
3"	76.200	-	-	-	-	-	CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES ESPECIFICACION
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	-	Tamaño Máximo (Pulg): 1/2"
2"	50.800	-	-	-	-	-	Tamaño Máximo Nominal: 3/8"
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	-	Peso Especifico (seco gr/cm ³): 2.04
1"	25.400	-	-	-	-	-	Absorción(%): 11.69%
3/4"	19.050	-	-	-	-	-	Humedad(%): 2.39%
1/2"	12.700	-	-	-	-	-	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³): 1,181
3/8"	9.525	30.667	1.67	1.67	98.33	100.0	Peso Unitario Compacto (Kg/m ³): 1,395
1/4"	6.350	-	-	1.67	-	-	Modulo de fineza: 3.52
4	4.760	231.000	12.60	14.28	85.72	95.0	Fracción Pasa No 200 = 3.3
8	2.380	386.667	21.10	35.38	64.62	80.0	
10	2.000	-	-	35.38	-	-	OBSERVACIONES:
16	1.190	381.667	20.83	56.20	43.80	50.0	El material se ajusta relativamente dentro de los limites indicados en la NTP 400.012 la granulometria preferentemente debe ser uniforme y continua
20	0.840	-	-	56.20	-	-	
30	0.590	274.667	14.99	71.19	28.81	25.0	
40	0.420	-	-	71.19	-	-	
50	0.297	202.000	11.02	82.21	17.79	10.0	
60	0.250	-	-	82.21	-	-	
80	0.177	-	-	82.21	-	-	RECOMENDACIONES:
100	0.149	169.667	9.26	91.47	8.53	2.0	
200	0.074	96.333	5.26	96.73	3.27	-	
< 200	0	60.000	3.27	100.00	-	-	
TOTAL		1,832.668					



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
 Paragsha – Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"

SOLICITANTE: VASQUEZ FAUSTINO, ABRAHAM JOEL

PROYECTO:

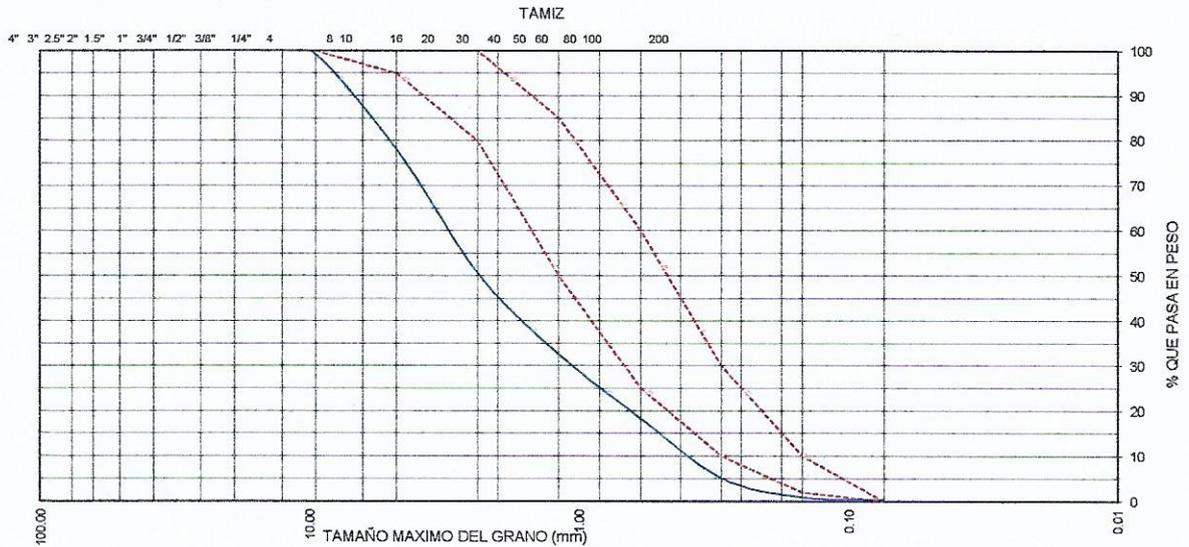
N° DE MUESTRA: 03
 MATERIAL USADO PARA: BLOQUES DE CONCRETO
 FECHA DE MUESTRO: 29/09/2018

CANTERA: CANTERA COCHAMARCA - ARENA SHOTCRETE
 UBICACIÓN: COCHAMARCA
 FECHA DEL ENSAYO: 02/10/2018

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra
4"	101.600	-	-	-	-	-	Peso Inicial de la Muestra (g): 1,110.33
3"	76.200	-	-	-	-	-	CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES ESPECIFICACION
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	-	Tamaño Máximo (Pulg): 1/2"
2"	50.800	-	-	-	-	-	Tamaño Máximo Nominal: 3/8"
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	-	Peso Especifico (seco gr/cm3): 2.44
1"	25.400	-	-	-	-	-	Absorción(%): 1.90%
3/4"	19.050	-	-	-	-	-	Humedad(%): 5.26%
1/2"	12.700	-	-	-	-	-	Peso Unitario Suelto (Kg/m3): 1,767
3/8"	9.525	8.000	0.72	0.72	99.28	100.0	Peso Unitario Compacto (Kg/m3): 1,965
1/4"	6.350	-	-	0.72	-	-	Modulo de fineza: 4.15
4	4.760	236.333	21.28	22.01	77.99	95.0	Fracción Pasa No 200 = 0.3
8	2.380	303.667	27.35	49.35	50.65	80.0	100.0
10	2.000	-	-	49.35	-	-	100.0
16	1.190	200.667	18.07	67.43	32.57	50.0	85.0
20	0.840	-	-	67.43	-	-	100.0
30	0.590	158.667	14.29	81.72	18.28	25.0	60.0
40	0.420	-	-	81.72	-	-	100.0
50	0.297	145.333	13.09	94.81	5.19	10.0	30.0
60	0.250	-	-	94.81	-	-	100.0
80	0.177	-	-	94.81	-	-	100.0
100	0.149	47.333	4.26	99.07	0.93	2.0	10.0
200	0.074	6.667	0.60	99.67	0.33	-	-
< 200	0	3.667	0.33	100.00	-	-	-
TOTAL		1,110.334					

OBSERVACIONES:
 El material se ajusta relativamente dentro de los limites indicados en la NTP 400.012 la granulometria preferentemente debe ser uniforme y continua

RECOMENDACIONES:



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

Carretera Parasma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

☎ (063) 421918
 📠 RPM #963665214

📧 gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

🌐 Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



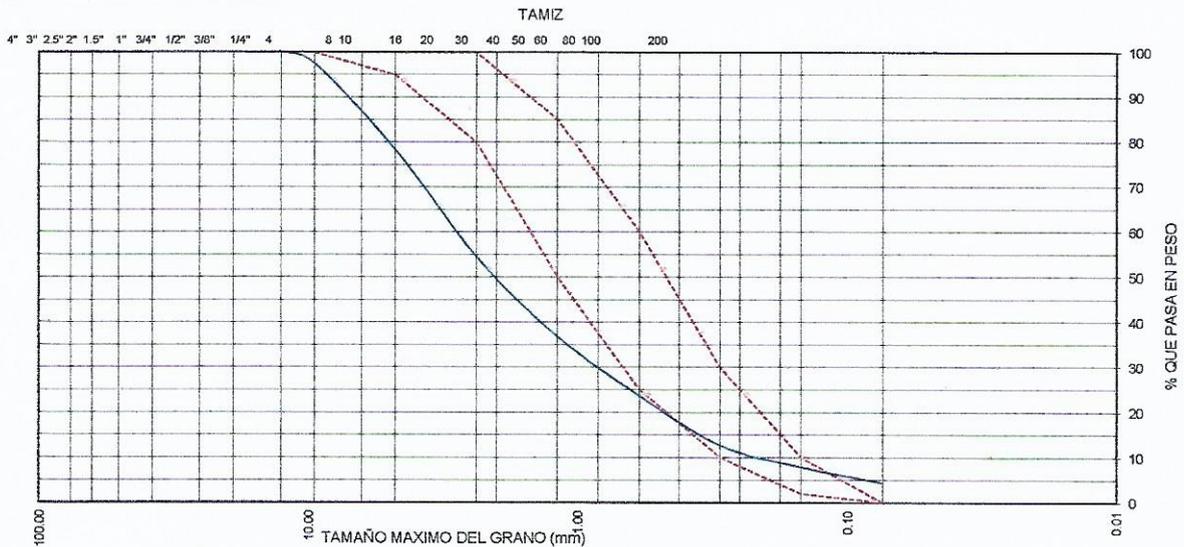
INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

SOLICITANTE: VASQUEZ FAUSTINO, ABRAHAM JOEL
Nº DE MUESTRA: 04
MATERIAL USADO PARA: BLOQUES DE CONCRETO
FECHA DE MUESTRO: 26-29/09/2018
PROYECTO: TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
CANTERA: CANTERA COCHAMARCA - SACRAFAMILIA
UBICACIÓN: COCHAMARCA - SACRAFAMILIA
FECHA DEL ENSAYO: 02/10/2018

Tamiz	Aberf. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra
4"	101.600		-	-			Peso Inicial de la Muestra (g): 1,176.67
3"	76.200		-	-			CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES ESPECIFICACION
2 1/2"	63.500		-	-			Tamaño Máximo (Pulg): 1/2"
2"	50.800		-	-			Tamaño Máximo Nominal: 3/8"
1 1/2"	38.100		-	-			Peso Especifico (seco g/cm ³)
1"	25.400		-	-			Absorción(%)
3/4"	19.050		-	-			Humedad(%)
1/2"	12.700		-	-			Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)
3/8"	9.525	28.667	2.44	2.44	97.56	100.0	Peso Unitario Compacto (Kg/m ³)
1/4"	6.350		-	2.44			Modulo de fineza: 3.89
4	4.760	226.667	19.26	21.70	78.30	95.0	Fracción Pasa No 200 = 4.4
8	2.380	280.000	23.80	45.50	54.50	80.0	
10	2.000		-	45.50			OBSERVACIONES:
16	1.190	208.000	17.68	63.17	36.83	50.0	El material se ajusta relativamente dentro de los límites indicados en la NTP 400.012 la granulometria preferentemente debe ser uniforme y continua
20	0.840		-	63.17			
30	0.590	155.000	13.17	76.35	23.65	25.0	La muestra fue obtenida por la combinacion de 50% de Ceniza de Cal 1 y 50% de Arena Shotcrete
40	0.420		-	76.35			
50	0.297	129.333	10.99	87.34	12.66	10.0	
60	0.250		-	87.34			
80	0.177		-	87.34			RECOMENDACIONES:
100	0.149	56.333	4.79	92.12	7.88	2.0	
200	0.074	41.000	3.48	95.61	4.39		
< 200	0	51.667	4.39	100.00			
TOTAL		1,176.667					



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 C.I.P. N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 134352

Calle Tarma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

☎ (063) 421918
 📠 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

🌐 Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"

SOLICITANTE: VASQUEZ FAUSTINO, ABRAHAM JOEL

PROYECTO:

Nº DE MUESTRA: 05
 MATERIAL USADO PARA: BLOQUES DE CONCRETO
 FECHA DE MUESTRO: 26-29/09/2018

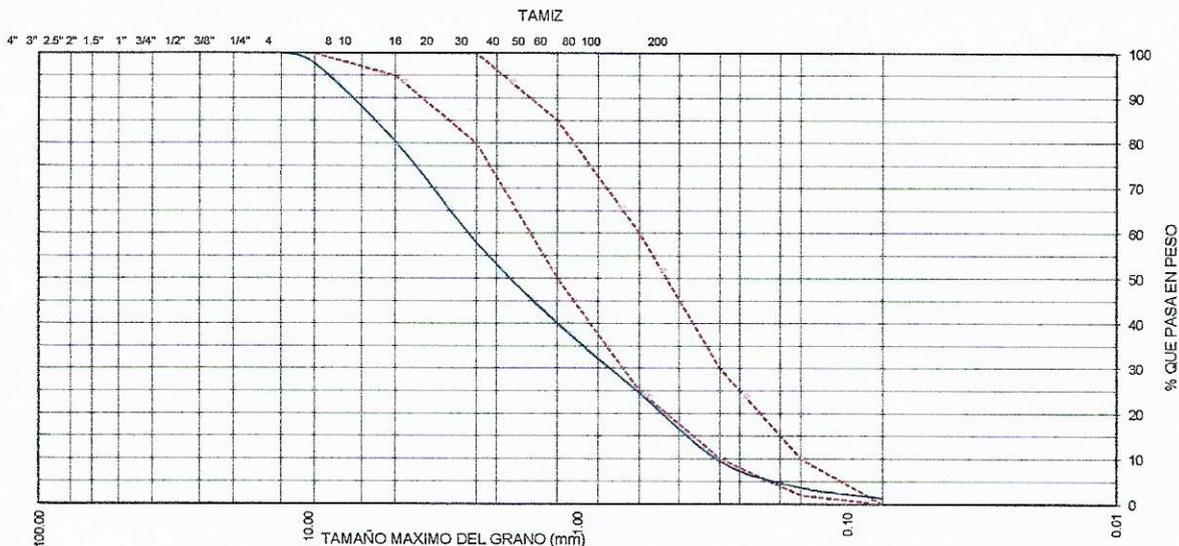
CANTERA: CANTERA COCHAMARCA - SACRAFAMILIA
 UBICACIÓN: COCHAMARCA - SACRAFAMILIA
 FECHA DEL ENSAYO: 02/10/2018

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra
4"	101.600	-	-	-	-	-	Peso Inicial de la Muestra (g): 1,280.00
3"	76.200	-	-	-	-	-	CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES ESPECIFICACION
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	-	Tamaño Máximo (Pulg) 1/2"
2"	50.800	-	-	-	-	-	Tamaño Máximo Nominal : 3/8"
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	-	Peso Especifico (seco gr/cm3)
1"	25.400	-	-	-	-	-	Absorción(%)
3/4"	19.050	-	-	-	-	-	Humedad(%)
1/2"	12.700	-	-	-	-	-	Peso Unitario Suelto (Kg/m3)
3/8"	9.525	29.000	2.27	2.27	97.73	100.0	Peso Unitario Compacto (Kg/m3)
1/4"	6.350	-	-	2.27	-	-	Modulo de fineza 3.66
4	4.760	223.000	17.42	19.69	80.31	95.0	Fracción Pasa No 200 = 1.3
8	2.380	286.000	22.34	42.03	57.97	80.0	
10	2.000	-	-	42.03	-	-	
16	1.190	229.333	17.92	59.95	40.05	50.0	85.0
20	0.840	-	-	59.95	-	-	
30	0.590	198.333	15.49	75.44	24.56	25.0	60.0
40	0.420	-	-	75.44	-	-	
50	0.297	192.667	15.05	90.49	9.51	10.0	30.0
60	0.250	-	-	90.49	-	-	
80	0.177	-	-	90.49	-	-	
100	0.149	74.000	5.78	96.28	3.72	2.0	10.0
200	0.074	30.667	2.40	98.67	1.33	-	-
< 200	0	17.000	1.33	100.00	-	-	-
TOTAL		1,280.000					

OBSERVACIONES:
 El material se ajusta relativamente dentro de los límites indicados en la NTP 400.012 la granulometría preferentemente debe ser uniforme y continua

La muestra fue obtenida por la combinación de 25% de Ceniza de Cal 1 y 75% de Arena Shotcrete

RECOMENDACIONES:



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
 Paragsha – Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ESTUDIO DEL AGREGADO FINO

PROYECTO: TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"

Nº DE MUESTRA: 01 CANTERA: CANTERA SACRA FAMILIA - CENIZA DE CAL 1
 MATERIAL USADO PARA: BLOQUES DE CONCRETO UBICACIÓN: SACRAFAMILIA
 FECHA DE MUESTRO: 26/09/2018 FECHA DEL ENSAYO: 27/09/2018

PESO UNITARIO SUELTO (NTP-400.017)							
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.25	8.25	8.25	8.25
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	23.75	23.85	24.05	23.88
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	15.50	15.60	15.80	15.63
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014	0.014
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B - A)/C	kg/m ³	1107.14	1114.29	1128.57	1116.67

PESO UNITARIO COMPACTADO (NTP-400.017)							
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.25	8.25	8.25	8.25
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	27.50	27.70	27.65	27.62
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	19.25	19.45	19.40	19.37
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C)	(B - A)/C	kg/m ³	1375.00	1389.29	1385.71	1383.33

PESO ESPECÍFICO (NTP-400.022)							
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	443.00	443.00	444.00	443.33
2	PPAH2O	B	gr	1322.00	1319.00	1321.00	1320.67
3	PPAH2O+PSSS	C	gr	1589.00	1587.00	1589.00	1588.33
4	PSSS	S	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO SECO	A/(B+S-C)	gr/cm ³	1.901	1.909	1.914	1.908
6	PESO ESPECÍFICO SECO (S.S.S.)	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.146	2.155	2.155	2.152
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B+A-C)	gr/cm ³	2.517	2.531	2.523	2.524

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %) (NTP-339.185)			
MUESTRA	P _{MN}	P _{MSH}	W%
M - 1	1500.00	1491.00	0.60%
M - 2	1500.00	1494.00	0.40%
M - 3	1500.00	1491.00	0.60%
W% _{PROMEDIO}			0.536%

ABSORCIÓN (Abs %) (NTP-400.022)			
MUESTRA	P _{PSS}	P _{PMSH}	Ab%
M - 1	500.00	444.20	12.56%
M - 2	500.00	443.50	12.74%
M - 3	500.00	443.80	12.66%
Ab% _{PROMEDIO}			12.655%

P_{MN}: Peso de la Muestra Natural
 P_{MSH}: Peso de la Muestra Seca al Horno
 P_{PSS}: Peso de la Muestra Superficialmente Seco
 P_{PAH2O}: Peso del picnómetro aforado lleno de agua
 P_{PAH2O+MSSS}: Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 S.I.P. N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 134352

Calle Farma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ESTUDIO DEL AGREGADO FINO

PROYECTO: TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"

Nº DE MUESTRA: 02 CANTERA: CANTERA SACRA FAMILIA - CENIZA DE CAL 2
 MATERIAL USADO PARA: BLOQUES DE CONCRETO UBICACIÓN: SACRAFAMILIA
 FECHA DE MUESTRO: 26/09/2018 FECHA DEL ENSAYO: 27/09/2018

PESO UNITARIO SUELTO (NTP-400.017)							
Nº	DATOS	A	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.25	8.25	8.25	8.25
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	24.75	24.90	24.70	24.78
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	16.50	16.65	16.45	16.53
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014	0.014
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m ³	1178.57	1189.29	1175.00	1180.95

PESO UNITARIO COMPACTADO (NTP-400.017)							
Nº	DATOS	A	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.25	8.25	8.25	8.25
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	27.60	27.85	27.90	27.78
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	19.35	19.60	19.65	19.53
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014	0.014
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m ³	1382.14	1400.00	1403.57	1395.24

PESO ESPECÍFICO (NTP-400.022)							
Nº	DATOS	A	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	447.00	448.00	447.00	447.33
2	PPAH20	B	gr	1242.00	1242.00	1241.00	1241.67
3	PPAH20+PSSS	C	gr	1522.00	1523.00	1522.00	1522.33
4	PSSS	S	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO SECO	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.032	2.046	2.041	2.040
6	PESO ESPECÍFICO SECO (S.S.S.)	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.273	2.283	2.283	2.280
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B+A-C)	gr/cm ³	2.677	2.683	2.693	2.684

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %) (NTP-339.185)			
MUESTRA	P _{MN}	P _{MSH}	W%
M - 1	1500.00	1461.00	2.67%
M - 2	1500.00	1467.00	2.25%
M - 3	1500.00	1467.00	2.25%
W% ^{PROMEDIO}			2.389%

ABSORCIÓN (Abs %) (NTP-400.022)			
MUESTRA	P _{PSS}	P _{PMSH}	Ab%
M - 1	500.00	447.40	11.76%
M - 2	500.00	448.00	11.61%
M - 3	500.00	447.60	11.71%
Ab% ^{PROMEDIO}			11.690%

P_{MN}: Peso de la Muestra Natural
 P_{MSH}: Peso de la Muestra Seca al Horno
 P_{PSS}: Peso de la Muestra Superficialmente Seco
 P_{PAH20}: Peso del picnómetro aforado lleno de agua
 P_{PAH20+MSSS}: Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 C.I.P. N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 134332

Calle Tarma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ESTUDIO DEL AGREGADO FINO

PROYECTO: TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"

Nº DE MUESTRA: 02 CANTERA: CANTERA COCHAMARCA - ARENA SHOTCRETE
 MATERIAL USADO PARA: BLOQUES DE CONCRETO UBICACIÓN: COCHAMARCA
 FECHA DE MUESTRO: 29/09/2018 FECHA DEL ENSAYO: 01/10/2018

PESO UNITARIO SUELTO (NTP-400.017)							
Nº	DATOS	A	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.25	8.25	8.25	8.25
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	32.95	33.00	33.00	32.98
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	24.70	24.75	24.75	24.73
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014	0.014
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B - A)/C	kg/m ³	1764.29	1767.86	1767.86	1766.67

PESO UNITARIO COMPACTADO (NTP-400.017)							
Nº	DATOS	A	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.25	8.25	8.25	8.25
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	35.75	35.70	35.85	35.77
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	27.50	27.45	27.60	27.52
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m ³	1964.29	1960.71	1971.43	1965.48

PESO ESPECÍFICO (NTP-400.022)							
Nº	DATOS	A	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	488.00	489.00	488.00	488.33
2	PPAH2O	B	gr	1324.00	1325.00	1325.00	1324.67
3	PPAH2O+PSSS	C	gr	1624.00	1625.00	1624.00	1624.33
4	PSSS	S	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO SECO	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.440	2.445	2.428	2.438
6	PESO ESPECÍFICO SECO (S.S.S.)	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.500	2.500	2.488	2.496
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B+A-C)	gr/cm ³	2.596	2.587	2.582	2.588

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %) (NTP-339.185)			
MUESTRA	P _{MN}	P _{MSH}	W%
M - 1	1500.00	1422.00	5.49%
M - 2	1500.00	1428.00	5.04%
M - 3	1500.00	1425.00	5.26%
W% _{PROMEDIO}			5.263%

ABSORCIÓN (Abs %) (NTP-400.022)			
MUESTRA	P _{PSS}	P _{PMSH}	Ab%
M - 1	500.00	490.80	1.87%
M - 2	500.00	491.00	1.83%
M - 3	500.00	490.30	1.98%
Ab% _{PROMEDIO}			1.895%

P_{MN}: Peso de la Muestra Natural
 P_{MSH}: Peso de la Muestra Seca al Horno
 P_{PSSS}: Peso de la Muestra Superficialmente Seco
 P_{PAH2O}: Peso del picnometro aforado lleno de agua
 P_{PAH2O+MSSS}: Peso total del picnometro aforado con la muestra y lleno de agua



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 134352

Calle Tarma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com

ANEXO B

ENSAYOS QUÍMICOS DE LOS AGREGADOS

1. CANTIDAD DE SALES SOLUBLES TOTALES Y SULFATOS EN CENIZA DE CAL 1
2. CANTIDAD DE SALES SOLUBLES TOTALES Y SULFATOS EN CENIZA DE CAL 2
3. CANTIDAD DE CLORUROS EN CENIZA DE CAL 2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL

REGISTRO: LQU18-1172

PROYECTO: TESIS: "EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN ÓPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO - COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"

UBICACIÓN: CIUDAD DE CERRO DE PASCO, DISTRITO YANACANCHA
PROVINCIA Y REGIÓN PASCO.

TIPO DE MATERIAL: CENIZA DE CAL I

CANTERA: SACRA FAMILIA - SIMÓN BOLIVAR - PASCO

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 20-11-18

ANÁLISIS DE:	SULFATOS (SO ₄) ²⁻	SALES SOLUBLES TOTALES
	ASTM E 275	MTC E 219
	AASHTO T 290	ASTM D 1888
	ppm	ppm
TIPO DE MATERIAL:		
CENIZA DE CAL I		
CANTERA:	9 908	10 258
SACRA FAMILIA		
SIMÓN BOLIVAR		
PASCO.		

Lima, 23 de Noviembre de 2018


CARMEN M. REYES CUBAS
MSc. ING. JEFA (e) DEL LABORATORIO QUÍMICO
Laboratorio de Química de la UNI-FIC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
REPUBLICA DEL PERÚ
EFATURA
LABORATORIO QUÍMICO

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra



LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL

REGISTRO: LQU18-1172

PROYECTO: TESIS: "EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN ÓPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO – COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO – 2018"

UBICACIÓN: CIUDAD DE CERRO DE PASCO, DISTRITO YANACANCHA
PROVINCIA Y REGIÓN PASCO.

TIPO DE MATERIAL: CENIZA DE CAL I

CANTERA: SACRA FAMILIA – SIMÓN BOLIVAR - PASCO

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 20-11-18

ANÁLISIS DE:	SULFATOS (SO ₄) ²⁻	SALES SOLUBLES TOTALES
	ASTM E 275	MTC E 219
	AASTHO T 290	ASTM D 1888
	%	%
TIPO DE MATERIAL:		
CENIZA DE CAL I		
CANTERA:	0,99	1,02
SACRA FAMILIA		
SIMÓN BOLIVAR		
PASCO.		

Lima, 23 de Noviembre de 2018


CARMEN M. REYES CÁRSTURA
MSc. ING. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la UNI-FIC

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL

REGISTRO: LQU18-1171

PROYECTO: TESIS: "EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN ÓPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO - COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"

UBICACIÓN: CIUDAD DE CERRO DE PASCO, DISTRITO YANACANCHA
PROVINCIA Y REGIÓN PASCO.

TIPO DE MATERIAL: CENIZA DE CAL 2

CANTERA: SACRA FAMILIA - SIMÓN BOLIVAR - PASCO

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 20-11-18

ANÁLISIS DE:	SULFATOS (SO ₄) ²⁻	SALES SOLUBLES TOTALES
	ASTM E 275	MTC E 219
	AASHTO T 290	ASTM D 1888
	ppm	ppm
TIPO DE MATERIAL:		
CENIZA DE CAL 2		
CANTERA:	21 583	22 341
SACRA FAMILIA		
SIMÓN BOLIVAR		
PASCO.		

Lima, 23 de Noviembre de 2018


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
REPUBLICA DEL PERÚ
LABORATORIO QUÍMICO
CARMEN M. REYES COBASATURA
MSc. ING. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la UNI-FIC

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra





LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL

REGISTRO: LQU18-1171

PROYECTO: TESIS: "EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN ÓPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO – COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO – 2018"

UBICACIÓN: CIUDAD DE CERRO DE PASCO, DISTRITO YANACANCHA
PROVINCIA Y REGIÓN PASCO.

TIPO DE MATERIAL: CENIZA DE CAL 2

CANTERA: SACRA FAMILIA – SIMÓN BOLIVAR - PASCO

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 20-11-18

ANÁLISIS DE:	SULFATOS (SO ₄) ²⁻	SALES SOLUBLES TOTALES
	ASTM E 275	MTC E 219
	AASHTO T 290	ASTM D 1888
	%	%
TIPO DE MATERIAL:		
CENIZA DE CAL 2		
CANTERA:	2,15	2,23
SACRA FAMILIA		
SIMÓN BOLIVAR		
PASCO.		

Lima, 23 de Noviembre de 2018


CARMEN M. REYES **COB** **REYES**
MSc. ING. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la UNI-FIC

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

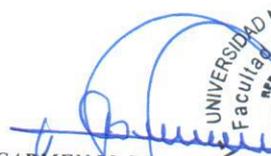
LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
REGISTRO: LQU18-1199
PROYECTO: TESIS: "EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN ÓPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO – COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO – 2018"
UBICACIÓN: CIUDAD DE CERRO DE PASCO, DISTRITO YANACANCHA, PROVINCIA Y REGIÓN PASCO.
TIPO DE MATERIAL: CENIZA DE CAL 2
CANTERA: SACRA FAMILIA – SIMÓN BOLIVAR - PASCO
RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 30-11-18

ANÁLISIS DE:	CLORUROS Cl-	CLORUROS Cl-
	ASTM D 3370	ASTM D 3370
	AASHTO T 291	AASHTO T 291
	ppm	%
TIPO DE MATERIAL: CENIZA DE CAL 2 CANTERA: SACRA FAMILIA SIMÓN BOLIVAR - PASCO.	300	0,03

Lima, 04 de Diciembre de 2018


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
REPUBLICA DEL PERÚ
CARMEN M. REYES CUBAS
MSc. ING. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la UNI-PC

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

ANEXO C

RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS

1. RESULTADOS DE PROPORCIÓN PBC1-1 1:6 CENIZA DE CAL 1
2. RESULTADOS DE PROPORCIÓN PBC1-2 1:7 CENIZA DE CAL 1
3. RESULTADOS DE PROPORCIÓN PBC1-3 1:9 CENIZA DE CAL 1
4. RESULTADOS DE PROPORCIÓN PBC1-4 1:10 CENIZA DE CAL 1
5. RESULTADOS DE PROPORCIÓN P1
1:6 50% CENIZA DE CAL 1 - 50%ARENA SHOTCRETE
6. RESULTADOS DE PROPORCIÓN P2
1:6 25% CENIZA DE CAL 1 - 75%ARENA SHOTCRETE
7. RESULTADOS DE PROPORCIÓN P3
1:7 50% CENIZA DE CAL 1 - 50%ARENA SHOTCRETE
8. RESULTADOS DE PROPORCIÓN P4
1:7 25% CENIZA DE CAL 1 - 75%ARENA SHOTCRETE
9. RESULTADOS DE PROPORCIÓN PBC2-1 1:6 CENIZA DE CAL 2
10. RESULTADOS DE PROPORCIÓN PBC2-2 1:7 CENIZA DE CAL 2
11. RESULTADOS DE PROPORCIÓN PBC2-3 1:9 CENIZA DE CAL 2
12. RESULTADOS DE PROPORCIÓN PBC2-4 1:10 CENIZA DE CAL 2
13. RESULTADOS DE PROPORCIÓN PBC2-5 1:11 CENIZA DE CAL 2



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 03/10/2018
FECHA ENSAYO : 06/10/2018
CERTIFICADO : ZI006_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include PBC1-1 with descriptions like 'PROPORCION 1:6 CON CENIZA DE CAL 1' and values for force and weight.

FORMULA: c = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO
PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD
325000 lbf

MARCA
FORNEY U.S.A.

MODELO
F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION
La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION
INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



Handwritten signature of Juan Carlos Espinoza Bustillos, Ingeniero de Minas, CIP N° 138246



Handwritten signature of Marco Antonio Espinoza Bustillos, Ingeniero Civil, CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
 PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
 UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
 FECHA VACIADO : 03/10/2018
 FECHA ENSAYO : 10/10/2018
 CERTIFICADO : Z1010_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC1-1	PROPORCION 1:6 CON CENIZA DE CAL 1	-	7	10.15	80.91	5,564.0	68.76	6.74	-	3
PBC1-1	PROPORCION 1:6 CON CENIZA DE CAL 1	-	7	10.25	82.52	5,736.0	69.51	6.82	-	3
							69.14	-	-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
 II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
 III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99
OBSERVACIONES:
 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
 2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

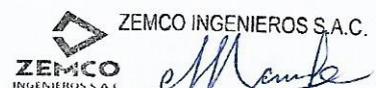
FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 03/10/2018
FECHA ENSAYO : 17/10/2018
CERTIFICADO : ZI017_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC1-1 with proportions 1:6 and 1:10.

FORMULA: c = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017
EQUIPO
PRENSA DE CONCRETO
CAPACIDAD
325000 lbf
MARCA
FORNEY U.S.A.
MODELO
F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253
METODO DE CALIBRACION
La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4
TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION
INF - LE 057
FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 03/10/2018
FECHA ENSAYO : 31/10/2018
CERTIFICADO : ZI031_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include PBC1-1 and a summary row with 146.77.

FORMULA: c = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOP: G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 03/10/2018
FECHA ENSAYO : 06/10/2018
CERTIFICADO : ZI006_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC1-2 with proportions 1:7 and 1:15.

FORMULA: c = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 03/10/2018
FECHA ENSAYO : 10/10/2018
CERTIFICADO : ZI010_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC1-2 with proportions 1:7 and test results.

FORMULA: c = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA

INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246

(063) 421918
RPM #963665214



gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 03/10/2018
FECHA ENSAYO : 17/10/2018
CERTIFICADO : ZI017_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'C (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC1-2 with proportions 1:7 and 1:10.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 03/10/2018
FECHA ENSAYO : 31/10/2018
CERTIFICADO : ZI031_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include PBC1-2 with descriptions like 'PROPORCION 1:7 CON CENIZA DE CAL 1' and values for force and weight.

FORMULA: C = W/A
DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246

(063) 421918
RPM #963665214



gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 03/10/2018
FECHA ENSAYO : 06/10/2018
CERTIFICADO : ZI006_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'C (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC1-3 specimens.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
 PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
 UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
 FECHA VACIADO : 03/10/2018
 FECHA ENSAYO : 10/10/2018
 CERTIFICADO : ZI010_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC1-3	PROPORCION 1:9 CON CENIZA DE CAL 1	-	7	10.33	83.73	2,292.0	27.37	2.68	-	3
PBC1-3	PROPORCION 1:9 CON CENIZA DE CAL 1	-	7	10.30	83.24	2,203.0	26.47	2.59	-	3
							26.92		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
 I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
 II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
 III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
- El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 03/10/2018
FECHA ENSAYO : 17/10/2018
CERTIFICADO : ZI017_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC1-3 with proportions 1:9 and test results.

FORMULA: c = W/A
DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
PIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 03/10/2018
FECHA ENSAYO : 31/10/2018
CERTIFICADO : ZI031_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC1-3 with proportions 1:9 and 10.55/10.33 diameters.

FORMULA: c = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

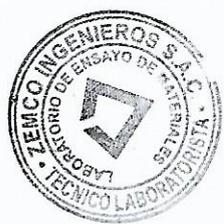
CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017
EQUIPO
PRENSA DE CONCRETO
CAPACIDAD
325000 lbf
MARCA
FORNEY U.S.A.
MODELO
F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION
La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION
INF - LE 057
FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 04/10/2018
FECHA ENSAYO : 07/10/2018
CERTIFICADO : Z1007_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include PBC1-4 with descriptions like 'PROPORCION 1:10 CON CENIZA DE CAL 1' and values for force and weight.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 136246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
 PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
 UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
 FECHA VACIADO : 04/10/2018
 FECHA ENSAYO : 11/10/2018
 CERTIFICADO : ZI011_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F ^c (Kg/cm ²) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm ²)	W (kg)	ESFUERZO (C) {Kg/cm ² }	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC1-4	PROPORCION 1:10 CON CENIZA DE CAL 1	-	7	10.06	79.49	1,753.0	22.05	2.16	-	3
PBC1-4	PROPORCION 1:10 CON CENIZA DE CAL 1	-	7	10.07	79.56	1,653.0	20.78	2.04	-	4
							21.42		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm²
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
 I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
 II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
 III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
- 2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

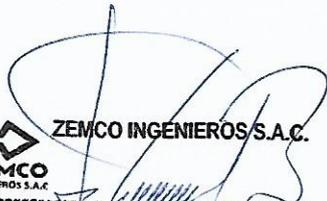
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017




ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 139246




ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 04/10/2018
FECHA ENSAYO : 18/10/2018
CERTIFICADO : ZI018_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC1-4 with proportions 1:10 and 1:10.

FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 154332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
 PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
 UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
 FECHA VACIADO : 04/10/2018
 FECHA ENSAYO : 01/11/2018
 CERTIFICADO : ZI001_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm ²) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm ²)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm ²)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC1-4	PROPORCION 1:10 CON CENIZA DE CAL 1	-	28	10.49	86.34	2,968.0	34.37	3.37	-	3
PBC1-4	PROPORCION 1:10 CON CENIZA DE CAL 1	-	28	10.55	87.42	3,043.0	34.81	3.41	-	3
							34.59		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm²
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036

II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033

III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.

2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

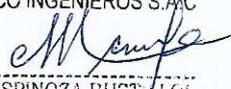
FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 154332

Calle Tarma N° 215
 Paragsha – Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 04/10/2018
FECHA ENSAYO : 07/10/2018
CERTIFICADO : Z1007_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for specimens P1 with 50% ash content.

FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorización sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 158246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 154532

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 04/10/2018
FECHA ENSAYO : 11/10/2018
CERTIFICADO : ZI011_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
P1	PROPORCION 1:6 50% CENIZA DE CAL 1 - 50% SHOTCRETE	-	7	10.10	80.12	8,222.0	102.62	10.06	-	3
P1	PROPORCION 1:6 50% CENIZA DE CAL 1 - 50% SHOTCRETE	-	7	9.90	76.98	6,803.0	88.38	8.66	-	6

95.50

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
- II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
- III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
- 2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

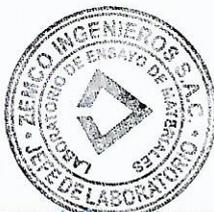
INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 04/10/2018
FECHA ENSAYO : 18/10/2018
CERTIFICADO : Z1018_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for specimens P1 with 50% ash content.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
GIP N° 135246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
GIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 04/10/2018
FECHA ENSAYO : 01/11/2018
CERTIFICADO : ZI001_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
P1	PROPORCION 1:6 50% CENIZA DE CAL 1 - 50% SHOTCRETE	-	28	10.15	80.91	15,512.0	191.71	18.80	-	4
P1	PROPORCION 1:6 50% CENIZA DE CAL 1 - 50% SHOTCRETE	-	28	10.15	80.91	16,157.0	199.68	19.58	-	4

195.70

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 04/10/2018
FECHA ENSAYO : 07/10/2018
CERTIFICADO : Z1007_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for two specimens (P2) with different proportions and failure types.

FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 04/10/2018
FECHA ENSAYO : 11/10/2018
CERTIFICADO : ZI011_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for specimen P2 with proportions 1:6 and 25% ash.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 04/10/2018
FECHA ENSAYO : 18/10/2018
CERTIFICADO : ZI018_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'C (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. It contains two rows of test data for specimen P2.

191.71

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no deba reproducirse sin la autorización sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 04/10/2018
FECHA ENSAYO : 01/11/2018
CERTIFICADO : ZI001_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for specimens P2 with different proportions and diameters.

FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017
EQUIPO
PRENSA DE CONCRETO
CAPACIDAD
325000 lbf
MARCA
FORNEY U.S.A.
MODELO
F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253
METODO DE CALIBRACION
La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4
TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION
INF - LE 057
FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
 PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
 UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
 FECHA VACIADO : 05/10/2018
 FECHA ENSAYO : 08/10/2018
 CERTIFICADO : ZI008_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
P3	PROPORCION 1:7 50% CENIZA DE CAL 1 - 50% SHOTCRETE	-	3	10.20	81.71	3,217.0	39.37	3.86	-	5
P3	PROPORCION 1:7 50% CENIZA DE CAL 1 - 50% SHOTCRETE	-	3	10.20	81.71	3,473.0	42.50	4.17	-	5
							40.94		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
 II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
 III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
 2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorización sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

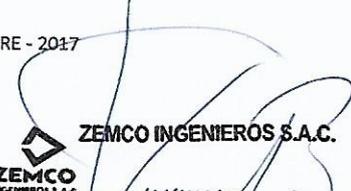
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

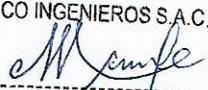
INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 139246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 05/10/2018
FECHA ENSAYO : 12/10/2018
CERTIFICADO : ZI012_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for specimens P3 with different proportions and diameters.

78.08 -

FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 05/10/2018
FECHA ENSAYO : 19/10/2018
CERTIFICADO : ZI019_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for specimens P3 with 1:7 proportions.

121.22

FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LFP - 298 - 2017
EQUIPO
PRENSA DE CONCRETO
CAPACIDAD
325000 lbf
MARCA
FORNEY U.S.A.
MODELO
F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253
METODO DE CALIBRACION
La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4
TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION
INF - LE 057
FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
EIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134332

Calle N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 05/10/2018
FECHA ENSAYO : 02/11/2018
CERTIFICADO : Z1002_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for specimens P3 with different proportions and ages.

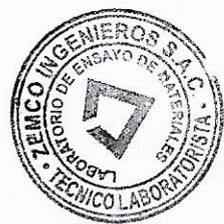
FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LFP - 298 - 2017
EQUIPO
PRENSA DE CONCRETO
CAPACIDAD
325000 lbf
MARCA
FORNEY U.S.A.
MODELO
F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253
METODO DE CALIBRACION
La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4
TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION
INF - LE 057
FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
SIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 05/10/2018
FECHA ENSAYO : 08/10/2018
CERTIFICADO : Z1008_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'C (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for specimens P4 with different proportions and diameters.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 05/10/2018
FECHA ENSAYO : 12/10/2018
CERTIFICADO : ZI012_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for specimens P4 with 25% ash and 75% shotcrete.

FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 154352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 05/10/2018
FECHA ENSAYO : 19/10/2018
CERTIFICADO : ZI019_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Contains two rows of test data for specimen P4.

165.87

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 154352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 05/10/2018
FECHA ENSAYO : 02/11/2018
CERTIFICADO : ZI002_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for specimens P4 with different proportions and ages.

FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIF N° 139246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIF N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 05/10/2018
FECHA ENSAYO : 08/10/2018
CERTIFICADO : ZI008_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'C (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-1 with proportions 1:6 and 1:6, and values for force and stress.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 05/10/2018
FECHA ENSAYO : 12/10/2018
CERTIFICADO : ZI012_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F' C (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-1 and summary values for W (75.00) and Porcentaje de Resistencia (-).

FORMULA:

C = W / A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 05/10/2018
FECHA ENSAYO : 19/10/2018
CERTIFICADO : ZI019_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include PBC2-1 with descriptions of concrete proportions and test results.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
EIP N° 135246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 154352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
 PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
 UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
 FECHA VACIADO : 05/10/2018
 FECHA ENSAYO : 02/11/2018
 CERTIFICADO : ZI002_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DÍAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC2-1	PROPORCION 1:6 CON CENIZA DE CAL 2	-	28	9.88	76.67	13,961.0	182.10	17.85	-	4
PBC2-1	PROPORCION 1:6 CON CENIZA DE CAL 2	-	28	9.95	77.68	13,875.0	178.62	17.51	-	4
							180.36		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
 I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
 II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
 III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
- El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

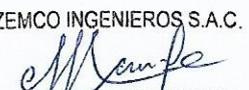
FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 139246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 06/10/2018
FECHA ENSAYO : 09/10/2018
CERTIFICADO : ZI009_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-2 specimens.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017
EQUIPO
PRENSA DE CONCRETO
CAPACIDAD
325000 lbf
MARCA
FORNEY U.S.A.
MODELO
F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253
METODO DE CALIBRACION
La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4
TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION
INF - LE 057
FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
GIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
GIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 06/10/2018
FECHA ENSAYO : 13/10/2018
CERTIFICADO : ZI013_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC2-2	PROPORCION 1:7 CON CENIZA DE CAL 2	-	7	9.94	77.60	5,291.0	68.18	6.68	-	1
PBC2-2	PROPORCION 1:7 CON CENIZA DE CAL 2	-	7	10.17	81.23	4,900.0	60.32	5.91	-	3
							64.25		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
 - II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
 - III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
- 2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 06/10/2018
FECHA ENSAYO : 20/10/2018
CERTIFICADO : ZI020_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F' C (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-2 specimens.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
 PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
 UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
 FECHA VACIADO : 06/10/2018
 FECHA ENSAYO : 03/11/2018
 CERTIFICADO : ZI003_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC2-2	PROPORCION 1:7 CON CENIZA DE CAL 2	-	28	10.17	81.23	12,133.0	149.36	14.64	-	4
PBC2-2	PROPORCION 1:7 CON CENIZA DE CAL 2	-	28	10.22	81.95	11,928.0	145.55	14.27	-	3
							147.45		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
- El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 133246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 06/10/2018
FECHA ENSAYO : 09/10/2018
CERTIFICADO : Z1009_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-3 with proportions 1:9 and 1:9.

FORMULA: c = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LFP - 298 - 2017
EQUIPO
PRENSA DE CONCRETO
CAPACIDAD
325000 lbf
MARCA
FORNEY U.S.A.
MODELO
F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253
METODO DE CALIBRACION
La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4
TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION
INF - LE 057
FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017

Signatures and stamps of Juan Carlos Espinoza Bustillos and Marco Antonio Espinoza Bustillos, including ZEMCO Ingenieros S.A.C. logos and professional titles.



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 06/10/2018
FECHA ENSAYO : 13/10/2018
CERTIFICADO : ZI013_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'C (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-3 with proportions 1:9 and 1:9.

FORMULA: c = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 06/10/2018
FECHA ENSAYO : 20/10/2018
CERTIFICADO : ZIO20_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-3 with proportions 1:9 and 1:9.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
EIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 06/10/2018
FECHA ENSAYO : 03/11/2018
CERTIFICADO : ZI003_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-3 with proportions 1:9 and 102.44.

FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 136246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 06/10/2018
FECHA ENSAYO : 09/10/2018
CERTIFICADO : ZI009_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-4 with proportions 1:10 and 24.10.

FORMULA: C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 06/10/2018
FECHA ENSAYO : 13/10/2018
CERTIFICADO : ZI013_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-4 with proportions 1:10 and 35.49% resistance.

FORMULA:

C = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
 PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
 UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
 FECHA VACIADO : 06/10/2018
 FECHA ENSAYO : 20/10/2018
 CERTIFICADO : ZI020_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (c) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC2-4	PROPORCION 1:10 CON CENIZA DE CAL 2	-	14	10.22	82.03	4,059.0	49.48	4.85	-	3
PBC2-4	PROPORCION 1:10 CON CENIZA DE CAL 2	-	14	9.91	77.05	4,067.0	52.78	5.17	-	4
							51.13		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036

II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033

III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.

2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOP: G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



Calle Tarma N° 215
Paragsha – Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

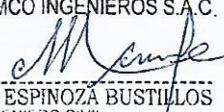
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 R.M.P. N° 138246

(063) 421918
RPM #963665214



gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 06/10/2018
FECHA ENSAYO : 03/11/2018
CERTIFICADO : ZI003_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC2-4	PROPORCION 1:10 CON CENIZA DE CAL 2	-	28	10.23	82.11	6,829.0	83.17	8.15	-	3
PBC2-4	PROPORCION 1:10 CON CENIZA DE CAL 2	-	28	10.22	81.95	5,474.0	66.79	6.55	-	3
							74.98		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036

II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033

III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.

2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
PIP N° 133246

(063) 421918
RPM #963665214



gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
 PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
 UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
 FECHA VACIADO : 07/10/2018
 FECHA ENSAYO : 10/10/2018
 CERTIFICADO : ZI010_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC2-5	PROPORCION 1:11 CON CENIZA DE CAL 2	-	3	10.14	80.75	1,450.0	17.96	1.76	-	3
PBC2-5	PROPORCION 1:11 CON CENIZA DE CAL 2	-	3	10.17	81.23	1,379.0	16.98	1.66	-	1
							17.47		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:**
 I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
 II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
 III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
- El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 138246

(063) 421918
RPM #963665214



gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134332

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
 PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
 UBICACIÓN : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
 FECHA VACIADO : 07/10/2018
 FECHA ENSAYO : 14/10/2018
 CERTIFICADO : ZI014_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	F'c (Kg/cm2) Diseño	EDAD (DIAS)	DIAMET. (cm)	A (cm2)	W (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm2)	ESFUERZO (Mpa)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
PBC2-5	PROPORCION 1:11 CON CENIZA DE CAL 2	-	7	9.92	77.29	1,754.0	22.69	2.22	-	3
PBC2-5	PROPORCION 1:11 CON CENIZA DE CAL 2	-	7	10.15	80.83	2,108.0	26.08	2.56	-	3
							24.39		-	

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036

II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033

III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
- El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



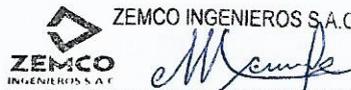
Calle Tarma N° 215
Paragsha – Simón Bolívar
Cerro de Pasco.


ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246

(063) 421918
RPM #963665214



gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 07/10/2018
FECHA ENSAYO : 21/10/2018
CERTIFICADO : ZI021_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-5 with proportions 1:11 and 1:11.

FORMULA: c = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma tecnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporcion experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDARES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 339 - 034 (2008)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : LABORATORIO ZEMCO INGENIEROS SAC
FECHA VACIADO : 07/10/2018
FECHA ENSAYO : 04/11/2018
CERTIFICADO : ZI004_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 11 columns: IDENTIFICACION, DESCRIPCION, F'c (Kg/cm2) Diseño, EDAD (DIAS), DIAMET. (cm), A (cm2), W (kg), ESFUERZO (C) (Kg/cm2), ESFUERZO (Mpa), PORCENTAJE DE RESISTENCIA, TIPO DE FALLA. Rows include data for PBC2-5 with proportions 1:11 and 6 types of failure.

FORMULA:

c = W/A

DONDE: C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

- NOTA:
I. DEL MUESTREO: Las probetas de concreto fueron muestreadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP 339.036
II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de las probetas de concreto se efectuó en base a la norma técnica NTP 339.033
III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 339.034 - 99

OBSERVACIONES:
1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la proporción experimental vaciado en laboratorio.
2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

ANEXO D

RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON CENIZA DE CAL 2

1. RESULTADOS DE BLOQUES ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:10
2. RESULTADOS DE BLOQUES ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:6
3. RESULTADOS DE BLOQUES ELABORADOS CON LA PROPORCIÓN 1:7

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN BLOQUES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 399 - 604 (2002)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACIÓN : CERRO DE PASCO
FECHA ELABORACION : 05/11/2018
FECHA ENSAYO : 03/12/2018
CERTIFICADO : ZI003_12 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

ESPECIMEN N°	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ÁREA BRUTA A (cm ²)	EDAD	CARGA ROTURA W (kg)	f' b (kg/cm ²)	f' b (Mpa)
	L ₁	L ₂	L _{promedio}	A ₁	A ₂	A _{promedio}					
PROPORCIÓN 1:10 BC-6	40.00	39.95	39.98	15.20	15.30	15.25	609.62	28	8,884.79	14.57	1.43
PROPORCIÓN 1:10 BC-7	40.30	40.00	40.15	15.10	15.18	15.14	607.87	28	9,852.50	16.21	1.59
PROPORCIÓN 1:10 BC-8	39.90	40.30	40.10	15.10	15.10	15.10	605.51	28	7,536.72	12.45	1.22
PROPORCIÓN 1:10 BC-9	40.20	40.40	40.30	15.30	15.30	15.30	616.59	28	8,604.37	13.95	1.37
PROPORCIÓN 1:10 BC-10	40.05	40.05	40.05	15.20	15.20	15.20	608.76	28	10,294.04	16.91	1.66
PROMEDIO:										14.82	1.45
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:										1.78	0.17
COEFICIENTE DE VARIACIÓN:										12.04%	12.04%
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN (f' b):										13.03 kg/cm ²	1.28 Mpa

FORMULA:
$$f'_b = \frac{W}{A}$$

DONDE: f' b = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm²
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las bloquetas fueron muestreados por el solicitante
II. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 399.604-2002

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra de las bloquetas concreto son perteneciente a la bloquetera
- El presente documento no debiera reproducirse sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)
- Las bloquetas fueron, identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION: 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN BLOQUES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 399 - 604 (2002)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO
PROYECTO : TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACIÓN : CERRO DE PASCO
FECHA ELABORACION : 06/11/2018
FECHA ENSAYO : 13/11/2018
CERTIFICADO : ZI013_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

ESPECIMEN N°	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ÁREA BRUTA A (cm ²)	EDAD	CARGA ROTURA W (kg)	f' _b (kg/cm ²)	f' _b (Mpa)
	L ₁	L ₂	L _{promedio}	A ₁	A ₂	A _{promedio}					
PROPORCIÓN 1:6 BC-1	40.15	40.25	40.20	15.10	15.23	15.17	609.63	7	13,064.60	21.43	2.10
PROPORCIÓN 1:6 BC-2	39.90	39.98	39.94	15.10	15.05	15.08	602.10	7	13,938.50	23.15	2.27
RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN (f'_b):										22.29 kg/cm²	2.19 Mpa

FORMULA:

$$f'_b = \frac{W}{A}$$

DONDE: f'_b = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm²
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

I. DEL MUESTREO: Las bloquetas fueron muestreados por el solicitante

II. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 399.604-2002

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra de las bloquetas concreto son perteneciente a la bloquetera
- El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)
- Las bloquetas fueron, identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134322

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN BLOQUES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 399 - 604 (2002)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACIÓN : CERRO DE PASCO
FECHA ELABORACION : 06/11/2018
FECHA ENSAYO : 20/11/2018
CERTIFICADO : ZI020_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 12 columns: ESPECIMEN N°, LARGO (cm), ANCHO (cm), ÁREA BRUTA A (cm²), EDAD, CARGA ROTURA W (kg), f' b (kg/cm²), f' b (Mpa). Rows include specimen data for proportions 1:6 BC-1 and BC-2, and a summary row for average resistance.

FORMULA: f' b = W / A

DONDE: f' b = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las bloquetas fueron muestreados por el solicitante
II. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 399.604-2002

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra de las bloquetas concreto son perteneciente a la bloquetera
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)
3) Las bloquetas fueron, identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marcelo Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN BLOQUES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 399 - 604 (2002)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACIÓN : CERRO DE PASCO
FECHA ELABORACION : 06/11/2018
FECHA ENSAYO : 04/12/2018
CERTIFICADO : Z1004_12 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

ESPECIMEN N°	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ÁREA BRUTA A (cm ²)	EDAD	CARGA ROTURA W (kg)	f' _b (kg/cm ²)	f' _b (Mpa)
	L ₁	L ₂	L _{promedio}	A ₁	A ₂	A _{promedio}					
PROPORCIÓN 1:6 BC-6	39.95	40.09	40.02	15.10	15.05	15.08	603.30	28	30,400.80	50.39	4.94
PROPORCIÓN 1:6 BC-7	40.10	40.00	40.05	15.10	15.10	15.10	604.76	28	29,187.34	48.26	4.73
PROPORCIÓN 1:6 BC-8	40.15	40.10	40.13	15.10	15.10	15.10	605.89	28	34,114.61	56.31	5.52
PROPORCIÓN 1:6 BC-9	40.00	39.92	39.96	15.05	14.99	15.02	600.20	28	30,124.46	50.19	4.92
PROPORCIÓN 1:6 BC-10	40.12	40.10	40.11	15.10	15.10	15.10	605.66	28	24,524.17	40.49	3.97
PROMEDIO:										49.13	4.82
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:										5.69	0.56
COEFICIENTE DE VARIACIÓN:										11.58%	11.58%
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN (f' _b):										43.44 kg/cm ²	4.26 Mpa

FORMULA:
$$f'_b = \frac{W}{A}$$

DONDE: f'_b = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm²
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las bloquetas fueron muestreados por el solicitante
II. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 399.604-2002

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra de las bloquetas concreto son perteneciente a la bloquetera
- El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)
- Las bloquetas fueron, identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marcos Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN BLOQUES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 399 - 604 (2002)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO
PROYECTO : TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACIÓN : CERRO DE PASCO
FECHA ELABORACION : 07/11/2018
FECHA ENSAYO : 14/11/2018
CERTIFICADO : ZI014_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

ESPECIMEN N°	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ÁREA BRUTA A (cm ²)	EDAD	CARGA ROTURA W (kg)	f' _b (kg/cm ²)	f' _b (Mpa)
	L ₁	L ₂	L _{promedio}	A ₁	A ₂	A _{promedio}					
PROPORCIÓN 1:7 BC-1	39.91	40.00	39.96	15.30	15.30	15.30	611.31	7	9,377.31	15.34	1.50
PROPORCIÓN 1:7 BC-2	40.25	40.10	40.18	15.25	15.10	15.18	609.66	7	10,687.65	17.53	1.72
RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN (f'_b):										16.44 kg/cm²	1.61 Mpa

FORMULA:

$$f'_b = \frac{W}{A}$$

DONDE: f'_b = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm²
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. **DEL MUESTREO:** Las bloquetas fueron muestreados por el solicitante
II. **DEL ENSAYO:** El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 399.604-2002

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra de las bloquetas concreto son perteneciente a la bloquetera
- El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)
- Las bloquetas fueron, identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

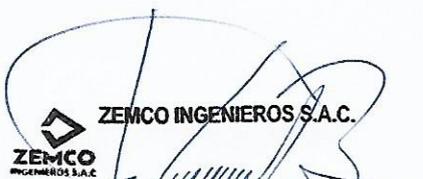
INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

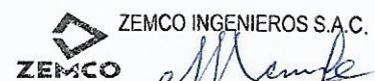
INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017




ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246




ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN BLOQUES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 399 - 604 (2002)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO
PROYECTO : TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACIÓN : CERRO DE PASCO
FECHA ELABORACION : 07/11/2018
FECHA ENSAYO : 21/11/2018
CERTIFICADO : ZI021_11 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

ESPECIMEN N°	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ÁREA BRUTA A (cm ²)	EDAD	CARGA ROTURA W (kg)	f' _b (kg/cm ²)	f' _b (Mpa)
	L ₁	L ₂	L _{promedio}	A ₁	A ₂	A _{promedio}					
PROPORCIÓN 1:7 BC-1	40.05	39.08	39.57	15.25	15.30	15.28	604.36	14	16,408.25	27.15	2.66
PROPORCIÓN 1:7 BC-2	40.00	40.20	40.10	15.20	15.20	15.20	609.52	14	19,218.59	31.53	3.09
RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN (f'_b):										29.34 kg/cm²	2.88 Mpa

FORMULA:

$$f'_b = \frac{W}{A}$$

DONDE: f'_b = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm²
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

I. DEL MUESTREO: Las bloquetas fueron muestreados por el solicitante

II. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 399.604-2002

OBSERVACIONES:

- Según indicado por el solicitante, la muestra de las bloquetas concreto son perteneciente a la bloquetera
- El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)
- Las bloquetas fueron, identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN BLOQUES DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO : NTP 399 - 604 (2002)

SOLICITANTE : VASQUEZ FAUSTINO ABRAHAM JOEL
PROYECTO : TESIS: "EVALUACION DE LA PROPORCION OPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018"
UBICACION : CERRO DE PASCO
FECHA ELABORACION : 07/11/2018
FECHA ENSAYO : 05/12/2018
CERTIFICADO : Z1005_12 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2018.

Table with 12 columns: ESPECIMEN N°, LARGO (cm), ANCHO (cm), AREA BRUTA A (cm²), EDAD, CARGA ROTURA W (kg), f'c (kg/cm²), f'c (Mpa). Rows include individual specimen data and summary statistics like PROMEDIO, DESVIACION ESTANDAR, and RESISTENCIA CARACTERISTICA A LA COMPRESION (f'c).

FORMULA: f'c = W/A

DONDE: f'c = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm2
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

NOTA:

- I. DEL MUESTREO: Las bloquetas fueron muestreados por el solicitante
II. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP 399.604-2002

OBSERVACIONES:

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra de las bloquetas concreto son perteneciente a la bloquetera
2) El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)
3) Las bloquetas fueron, identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LFP - 298 - 2017

EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP - TEST PILOT TA - 1253

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INDICADOR MARCA AEP TRANSDUCERS TRAZABILIDAD UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF - LE 057

FECHA DE CALIBRACION : 25 DE SETIEMBRE - 2017



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO DE MINAS
GIP N° 138246



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
GIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

ANEXO E

INFORME DE CALIDAD DEL CEMENTO ANDINO TIPO I

INFORME DE CALIDAD

MARCA: Andino Tipo I
 TIPO DE CEMENTO: Portland Tipo I
 ESPECIFICACIÓN VIGENTE: ASTM C-150
 NTP 334.009

Fecha: Segunda Quincena de Enero del 2016

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

PRUEBAS FÍSICAS:	Result. Ensayo	Spec. Limite	ANÁLISIS QUÍMICO:	Result. Ensayo	Spec. Limite
1) Superficie específica (BLAINE)	cm ² /gr.	3390	2800 Mín.	1) Pérdida por Ignición.	1.48 % 3.00 Máx.
				2) Residuo Insoluble	0.71 % 0.75 Máx.
2) Tiempo de fraguado (VICAT)	Hr. min'			3) Dióxido de silicio (SiO ₂)	20.89 % ---
	INICIAL	2:12	0:45: Mín	4) Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	4.83 % ---
	FINAL	4:55	06:15 Máx.	5) Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	3.24 % ---
3) Expansión Autoclave	%	-0.01	0.8 Máx.	6) Óxido de Calcio (CaO)	63.76 % ---
				7) Óxido de Magnesio (MgO)	2.09 % 6.0 Máx.
				7) Cal libre	0.93 % ---
4) Contenido de Aire, en volumen	%	5.20	12 Máx.	8) Trióxido de Azufre (SO ₃)	2.65 % 3.0 Máx.
				10) Óxido de Sodio (Na ₂ O)	0.08 % ---
				11) Óxido de Potasio (K ₂ O)	0.64 % ---
FASES MINERALÓGICAS SEGÚN BOGUE					
5) Resistencia a la compresión	Mpa	(lb/pulg ²)	Mpa	SILICATO TRICÁLCICO (C3S)	52.39 % ---
a 3 Días	21.53	3130	12.0 Mín.	SILICATO DICÁLCICO (C2S)	20.38 % ---
a 7 Días	29.85	4340	19.0 Mín.	ALUMINATO TRICÁLCICO (C3A)	7.33 % ---
a 28 Días	* 39.71	* 5760	---	FERROALUMINATO TETRACÁLCICO (C4AF)	9.85 % ---
6) Densidad	(gr/cm ³)	3.15			

REQUISITOS OPCIONALES

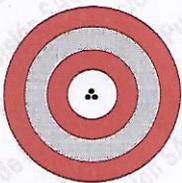
7) Falso Fraguado, penetración final	%	90.00	50 Min.	<u>ALCALIS EQUIVALENTES</u>	0.51 % 0.60 Máx.
8) Resistencia a sulfatos				Calor de Hidratación a 7 días	67.60 Cal/g
Expansión a 180 días	%	0.083	0.1 Max.	Calor de Hidratación a 28 días	77.90 Cal/g

* Corresponde a 2da. Quincena Diciembre del 2015



ANEXO F

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MÁQUINA DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS Y BLOQUES DE CONCRETO



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 298 - 2017

Página : 1 de 2

Expediente : T 361-2017

Fecha de emisión : 2017-09-26

1. Solicitante : ZEMCO INGENIEROS S.A.C

Dirección : CAL.TARMA NRO. 215 BARR. PARAGSHA - SIMON BOLIVAR - PASCO

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : FORNEY

Modelo de Prensa : F-325/LA270-TP

Serie de Prensa : 14122

Capacidad de Prensa : 325000 lbs

Marca de indicador : FORNEY

Modelo de Indicador : TA-1253

Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
25 - SEPTIEMBRE - 2017

4. Método de Calibración

La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 057	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	11,0	11,3
Humedad %	65	65

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

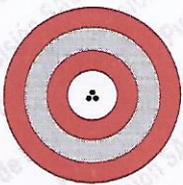
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 298 - 2017

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10032	10063	-0,32	-0,63	10048	-0,47	-0,31
20000	19855	19869	0,73	0,66	19862	0,69	-0,07
30000	29768	29733	0,77	0,89	29751	0,84	0,12
40000	39769	40073	0,58	-0,18	39921	0,20	-0,76
50000	49574	49698	0,85	0,60	49636	0,73	-0,25
60000	59737	59658	0,44	0,57	59698	0,51	0,13
70000	69878	69750	0,17	0,36	69814	0,27	0,18

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0041x + 19,307$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

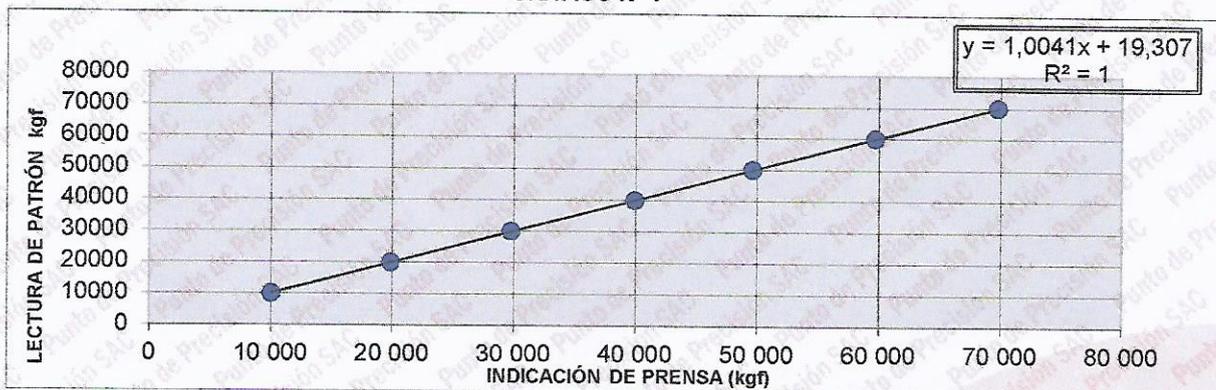
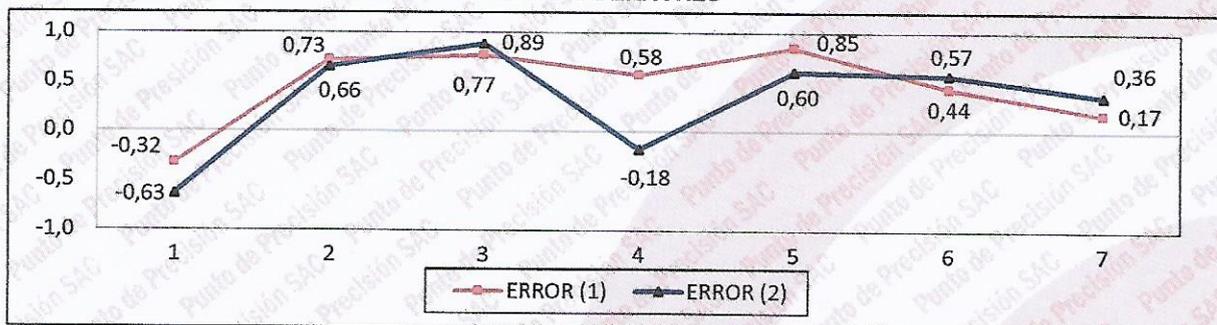
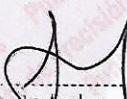


GRÁFICO DE ERRORES




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

ANEXO G

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N°1 - Ensayos Físicos de los Agregados



Foto N°2 - Ensayo de Granulometría de Agregados



Foto N°3 - Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregados



Foto N°4 - Proceso de Tamizado (zarandeado) de Agregados



Foto N°5 - Peso Unitario Compactado Combinación de Agregados



Foto N°6 - Proporciónamiento con Ceniza de Cal 2



Foto N°7 - Preparación de Mezclas Experimentales



Foto N°8 - Obtención de Muestras de Mezclas Experimentales



Foto N°9 - Muestras de Probetas Cilíndricas Fraguadas



Foto N°10 - Muestras de Probetas Cilíndricas 28 días



Foto N°11 y 12 - Rotura de Probetas Cilíndricas - Preparación de Material para Fabricación de Bloques de Concreto



Foto N°13 - Saturación 24 horas de Ceniza de Cal 2 para Fabricación de Bloques



Foto N°14 - Mezclado de Materiales Fabricación de Bloques de Concreto



Foto N°15 - Desmolde de las Unidades Vibro-Compactadas



Foto N°16 - Muestreo de Unidades de Bloques de Ceniza de Cal 2 Refrentadas

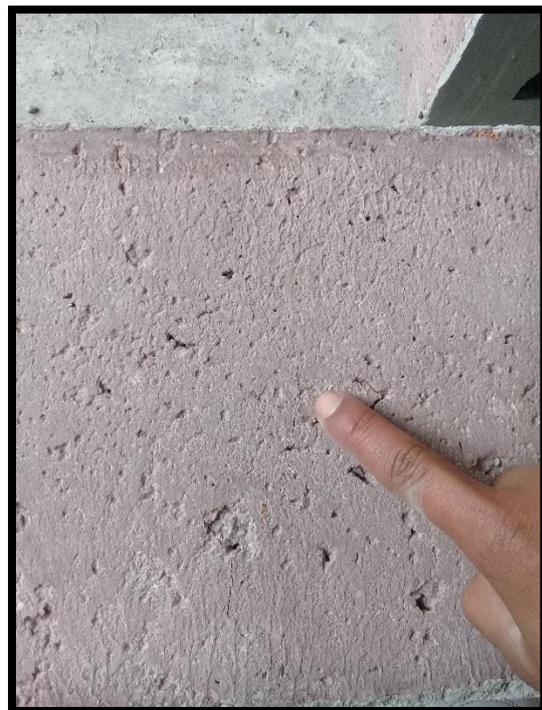


Foto N°17 - Ensayo de Resistencia a la Compresión de Bloques de Concreto