



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Conminución de concreto reciclado y reuso como agregado fino en
elementos estructurales para determinar las propiedades
mecánicas, Juliaca – Puno 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Mullisaca Zapata, Alex Melitón (ORCID:0000-0002-2375-6797)

ASESOR:

Mg. Clemente Condori, Luis Jimmy (ORCID:0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Con mucho cariño a mis padres; Prudencio Mullisaca Carcasi y mi madre Marina Zapata Ayarquispe, gracias a sus esfuerzos e logrado culminar mis estudios, a todas las personas cercanas que me apoyaron durante todo este proceso de desarrollo del mismo, gracias por todo su apoyo.

Agradecimiento

Empezar dando gracias a Dios por permitirme, cumplir mis metas y disfrutar de mi familia. agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

En segundo lugar, a todos mis amigos, que participaron en parte o la totalidad del desarrollo de esta tesis, por brindarme ánimos y alentarme para continuar este largo camino.

Índice de contenidos

| | |
|---|-----|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | v |
| Índice de tablas | vi |
| Índice de figuras | vii |
| Índice de Abreviaturas..... | ix |
| Resumen | x |
| Abstract | xi |
| I.INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| III.METODOLOGÍA..... | 23 |
| 3.1 Tipos y diseño de investigación | 23 |
| 3.2 Variables y Operacionalización | 24 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo..... | 25 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 26 |
| 3.5 Procedimientos | 29 |
| 3.6. Análisis de los datos obtenidos | 36 |
| 3.7 Aspectos éticos | 36 |
| IV. RESULTADOS..... | 37 |
| V. DISCUSIÓN | 53 |
| VI. CONCLUSIONES | 56 |
| VII. RECOMENDACIONES | 57 |
| REFERENCIAS..... | 58 |
| ANEXOS | 65 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días | 9 |
| Tabla 2. Resumen de resistencia a la compresión en Mega pascales | 10 |
| Tabla 3. Resistencia a la compresión de las diferentes mezclas | 11 |
| Tabla 4. Comportamiento comparado a la compresión en porcentajes | 12 |
| Tabla 5. Resumen de características del concreto con residuos | 13 |
| Tabla 7. Resultados de resistencia promedio a la compresión | 15 |
| Tabla 8. Resultados comparativos de la resistencia promedio a la compresión | 17 |
| Tabla 9. Cuadro de operacionalización de variables | 24 |
| Tabla 10: Resumen de normas..... | 27 |
| Tabla 11: Resultados de la validación del instrumento..... | 27 |
| Tabla 12: Interpretación del coeficiente alfa de Cronbach..... | 28 |
| Tabla 13. Módulo de finura del agregado fino con concreto reciclado | 37 |
| Tabla 14. % de absorción del agregado fino con concreto reciclado | 38 |
| Tabla 15. Peso específico del agregado fino con concreto reciclado..... | 39 |
| Tabla 16. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días | 40 |
| Tabla 17. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días | 41 |
| Tabla 18. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días | 43 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Producción de concreto a baja escala..... | 1 |
| Figura 2. Crecimiento demográfico de la ciudad de Juliaca. | 2 |
| Figura 3. Escombros de pavimentos dificultando la transitabilidad | 4 |
| Figura 4. Escombros a las afueras de la ciudad de Juliaca..... | 5 |
| Figura 5. Resistencia a la compresión..... | 8 |
| Figura 6. Resistencia a la compresión de diferentes tipos de mezclas | 10 |
| Figura 7. Resistencia a la compresión de las mezclas | 11 |
| Figura 8. Comportamiento comparado a la compresión en %..... | 12 |
| Figura 9. Resistencia a la compresión promedio..... | 16 |
| Figura 10. Concreto para la construcción..... | 18 |
| Figura 11. Residuos de construcción y demolición en Juliaca | 19 |
| Figura 12. Agregados para el concreto | 20 |
| Figura 13. Ensayo de resistencia a la compresión | 21 |
| Figura 14. Ensayo para peso específico de los agregados | 22 |
| Figura 15. Ensayo de absorción de los agregados..... | 22 |
| Figura 15. Cantera del Rio Unocolla, Juliaca..... | 29 |
| Figura 16. Separación de gruesos y finos por el tamiz N°4..... | 29 |
| Figura 17. Ensayo de absorción del agregado | 30 |
| Figura 18. Ensayo de peso específico del agregado..... | 30 |
| Figura 19. Ensayo de granulometría | 30 |
| Figura 20. Escombros de concreto en la ciudad de Juliaca..... | 31 |
| Figura 22. Mezcla de la conminución del concreto con el agregado fino | 33 |
| Figura 23. Mezcla de agregados con cemento..... | 33 |
| Figura 24. Equipos para el vaciado | 34 |
| Figura 25. Vaciado de briquetas..... | 34 |
| Figura 26. Desencofrado de briquetas | 35 |
| Figura 27. Curado de briquetas | 35 |
| Figura 28. Rotura de briquetas en máquina de compresión axial..... | 36 |
| Figura 29. Módulo de finura del agregado fino con concreto reciclado | 37 |
| Figura 30. % de absorción del agregado fino con concreto reciclado | 38 |
| Figura 31. Peso específico del agregado fino con concreto reciclado..... | 39 |
| Figura 32. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días..... | 41 |

| | |
|---|----|
| Figura 33. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días..... | 42 |
| Figura 34. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días..... | 43 |
| Figura 35. Resistencias a los 7, 14 y 28 días | 44 |
| Figura 36. Estadísticas descriptivas – Hipótesis secundaria1a | 45 |
| Figura 37. Prueba de hipótesis secundaria1a | 45 |
| Figura 38. Gráfica de contrastación de hipótesis secundaria1a | 46 |
| Figura 39. Estadísticas descriptivas – Hipótesis secundaria 1b | 47 |
| Figura 40. Prueba de hipótesis secundaria1b | 47 |
| Figura 41. Gráfica de contrastación de hipótesis secundaria1b | 47 |
| Figura 42. Estadísticas descriptivas – Hipótesis secundaria 2 | 49 |
| Figura 43. Prueba de hipótesis secundaria 2 | 49 |
| Figura 44. Gráfica de contrastación de hipótesis secundaria 2 | 49 |
| Figura 45. Estadísticas descriptivas – Hipótesis secundaria 3 | 51 |
| Figura 46. Prueba de hipótesis secundaria 3 | 51 |
| Figura 47. Gráfica de contrastación de hipótesis secundaria 3 | 51 |

Índice de Abreviaturas

ASTM: American Society for Testing and Material

NTC: Norma Técnica Colombiana

Mpa: Mega pascales

NTP: Norma Técnica Peruana

RCD: Residuos de Construcción y Demolición

F'c: Resistencia a la Compresión del concreto

ACI: American Concrete Institute

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

DF: Disposición Final

Resumen

Esta tesis propone el uso de conminución de concreto reciclado que proviene de desechos de la construcción o demoliciones para mezclas de concreto añadido al agregado fino en diferentes proporciones de peso. De manera que se cumpla con las diversas especificaciones granulométricas del agregado (norma ASTM C-33).

El objetivo general fue determinar las propiedades mecánicas mediante la conminución de concreto reciclado y reuso como agregado fino en elementos estructurales, donde se determinaron el módulo de finura, la absorción, el peso específico del agregado fino y, finalmente, la resistencia a compresión del concreto endurecido.

Esta tesis considera el método Hipotético deductivo, un diseño experimental, tipo aplicada y un nivel correlacional. Para conocer la resistencia a la compresión del concreto incorporado con conminución de concreto reciclado, se elaboraron 3 briquetas por cada tiempo de maduración (7,14 y 28 días), considerando el diseño de mezcla para 210kg/cm^2 .

Los resultados de la investigación fueron: El módulo de finura con el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% es 3, 2.98, 2.97, 2.97, 2.96. La absorción con el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% es 3.26%, 3.67%, 3.91%, 4.06% y 4.52%. El peso específico con el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% es 2.53 gr/cm^3 , 2.45 gr/cm^3 , 2.41 gr/cm^3 , 2.36 gr/cm^3 , 2.34 gr/cm^3 respectivamente. La resistencia a la compresión a los 28 días: con el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% es 221.64kg/cm^2 , 219.09kg/cm^2 , 217.18 kg/cm^2 , 214.7 kg/cm^2 y 212.24 kg/cm^2 .

Por lo tanto, se concluye que: el módulo de finura del agregado fino con la incorporación del concreto reciclado se reduce; el porcentaje de absorción aumenta, el peso específico disminuye y la resistencia a la compresión también disminuye a medida que se adicionan mayores contenidos de concreto reciclado.

Palabras clave: propiedades mecánicas, resistencia a compresión, concreto reciclado.

Abstract

This thesis proposes the use of recycled concrete comminution that comes from construction or demolition waste for concrete mixes added to fine aggregate in different weight ratios. In such a way that the various granulometric specifications of the aggregate are met (ASTM C-33 standard).

The general objective was to determine the mechanical properties through the comminution of recycled concrete and reuse as fine aggregate in structural elements, where the fineness modulus, absorption, specific weight of the fine aggregate and, finally, the compressive strength of the concrete were determined. hard.

This thesis considers the hypothetical deductive method, an experimental design, applied type and a correlational level. To know the compressive strength of concrete incorporated with comminution of recycled concrete, 3 briquettes were made for each maturation time (7.14 and 28 days), considering the mix design for 210kg / cm².

The results of the investigation were: The fineness modulus with 0%, 5%, 10%, 15% and 20% is 3, 2.98, 2.97, 2.97, 2.96. The absorption with 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% is 3.26%, 3.67%, 3.91%, 4.06%, and 4.52%. The specific gravity with 0%, 5%, 10%, 15% and 20% is 2.53 gr / cm³, 2.45 gr / cm³, 2.41 gr / cm³, 2.36 gr / cm³, 2.34 gr / cm³ respectively. The compressive strength at 28 days: with 0%, 5%, 10%, 15% and 20% it is 221.64kg / cm², 219.09kg / cm², 217.18 kg / cm², 214.7 kg / cm² and 212.24 kg / cm².

Therefore, it is concluded that: the fineness modulus of the fine aggregate with the incorporation of recycled concrete is reduced; the absorption percentage increases, the specific gravity decreases and the compressive strength also decreases as higher recycled concrete contents are added.

Keywords: *mechanical properties, compressive strength, recycled concrete.*

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad una de las mayores problemáticas y preocupaciones a nivel mundial es el cuidado del medio ambiente, es importante el reciclaje de materiales que pueden ser empleados en todo tipo de procedimientos permitiendo de esa manera reducir la contaminación, crear nuevos productos con menos inversión de materia prima, minimizar la explotación de recursos no renovables y crear nuevas fuentes energéticas y económicas.

El concreto es la materia base para la construcción más usado mundialmente. Por lo que, solo en el año 2007, se produjeron alrededor de 800 000 000 de toneladas en Estados Unidos, además de los 11 billones de toneladas que fue el consumo total en el mundo, es decir, cerca de 1.7 toneladas por persona (Naik 2005). Esto se da, debido a su fácil producción, como se expone en la figura 1.



Figura 1. Producción de concreto a baja escala.

Por consiguiente, la construcción es uno de los sectores más contaminantes a nivel mundial debido a la masiva producción de residuos de construcción y demolición, generados durante los procesos de demolición de edificaciones que han cumplido con su vida útil o durante los procesos de ejecución de nuevas obras (Méndez et al. 2010, p. 37). Por ello, el tópico de la construcción que sea a la vez técnica y sostenible toma fuerza durante los últimos tiempos, por la necesidad de dar un mejor uso a los materiales que se usan en la construcción. En otros países, en muchos de los países considerados como de primer mundo existe normativa que regula el uso de este tipo de residuos (Kazemi 2012, p. 56).

Muchos de los países desarrollados cuentan con estudios significativos sobre el uso del concreto reciclado, además de normas para regular su uso. Sin embargo, el Perú no cuenta con dichas normas, lo cual indica que no hay suficientes estudios que avalen dicho uso.

Juliaca es una ciudad joven en plena etapa de crecimiento demográfico, no solo por las altas tasas de natalidad, sino por la recepción demográfica local y regional (inmigración) que determina sus altas tasas de crecimiento permanente, que ocupó un 12° lugar entre las grandes ciudades del Perú en 2007 y 11° en 2012 (Choquehuanca., 2014). Tal y como se expone en la figura 2

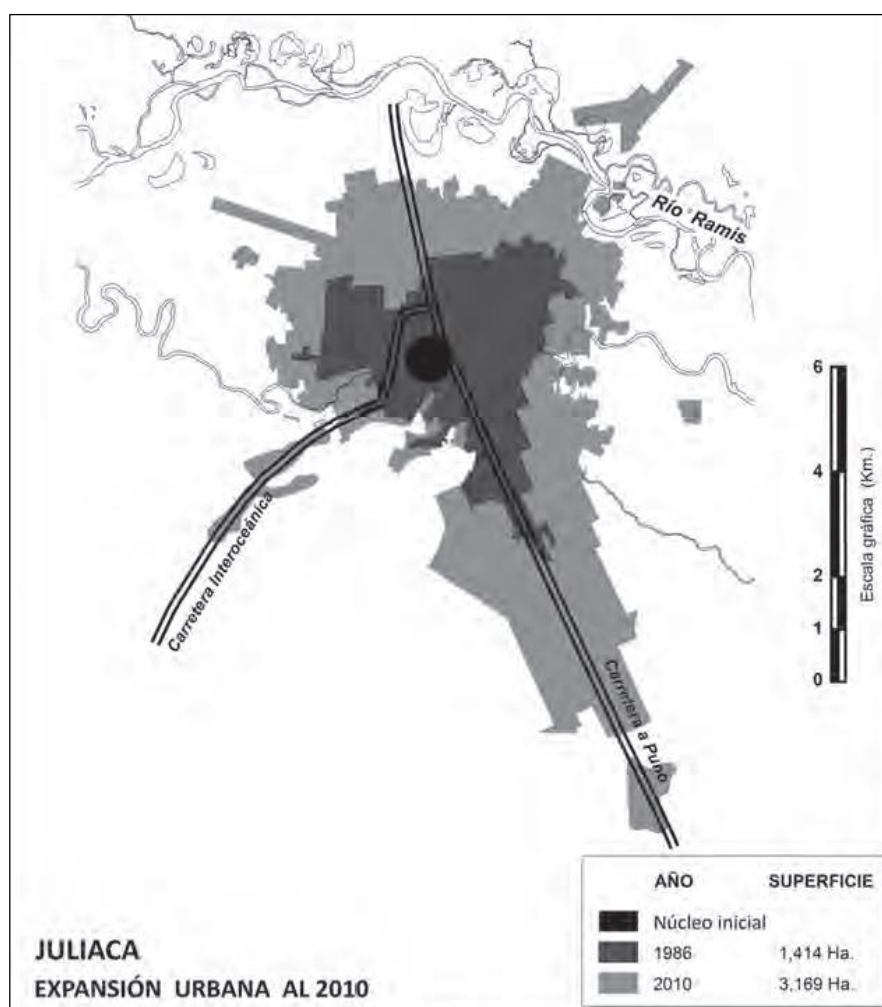


Figura 2. Crecimiento demográfico de la ciudad de Juliaca.

Fuente: Choquehuanca, 2014

De esta manera, el crecimiento poblacional acelerado de la ciudad de Juliaca ha generado problemas de diversa índole; uno de los más importantes es la alta

demanda de viviendas. Debido a ello, muchas de las construcciones existentes necesitan actualizaciones y cambios constantes, que conllevan la demolición del total o de una parte de dicha construcción. Las demoliciones y modificaciones de construcciones antiguas generan una gran cantidad de residuos de construcción, dentro de la que es posible encontrar: vidrios triturados, fierros retorcidos y escombros de concreto. Estos residuos, generalmente, son trasladados a los botaderos y rincones de la ciudad de Juliaca, causando una terrible impresión para los pobladores y afectando al medio ambiente.

Formulación del problema

Se tiene el siguiente problema general: ¿Cómo la conminución de concreto reciclado y reusó como agregado fino en elementos estructurales determinaría las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno 2021?

Asimismo, se plantean los siguientes problemas específicos: ¿Con la molienda mecanizada se alcanzaría un módulo de finura en el rango de 2.3 a 3.1 utilizando la conminución de concreto reciclado?; ¿Con un tamaño de partícula medio se lograría un porcentaje adecuado de humedad y absorción utilizando la conminución de concreto reciclado? Y ¿Con un tamaño máximo de partícula se definiría un peso específico apropiado para la trabajabilidad utilizando la conminución de concreto reciclado?

Justificación

Esta tesis denominada “Conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno 2021”, consideró diferentes justificaciones: teórica, social, ambiental y económica. Las cuales se van a detallar a continuación:

Justificación teórica

El reciclaje es una de las mejores maneras de hacer un correcto y completo uso de los escombros o residuos sólidos de la construcción, además de la demolición que son generados todos los días en las ciudades. Sin embargo, se deben tener referencias válidas de que la conminución de concreto reciclado generará

agregados finos y gruesos de calidad suficiente para que cumplan los estándares establecidos por la Norma Técnica Peruana y que sean capaces de llegar a la resistencia a la compresión requerida para el uso previamente establecido.

Diversos investigadores realizaron estudios sobre conminución de concreto reciclado llegaron a la conclusión que el correcto reúso de los escombros de la demolición para la producción de agregados, puede permitir que se llegue a una resistencia a la compresión lista para conformar elementos estructurales. Otros señalan y estiman ciertos porcentajes de uso en reemplazo de agregados. Por todo ello, es necesario evaluar ese concreto que pueda cumplir con los parámetros solicitados en la normativa y se puedan usar en las nuevas construcciones.

Justificación Social

El estado hace la recomendación de que se implemente una adecuada forma de gestionar los residuos en cada municipio, con el fin de controlar los residuos de construcción y demolición, para depositarlos en espacios apropiados. Sin embargo, si a dicha forma de gestionar los residuos de concreto, se le suma la reutilización de la conminución de concreto reciclado, sería de mucho provecho en el ámbito social, al mismo tiempo del ámbito económico y ambiental. Además, se ve cómo los escombros de la demolición de pavimentos afectan directamente tanto a la libre transitabilidad de vehículos como de peatones. Tal y como se expone en la figura 3.



Figura 3. Escombros de pavimentos dificultando la transitabilidad

Justificación Ambiental

Si bien, hay un reglamento que permite gestionar y manejar diversos tipos de residuo sólido de construcción y demolición, las personas que tienen la autoridad de los gobiernos locales, los que gestionan todo tipo de construcciones y los pobladores ciudadanos en cada uno de los distritos de San Román, como Juliaca no lo cumplen. Debido a esta omisión, los escombros son lanzados en las afueras de la ciudad o en cualquier espacio público, de esta manera contaminan el medio ambiente, como se ve en la figura 4. “En la mayoría de países tercermundistas, como el Perú, casi no existe una cultura de promoción para reciclar, lo cual hace reflejo de las pocas investigaciones que caractericen la conminución de concreto reciclado que se generan a nivel nacional”(Garay, 2018, p.22).



Figura 4. Escombros a las afueras de la ciudad de Juliaca

De tal manera, esta tesis es justificada por una imperante necesidad que surge a través de la determinación de las propiedades de la conminución de concreto reciclado.

Justificación económica

Según Shetty (2013), en un artículo denominado “Reciclando Concreto” se ven algunos casos como los que siguen:

a) En California, para una obra vial de Anaheim se reutilizaron alrededor de 70000 ton. de agregados.

b) En Australia, hubo un proyecto de construcción vial llamado Western Link Road se pudo ahorrar US\$ 4 millones por el uso de concreto reciclado como agregado.

Generalmente, existen muchas ventajas provenientes del reciclaje. Por lo que es posible deducir que el utilizar agregados reciclados nos genera ahorros.

Delimitación de la investigación

Delimitación espacial

Esta investigación se desarrolló en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, Departamento de Puno con los residuos provenientes de las demoliciones encontrados en los vertederos de la ciudad.

Delimitación temporal

El desarrollo de esta propuesta investigativa se llevó a cabo en los meses de marzo hasta junio del año 2021. Para desarrollar esta tesis, se tomó a la ciudad de Juliaca.

Objetivos

Teniendo como objetivo general determinar las propiedades mecánicas mediante la conminución de concreto reciclado y reusó como agregado fino en elementos estructurales, además de los objetivos específicos: Alcanzar un módulo de finura en el rango de 2.3 a 3.1 utilizando la conminución de concreto reciclado mediante la molienda mecanizada; lograr un porcentaje adecuado de humedad y absorción utilizando la conminución de concreto reciclado por medio de tamaño de partícula medio; y definir un peso específico apropiado para la trabajabilidad utilizando la conminución de concreto reciclado en base a un tamaño máximo de partícula.

Hipótesis

Según lo que se planteó, se propuso la siguiente hipótesis general: La conminución de concreto reciclado y reuso como agregado fino en elementos

estructurales determinara las propiedades mecánicas, Juliaca. Así como las siguientes hipótesis específicas: La molienda mecanizada alcanzará un módulo de finura en el rango de 2.3 a 3.1 utilizando la conminución de concreto reciclado; Un tamaño de partícula medio lograra un porcentaje adecuado de humedad y absorción, aumentando a medida que aumente el porcentaje de conminución de concreto reciclado.; y un tamaño máximo de partícula definirá un peso específico apropiado para la trabajabilidad, reduciéndose a medida que aumente el porcentaje de conminución de concreto reciclado conminución de concreto reciclado.

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Antecedentes internacionales

En Canadá, Pickel (2014) en su tesis denominada: “Agregado de concreto reciclado”: influencia de las condiciones de pre-saturación y curado del agregado en las propiedades de endurecimiento del concreto, que fue sustentada en la Universidad de Waterloo; con el objetivo de evaluar las características del concreto reciclado como agregado. Se usó el método experimental de la siguiente manera: se usaron 2 clases de agregado, tanto de alta como de baja calidad. Dichos agregados se compararon con uno natural que fue denominado como la muestra patrón. Se obtuvieron los resultados del porcentaje de humedad los cuales se encontraron entre un 85% al 93%. Lo cual indicó que su comportamiento sería diferente a la hora de someter al concreto al procedimiento normal de curado. En cuanto a los niveles de saturación, los resultados fueron considerados para un 0%, 60% y 100% de su capacidad completa de absorción. Para cada mezcla se contó un porcentaje 30% a 100% de agregado de concreto reciclado, en proporción al volumen agregado. Por lo que se concluyó que al comparar el agregado de origen natural con el agregado cuyo origen es el reciclaje, el último presentó ventajas al ser saturado, lo cual se traduce en una mejor resistencia a la compresión. Los resultados se muestran en la figura 5:

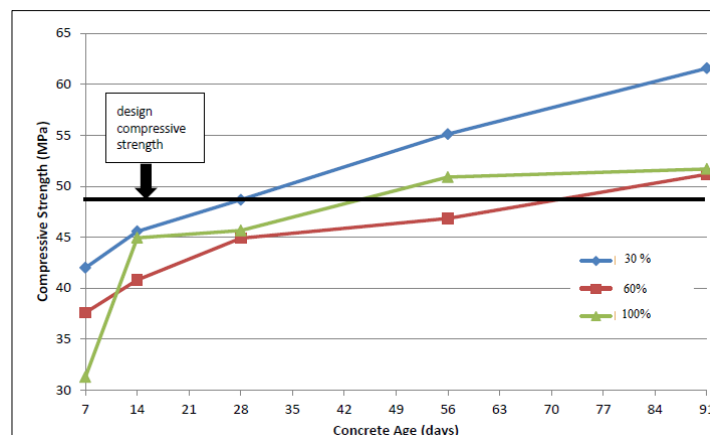


Figura 5. Resistencia a la compresión.

Fuente: Pickel, 2014

En Mexico, Mendoza y Chávez (2017) en su investigación denominada: “Residuos de construcción y demolición como agregado de concreto hidráulico nuevo”, que fue publicada en la Revista de Ingeniería Civil No.2 9-14; tuvieron el objetivo de mostrar la factibilidad de reutilización de residuos de construcción y demolición, como agregados de concreto nuevo, con base en la ASTM International , para aplicarse en obras civiles con consumos de cementos bajos hasta la resistencia a la compresión =150 kg cm-2 y disminuir el impacto ambiental generado por su inadecuado manejo. El método experimental se realizó con la preparación de cilindros de concreto utilizando la práctica normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del concreto. Los resultados mostraron que los agregados, producto del reciclaje de concreto premezclado, producen concretos reciclados clase dos. Por lo que se concluye que pueden ser usados en obras de construcción como: banquetas, guarniciones, plantillas de concreto pobre, pisos de casa habitación, canchas deportivas y otros usos que se le puedan asociar a obras con concreto de baja resistencia menores a la resistencia a la compresión =150 kg cm-2. A continuación, se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días

| TIEMPO EN DIAS | | | |
|----------------|--------|--------|--------|
| MEZCLA | 7 | 14 | 28 |
| E1CR150 | 115.18 | 150.67 | 206.09 |
| E1CN150 | 117.00 | 145.00 | 188.50 |
| E2CR150 | 120.21 | 154.16 | 200.55 |
| E2CN150 | 99.95 | 150.03 | 200.00 |
| E3CR150 | 101.72 | 154.16 | 177.41 |
| E3CN150 | 91.96 | 178.83 | 200.00 |

Fuente: Mendoza y Chávez, 2017

En Colombia, Agreda y Moncada (2015) en su tesis llamada: “Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados”, sustentada en la Universidad Católica De Colombia; con el objetivo de evaluar la viabilidad técnica del uso de agregado fino reciclado en la elaboración de productos prefabricados para espacio público tales como sardineles, bordillos, cunetas y tope llantas que cumplan con la normativa

colombiana para este tipo de elementos (NTC-4109) y con estándares mínimos de calidad. Según su método experimental, se hizo el ensayo de Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 21 días de maduración. El porcentaje de concreto reciclado aplicado fue, 0 para el concreto convencional, 70%, 50% y 25%. Los resultados mostraron que los cilindros ensayados a 7, 14 y 21; tuvieron diferentes variaciones en la resistencia prevista. Por lo que se concluyó que el mejor porcentaje fue el de 70% de grava reciclada. Como se ve en la tabla 2 y la figura 6.

Tabla 2. Resumen de resistencia a la compresión en Mega pascales

| RESUMEN RESISTENCIA A LA COMPRESION (Mpa) | | | |
|--|---------------|----------------|----------------|
| TIPO DE MEZCLA | 7 Días | 14 Días | 21 Días |
| Convencional | 22.66 | 29.18 | 34.58 |
| 70% Grava Reciclada | 23.04 | 31.64 | 34.91 |
| 50% Grava Reciclada | 22.77 | 29.47 | 30.87 |
| 25% Grava Reciclada | 18.37 | 22.64 | 28.79 |

Fuente: Agreda y Moncada, 2015

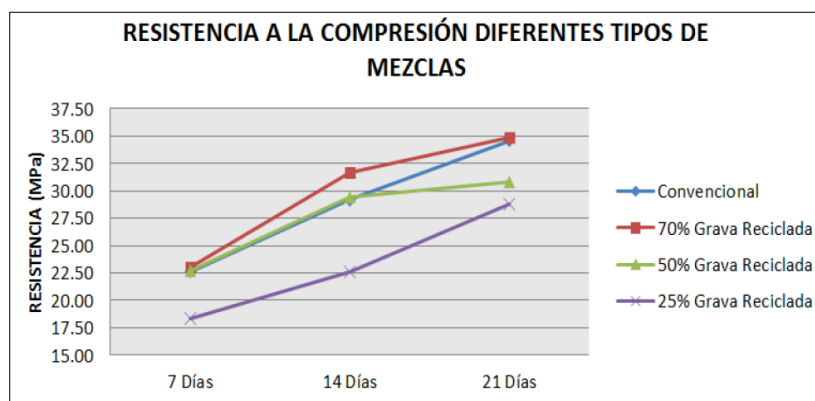


Figura 6. Resistencia a la compresión de diferentes tipos de mezclas

Fuente: Agreda y Moncada, 2015

En Bogotá, Romero (2004) en su tesis titulada: Viabilidad técnica y económica del uso del concreto reciclado como agregado, que fue sustentada en la Universidad de los Andes; con el objetivo de determinar la viabilidad técnica y económica del uso de concreto reciclado como agregado en la elaboración de productos de concreto. Para el método experimental, consideró un porcentaje de

concreto reciclado del 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100%. Con cada una de las mezclas de concreto se fabricaron tres (3) probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, con el fin de ensayar dos muestras a 3, 7 y 28 días. En total se elaboraron 20 cilindros. Los ensayos se realizaron de acuerdo con el método descrito en la NTC 673 “Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto”. Sus resultados mostraron las variaciones en la resistencia a la compresión, siendo el mayor al 30%. Por lo que se concluye que, a mayor concreto triturado, menor resistencia a compresión. Como se ve en la Tabla 3 y Figura 7.

Tabla 3. Resistencia a la compresión de las diferentes mezclas

| | | NUMERO DE MEZCLA | | | | | | | | | |
|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | un | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| % de Concreto Triturado | % | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 100% |
| % de Arena de Rio | % | 50% | 44% | 37% | 31% | 24% | 18% | 11% | 5% | 0% | 0% |
| % Grava 3/8" | % | 50% | 47% | 43% | 40% | 36% | 33% | 29% | 26% | 20% | 0% |
| Cemento | kg/m ³ | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Relación a/c | - | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Asentamiento | mm | 20 | 21 | 20 | 27 | 35 | 49 | 48 | 45 | 50 | 60 |
| Resistencia a la Compresión f_c kg/cm ² (Cilindros 10x20 cm) | 3 d | 163 | 142 | 132 | 166 | 160 | 151 | 148 | 159 | 141 | 117 |
| | % | 100% | 87% | 81% | 102% | 98% | 93% | 91% | 98% | 86% | 72% |
| | 7 d | 248 | 211 | 200 | 238 | 243 | 205 | 208 | 235 | 209 | 167 |
| | % | 100% | 85% | 81% | 96% | 98% | 83% | 84% | 95% | 84% | 67% |
| | 28 d | 304 | 276 | 263 | 311 | 312 | 273 | 289 | 289 | 256 | 219 |
| | % | 100% | 91% | 87% | 102% | 103% | 90% | 95% | 95% | 84% | 72% |

Fuente: Romero, 2004

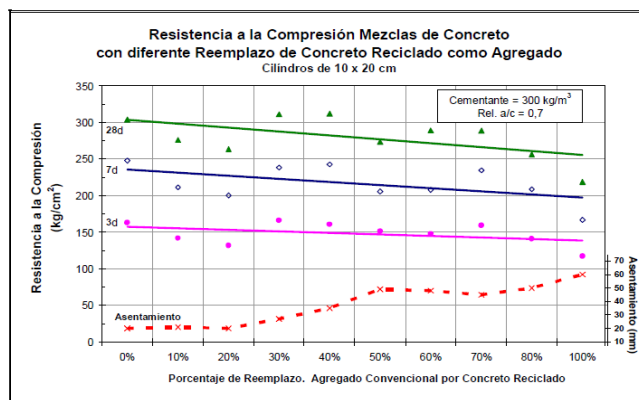


Figura 7. Resistencia a la compresión de las mezclas

Fuente: Romero, 2004

En Medellín, Bedoya y Dzul (2015) en su investigación denominada: El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana, publicada en la Revista Ingeniería de Construcción Vol. 30 N°2; con el objetivo de confeccionar un concreto usando agregados reciclados obtenidos de la valorización de escombros de concreto y mampostería. Para el método experimental utilizado, se muestran aspectos como resistencia al esfuerzo de la compresión a 3, 7, 14, 28, 56 y 91 días; y una reseña de las políticas públicas de Construcción Sostenible y aprovechamiento de escombros formuladas en Medellín, Colombia. Los resultados fueron los que se muestran en la tabla 4 y figura 8. Es decir, la propiedad de la resistencia a la compresión llegó al 98 % de la resistencia proyectada; mientras que la mezcla con 100 % solo legó a un 88.99%. Se concluye que con incorporación de porcentajes del 25 %, 50 % y 100 % la resistencia a la compresión disminuye ya que son porcentajes altos:

Tabla 4. Comportamiento comparado a la compresión en porcentajes

| Comportamiento comparado a la compresión en % | | | | | | |
|---|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Mezcla | 3 días | 7 días | 14 días | 28 días | 56 días | 91 días |
| 0-R | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 25-R | 98.20 | 98.25 | 98.14 | 97.46 | 98.18 | 97.94 |
| 50-R | 95.33 | 95.71 | 96.31 | 94.46 | 95.79 | 94.67 |
| 100-R | 88.99 | 89.04 | 89.98 | 86.47 | 81.67 | 84.05 |

Fuente: Bedoya y Dzul, 2015

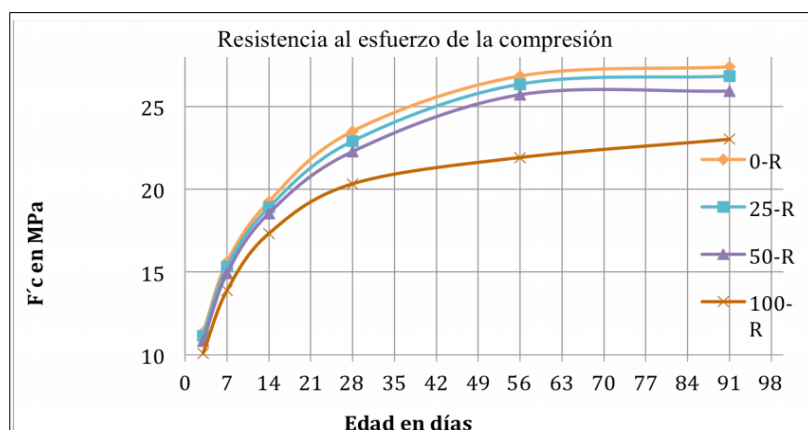


Figura 8. Comportamiento comparado a la compresión en %

Fuente: Bedoya y Dzul, 2015

2.1.1 Antecedentes Nacionales

En Huaraz, Flores (2019) en su tesis denominada: Propuesta de una metodología para la disposición final sostenible de los residuos sólidos de construcción y demolición generados en el distrito de Huaraz, 2016 que fue sustentada en la Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”; consideró como objetivo general hacer una mejora sobre la manera de gestionar los residuos de la construcción y demolición haciendo énfasis en su disposición final. Por lo que, el método de esta tesis se apoya en encuestas aplicadas a 44 pobladores de la zona. Los resultados indicaron que la producción de los RCD en Huaraz, lo conformaban minerales 75%, Residuos no peligrosos 10%, madera 5% y otros peligrosos 10%. Y se concluye que se tiene un manejo malo de los RCD. Tal y como se expone en la tabla 5.

Tabla 5. Resumen de características del concreto con residuos

| | Total (m ³) | Residuos de la Construcción y Demolición | | | | Otros Residuos (no RCD) | | |
|---------------------------|-------------------------|---|---------------------|----------------|------------------|--|------------------|---------------------|
| | | Mineral | Otros no peligrosos | Madera tratada | Otros peligrosos | Domiciliares | No domiciliarios | Residuos peligrosos |
| Volumen (m ³) | 1196 | 783.8 | 94 | 71 | 136 | 111.2 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 100% | 55% | 10% | 5% | 10% | 9% | 0% | 0% |
| Mínimo | | 10% | 0% | 0% | 0% | 5% | 0% | 0% |
| Máximo | | 55% | 10% | 5% | 10% | 10% | 0% | 0% |
| Cantidad | 9 | (número de sitios con residuos depositados en espacios públicos identificados) | | | | | | |
| | TOTAL | Residuos de la Construcción y Demolición | | | | Otros Residuos (no RCD) | | |
| Volumen (m ³) | 1196 | 1084.8 | | | | 111.2 | | |
| Porcentaje | 100% | 91% | | | | 9% | | |
| | TOTAL | Residuos no peligrosos (RCD y otros residuos) | | | | Residuos no peligrosos (RCD y otros residuos) | | |
| Volumen (m ³) | 1196 | 948.8 | | | | 247.2 | | |
| Porcentaje | 100% | 79% | | | | 21% | | |

Fuente: Flores, 2019

En Cajamarca, Asencio (2014) en su tesis titulada: Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la comprensión sobre el concreto F'c=210

Kg/cm². de la Universidad Nacional de Cajamarca con el objetivo de analizar la influencia de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión. El método experimental se hizo a partir de la elaboración de briquetas para una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm² a los 28 días de maduración. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de concreto reciclado es 15.49% menor que el concreto de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregados naturales. Por lo que es posible concluir que el concreto reciclado afecta a la resistencia a la compresión en un valor bajo. Como se aprecia en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados de ensayos

| ENSAYO 1 | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| N Lectura | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Ang. Lectura | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 |
| Lectura I.R | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 26 | 27 | 27 |
| I.R | 25 | | | | | | | | | | |
| Resistencia (kg/m ²) | 220 | | | | | | | | | | |
| ENSAYO 2 | | | | | | | | | | | |
| N Lectura | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Ang. Lectura | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 |
| Lectura I.R | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 28 |
| I.R | 26 | | | | | | | | | | |
| Resistencia (kg/m ²) | 225 | | | | | | | | | | |
| ENSAYO 3 | | | | | | | | | | | |
| N Lectura | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Ang. Lectura | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 |
| Lectura I.R | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 26 | 26 | 26 |
| I.R | 24 | | | | | | | | | | |
| Resistencia (kg/m ²) | 200 | | | | | | | | | | |
| ENSAYO 4 | | | | | | | | | | | |
| N Lectura | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Ang. Lectura | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 |
| Lectura I.R | 23 | 24 | 24 | 24 | 25 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 |
| I.R | 26 | | | | | | | | | | |
| Resistencia (kg/m ²) | 210 | | | | | | | | | | |
| ENSAYO 5 | | | | | | | | | | | |
| N Lectura | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Ang. Lectura | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 | -90 |
| Lectura I.R | 27 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 |
| I.R | 28 | | | | | | | | | | |
| Resistencia (kg/m ²) | 240 | | | | | | | | | | |
| Resistencia Promedio (kg/m ²) | 219 | | | | | | | | | | |

Fuente: Asencio, 2014

En Trujillo, Aquino (2019) presentó una tesis denominada: “Estudio comparativo de la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional”; de la universidad Nacional de Trujillo; con el objetivo de establecer la mezcla adecuada que sea capaz de funcionar como reemplazo del agregado fino. Según el método experimental planteado, los agregados se reemplazaron con los porcentajes de 1, 2, 5 y 10% para un diseño de mezcla de 210 kg/cm². Los resultados mostraron que la mejor mezcla en cuanto a el cumplimiento de parámetros es la del 1%, además que, tiene una trabajabilidad mayor que los otros concretos. Se concluye que mientras menos incorporación de concreto reciclado haya, mayor será la plasticidad del concreto. Tal y como se expone en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados de resistencia promedio a la compresión

| tratamiento numero | Porcentaje de plástico y concreto reciclado | Edad de Resistencia del concreto | BLOQUES | | | Promedio |
|--------------------|---|----------------------------------|---------|-----|-----|----------|
| | | | I | II | III | |
| 1 | 1% | 7 | 149 | 147 | 141 | 146 |
| 2 | | 14 | 187 | 174 | 177 | 179 |
| 3 | | 21 | 221 | 213 | 210 | 215 |
| 4 | | 28 | 227 | 223 | 218 | 223 |
| 5 | 2% | 7 | 136 | 137 | 129 | 134 |
| 6 | | 14 | 165 | 164 | 160 | 163 |
| 7 | | 21 | 189 | 183 | 186 | 186 |
| 8 | | 28 | 190 | 193 | 196 | 193 |
| 9 | 5% | 7 | 124 | 126 | 120 | 123 |
| 10 | | 14 | 135 | 136 | 140 | 137 |
| 11 | | 21 | 181 | 178 | 182 | 180 |
| 12 | | 28 | 187 | 187 | 169 | 181 |
| 13 | 10% | 7 | 106 | 110 | 107 | 108 |
| 14 | | 14 | 127 | 127 | 124 | 126 |
| 15 | | 21 | 137 | 140 | 136 | 138 |
| 16 | | 28 | 145 | 146 | 152 | 148 |

Fuente: Aquino, 2019

En Lima, Bazalar y Cadenillas (2019) presentaron una tesis titulada: Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras a porticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental; de la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Con el objetivo de establecer una manera de diseñar concreto para que se

disminuya el uso de agregados del tipo natural. Su método experimental contempló el comportamiento de dichos concretos a través de los diferentes ensayos, hasta encontrar las características que se encuentren dentro de los parámetros indicados en la normativa. Con los resultados dispersos y con mayor resistencia a la compresión con una mezcla al 40%. Por lo que se concluye que no es conveniente utilizar mezclas con adiciones de concreto reciclado mayores al 50%. Como se ve en la figura 9.

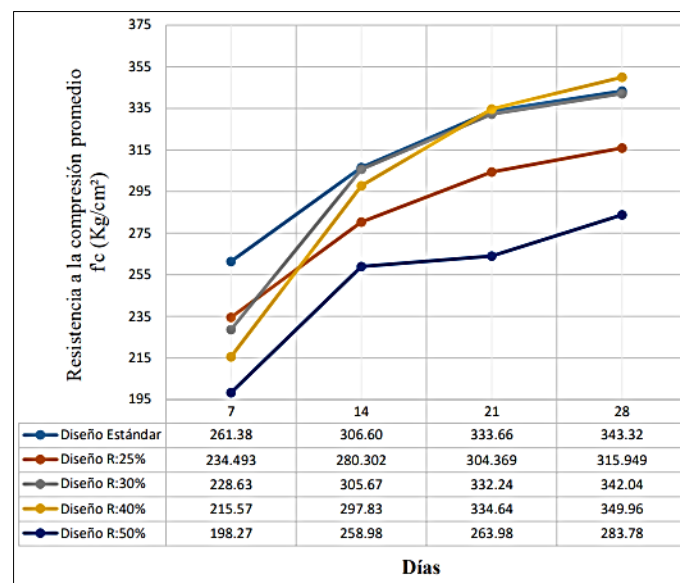


Figura 9. Resistencia a la compresión promedio

Fuente: Bazalar y Cadenillas, 2019

En Trujillo, (Albújar 2014) realizó su tesis denominada: Agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural; de la Universidad Nacional de Trujillo. Con el objetivo de reciclar material de construcción (concreto) y encontrarle un uso sostenible. Para el método experimental que se usó en esta tesis se tuvo que hacer una evaluación del comportamiento que presentaba el concreto al cambiar el agregado de origen natural por un agregado de origen en el reciclaje; para poder observar los cambios producidos en sus características físicas. Con diferentes porcentajes de reemplazo de agregado fino de origen natural por agregado de origen en el reciclaje, esto se dio con los porcentajes de 25%,50%,75% y 100%. Para luego, evaluar la resistencia a la compresión de las briquetas de concreto a los 7, 14, 28 y 60 días después de su vaciado. Después de haber concluido con los ensayos de laboratorio correspondientes se

consiguieron resultados que más que aceptables fueron muy buenos, al superar las expectativas de los investigadores. Por lo que se demostró que es posible utilizar los concretos de origen en el reciclaje como agregados para elaborar concreto nuevo. En consecuencia, se concluye que se puede confeccionar concreto nuevo a partir de un porcentaje de mezcla con agregado reciclado para la construcción de diferentes estructuras de concreto que no necesiten resistencias a la compresión muy altas. Lo que no solo contribuiría como un beneficio ambiental, también haría una contribución en cuanto a la economía al aprovechar recursos sin ningún valor monetario. Tal y como se expone en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados comparativos de la resistencia promedio a la compresión

| Identif. Nro | Codigo de muestra | fc Resist. (kg/cm ²) | Fecha Vaciado | Fecha Rotura | Edad (Días) | Peso (kg) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Carga (kg) | Resistencia (kg/cm ²) | Resistencia (%) | Resistencia Promedio |
|--------------|-------------------|----------------------------------|---------------|--------------|-------------|-----------|-------------|---------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------|
| 1 | M-1 | 175 | 26/02/2016 | 04/03/2016 | 7 | 12.23 | 30.2 | 15.10 | 179.08 | 33396 | 186.49 | 107% | 192.67 |
| 2 | M-2 | 175 | 26/02/2016 | 04/03/2016 | 7 | 12.28 | 30.1 | 15.10 | 179.08 | 35366 | 197.49 | 113% | |
| 3 | M-3 | 175 | 26/02/2016 | 04/03/2016 | 7 | 12.26 | 30.1 | 15.12 | 179.55 | 34837 | 194.02 | 111% | |
| 4 | M-4 | 175 | 26/02/2016 | 11/03/2016 | 14 | 12.14 | 30.4 | 15.10 | 179.08 | 37417.50 | 208.94 | 119% | 210.92 |
| 5 | M-5 | 175 | 26/02/2016 | 11/03/2016 | 14 | 11.80 | 29.9 | 15.00 | 176.71 | 37697.50 | 213.32 | 122% | |
| 6 | M-6 | 175 | 26/02/2016 | 11/03/2016 | 14 | 12.08 | 30.2 | 15.07 | 178.37 | 37543.50 | 210.48 | 120% | |
| 7 | M-7 | 175 | 26/02/2016 | 25/03/2016 | 28 | 12.29 | 30.3 | 15.10 | 179.08 | 43782 | 244.48 | 140% | 243.49 |
| 8 | M-8 | 175 | 26/02/2016 | 25/03/2016 | 28 | 12.21 | 30.1 | 15.11 | 179.32 | 43455 | 242.34 | 138% | |
| 9 | M-9 | 175 | 26/02/2016 | 25/03/2016 | 28 | 12.19 | 30.1 | 15.10 | 179.08 | 43632 | 243.65 | 139% | |

Fuente: Albujar, 2014

Teorías relacionadas al tema

Uso del concreto

Al Saffara et al. (2020) refiere que el concreto es la materia base para la construcción más usado mundialmente. Por lo que, solo en el año 2007, se produjeron alrededor de 800 000 000 de toneladas en Estados Unidos, además de los 11 billones de toneladas que fue el consumo total en el mundo, es decir, cerca de 1.7 toneladas por persona (Naik 2005, p. 56-59). Asimismo, en cuanto a contaminación, el sector de la construcción está a la cabeza por la generación a gran escala de los RCD, ya que, cada año aumenta la necesidad de nuevas

infraestructuras para diferentes usos de la población (Méndez et al. 2010, p. 37). Tal y como se expone en la figura 10.



Figura 10. Concreto para la construcción

La mayor parte de los estudios que están a favor de reducir los costos de las obras y el cuidar el medio ambiente, demostraron que existen muchas ventajas como material de reúso en la construcción. (Xuan, Molenaar y Houben 2015)

Residuos de Construcción y demolición

Wagih et al (2013) señala que existe un notable aumento en la producción de desechos de la construcción, ya que constantemente se renuevan o se construyen nuevas edificaciones, sobre todo en las ciudades grandes, esto provoca un terrible efecto en el ámbito medioambiental. Además, Ferney y Builes-jaramillo (2018) refieren que en los países en vías de desarrollo se arrojan materiales que poseen un valor económico alto y, por otro lado, la falta de sistematización en el tratamiento de esos residuos genera impactos ambientales negativos debido a la falta de implementación de procesos de reutilización y también un incremento en el consumo energético nacional, esto trae muchas consecuencias en cuanto al medio ambiente, asimismo, se puede visibilizar la falta de un buen aprovechamiento de los recursos que se tienen a la mano, tal y como se expone en la figura 11.



Figura 11. Residuos de construcción y demolición en Juliaca

Kazemi (2012) afirma que en muchos de los países primermundistas existen normas, que se traducen como avance significativo en cuanto a la aplicación de la conminución de concreto reciclado para producir concreto nuevo, Sin embargo, el Perú no cuenta con dichas normas, lo cual indica que no hay suficientes estudios que avalen dicho uso.

Asi como señala Dao et al. (2019) existe un claro límite del porcentaje de conminución de concreto reciclado que se puede recomendar usar, esto va en relación proporcional a sus parámetros de calidad y su nivel de uniformidad, lo que permitirá que se fabrique un nuevo concreto con suficiente garantía como la que tendría un concreto fabricado de manera convencional. También, es necesario que se tome en consideración cada requisito que esté estipulado en las diversas normativas, tanto nacionales como internacionales que exige una fabricación correcta del concreto (Gotfredsen, 1993).

Manejabilidad y resistencia del concreto.

Los agregados son materiales granulares que presentan diversas formas y volúmenes, en general, son materiales inertes y cuentan tanto con las dimensiones, como con las características requeridas para su utilización en el área constructiva (Alves et al. 2019).

El concreto será mejor, siempre y cuando, los agregados con los que será fabricado, tenga las características físicas (gradación y forma) estipuladas en los

manuales de materiales, ya que deben alcanzar una buena densidad y cohesión (Kosmatka et al. 2004). Mientras que, Alves (2014) afirma que la propiedad que más influye en la trabajabilidad a la hora de producir concreto es el porcentaje de absorción, ya que los agregados pueden absorber directamente el agua durante el tiempo en que se hace la mezcla, de esta manera dicha mezcla se hace poco trabajable.

Existe la posibilidad de que haya alguna relación entre el porcentaje de absorción con la que contará el agregado y el porcentaje o cantidad de agua que pueda necesitar el cemento, ya que, este material produce cierto calor. De tal forma que la cantidad de agua requerida será diferente. (Portugal 2007). Tal y como se expone en la figura 12



Figura 12. Agregados para el concreto

Para conseguir, tanto una buena trabajabilidad como una adecuada consistencia, es necesario hacer una combinación entre porcentajes mínimos de absorción y la forma del agregado utilizado, de manera tal, que las partículas que acomoden de manera óptima, rellenando vacíos que puedan producirse. Para abordar el tema de la forma del agregado, se evidencia que físicamente esta entrelazada con la trabajabilidad del concreto durante su proceso de fabricación al contar con formas irregulares, esféricas, tubulares y prismáticas. (Pinheiro 2016, p. 21)

A lo largo de muchos años, han aparecido diferentes desafíos para la utilización de diferentes tipo de materiales que provienen del reciclaje para sustituir agregados en el concreto, en consecuencia, la realización de muchos estudios

que abordaron el tema, estudios como los llevados a cabo por Wang & Huang (2010) ; Mousa et al., (2017); Elaqra y Rustom (2018); Tayeh (2018) ; Jubeh et al.(2019) ; Tayeh y Col (2013); dichos autores refieren que la calidad de un concreto , se relaciona con: el porcentaje del agregado que se reemplazará, porcentaje de las impurezas que presenten los agregados, la activación de materiales inertes y la cantidad de agua necesaria para la mejor trabajabilidad del concreto.

Resistencia a la compresión

Para hallar la resistencia a la compresión se deben de romper testigos o briquetas, que son una especie de cilindros de concreto, con la ayuda de una máquina de compresión axial, así, es posible calcular la resistencia a la compresión al realizar la división de la carga axial entre el área de la circunferencia de la briqueta. (Cottier 1995). Dichos resultados son utilizados para establecer que la mezcla vaya a cumplir con lo que se requiera o se especifique (Shetty 2013, p. 3). (Castro 2007, p. 98). Tal y como se expone en la figura 13



Figura 13. Ensayo de resistencia a la compresión

Peso específico

El peso específico se relaciona estrechamente con el volumen del agregado, lo cual es de suma importancia a la hora de producir concreto ya que es un requerimiento para la determinación del diseño de mezcla del concreto, para que éste pueda cumplir con cada parámetro de calidad que se requiera. Finalmente, es preferible tener materiales con un peso específico lo más alto posible para

confeccionar un concreto que tenga un mejor comportamiento estructural. (Santa Cruz 2013, p 37). Tal y como se expone en la figura 14



Figura 14. Ensayo para peso específico de los agregados

Porcentaje de absorción

Según Mego (2018) el porcentaje de absorción se relaciona estrechamente con el peso de los agregados, ya que tendría que ver con que sean porosos y permeables. La absorción de un agregado es su capacidad máxima de absorber agua hasta tener una saturación completa. Dicho porcentaje de agua con la que contará el agregado y el porcentaje o cantidad de agua que pueda necesitar el cemento, ya que, este material produce cierto calor. De tal forma que la cantidad de agua requerida será diferente y debe corregirse.



Figura 15. Ensayo de absorción de los agregados

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipos y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es *Aplicada*, debido a que se emplea conocimientos científicos para el análisis de un concreto a la cual se añadirá dos porcentajes de conminución de concreto reciclado para la elaboración de las probetas y así verificar si sus características mecánicas son óptimas. Tiene como objetivo principal innovar la tecnología a partir de conocimientos obtenidos, siguiendo un plan estratégico y así determinar, si el método aplicado será utilizado eficientemente para cumplir los propósitos de la investigación. (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p.42).

Método de investigación:

El método utilizado es *hipotético deductivo* porque pretenderá hacer una deducción hipotética que existe entre las variables debido a su causa-efecto la cual se realizará mediante datos obtenidos de los ensayos de laboratorio y así dar valor de la investigación. Es el nivel de estudio que comprende la descripción, análisis, registro e interpretación de naturaleza y magnitud de la investigación. (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p.95).

Diseño de investigación

Se utilizó el diseño *experimental*, debido a que la variable independiente será manipulada a fin de medir el efecto de la variable independiente sobre las variables dependientes. Esto es reflejado en la estrategia del investigador para obtener la respuesta a los problemas estudiados (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p.129). Sigue el siguiente esquema:

Gc (a): $Y_1 \rightarrow X \rightarrow Y_2$

Ge (a): $Y_3 \rightarrow X' \rightarrow Y_4$

Gc: Grupo control, sin adición de concreto reciclado

Ge: Grupo experimental, con adición de concreto reciclado

X: Experimento

Nivel de investigación

La investigación es de nivel *correlacional* debido a que se pretende hallar una relación entre los efectos que produce la adición de conminución de concreto reciclado como agregado fino en el concreto. Es el grado de profundidad que le da el investigador al enfoque de un fenómeno y objeto de estudio, analizando su relación causa-efecto (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2 Variables y Operacionalización

Variables

Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen que una variable es aquella característica que tiene como interés hacer un análisis del comportamiento que presenta dentro de un estudio, por ello, esta investigación es cuantitativa, ya que, lo que se busca es poder obtener una respuesta numérica de cada indicador, tomando en consideración cada requisito que esté estipulado en las diversas normativas, tanto nacionales como internacionales que exige una fabricación correcta del concreto

- **Variable independiente:** Conminución de concreto reciclado como agregado fino.
- **Variable dependiente:** Propiedades mecánicas del concreto

Operacionalización

Tabla 9. Cuadro de operacionalización de variables

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|---|---------------------------------------|----------------|--------------------|
| 1.- VARIABLE INDEPENDIENTE Conminución de concreto reciclado como agregado fino | Pickel (2014) refiere que el agregado de concreto reciclado es un material de construcción, el cual está siendo usado cada vez más en la construcción por razones económico-medioambientales. | Porcentaje del peso de agregado fino | • Peso | Kilogramos |
| 2.- VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades mecánicas del concreto | La resistencia a la compresión es calculada a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascuales (MPa) en unidades SI. Se mide rompiendo briquetas, que son probetas cilíndricas de concreto, en una máquina de ensayos de compresión (Cottier, 1995). | Ensayo de resistencia a la compresión | • Fuerza/ Área | Kg/cm ² |

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) la población es el conjunto finito o infinito de elementos de estudio que expone los prototipos que se estudiarán definidos en el tiempo, espacio y objeto de estudio, lo cual también es llamado universo, así mismo, esta presentada por el problema y los objetivos de la investigación.

Por ello se considera, a fin de la investigación, una población conformada por los desechos de concreto de obras en general del distrito de Juliaca.

Muestra

Se presenta como parte de la población, es decir, un subconjunto con el que se desarrollará la investigación. Siendo ésta una representación de la población

La muestra para esta tesis está conformada por la conminución de concreto reciclado incorporado en volúmenes calculados como agregado fino en proporciones del peso, de esta manera, se incorporó 5 %, 10 % , 15% y 20% del peso del agregado fino para cada diseño de mezcla

Muestreo

Se le llama así al método usado con el fin de hacer una selección de los elementos que compondrá la muestra a estudiar. El muestreo no probabilístico es la toma de una muestra por método de juicio o criterio que asume el investigador, generalmente se da en las investigaciones experimentales (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p.176).

Debido a lo antes mencionado, se consideró 3 probetas por indicador como indica la norma, siguiendo un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia. En consecuencia, se fabricaron 45 probetas en total, dentro de las cuales, se incluyen 9 probetas por cada porcentaje de conminución añadido (0%, 5%, 10%, 15% y 20%). Cabe señalar que se tomó en consideración cada

requisito que está estipulado en las diversas normativas, tanto nacionales como internacionales que exige una fabricación correcta del concreto

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La técnica de recolección de datos es aquella que permite visualizar y comprender mediante el sentido de la vista un hecho o un conjunto, situaciones, fenómeno o contexto de la naturaleza o comunidad, para poder obtener información evidente, por ello se utilizó la técnica de la observación donde se mostrara fichas técnicas, cuadros, gráficos de los ensayos físicos y mecánicos desarrollados en el laboratorio (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p.217).

Para esta tesis se utilizaron cuadros estadísticos, se analizaron contenidos, se usó el fichaje, y se realizaron los ensayos de laboratorio pertinentes.

Instrumentos de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos es un recurso del cual es posible valer el investigador, a fin de recopilar información de campo. Así mismo se debe previamente contarse con información de datos observables que estén relacionados las variables consideradas por el investigador, es así que se obtendrán fichas de recolección de datos certificados por el laboratorio especificado de acuerdo a los ensayos realizados en la muestra y la dosificación, la cual estará firmado por el profesional laboratorista. (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p.198). Para esta investigación se utilizaron fichas investigativas, testigos de concreto, tamices de granulometría, cono de Abrams,. Además de los softwares Excel y Minitab.

La validez:

Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen a la validez como el grado en que un instrumento cuantifica sus variables las cuales son medibles. También, es necesario que se tome en consideración cada requisito que esté estipulado en las diversas normativas, tanto nacionales como internacionales que exige una fabricación correcta del concreto. Asimismo, el concreto será mejor, siempre y

cuando, los agregados con los que será fabricado, tenga las características físicas (gradación y forma) estipuladas en los manuales de materiales, ya que deben alcanzar una buena densidad y cohesión. Por lo que, para el análisis de las características de la conminución de concreto reciclado como agregado fino se tiene el uso de instrumentos normativos como NTP, ASTM, NTG y MTC mostrados en la tabla 10, los cuales ya están validados por especialistas.

Tabla 10: *Resumen de normas.*

| Validez | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Indicadores | Norma |
| Granulometría | NTP 400.012 |
| Contenido de humedad | NTP 339.185 |
| Peso específico | NTP 400.022 |
| Absorción | NTP 400.022 |
| Peso unitario suelto y compactado | NTP 400.017 |
| Resistencia a compresión | ASTM C109/C 109M – 07 |

Confiabilidad

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) la confiabilidad es hacer un análisis de si las respuestas de un instrumento de medición, son estables y hasta qué punto independientemente de la persona que lo aplique y el tiempo en el que lo apliquen.

Para dar la confiabilidad de los instrumentos utilizados en esta tesis, se contó con el apoyo de 3 expertos que evaluaron la importancia de cada indicador, los resultados de dicha evaluación se muestran en la tabla 11:

Tabla 11: *Resultados de la validación del instrumento.*

| Ítems | | Experto 1 | Experto 2 | Experto 3 |
|-------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | Granulometría | 5 | 4 | 5 |
| 2 | Contenido de humedad | 4 | 5 | 5 |
| 3 | Peso específico | 5 | 4 | 5 |
| 4 | Absorción | 5 | 5 | 4 |
| 5 | Peso unitario suelto y compactado | 4 | 5 | 5 |
| 6 | Resistencia a compresión | 5 | 5 | 5 |

Después, se aplicó el coeficiente alfa (α) con el fin de poder indicar la consistencia que posee instrumento. Además, se usó la fórmula correspondiente al alfa de Cronbach ya que la variable está medida en la escala de LÍkert (politémica). Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

Dónde:

α : Coeficiente de alfa de Cronbach

k : El número de ítems

$\sum s_i^2$: Sumatoria de varianza de los ítems

s_t^2 : Varianza de la suma de los ítems

Considerando los datos obtenidos en la validación realizada, se aplica la fórmula:

$$\alpha = \frac{6}{6 - 1} \left(1 - \frac{0.1389}{0.5833} \right) = 0.914$$

Lo que significa que hay un 91.4 % de confiabilidad en el instrumento y se verifica con la tabla 12:

Tabla 12: Interpretación del coeficiente alfa de Cronbach.

| Rangos | Magnitud |
|-------------|----------|
| 0.81 a 1.00 | Muy Alta |
| 0.61 a 0.80 | Alta |
| 0.41 a 0.60 | Moderada |
| 0.21 a 0.40 | Baja |
| 0.01 a 0.20 | Muy Baja |

Fuente: Hernández, Fernández y Baptista, 2014

Finalmente, se considera que tiene una confiabilidad Muy Alta.

3.5 Procedimientos

3.3.1 Agregados usados

Cada tipo de agregado (fino y grueso) usado para la fabricación del concreto en esta investigación, se extrajo de la cantera denominada “Unocolla”, que está ubicada en la salida a Lampa desde la ciudad de Juliaca.

Esta cantera, denominada UNOCOLLA es una de las más utilizadas para la construcción de edificaciones ya que sus características cumplen con los requisitos mínimos que exige la normativa. Por lo que se eligió para la extracción, tal y como se expone en la figura 15.



Figura 15. Cantera del Rio Unocolla, Juliaca

Una vez secado a la intemperie, el hormigón ha sido tamizado por la malla N° 4 para lograr separar tanto el agregado fino como el agregado grueso, para realizar posteriormente los ensayos de sus características físicas de los agregados. Tal y como se expone en la figura 16.



Figura 16. Separación de gruesos y finos por el tamiz N°4

Además, se muestra en las figuras 17, 18 y 19 que se realizaron los ensayos de las características de los agregados:



Figura 17. Ensayo de absorción del agregado



Figura 18. Ensayo de peso específico del agregado



Figura 19. Ensayo de granulometría

3.3.2 Cemento para la investigación

El cemento usado para la investigación fue el cemento RUMI que es el más usado en la ciudad considerando, por bolsa, un peso de 42.5 kg.

3.3.3 Concreto reciclado para la conminución

El concreto que se recicló para efectuar esta investigación, fue producto de las demoliciones y los desechos de las edificaciones que estaban modificándose, de manera que dichos residuos no tenían ninguna utilidad, para lo cual, se visitaron diferentes lugares dentro de la ciudad de Juliaca, así como en sus alrededores tal y como se expone en la figura 20.



Figura 20 . Escombros de concreto en la ciudad de Juliaca

Conminución del concreto

Para conseguir el agregado fino desde el concreto reciclado es necesario hacer una diferencia de las fuentes generadoras de dicho concreto; una hace referencia a los residuos generados por el mismo proceso de construcción y la otra al producto de las demoliciones de construcciones ya existentes. A causa de su fuente, el concreto reciclado puede tener diferentes comportamientos relacionados a su porcentaje de absorción; ya que la propiedad que más influye en la trabajabilidad a la hora de producir concreto es el porcentaje de absorción, ya que los agregados pueden absorber directamente el agua durante el tiempo en que se hace la mezcla, de esta manera dicha mezcla se hace poco trabajable; y su envejecimiento. (Arriaga, 2013).

3.3.4 Fabricación concreto

En el diseño de mezcla, necesario para definir las dosis de cada componente necesario para la fabricación del concreto, se el método del American Concrete Institute (ACI), estableciendo como resistencia a la compresión deseada y/o prevista de 210 kg/cm². Lo cual puede observarse en los Anexos.

Por lo cual, se tuvo diversas dosificaciones según cada diseño de mezcla, considerando un 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de conminución de concreto reciclado, para luego, pesar cada porcentaje en una balanza.

La mezcla para la fabricación del concreto se realizó de manera manual, sin ayuda de ningún tipo de maquinaria, por lo que se utilizó como recipiente a una carretilla y a una pala como herramienta manual. Debido al tamaño que poseía la carretilla, se logró producir tres testigos de concreto en cada tanda. Además, también se contó con el apoyo de otras herramientas como: carretilla, pala, bandejas, balanzas, agregados, cemento, agua y conminución de concreto.

Proceso de elaboración del concreto con el 0% de conminución

1. Se mezcla cada tipo de agregado y una dosis requerida de cemento y se revuelve durante minutos, esta mezcla se hace sin agua.
2. Se añade la dosis de agua prevista en el diseño de mezcla, en 3 partes, cada una de estas partes será uniforme y respetando un lapso de 3-4 minutos. Para así poder asegurar una buena trabajabilidad, en un total de 12 min.
3. Al finalizar el tiempo estipulado de mezcla, se debe colocar la pasta obtenida en moldes para testigos de concreto.

Proceso de elaboración del concreto con el 5%, 10%, 15% y 20% de conminución

1. Se mezcla cada tipo de agregado con el porcentaje de conminución de concreto reciclado y se revuelve durante minutos, esta mezcla se hace sin agua. Véase la figura 22.-



Figura 22. Mezcla de la conminución del concreto con el agregado fino

2. Se añade a la mezcla de agregados naturales y conminución de concreto reciclado , una dosis requerida de cemento y se revuelve durante minutos, esta mezcla se hace sin agua.
3. Se añade la dosis de agua prevista en el diseño de mezcla, en 3 partes, cada una de estas partes será uniforme y respetando un lapso de 3-4 minutos. Para así poder asegurar una buena trabajabilidad, en un total de 12 min. Véase la figura 23.
4. Al finalizar el tiempo estipulado de mezcla, se debe colocar la pasta obtenida en moldes para testigos de concreto.



Figura 23. Mezcla de agregados con cemento

3.3.5 Vaciado de concreto en moldes cilíndricos

Después de asegurarnos que la mezcla sea suficientemente fluida y trabajable, se pasó a vaciar los testigos de concreto, para lo cual, se usaron diversos equipos y herramientas que se detallan en la figura 24



Figura 24. Equipos para el vaciado

Y fue de suma importancia realizar los siguientes pasos:

1. Realizar los ajustes necesarios de los pernos adyacentes a los moldes de cada uno de los testigos, de manera tal que el armazón esté asegurado.
2. Embadurnar con petróleo la pared de cada uno de los moldes de testigos de concreto, para asegurar un mejor desmoldado pasando las 24 horas de vaciado.
3. Vaciar el concreto, respetando las 3 capas uniformes que exigen los manuales de fabricación de testigos de concreto.
4. Compactar cada mezcla de concreto con 25 golpes por cada capa vaciada, para lo cual se hizo uso de la varilla metálica que posee un peso normado, después, se golpeó, con el mazo de goma, cada costado con 10 a 12 golpes con el fin de compactar al reducir vacíos que pudieran producirse.
5. Finalmente, se enrasa cualquier excedente que pueda presentar la mezcla vaciada en el molde, a fin de que la superficie del testigo quede lisa. Véase en la figura 25.



Figura 25. Vaciado de briquetas

3.3.6 Desencofrado y curado de los testigos de concreto

1. Para desencofrar los testigos de concreto, deben de haber pasado 24 horas. Véase la figura 26.



Figura 26. Desencofrado de briquetas

2. Después, dichos testigos son trasladados a un espacio especial para curar testigos, este espacio de curado debe tener agua que cuente con una temperatura aproximada a 22 grados, y debe tener una altura suficiente para que los testigos puedan ser sumergidos bajo el agua, en su totalidad, de manera que contrarreste el calor. Véase en la figura 27.



Figura 27. Curado de briquetas

Finalmente, pasados los 7, 14 y 28 días se procedió a hacer el ensayo de laboratorio de resistencia a la compresión del concreto, como se ve en la figura 28.



Figura 28. Rotura de briquetas en máquina de compresión axial

3.6. Análisis de los datos obtenidos

Con el fin de analizar los datos obtenidos, se hizo uso de diversas tablas para recolectar resultados de los ensayos de laboratorio efectuados, tomando en consideración cada requisito que esté estipulado en las diversas normativas, tanto nacionales como internacionales que exige una fabricación correcta del concreto, también se utilizaron softwares para una mejor organización de resultados, estos fueron Excel y Minitab. Asimismo se debe, previamente, contar con información de datos observables que estén relacionados las variables consideradas, es así que se cuenta con datos certificados por el laboratorio especificado de acuerdo a los ensayos realizados en la muestra y la dosificación, la cual estará firmado por el profesional laboratorista.

3.7 Aspectos éticos

En el desarrollo de esta investigación, se realizaron ensayos de laboratorio de los cuales, se recolectaron datos reales, de esta forma, se realizaron diferentes diseños de mezclas en concordancia con los parámetros que se establecen en la normativa vigente como el código de ética de la UCV aprobado con la resolución universitaria N°0126-2017/UCV, en el que se menciona al artículo 6°, 7° y 9°; dichos artículos fueron respetados a cabalidad.

IV. RESULTADOS

4.1 Características físicas del agregado de concreto reciclado

4.1.1 Módulo de finura del agregado fino mezclado

Los resultados del módulo de finura fueron obtenidos bajo el procedimiento de la norma ASTM D 422 y la Norma Peruana NTP 400.011 mediante el ensayo de análisis granulométrico, con la influencia del 0%,5%, 10%, 15% y 20% de la conminución de concreto reciclado en el agregado fino, tal como se expone en la tabla N°13.

Tabla 13. Módulo de finura del agregado fino con concreto reciclado

| CONCRETO RECICLADO | MÓDULO DE FINURA |
|--------------------|------------------|
| 0% | 3 |
| 5% | 2.98 |
| 10% | 2.97 |
| 15% | 2.97 |
| 20% | 2.96 |

Y gráficamente:

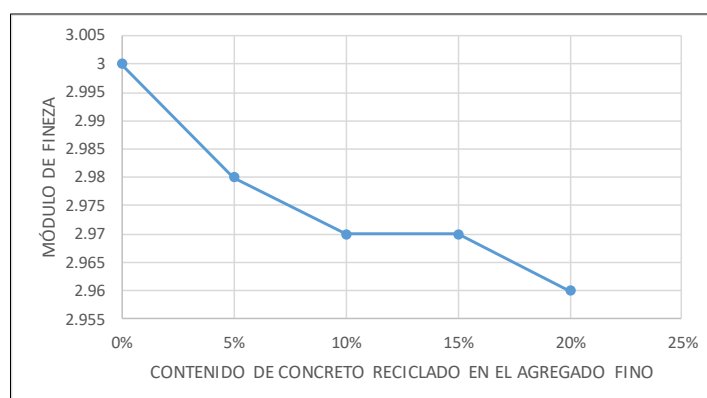


Figura 29. Módulo de finura del agregado fino con concreto reciclado

Anteriormente (figura N° 29) se muestra cómo influye un 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de conminución de concreto reciclado añadido al agregado fino en el módulo de finura. Mostrando cómo disminuye el módulo de finura a medida que se añaden los diferentes porcentajes de conminución de concreto reciclado al agregado fino. Con una tendencia polinómica de 4to grado. Lo cual significa que

a medida que se le aumenta la conminución de agregado reciclado, el agregado fino se hace más fino, es decir, sus partículas son más pequeñas.

4.1.2 Absorción

Siguiendo los procedimientos estipulados por la norma ASTM C-128, y considerando la mezcla con 0%,5%, 10%, 15% y 20% de conminución, se obtuvo cada uno de los resultados de porcentaje de absorción que se exponen en la tabla N°14.

Tabla 14. % de absorción del agregado fino con concreto reciclado

| CONCRETO RECICLADO | % ABSORCIÓN |
|--------------------|-------------|
| 0% | 3.26 |
| 5% | 3.67 |
| 10% | 3.91 |
| 15% | 4.06 |
| 20% | 4.52 |

Y de manera gráfica:

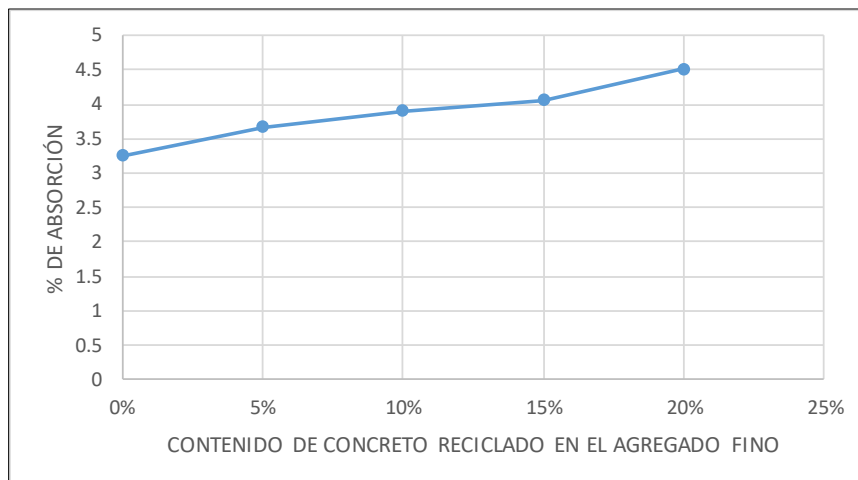


Figura 30. % de absorción del agregado fino con concreto reciclado

Anteriormente (figura N° 29) se muestra cómo influye un 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de conminución de concreto reciclado añadido al agregado fino en el porcentaje de absorción. Mostrando cómo aumenta el porcentaje de absorción, a medida que se añade los diferentes porcentajes de conminución de concreto reciclado al agregado fino. Entonces, el porcentaje de absorción del agregado y el porcentaje o cantidad de agua que pueda necesitar el cemento se relacionan

, ya que, este material produce cierto calor. De tal forma que la cantidad de agua requerida para el diseño de mezcla será diferente

4.1.2 Peso específico del agregado fino mezclado

Siguiendo los procedimientos estipulados por la norma ASTM C-129, y considerando la mezcla con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de conminución, se obtuvo cada uno de los resultados de peso específico del agregado que se exponen en la tabla N°15.

Tabla 15. Peso específico del agregado fino con concreto reciclado

| CONCRETO RECICLADO | PESO ESPECÍFICO Gr/cm ³ |
|-----------------------|--|
| 0% | 2.53 |
| 5% | 2.45 |
| 10% | 2.41 |
| 15% | 2.36 |
| 20% | 2.34 |

Y gráficamente:

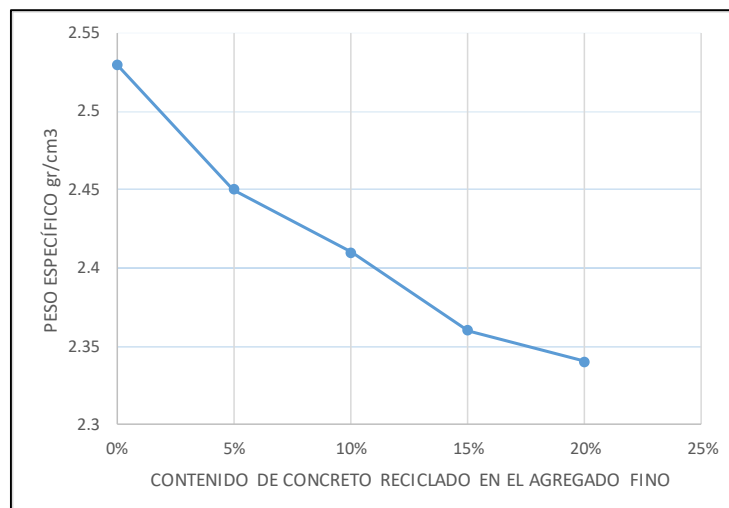


Figura 31. Peso específico del agregado fino con concreto reciclado

En la figura anterior (figura N° 31) se muestra cómo influye un 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de conminución de concreto reciclado añadido al agregado fino en el peso específico. Mostrando cómo disminuye el peso específico, a medida que se añade los diferentes porcentajes de conminución de concreto reciclado al agregado fino, con una tendencia polinómica de cuarto grado.

4.2 Resistencia a compresión

Siguiendo los procedimientos estipulados por la norma NTP 339.034, y considerando la mezcla con 0%,5%, 10%, 15% y 20% de conminución, se obtuvo cada uno de los resultados de resistencia a la compresión considerando los días de maduración de 7, 14, 28 días para un diseño de 210 kg/cm².

A. Resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días de maduración

En la tabla N°16 se muestra los resultados promedios de la resistencia a la compresión a los 7 días cuando el agregado fino está incorporado con el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de concreto reciclado en peso, haciendo las diferencias y comparaciones correspondientes.

Tabla 16. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

| Mezcla de concreto | N° Probeta | 7 días de edad | | | |
|---|------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------|
| | | Esfuerzo de Rotura | Promedio de Esfuerzo de Rotura | la resistencia a la compresión | % |
| | | kg/cm ² | | kg/cm ² | |
| 0% Conminución de concreto reciclado Mezcla estándar | 1 | 156.67 | 155.96 | 210 | 74.27% |
| | 2 | 152.51 | | | |
| | 3 | 158.71 | | | |
| 5% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 149.26 | 149.97 | 210 | 70.94 |
| | 2 | 148.97 | | | |
| | 3 | 151.67 | | | |
| 10% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 147.86 | 147.51 | 210 | 70.24 |
| | 2 | 147 | | | |
| | 3 | 147.66 | | | |
| 15% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 148.12 | 148.82 | 210 | 70.87 |
| | 2 | 147.36 | | | |
| | 3 | 150.98 | | | |
| 20% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 149.11 | 149.25 | 210 | 71.07 |
| | 2 | 147.95 | | | |
| | 3 | 150.68 | | | |

Además, de manera gráfica se tiene:

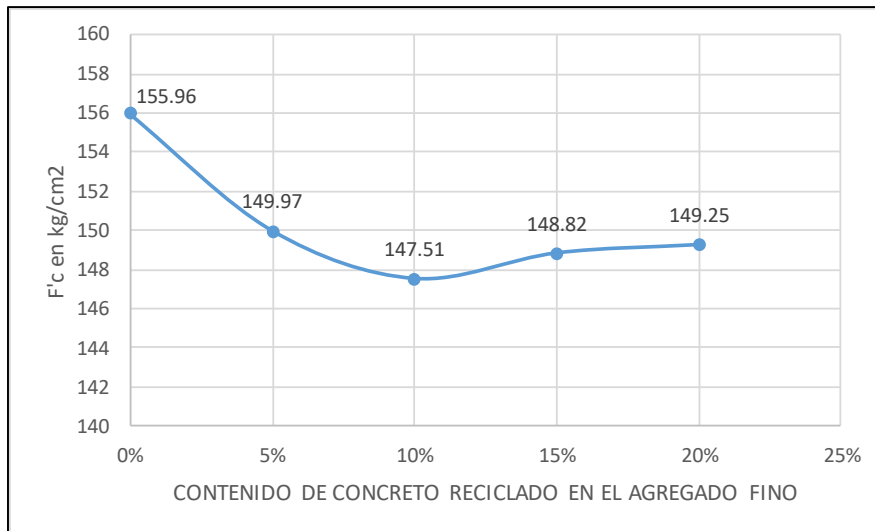


Figura 32. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

B. Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días de maduración

Tabla 17. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

| Mezcla de concreto | N° Probeta | 14 días de edad | | | |
|--|------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|
| | | Esfuerzo de Rotura | Promedio de Esfuerzo de Rotura | la resistencia a la compresión | % |
| | | kg/cm ² | | kg/cm ² | |
| 0% Conminución de concreto reciclado Mezcla estándar | 1 | 196.68 | 196.7 | 210 | 93.67 |
| | 2 | 198.02 | | | |
| | 3 | 195.40 | | | |
| 5% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 192.31 | 192.88 | 210 | 91.85 |
| | 2 | 192.19 | | | |
| | 3 | 194.15 | | | |
| 10% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 188.31 | 190.46 | 210 | 90.69 |
| | 2 | 189.38 | | | |
| | 3 | 193.68 | | | |
| 15% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 193.09 | 190.09 | 210 | 90.52 |
| | 2 | 189.8 | | | |
| | 3 | 187.39 | | | |
| 20% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 189.77 | 189.63 | 210 | 90.3 |
| | 2 | 189.99 | | | |
| | 3 | 189.14 | | | |

En la tabla N°17 se muestra los resultados promedios de la resistencia a la compresión a los 14 días cuando el agregado fino este mezclado con el 0% (196.68 kg/cm² , 198.02 kg/cm² y 195.40 kg/cm²), 5% (192.31 kg/cm², 192.19 kg/cm², 194.15 kg/cm²) , 10% (188.31 kg/cm², 189.38 kg/cm², 193.68 kg/cm²), 15% (193.09 kg/cm², 189.8 kg/cm², 187.39 kg/cm²) y 20% (189.77 kg/cm², 189.99 kg/cm², 189.14 kg/cm²) de concreto reciclado añadido en el peso, haciendo las diferencias y comparaciones correspondientes.

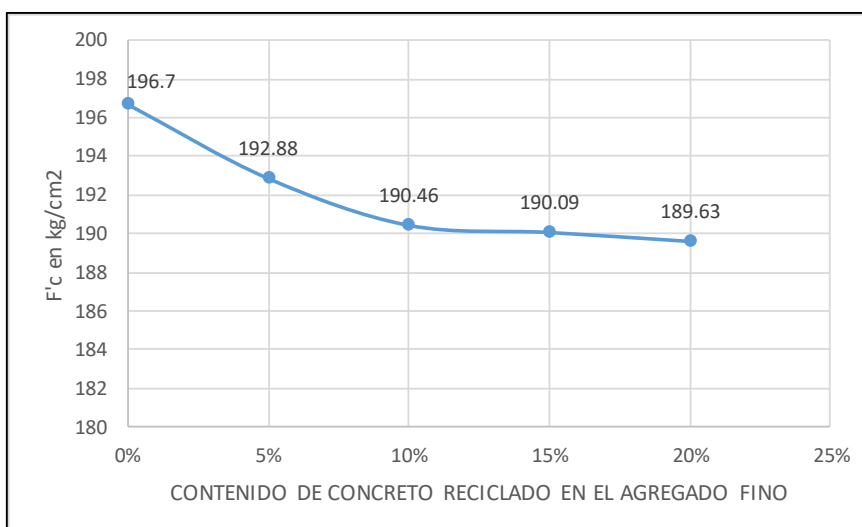


Figura 33. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

C. Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días de maduración

Para hallar la resistencia a la compresión se deben de romper testigos o briquetas, con la ayuda de una máquina de compresión axial, así, es posible calcular la resistencia a la compresión al realizar la división de la carga axial entre el área de la circunferencia de la briketa. Dicha resistencia a la compresión llega a cumplir con el 100% del diseño a los 28 días de maduración (Cottier 1995)

En la tabla N°18 se muestra los resultados promedios de la resistencia a la compresión a los 28 días cuando el agregado fino está mezclado con el 0% (220.11 kg/cm², 223.00 kg/cm², 221.81 kg/cm²) , 5% (219.95 kg/cm², 217.68 kg/cm², 219.65 kg/cm²) 10% (216.78 kg/cm², 216.04 kg/cm², 218.72 kg/cm²) 15% (217.38 kg/cm², 213.29 kg/cm², 213.42 kg/cm²) y 20% (211.92 kg/cm², 212.28 kg/cm², 212.50 kg/cm²) de conminución concreto reciclado en peso, haciendo las diferencias y comparaciones correspondientes.

Tabla 18. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

| Mezcla de concreto | N° Probeta | 28 días de edad | | | |
|---|------------|--|--------------------------------|---|---------|
| | | Esfuerzo de Rotura kg/cm ² | Promedio de Esfuerzo de Rotura | Resistencia a la compresion kg/cm ² | % |
| | | | | | |
| 0% Conminución de concreto reciclado Mezcla estándar | 1 | 220.11 | 221.64 | 210 | 105.54% |
| | 2 | 223.00 | | | |
| | 3 | 221.81 | | | |
| 5% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 219.95 | 219.09 | 210 | 104.33 |
| | 2 | 217.68 | | | |
| | 3 | 219.65 | | | |
| 10% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 216.78 | 217.18 | 210 | 103.42 |
| | 2 | 216.04 | | | |
| | 3 | 218.72 | | | |
| 15% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 217.38 | 214.7 | 210 | 102.24 |
| | 2 | 213.29 | | | |
| | 3 | 213.42 | | | |
| 20% Conminución de concreto reciclado en el Ag. Fino | 1 | 211.92 | 212.24 | 210 | 101.07 |
| | 2 | 212.28 | | | |
| | 3 | 212.50 | | | |

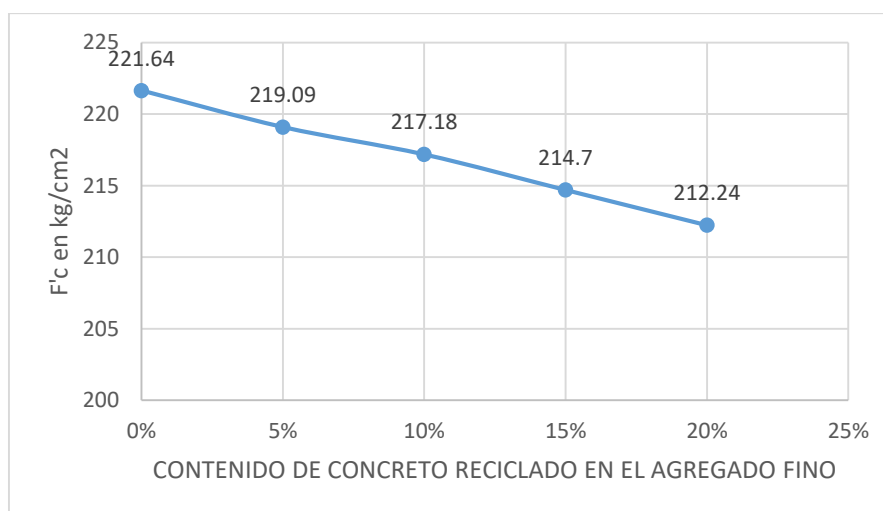


Figura 34. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

En la figura N°34 se muestra el comportamiento de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de maduración, con la influencia del 0% (221.64 kg/cm²), 5% (219.09 kg/cm²), 10% (217.18 kg/cm²), 15% (214.7 kg/cm²)

y 20% (212.24 kg/cm²) de conminución de concreto reciclado incorporado al agregado fino. Por lo que se observa que se tiene una tendencia lineal, que es directamente proporcional con los días de maduración. Además, los cambios en la resistencia a la compresión no son muy significativos, ya que las curvas están superpuestas. No obstante, existe un pequeño cambio a los 8 días debido a cambios estructurales generados por las diferentes características del agregado fino.

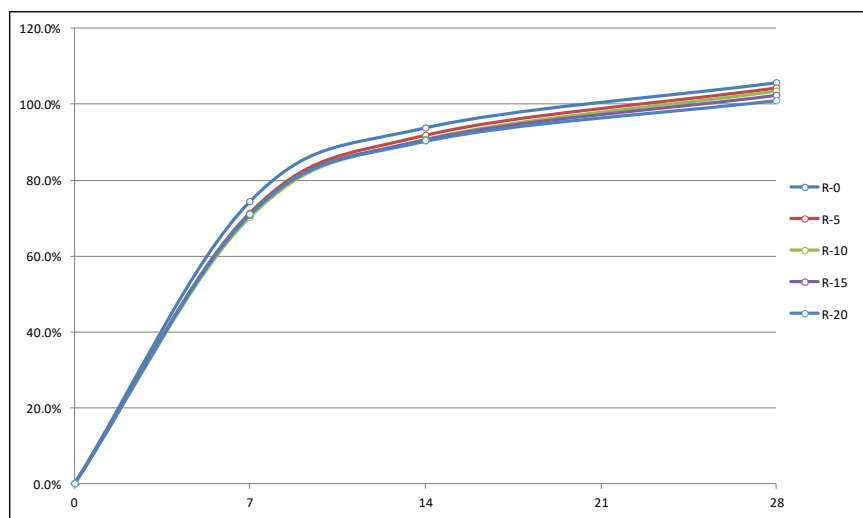


Figura 35. Resistencias a los 7, 14 y 28 días

4.3 Contrastación de hipótesis

4.3.1 Contrastación de hipótesis (a)

Hipótesis secundaria 1: La molienda mecanizada alcanzará un módulo de finura en el rango de 2.3 a 3.1 utilizando la conminución de concreto reciclado.

Para esta hipótesis se considerarán dos valores como medias hipotéticas, por los cual se realizarán dos contrastaciones de hipótesis.

a) Planteamiento de hipótesis

$H_0: \mu \leq 2.3$ [El módulo de finura es menor o igual que 2.3].

$H_a: \mu > 2.3$ [El módulo de finura es mayor a 2.3]

Para realizar la contratación de hipótesis se debe utilizar un valor de P, entonces:

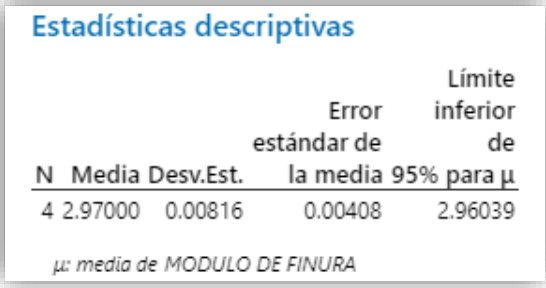
Valor $P >$ Nivel de significancia \rightarrow Se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

Valor $P <$ Nivel de significancia \rightarrow Se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

Se está considerando que, este tipo de investigación cuenta con un nivel de error del 5% y un nivel de confianza del 95%

$$(\alpha = 5\% = 0.05)$$

Además, una media hipotética de 2.3. Se calcula la media, desviación estándar y valor de t obteniendo como resumen la Figura 36 de estadísticas descriptivas.



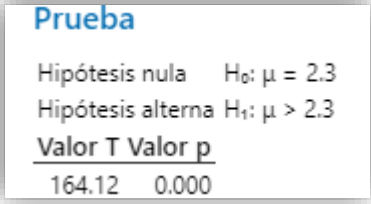
| Estadísticas descriptivas | | | | |
|---------------------------|---------|-----------|----------------------------|-----------------------------------|
| N | Media | Desv.Est. | Error estándar de la media | Límite inferior de 95% para μ |
| 4 | 2.97000 | 0.00816 | 0.00408 | 2.96039 |

μ : media de MODULO DE FINURA

Figura 36. Estadísticas descriptivas – Hipótesis secundaria1a

Fuente: Software Minitab 19, 2021

Para después, hacer la prueba de hipótesis como se ve en la figura 37



| Prueba | |
|---------|---------|
| Valor T | Valor p |
| 164.12 | 0.000 |

Hipótesis nula $H_0: \mu = 2.3$
Hipótesis alterna $H_1: \mu > 2.3$

Figura 37. Prueba de hipótesis secundaria1a

Fuente: Software Minitab 19, 2021

Finalmente, se aprecia en la figura 38 la gráfica de distribución t- student para una mejor interpretación de los resultados.

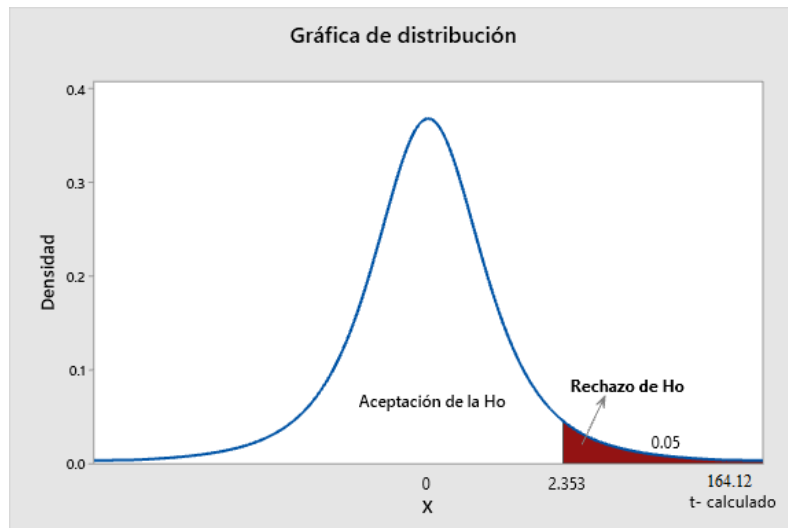


Figura 38. Gráfica de contrastación de hipótesis secundaria1a
Fuente: Software Minitab 19, 2021

El resultado obtenido se encuentra dentro de la zona de rechazo de la H_0 .

b) Planteamiento de hipótesis

$H_0: \mu \geq 3.1$ [El módulo de finura es mayor o igual que 3.1].

$H_a: \mu < 3.1$ [El módulo de finura es menor a 3.1]

Para realizar la contrastación de hipótesis se debe utilizar un valor de P , entonces:

Valor $P > Nivel de significancia$ → Se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

Valor $P < Nivel de significancia$ → Se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

Se está considerando que, este tipo de investigación cuenta con un nivel de error del 5% y un nivel de confianza del 95%

$$(\alpha = 5\% = 0.05)$$

Además, una media hipotética de 3.1. Se calcula la media, desviación estándar y valor de t obteniendo como resumen la Figura 39 de estadísticas descriptivas.

| Estadísticas descriptivas | | | | |
|---------------------------|---------|-----------|----------------------------|-----------------------------------|
| N | Media | Desv.Est. | Error estándar de la media | Límite superior de 95% para μ |
| 4 | 2.97000 | 0.00816 | 0.00408 | 2.97961 |

μ : media de MODULO DE FINURA

Figura 39. Estadísticas descriptivas – Hipótesis secundaria 1b

Fuente: Software Minitab 19, 2021

Para después, hacer la prueba de hipótesis como se ve en la figura 40

| Prueba | |
|-------------------|------------------|
| Hipótesis nula | $H_0: \mu = 3.1$ |
| Hipótesis alterna | $H_1: \mu < 3.1$ |
| <u>Valor T</u> | <u>Valor p</u> |
| -31.84 | 0.000 |

Figura 40. Prueba de hipótesis secundaria1b

Fuente: Software Minitab 19, 2021

Finalmente, se aprecia en la figura 41 la gráfica de distribución t- student para una mejor interpretación de los resultados.

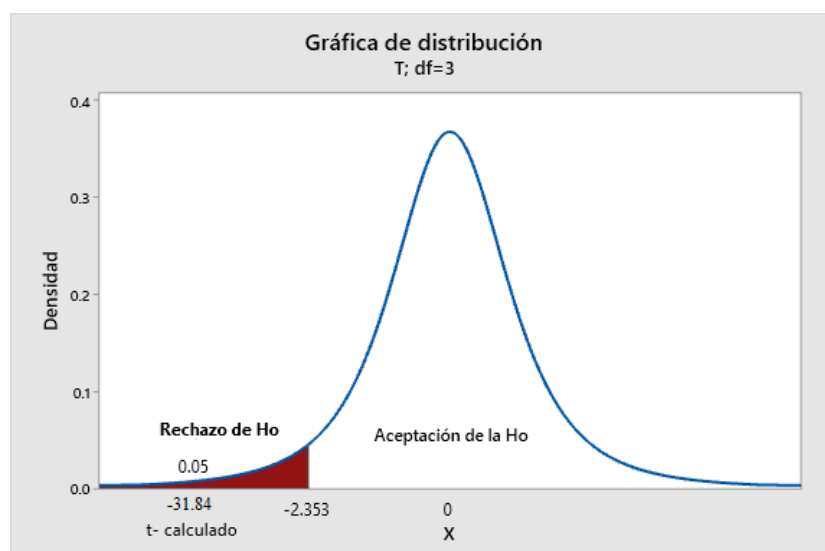


Figura 41. Gráfica de contrastación de hipótesis secundaria1b

Fuente: Software Minitab 19, 2021

El resultado obtenido se encuentra dentro de la zona de rechazo de la H_0 .

Resultado final:

En función a las cifras obtenidas, se puede afirmar que, el módulo de finura del agregado fino con concreto reciclado, en porcentajes de 0, 5, 10, 15 y 20 % entra en el rango de 2.3 a 3.1 que es el más óptimo para diseño de mezclas de concreto.

4.3.2 Contrastación de hipótesis (b)

Hipótesis secundaria 2: Un tamaño de partícula medio lograra un porcentaje adecuado de humedad y absorción, aumentando a medida que aumente el porcentaje de conminución de concreto reciclado.

Planteamiento de hipótesis

$H_0: \mu \leq 3.26\%$ [No existe aumento en la absorción del agregado fino]

$H_a: \mu > 3.26\%$ [Existe un aumento en la absorción del agregado fino]

Para realizar la contrastación de hipótesis se debe utilizar un valor de P, entonces:

Valor P > Nivel de significancia → Se acepta la H0 y se rechaza la Ha/

Valor P < Nivel de significancia → Se rechaza la H0 y se acepta la Ha

Se está considerando que, este tipo de investigación cuenta con un nivel de error del 5% y un nivel de confianza del 95%

$$(\alpha = 5\% = 0.05)$$

Además, una media hipotética de 3.26%. Se calcula la media, desviación estándar y valor de t obteniendo como resumen la Figura 42 de estadísticas descriptivas.

| Estadísticas descriptivas | | | | |
|---------------------------|-------|-----------|----------------------------|-----------------------------------|
| N | Media | Desv.Est. | Error estándar de la media | Límite inferior de 95% para μ |
| 4 | 4.040 | 0.358 | 0.179 | 3.619 |

μ : media de % ABSORCIÓN

Figura 42. Estadísticas descriptivas – Hipótesis secundaria 2

Fuente: Software Minitab 19, 2021

Para después, hacer la prueba de hipótesis como se ve en la figura 43

| Prueba | |
|-------------------|-------------------|
| Hipótesis nula | $H_0: \mu = 3.26$ |
| Hipótesis alterna | $H_1: \mu > 3.26$ |
| <u>Valor T</u> | <u>Valor p</u> |
| 4.36 | 0.011 |

Figura 43. Prueba de hipótesis secundaria 2

Fuente: Software Minitab 19, 2021

Finalmente, se aprecia en la figura 44 la gráfica de distribución t- student para una mejor interpretación de los resultados.

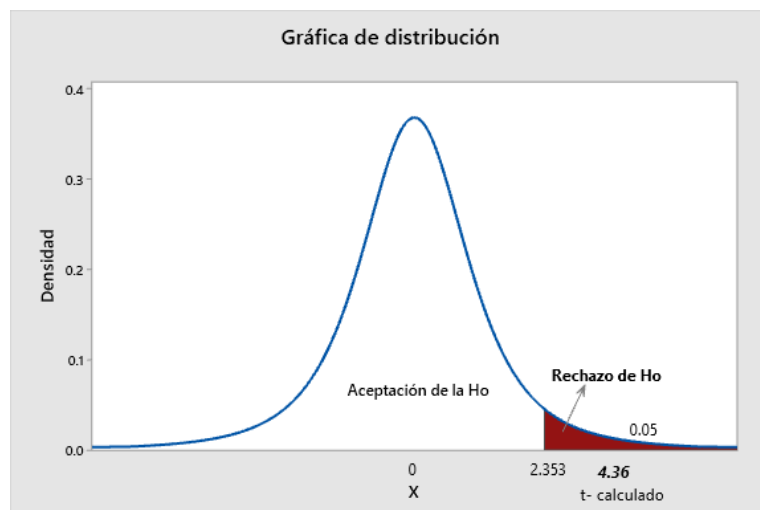


Figura 44. Gráfica de contrastación de hipótesis secundaria 2

Fuente: Software Minitab 19, 2021

El resultado obtenido se encuentra dentro de la zona de rechazo de la H_0 .

Resultado final:

En función a las cifras obtenidas, se puede afirmar que, la conminución de concreto reciclado provoca un aumento considerable en el porcentaje de absorción del agregado fino.

4.3.3 Contrastación de hipótesis (c)

Hipótesis secundaria 3: Un tamaño máximo de partícula definirá un peso específico apropiado para la trabajabilidad, reduciéndose a medida que aumente el porcentaje de conminución de concreto reciclado.

a. Planteamiento de hipótesis

$H_0: \mu \geq 2.53 \text{ gr/cm}^3$ [No existe disminución en el peso específico del agregado fino].

$H_a: \mu < 2.53 \text{ gr/cm}^3$ [Existe disminución en el peso específico del agregado fino]

Para realizar la contrastación de hipótesis se debe utilizar un valor de P , entonces:

Valor $P > \text{Nivel de significancia} \rightarrow \text{Se acepta la } H_0 \text{ y se rechaza la } H_a$

Valor $P < \text{Nivel de significancia} \rightarrow \text{Se rechaza la } H_0 \text{ y se acepta la } H_a$

Se está considerando que, este tipo de investigación cuenta con un nivel de error del 5% y un nivel de confianza del 95%

$$(\alpha = 5\% = 0.05)$$

Además, una media hipotética de 2.53. Se calcula la media, desviación estándar y valor de t obteniendo como resumen la Figura 45 de estadísticas descriptivas.

| Estadísticas descriptivas | | | | |
|---------------------------|--------|-----------|----------------------------|-----------------------------------|
| N | Media | Desv.Est. | Error estándar de la media | Límite superior de 95% para μ |
| 4 | 2.3900 | 0.0497 | 0.0248 | 2.4484 |

μ : media de PESO ESPECÍFICO

Figura 45. Estadísticas descriptivas – Hipótesis secundaria 3

Fuente: Software Minitab 19, 2021

Para después, hacer la prueba de hipótesis como se ve en la figura 46

| Prueba | |
|-------------------|-------------------|
| Hipótesis nula | $H_0: \mu = 2.53$ |
| Hipótesis alterna | $H_1: \mu < 2.53$ |
| <u>Valor T</u> | <u>Valor p</u> |
| -5.64 | 0.006 |

Figura 46. Prueba de hipótesis secundaria 3

Fuente: Software Minitab 19, 2021

Finalmente, se aprecia en la figura 47 la gráfica de distribución t- student para una mejor interpretación de los resultados.

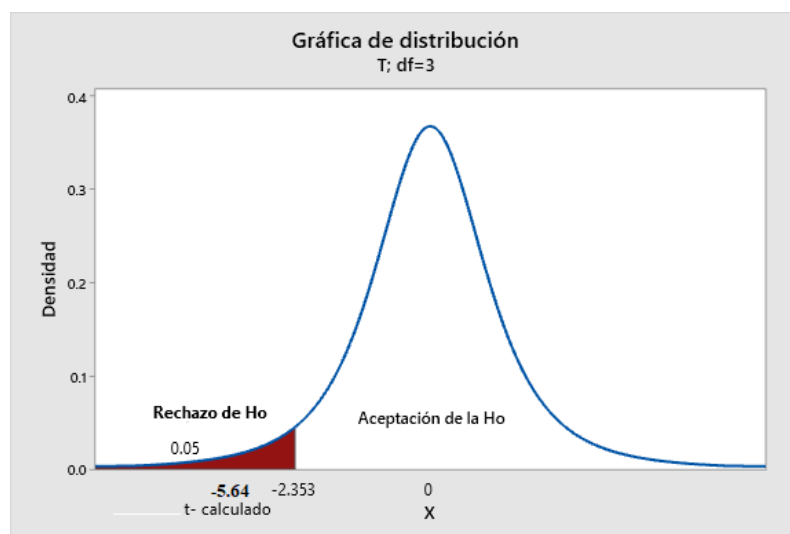


Figura 47. Gráfica de contrastación de hipótesis secundaria 3

Fuente: Software Minitab 19, 2021

El resultado obtenido se encuentra dentro de la zona de rechazo de la H_0 .

Resultado final:

En función a las cifras obtenidas, se puede afirmar que el concreto reciclado disminuye considerablemente el peso específico del agregado fino.

V. DISCUSIÓN

A partir de los diferentes resultados obtenidos en esta investigación, el módulo de finura del agregado fino mezclado con la conminución de concreto reciclado, se reduce a medida que se incrementa el contenido de concreto reciclado. Los resultados fueron que con el 0% de mezcla con conminución de concreto reciclado (muestra control) el módulo de finura es 3 ; con el 5% de mezcla con conminución, 2.98 de módulo de finura, con el 10% de mezcla con conminución, 2.97 de módulo de finura; con el 15% de mezcla con conminución, 2.97 de módulo de finura; y finalmente, con el 20% de mezcla con conminución , 2.96 de módulo de finura.

En base a dichos resultados, es posible hacer comparación con los datos obtenidos en otras investigaciones, como son:

- En la tesis de (García 2009) se muestra que el módulo de finura del agregado fino incorporado con un 10% concreto reciclado, es de 3; además con el 20 % de concreto reciclado, el módulo de finura es 2.97.
- En la investigación de (Laverde 2014) se ve que módulo de finura del agregado fino incorporado con concreto reciclado en un 5 %, es de 3.1

En lo referente al porcentaje de absorción que presenta el agregado fino mezclado con la conminución de concreto reciclado, se observa que aumenta de manera considerable a medida que se incrementa el contenido de concreto reciclado. . Los resultados fueron que con el 0 % de mezcla con conminución de concreto reciclado (muestra control) la absorción es 3.26 %; con el 5 % de mezcla con conminución la absorción es 3.67 %, con el 10 % de mezcla con conminución, la absorción es 3.91 %; con el 15 % de mezcla con conminución, la absorción es 4.06 %; y finalmente, con el 20 % de mezcla con conminución la absorción es 4.52 %.

Por lo que es posible hacer la comparación con los datos obtenidos en otras investigaciones, como son:

- En la tesis de (García 2009) se muestra que se obtuvo 4.98 % como absorción del agregado natural mezclado con concreto reciclado en un 20%.
- En tanto (Albújar 2014) señala que se obtuvo 4.72 % como absorción del agregado natural mezclado con concreto reciclado en un 30%.
- En la investigación de (Laverde 2014) se ve que obtuvo 5.90 % como absorción del agregado natural mezclado con concreto reciclado en un 5%.

En cuanto al peso específico que presenta el agregado fino mezclado con la conminución de concreto reciclado, se observa que disminuye de manera considerable a medida que se incrementa el contenido de concreto reciclado. . Los resultados fueron que con el 0 % de mezcla con conminución de concreto reciclado (muestra control) el peso específico es 2.53 gr/cm³ ; con el 5 % de mezcla con conminución el peso específico es 2.45/cm³, con el 10 % de mezcla con conminución, el peso específico es 2.41 gr/cm³; con el 15 % de mezcla con conminución, el peso específico es 2.41 gr/cm³; y finalmente, con el 20 % de mezcla con conminución el peso específico es 2.34 gr/cm³.

En base a dichos resultados, es posible hacer comparación con los datos obtenidos en otras investigaciones, como son:

- En la tesis de (García 2009) se muestra que se obtuvo 2.07 gr/cm³ como peso específico del agregado natural mezclado con concreto reciclado en un 20%.
- En tanto (Albújar 2014) señala que se obtuvo 2.35 gr/cm³ como peso específico del agregado natural mezclado con concreto reciclado en un 30%.
- También, (Cruz y Velásquez 2004) sostienen que se obtuvo 2.4 gr/cm³ como peso específico del agregado natural mezclado con concreto reciclado en un 10%.

Finalmente, en cuanto a los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión del concreto después de los 28 días de maduración, se puede afirmar que su comportamiento tiene una tendencia polinómica de 3er grado, en

la que, el resultado más alto es posible sólo con el 0 % de mezcla con conminución de concreto reciclado (muestra control) 221.64 kg/cm² (105.54 %) y disminuye con los porcentajes del 5 % para una resistencia a la compresión de 219.09kg/cm² (104.33 %), 10 % para una resistencia a la compresión de 217.18 kg/cm² (103.42 %) y 15 % para una resistencia a la compresión de 214.7 kg/cm² (102.24 %); siendo la resistencia mínima la que se obtiene con el 20 % de concreto reciclado 212.24 kg/cm² (101.07 %).

Por lo que se puede hacer la comparación con los datos obtenidos en otras investigaciones, como son:

- En la tesis de (García 2009) se obtuvo 219.29 kg/cm² (87. 7 % de la resistencia proyectada) como resultado de resistencia a la compresión del concreto que tiene agregado natural mezclado con concreto reciclado en un 20%.
- Mientras que (Albújar 2014) señala que obtuvo 190.51kg/cm² (90. 7 % de la resistencia proyectada) como resultado de resistencia a la compresión del concreto que tiene agregado natural mezclado con concreto reciclado en un 30%.
- Además (Cruz y Velásquez 2004) sostienen que obtuvieron 200 kg/cm² (80 % de la resistencia proyectada) como resultado de resistencia a la compresión del concreto que tiene agregado natural mezclado con concreto reciclado en un 10%.

VI. CONCLUSIONES

1. Respuesta al objetivo general: Para determinar las propiedades mecánicas mediante la conminución de concreto reciclado y reuso como agregado fino en elementos estructurales, se consideró que la propiedad más importante es la resistencia a la compresión. A los 28 días de maduración del concreto endurecido con la mezcla con conminución de concreto reciclado proveniente de residuos de construcción, el resultado más alto es posible sólo con el 0 % de mezcla con conminución de concreto reciclado (muestra control) 221.64 kg/cm² (105.54 %) y disminuye con los porcentajes del 5 % para una resistencia a la compresión de 219.09kg/cm² (104.33 %), 10 % para una resistencia a la compresión de 217.18 kg/cm² (103.42 %) y 15 % para una resistencia a la compresión de 214.7 kg/cm² (102.24 %); siendo la resistencia mínima la que se obtiene con el 20 % de concreto reciclado 212.24 kg/cm² (101.07 %).
2. Respuesta al específico 1: El módulo de finura del agregado fino mezclado con la conminución de concreto reciclado, se reduce a medida que se incrementa el contenido de concreto reciclado. Se obtuvieron con el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de concreto reciclado; 3, 2.98, 2.97, 2.97, 2.96 respectivamente
3. Respuesta al específico 2: El porcentaje de absorción que presenta el agregado fino mezclado con la conminución de concreto reciclado, se observa que aumenta de manera considerable a medida que se incrementa el contenido de concreto reciclado. Se obtuvieron con el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de concreto reciclado; 3.26%, 3.67%, 3.91%, 4.06% y 4.52% respectivamente.
4. Respuesta al específico 3: El peso específico que presenta el agregado fino mezclado con la conminución de concreto reciclado, se observa que disminuye de manera considerable a medida que se incrementa el contenido de concreto reciclado. Se obtuvieron con el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de concreto reciclado; 2.53 gr/cm³, 2.45gr/cm³, 2.41 gr/cm³, 2.36 gr/cm³, 2.34 gr/cm³ respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar otros métodos de diseños de mezcla, como el método Walker, el método de Fuller y el método del módulo de fineza, por ser los más conocidos, a fin de que se verifiquen las resistencias a la compresión a las que se pueda llegar considerando los ajustes realizados en cada método de diseño.
2. Para mejorar la cohesión entre partículas y elevar la densidad del concreto, es posible hacer un hincapié en un estudio que contemple la incorporación de aditivos, de esta manera se podrán observar las modificaciones que sufra el concreto en cuando a sus propiedades físicas.
3. Si bien, la conminución de concreto reciclado hace que el concreto presente una resistencia menor que la del concreto confeccionado con agregado de origen natural; es posible manipular los porcentajes con el fin de elaborar concreto que tenga la misma resistencia que un concreto elaborado con agregado de origen natural.
4. Se debe de seguir estudiando el empleo de otros materiales añadidos en el diseño de mezcla del concreto a fin de evidenciar cuál de ellos cumple con los requerimientos.

REFERENCIAS

- ABU, A.E. y BEHIRY, M., 2013. Utilization of cement treated recycled concrete aggregates as base or sub-base layer in Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 4, pp. 661-673. Disponible en: [https:// short.gy/KfZTXI](https://short.gy/KfZTXI)
- AGUDELO, L., 2003. *Abrasión y sortividad en concretos con agregado fino reciclado*. Tesis. Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo Disponible en : [https:// short.gy/AfZPXI](https://short.gy/AfZPXI)
- AGREDA Y MONCADA , 2015. *Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados*. Tesis de pregrado. Bogotá. Universidad Católica De Colombia Disponible en : [https:// short.gy/0CHUDM](https://short.gy/0CHUDM)
- AL SAFFARA, D. ,TAWFIKB, T., Y TAYEH, B., 2020. Stability of glassy concrete under elevated temperatures. *European journal of environmental and civil engineering [en línea]*, vol. 25, pp. 25-31. DOI 10.1080/19648189.2020.1783368. Disponible en: [https:// short.gy/KfZTXI](https://short.gy/KfZTXI)
- ALBÚJAR BARREDO, A.I., 2014. *Estudio del comportamiento del concreto empleando agregado reciclado*. Tesis de pregrado. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo..
- ALIABDO, A.A., ELMOATY, A., ELMOATY, M.A. y ABOSHAMA, A.Y., 2016. Utilization of waste glass powder in the production of cement and concrete. *Construction and Building Materials [en línea]*, vol. 124, pp. 866-877. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2016.08.016. Disponible en: [https:// DOI 10.1016](https://doi.org/10.1016)
- ALVES, D., 2014. *Manual de tecnologia do concreto*. Rio de Janeiro: s.n. ISBN 857103155X. Disponible en: [https:// short.gy/EfZJUI](https://short.gy/EfZJUI)
- ALVES, D.E., ALENCAR, D.B. De, RIBEIRO, E.M., MUSTAFA, E.V., HENRIQUE, M., NASCIMENTO, R. y JUNIOR, D.A.B., 2019. Study of the Application of Glass Waste in Concrete Production. , vol. 6495, no. 7, pp. 681-691. Disponible en: [https:// short.gy/LoZTUI](https://short.gy/LoZTUI)

- AQUINO , Y. , 2019. *Estudio comparativo de la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional*. Tesis de Pregrado. Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo. Disponible en: [https:// short.gy/zFxlhr](https://short.gy/zFxlhr)
- ARMAS, C. , 2016. Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación. , vol. 3,no. 2, pp. 1-13. ISSN 2313-1926*
- ARSHAD, M. y AHMED, M., 2017. Potential use of reclaimed asphalt pavement and recycled concrete aggregate in base/sub-base layers of flexible pavements. *Construction and Building Materials.*, vol. 151, pp. 83-97. Disponible en: [https:// short.gy/wfZoXI](https://short.gy/wfZoXI)
- ARULRAJAH, A., DISFANI, M., HORPIBULSUK, S., CHERDSAK, S. y PRONGMANEE, N., 2014. Physical properties and shear strength responses of recycled construction and demolition materials in unbound pavement base/sub- base applications. *Construction and Building Materials*, vol. 58, pp. 245-257. Disponible en: [https:// short.gy/RdSKI](https://short.gy/RdSKI)
- ASENCIO, L. 2014. *Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto $f'c=210$ Kg/cm²*. Tesis de Pregrado. Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en: [https:// short.gy/LokDPo](https://short.gy/LokDPo)
- BAZALAR y CADENILLAS , 2019. Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras aperticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental. Tesis de Pregrado. Lima. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Disponible en: [https:// short.gy/ubrT34](https://short.gy/ubrT34)
- BEDOYA Y DZUL, 2015. El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista Ingeniería de Construcción* vol 30 N°2, pp 25-61. Disponible en: [https:// short.gy/PhpDfe](https://short.gy/PhpDfe)
- CASTRO, A.L.D.E., 2007. *Aplicação de conceitos reológicos na tecnologia dos*

concretos de alto desempeño. S.I.: Escola de Engenharia de São Carlos.
Disponible en: [https:// short.gy/KIEHh](https://short.gy/KIEHh)

CHOQUEHUANCA H., A., 2014. Distritalización: una solución para el desarrollo de Juliaca. *Espacio y Desarrollo*, vol. 11, pp143-165. Disponible en: [https:// short.gy/lpPLh](https://short.gy/lpPLh)

COTTIER, J., 1995. *Tecnología del concreto*. México D. F.: UNAM. ISBN 0856233425. Disponible en: [https:// short.gy/HgJMKF](https://short.gy/HgJMKF)

CRUZ, J. , y VELÁSQUEZ, R. , 2004. Concreto reciclado . Tesis de Pregrado. Mexico D.F. Instituto Politécnico Nacional. Disponible en: [https:// short.gy/NSJSs](https://short.gy/NSJSs)

DAO, D. Van, TRINH, S.H., LY, H. y PHAM, B.T., 2019. applied sciences Prediction of Compressive Strength of Geopolymer Concrete Using Entirely Steel Slag Aggregates : Novel Hybrid Artificial Intelligence Approaches. , no. i, pp. 1-16. DOI 10.3390/app9061113. Disponible en: [https:// short.gy/fZTXI](https://short.gy/fZTXI)

EBRAHIM, A. y BEHIRY, A.E., 2013. Utilization of cement treated recycled concrete aggregates as base or subbase layer in Egypt. *Ain Shams Engineering Journal* [en línea], vol. 4, no. 4, pp. 661-673. ISSN 2090-4479.. Disponible en: [https:// short.gy/NJNDh](https://short.gy/NJNDh)

ELAQRA, H., Y RUSTOM, R. 2018. Effect of using glass powder as cement replacement on rheological and mechanical properties of cement paste. *Construction and Building Materials*, vol.179, no 1,pp 326–335.DOI. 10.1016/ t.2018.05.263. Disponible en: [https:// short.gy/WfZTXI](https://short.gy/WfZTXI)

FERNEY, J. y BUILES-JARAMILLO, A., 2018. Evaluación de las propiedades de residuos de construcción y demolición de concreto para su uso en la elaboración de sub-bases granulares . Una alternativa al manejo de residuos en el Valle de Aburrá . □. , vol. 10, pp. 79-90. Disponible en: [https:// short.gy/DbLJAI](https://short.gy/DbLJAI)

FLORES, J., 2019. *Propuesta de una metodología para la disposición final*

sostenible de los residuos sólidos de construcción y demolición generados en el distrito de Huaraz, 2016 . Tesis de Pregrado. Huaraz. Universidad Nacional "Santiago Antunez De Mayolo". Disponible en: <https://short.gy/meWpKk>

GARCÍA, C. , 2009. Características mecánicas de concretos reciclados fabricados con desechos sólidos de construcción. Tesis de pregrado. Xalapa: Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://short.gy/DnKLML>

GARAY, I. , 2018. Caracterización de Residuos de Construcción de Lima y Callao. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <http://short.gy/elvmGq>

GOTTFREDSSEN, F., 1993. *Demolition and reuse of concrete and masonry*. S.l.: s.n.

HERNANDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. 2014. *Metodología de la investigación*. 6.ª ed. México DF: Colonia Desarrollo Santa fe, McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2014. 601 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0 . Disponible en <https://www.short.gy/7j6x7M>

JUBEH, A. I., AL SAFFAR, D. M., & TAYEH, B. A. 2019. Effect of recycled glass powder on properties of cementitious materials contains styrene butadiene rubber. *Arabian Journal of Geosciences*, Vol.12 , no 2 pp 39-51. DOI 0.1007/s12517-018-4212-0. Disponible en: <https://short.gy/oEVkiC>

KAZEMI, K.A., 2012. Properties of Concretes Produced with Recycled Concrete Aggregates. *Journal of Geosciences* , no. September, pp. 82. Disponible en: <https://short.gy/bGjHJT>

KOSMATKA, S., BEATRIX, K., PANARESE, W. y TANESI, J., 2004. *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Illinois: Portland Cement Association. ISBN 0893122335. Disponible en: <https://short.gy/sYtHYB>

LAVERDE, J. , 2014. Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos con agregados reciclados. Tesis de Maestría. Bogotá: Escuela

- MEGO, J. (2018). Absorción y peso específico de agregados. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Disponible en: [https:// short.gy/wHopPE](https://short.gy/wHopPE)
- MÉNDEZ, N., RODRIGUES, C., CRUZ, N. y LAINES, J., 2010. Los escombros como agregados en la industria de la construcción. *KUXULKAB*, XVI, vol. 30, pp. 37-45.
- MENDOZA, I. y CHÁVEZ, S., 2017. Residuos de construcción y demolición como agregado de concreto hidráulico nuevo. *Revista de Ingeniería Civil*, vol. 2, pp. 9-14. Disponible en: [https:// short.gy/TS8sQV](https://short.gy/TS8sQV)
- MOUSA, M., CUENCA, E., FERRARA, L., ROY, N., & TAGNIT-HAMOU, A. 2017. Tensile characterization of an “Eco- Friendly” UHPFRC with waste glass powder and glass sand [Paper presentation]. *International Conference on Strain-Hardening Cement-Based Composites*, Springer.
- NAIK, G., 2005. Moriconi, Environmental-friendly durable concrete made with recycled materials for sustainable concrete construction. *International Symposium on Sustainable Development of Cement*. Ontario: International Symposium on Sustainable Development of Cement, Concrete and Concrete Structures, pp. 36-58. Disponible en: [https:// short.gy/trIPmJ](https://short.gy/trIPmJ)
- PICKEL, D., 2014. Recycled concrete aggregate: influence of aggregate pre-saturation and curing conditions on the hardened properties of concrete. , pp. 189. Toronto University. Disponible en: [https:// short.gy/oEVkiC](https://short.gy/oEVkiC)
- PINHEIRO, L.M., 2016. Estruturas de concreto. *EESC-USP, Publicação 005*, pp. 86-79. Disponible en: [https:// short.gy/TnjHy](https://short.gy/TnjHy)
- PORTUGAL, P., 2007. *Tecnología del concreto de alto desempeño*. París: Imprimerie Lafayette.
- ROMERO, 2004. *Viabilidad técnica y económica del uso del concreto reciclado como agregado*. Tesis de pregrado. Bogotá. Universidad de los Andes. Disponible en: [https:// short.gy/SzwKlx](https://short.gy/SzwKlx)

- SANTA CRUZ, N. 2013. *Influencia de la cantidad de agregado más fino que pasa la malla n°100 en la resistencia mecánica del concreto de baja y mediana resistencia fabricado con cemento tipo I andino*. Tesis de pregrado. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. Disponible en: [https:// short.gy/uHmOPJ](https://short.gy/uHmOPJ)
- SHETTY, M.S., 2013. *CONCRETE TECHNOLOGY*. 7th. New Delhi: S. Chand. ISBN 9788121900034. Disponible en: [https:// short.gy/aFJGUi](https://short.gy/aFJGUi)
- SILVA, R. V, BRITO, J. De y DHIR, R.K., 2014. Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 65, pp. 201-217. ISSN 0950-0618. Disponible en: [https:// short.gy/BNhKSD](https://short.gy/BNhKSD)
- TAYEH, B. A. 2018. Effects of marble, timber, and glass powder as partial replacements for cement. *Journal of Civil Engineering and Construction* [en línea], vol 7 no 2, pp 63–73. Disponible en: [https:// short.gy/FJuOPN](https://short.gy/FJuOPN)
- TAYEH, B. A., BAKAR, B. A., & JOHARI, M. M. 2013. Characterization of the interfacial bond between old concrete substrate and ultra high performance fiber concrete repair composite. *Materials and Structures* [en línea], vol. 46 no 5,pp 743–751. Disponible en: [https:// short.gy/uRBATL](https://short.gy/uRBATL)
- VAN DAO, D., HOANG TRINH, S.,LY, H. Y THAI PHAM, B. ,2019. Prediction of compressive strength of geopolymers concrete using entirely steel slag aggregates: novel hybrid artificial intelligence approaches. *MDPI Journal* [en línea], vol. 9, no 6, pp 1-16. DOI :10.3390/app9061113. Disponible en: [https:// DOI :10.3390/app9061113](https://DOI:10.3390/app9061113)
- WAGIH, A.M., EL-KARMOTY, H.Z., EBID, M. y OKBA, S.H., 2013. Recycled construction and demolition concrete waste as aggregate for structural concrete. *HBRC Journal* [en línea], vol. 9, no. 3, pp. 193-200. ISSN 1687-4048. DOI 10.1016/j.hbrj.2013.08.007. Disponible en: [https:// short.gy/uZOHKL](https://short.gy/uZOHKL)
- WANG, H.-Y., & HUANG, W.-L. 2010. Durability of self-consolidating concrete using waste LCD glass. *Construction and Building Materials*, vol 24 no 6, pp.

1008–1013. Disponible en: short.gy/uZOHKL.

WOOLLEY, G., 1994. State of the art report use of waste materials in construction - technological development. *Environmental Aspects of Construction with Waste Materials.*,

XUAN, D., MOLENAAR, A. y HOUBEN, M., 2015. Evaluation of cement treatment of reclaimed construction and demolition waste as road bases. *Journal of Cleaner Production*, vol. 100, pp. 77-83.

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|---|---------------------------------------|--|--------------------|
| 1.- VARIABLE INDEPENDIENTE Conminución de concreto reciclado como agregado fino | Pickel (2014) refiere que el agregado de concreto reciclado es un material de construcción, el cual está siendo usado cada vez más en la construcción por razones económico-medioambientales. | Porcentaje del peso de agregado fino | <ul style="list-style-type: none"> • Peso | Kilogramos |
| 2.- VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades mecánicas del concreto | La resistencia a la compresión es calculada a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascuales (MPa) en unidades SI. Se mide rompiendo briquetas, que son probetas cilíndricas de concreto, en una máquina de ensayos de compresión (Cottier, 1995). | Ensayo de resistencia a la compresión | <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza/ Área | Kg/cm ² |

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “Conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno 2021”

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIÓN | INDICADORES | METODOLOGÍA |
|--|---|--|---|--|--|--|
| <p>Problema Principal</p> <p>¿Cómo la conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales determinaría las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno 2021?</p> | <p>Objetivo Principal</p> <p>Determinar las propiedades mecánicas mediante la conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales.</p> | <p>Hipótesis Principal</p> <p>La conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales determinará las propiedades mecánicas, Juliaca</p> | <p>VI Conminución de concreto reciclado como agregado fino</p> <p>VD Propiedades mecánicas del concreto</p> | <p>• Reducción de tamaño</p> <p>• Resistencia a compresión</p> | <p>• Micrones</p> <p>• Kg/cm²</p> | <p>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN Hipotético deductivo</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Experimental</p> <p>Gc (a): Y1 → X → Y2</p> <p>Ge (a): Y3 → X → Y4</p> |
| <p>Problemas secundarios N°1</p> <p>¿Con la molienda mecanizada se alcanzaría un módulo de finura en el rango de 2.3 a 3.1 utilizando la conminución de concreto reciclado?</p> <p>Problemas secundarios N°2</p> <p>¿Con un tamaño de partícula medio se lograría un porcentaje adecuado de humedad y absorción utilizando la conminución de concreto reciclado?</p> <p>Problemas secundarios N°3</p> <p>¿Con un tamaño máximo de partícula se definiría un peso específico apropiado para la trabajabilidad utilizando la conminución de concreto reciclado?</p> | <p>Objetivos secundarios N°1</p> <p>Alcanzar un módulo de finura en el rango de 2.3 a 3.1 utilizando la conminución de concreto reciclado mediante la molienda mecanizada.</p> <p>Objetivos secundarios N°2</p> <p>Lograr un porcentaje adecuado de humedad y absorción utilizando la conminución de concreto reciclado por medio de tamaño de partícula medio</p> <p>Objetivos secundarios N°3</p> <p>Definir un peso específico apropiado para la trabajabilidad utilizando la conminución de concreto reciclado en base a un tamaño máximo de partícula</p> | <p>Hipótesis secundaria N°1</p> <p>La molienda mecanizada alcanzará un módulo de finura en el rango de 2.3 a 3.1 utilizando la conminución de concreto reciclado.</p> <p>Hipótesis secundaria N°2</p> <p>Un tamaño de partícula medio logrará un porcentaje adecuado de humedad y absorción, aumentando a medida que aumente el porcentaje de conminución de concreto reciclado.</p> <p>Hipótesis secundaria N°3</p> <p>Un tamaño máximo de partícula definirá un peso específico apropiado para la trabajabilidad, reduciéndose a medida que aumente el porcentaje de conminución de concreto reciclado.</p> | <p>VI Molienda mecanizada</p> <p>VD Módulo de finura</p> <p>VI Tamaño de partícula medio</p> <p>VD Humedad y absorción</p> <p>VI Tamaño máximo de partícula</p> <p>VD Peso específico</p> | <p>• Técnica</p> <p>• Granulometría</p> <p>• Homogeneidad</p> <p>• Nivel de saturación</p> <p>• Longitud</p> <p>• Cantidad</p> | <p>• Eficiencia</p> <p>• Tamaño de partícula</p> <p>• Promedio</p> <p>• Porcentaje de agua retenido</p> <p>• Pulgadas g/cm³</p> | <p>Gc: Sin adición de concreto reciclado</p> <p>Ge: Con adición de concreto reciclado</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN Correlacional</p> <p>POBLACIÓN Desechos de concreto de obras en general del distrito de Juliaca.</p> <p>MUESTRA Concreto reciclado triturado e incorporado en volúmenes calculados como agregado fino</p> <p>TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS Observación de procedimientos, Cálculos y ensayos de laboratorio</p> <p>TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Uso de software (Excel)</p> |

ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : TESIS: "Conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno"

SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

CANTERA : UNOCOLLA

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro | | |
|--|---------------|------------|------------------|--------|---|---|--------|
| 3/8" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | A | -Peso de muestra secada al horno = 484.21 | |
| N° 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00 | |
| N° 8 | 88.51 | 17.70 | 17.70 | 82.30 | Wc | -Peso del picnómetro con agua = 1266.89 | |
| N° 16 | 117.56 | 23.51 | 41.21 | 58.79 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua = 1575.44 | |
| N° 30 | 127.99 | 25.60 | 66.81 | 33.19 | PESO ESPECÍFICO | | |
| N° 50 | 82.42 | 16.48 | 83.30 | 16.70 | Wc+B = | 1767 | |
| N° 100 | 38.48 | 7.70 | 90.99 | 9.01 | Wc+B-W = | 191 | |
| N° 200 | 39.44 | 7.89 | 98.88 | 1.12 | Pe = $\frac{A}{Wc+B-W}$ | = 2.53 gr/cm ³ | |
| FONDO | 5.60 | 1.12 | 100.00 | 0.00 | ABSORCION | | |
| SUMA | 500.00 | 100.00 | | | B = | 500.00 | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | B-A = | 15.79 | |
| MF = MODULO DE FINEZA | | | | | Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | = | 3.26 % |
| | | | | | 3.00 | | |

AGREGADO GRUESO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro | | |
|--|---------------|------------|------------------|--------|---|---|--------|
| 2" | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | A | -Peso de muestra secada al horno = 784.91 | |
| 1 1/2" | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00 | |
| 1" | 167.0 | 4.77 | 4.77 | 95.23 | Wc | -Peso del picnómetro con agua = 1265.89 | |
| 3/4" | 622.00 | 17.77 | 22.54 | 77.46 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua = 1756.30 | |
| 1/2" | 870.00 | 24.86 | 47.40 | 52.60 | PESO ESPECÍFICO | | |
| 3/8" | 966.00 | 27.60 | 75.00 | 25.00 | Wc+B = | 2066 | |
| 1/4 | 825.00 | 23.57 | 98.57 | 1.43 | Wc+B-W = | 310 | |
| N° 4 | 50.00 | 1.43 | 100.00 | 0.00 | Pe = $\frac{A}{Wc+B-W}$ | = 2.54 gr/cm ³ | |
| FONDO | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | ABSORCION | | |
| SUMA | 3500.00 | 100.00 | | | B = | 800.00 | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | B-A = | 15.09 | |
| | | | | | Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | = | 1.92 % |

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISTA.



B.N°S-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

PROYECTO : TESIS: "Combinación de concreto reciclado y reiso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno"

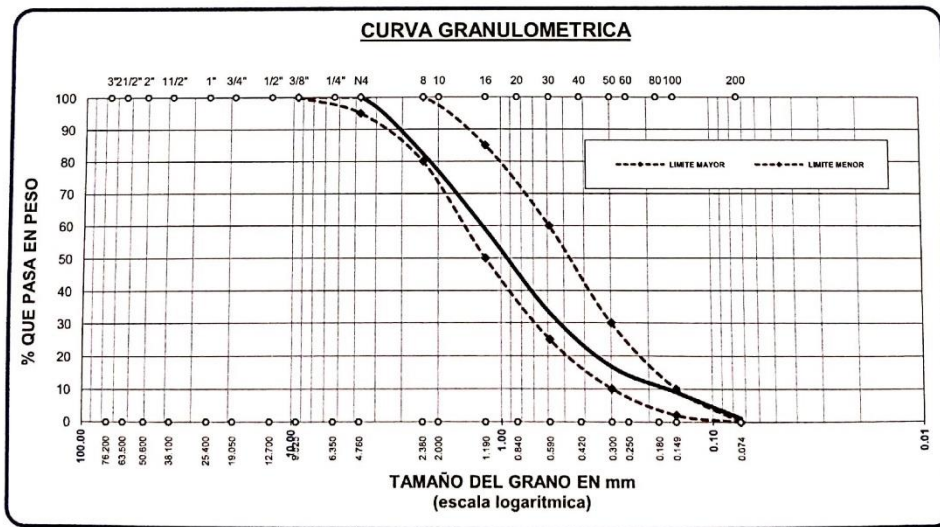
SOLICITADO : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

CANTERA : UNOCOLLA

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO | %RET. ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|---------------|------------|-----------------|------------|----------|---|
| 3/8" | 9.525 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | Peso Inicial = 500 Modulo de Fineza = 3.00 % que pasa la malla 200 = 1.12 |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95 100 | |
| No8 | 2.380 | 88.51 | 17.70 | 17.70 | 82.30 | 80 100 | |
| No10 | 2.000 | | | | | | |
| No16 | 1.190 | 117.56 | 23.51 | 41.21 | 58.79 | 50 85 | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | 127.99 | 25.60 | 66.81 | 33.19 | 25 60 | |
| No40 | 0.420 | | | | | | |
| No 50 | 0.300 | 82.42 | 16.48 | 83.30 | 16.70 | 10 30 | |
| No60 | 0.250 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | 38.48 | 7.70 | 90.99 | 9.01 | 2 10 | |
| No200 | 0.074 | 39.44 | 7.89 | 98.88 | 1.12 | 0 0 | |
| BASE | | 5.60 | 1.12 | 100.00 | 0.00 | | OBSERVACIONES: |
| TOTAL | | 500.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | | 1.12 | | | | |



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISTA.



B.N*5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno"

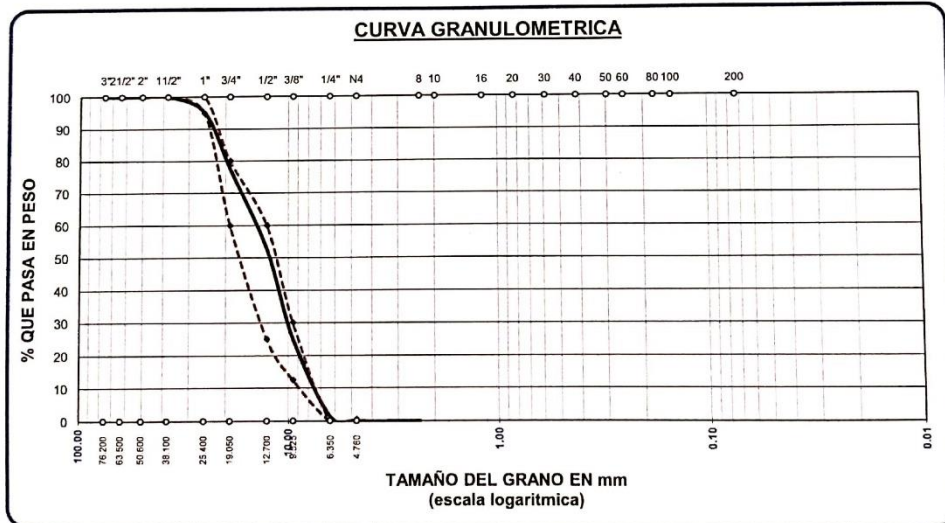
SOLICITADO : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

CANTERA : UNOCOLLA

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

| TAMICES | ABERTURA | PESO | %RETENIDO | %RETENIDO | % QUE | ESPECIF. | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|-----------|----------|----------|-----------|-----------|--------|----------|---|
| ASTM | mm | RETENIDO | PARCIAL | ACUMULADO | PASA | | |
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | Peso Inicial = 3500.00 Tamaño máx. = 1" OBSERVACIONES: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1" | 25.400 | 167.00 | 4.77 | 4.77 | 95.23 | | |
| 3/4" | 19.050 | 622.00 | 17.77 | 22.54 | 77.46 | | |
| 1/2" | 12.700 | 870.00 | 24.86 | 47.40 | 52.60 | | |
| 3/8" | 9.525 | 966.00 | 27.60 | 75.00 | 25.00 | | |
| 1/4" | 6.350 | 825.00 | 23.57 | 98.57 | 1.43 | | |
| N#4 | 4.760 | 50.00 | 1.43 | 100.00 | 0.00 | | |
| BASE | | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.0 | | |
| TOTAL | | 3500.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 0.00 | | | | | |



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B.N°5-131128



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : TESIS: "Conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno "

SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

CANTERA : UNOCOLLA

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1 (25.40mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO (GRAVA) | AGREGADO FINO (ARENA) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 2.54 | 2.53 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Varillado | 1643 | 1685 |
| P.U. Suelto | 1523 | 1564 |
| % de Absorción | 1.92 | 3.26 |
| % de Humedad Natural | 3.28 | 4.57 |
| Modulo de Fineza | - | 3.00 |

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 1 " (25.40mm)
- Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 193 Lt/m³
- Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 1.5 %
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55
- De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(193 \text{ Lt/m}^3) / (0.55) = 351 \text{ Kg/m}^3$$

B.N*5-129804



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.00 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1643 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 1" (25.40mm) se recomienda el uso de 0.631 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.631) * (1643) = 1037 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

| | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---------|
| Volumen absoluto de agua | = (193) / (1000) | = 0.193 |
| Volumen absoluto de cemento | = (351) / (2.88 * 1000) | = 0.122 |
| Volumen absoluto de agregado grueso | = (1037) / (2.54 * 1000) | = 0.409 |
| Volumen de aire atrapado | = (1.5) / (100) | = 0.015 |
| Volumen sub total | = | 0.739 |

Volumen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.739) = 0.261 m³

$$(0.261) * (2.53) * 1000 = 661 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (1037) * (1.03281) = 1071 Kg.

Agregado Fino húmedo (661) * (1.0457) = 691 Kg.

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$193 - 1037 * \left(\frac{3.28 - 1.92}{100} \right) - 661 \left(\frac{4.57 - 3.26}{100} \right) = 170$$

DOSIFICACION

| AGREGADO | DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³) | PROPORCION EN VOLUMEN PESO SECO | DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³) | PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO |
|---------------|---|------------------------------------|---|--------------------------------------|
| Cemento | 351 | 1.00 | 351 | 1.00 |
| Agua | 193 | 0.55 | 170 | 0.49 |
| Agreg. Grueso | 1037 | 2.95 | 1071 | 3.05 |
| Agreg. Fino | 661 | 1.88 | 691 | 1.97 |
| Aire | 1.5 % | | 1.5 % | |

8.26 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

| | | |
|------------------------|---|------------|
| Cemento | : | 42.50 Kg. |
| Agregado fino húmedo | : | 83.67 Kg. |
| Agregado grueso húmedo | : | 129.70 Kg. |
| Agua efectiva | : | 20.62 Kg. |



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

| 1.0 Bolsa de Cemento: | Redondeo |
|-----------------------|-----------------|
| - 1.89 p3 de Arena | 1.9 p3 de Arena |
| - 3.01 p3 de Grava | 3.0 p3 de Grava |
| - 21 Lt de Agua | 21 Lt de Agua |

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno "

SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

CANTERA : UNOCOLLA + 5% concreto reciclado

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro | |
|--|---------------|------------|------------------|--------|---|---|
| 3/8" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | A | -Peso de muestra secada al horno = 482.31 |
| N° 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00 |
| N° 8 | 91.51 | 18.30 | 18.30 | 81.70 | Wc | -Peso del picnómetro con agua = 1266.89 |
| N° 16 | 112.50 | 22.50 | 40.80 | 59.20 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua = 1570.31 |
| N° 30 | 116.45 | 23.29 | 64.09 | 35.91 | PESO ESPECÍFICO | |
| N° 50 | 98.25 | 19.65 | 83.74 | 16.26 | Wc+B = | 1767 Wc+B-W = 197 |
| N° 100 | 38.48 | 7.70 | 91.44 | 8.56 | Pe = $\frac{A}{Wc+B-W}$ = | 2.45 gr/cm ³ |
| N° 200 | 31.21 | 6.24 | 97.68 | 2.32 | ABSORCIÓN | |
| FONDO | 11.60 | 2.32 | 100.00 | 0.00 | B = | 500.00 B-A = 17.69 |
| SUMA | 500.00 | 100.00 | | | Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ = | 3.67 % |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | | |
| Mf = MODULO DE FINEZA | | | | | 2.98 | |

AGREGADO GRUESO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro | |
|--|---------------|------------|------------------|--------|---|---|
| 2" | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | A | -Peso de muestra secada al horno = 784.91 |
| 1 1/2" | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00 |
| 1" | 167.0 | 4.77 | 4.77 | 95.23 | Wc | -Peso del picnómetro con agua = 1265.89 |
| 3/4" | 622.00 | 17.77 | 22.54 | 77.46 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua = 1756.30 |
| 1/2" | 870.00 | 24.86 | 47.40 | 52.60 | PESO ESPECÍFICO | |
| 3/8" | 966.00 | 27.60 | 75.00 | 25.00 | Wc+B = | 2066 Wc+B-W = 310 |
| 1/4" | 825.00 | 23.57 | 98.57 | 1.43 | Pe = $\frac{A}{Wc+B-W}$ = | 2.54 gr/cm ³ |
| N° 4 | 50.00 | 1.43 | 100.00 | 0.00 | ABSORCIÓN | |
| FONDO | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | B = | 800.00 B-A = 15.09 |
| SUMA | 3500.00 | 100.00 | | | Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ = | 1.92 % |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | | |

OBSERVACIONES:
 LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B.N°S-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reuso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno "

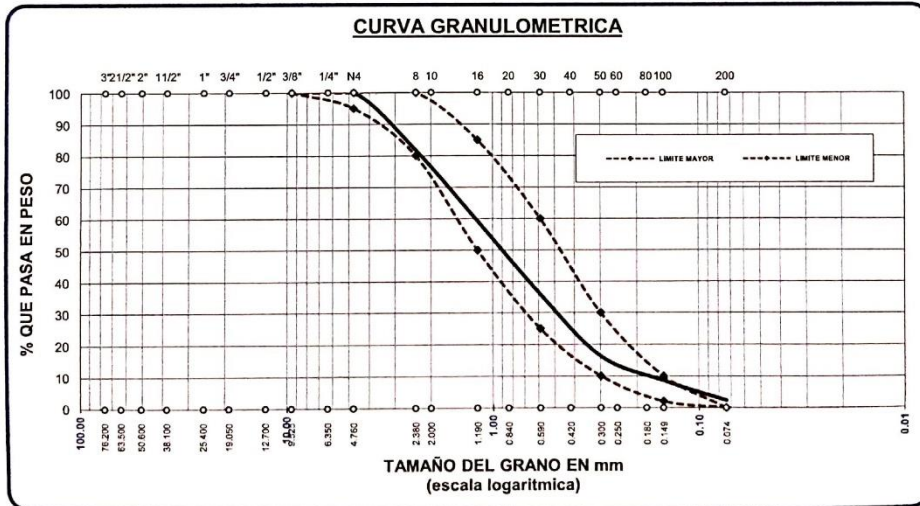
SOLICITADO : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

CANTERA : UNOCOLLA + 5% concreto reciclado

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO | %RET. ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|---------------|------------|-----------------|------------|----------|--|
| 3/8" | 9.525 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | Peso Inicial = 500 Modulo de Fineza = 2.98 % que pasa la malla 200 = 2.32 |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95 100 | |
| No8 | 2.380 | 91.51 | 18.30 | 18.30 | 81.70 | 80 100 | |
| No10 | 2.000 | | | | | | |
| No16 | 1.190 | 112.50 | 22.50 | 40.80 | 59.20 | 50 85 | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | 116.45 | 23.29 | 64.09 | 35.91 | 25 60 | |
| No40 | 0.420 | | | | | | |
| No 50 | 0.300 | 98.25 | 19.65 | 83.74 | 16.26 | 10 30 | |
| No60 | 0.250 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | 38.48 | 7.70 | 91.44 | 8.56 | 2 10 | |
| No200 | 0.074 | 31.21 | 6.24 | 97.68 | 2.32 | 0 0 | |
| BASE | | 11.60 | 2.32 | 100.00 | 0.00 | | OBSERVACIONES: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> |
| TOTAL | | 500.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 2.32 | | | | | |



OBSERVACIONES:
 LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B.N°5-131128



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



DISEÑO DE MEZCLA F^c = 210 Kg./cm.²

PROYECTO

: TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno "

SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

CANTERA : UNOCOLLA + 5% concreto reciclado

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F^c = 210 Kg./cm.² a los 28 días entonces la resistencia promedio F^{cr} = 294 Kg./cm.²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1 (25.40mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO (GRAVA) | AGREGADO FINO (ARENA) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 2.54 | 2.45 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Varillado | 1643 | 1685 |
| P.U. Suelto | 1523 | 1564 |
| % de Absorción | 1.92 | 3.67 |
| % de Humedad Natural | 3.28 | 4.57 |
| Modulo de Fineza | - | 2.98 |

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 1 " (25.40mm)
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 193 Lt/m3
- 4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 1.5 %
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(193 \text{ Lt/m}^3) / (0.55) = 351 \text{ Kg/m}^3$$

B.N°5-129804



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.98 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1643 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 1" (25.40mm) se recomienda el uso de 0.631 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.631) * (1643) = 1037 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

| | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---------|
| Volúmen absoluto de agua | = (193) / (1000) | = 0.193 |
| Volúmen absoluto de cemento | = (351) / (2.88 * 1000) | = 0.122 |
| Volúmen absoluto de agregado grueso | = (1037) / (2.54 * 1000) | = 0.409 |
| Volúmen de aire atrapado | = (1.5) / (100) | = 0.015 |
| Volúmen sub total | = | 0.739 |

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.739) = 0.261 m³

$$(0.261) * (2.45) * 1000 = 641 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (1037) * (1.03281) = 1071 Kg.
Agregado Fino húmedo (641) * (1.0457) = 670 Kg.

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$193 - 1037 * \left(\frac{3.28 - 1.92}{100} \right) - 641 * \left(\frac{4.57 - 3.67}{100} \right) = 173$$

DOSIFICACION

| AGREGADO | DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³) | PROPORCION EN VOLUMEN PESO SECO | DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³) | PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO |
|---------------|---|------------------------------------|---|--------------------------------------|
| Cemento | 351 | 1.00 | 351 | 1.00 |
| Agua | 193 | 0.55 | 173 | 0.49 |
| Agreg. Grueso | 1037 | 2.95 | 1071 | 3.05 |
| Agreg. Fino | 641 | 1.83 | 670 | 1.91 |
| Aire | 1.5 % | | 1.5 % | |

8.26 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

| | | |
|------------------------|---|------------|
| Cemento | : | 42.50 Kg. |
| Agregado fino húmedo | : | 81.17 Kg. |
| Agregado grueso húmedo | : | 129.70 Kg. |
| Agua efectiva | : | 20.97 Kg. |



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

| 1.0 Bolsa de Cemento: | Redondeo |
|-----------------------|-----------------|
| - 1.83 p3 de Arena | 1.8 p3 de Arena |
| - 3.01 p3 de Grava | 3.0 p3 de Grava |
| - 21 Lt de Agua | 21 Lt de Agua |

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : TESIS: "Continuación de concreto reciclado y reuso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno "

SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón
CANTERA : UNOCOLLA + 10% concreto reciclado
UBICACIÓN : UNOCOLLA
FECHA : 30/12/2019

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------|------------------|--------|---|---|----------------------------------|--------|---|--------------------------------------|--------|----|-------------------------------|---------|---|---------------------------------|---------|------------------------|--|--|--------|------|--------------|-------------------------|--|-------------------------|------------------|--|--|-----|--------|-------------|------------------------------------|--|--------|
| 3/8" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A</td> <td style="width: 45%;">-Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 5%;">481.17</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>-Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td>500.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td> <td>-Peso del picnómetro con agua</td> <td>1266.77</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>-Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td>1567.11</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PESO ESPECÍFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td>1767</td> <td>Wc+B-W = 200</td> </tr> <tr> <td>Pe = $\frac{A}{Wc+B-W}$</td> <td></td> <td>2.41 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ABSORCIÓN</td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td>500.00</td> <td>B-A = 18.83</td> </tr> <tr> <td>Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td> <td></td> <td>3.91 %</td> </tr> </table> | A | -Peso de muestra secada al horno | 481.17 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 500.00 | Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1266.77 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1567.11 | PESO ESPECÍFICO | | | Wc+B = | 1767 | Wc+B-W = 200 | Pe = $\frac{A}{Wc+B-W}$ | | 2.41 gr/cm ³ | ABSORCIÓN | | | B = | 500.00 | B-A = 18.83 | Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | | 3.91 % |
| A | -Peso de muestra secada al horno | 481.17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 500.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1266.77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1567.11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO ESPECÍFICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc+B = | 1767 | Wc+B-W = 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pe = $\frac{A}{Wc+B-W}$ | | 2.41 gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABSORCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B = | 500.00 | B-A = 18.83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | | 3.91 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 8 | 103.32 | 20.66 | 20.66 | 79.34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 16 | 105.98 | 21.20 | 41.86 | 58.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 30 | 107.31 | 21.46 | 63.32 | 36.68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 50 | 94.09 | 18.82 | 82.14 | 17.86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 100 | 36.25 | 7.25 | 89.39 | 10.61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 200 | 40.88 | 8.18 | 97.57 | 2.43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FONDO | 12.17 | 2.43 | 100.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUMA | 500.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mf = MODULO DE FINEZA | | | | 2.97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

AGREGADO GRUESO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------|------------------|--------|---|---|----------------------------------|--------|---|--------------------------------------|--------|----|-------------------------------|---------|---|---------------------------------|---------|------------------------|--|--|--------|------|--------------|-------------------------|--|-------------------------|------------------|--|--|-----|--------|-------------|------------------------------------|--|--------|
| 2" | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A</td> <td style="width: 45%;">-Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 5%;">784.91</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>-Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td>800.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td> <td>-Peso del picnómetro con agua</td> <td>1265.89</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>-Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td>1756.30</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PESO ESPECÍFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td>2066</td> <td>Wc+B-W = 310</td> </tr> <tr> <td>Pe = $\frac{A}{Wc+B-W}$</td> <td></td> <td>2.54 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ABSORCIÓN</td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td>800.00</td> <td>B-A = 15.09</td> </tr> <tr> <td>Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td> <td></td> <td>1.92 %</td> </tr> </table> | A | -Peso de muestra secada al horno | 784.91 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 800.00 | Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1265.89 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1756.30 | PESO ESPECÍFICO | | | Wc+B = | 2066 | Wc+B-W = 310 | Pe = $\frac{A}{Wc+B-W}$ | | 2.54 gr/cm ³ | ABSORCIÓN | | | B = | 800.00 | B-A = 15.09 | Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | | 1.92 % |
| A | -Peso de muestra secada al horno | 784.91 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 800.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1265.89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1756.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO ESPECÍFICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc+B = | 2066 | Wc+B-W = 310 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pe = $\frac{A}{Wc+B-W}$ | | 2.54 gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABSORCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B = | 800.00 | B-A = 15.09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | | 1.92 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1" | 167.0 | 4.77 | 4.77 | 95.23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/4" | 622.00 | 17.77 | 22.54 | 77.46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/2" | 870.00 | 24.86 | 47.40 | 52.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/8" | 966.00 | 27.60 | 75.00 | 25.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/4" | 825.00 | 23.57 | 98.57 | 1.43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 4 | 50.00 | 1.43 | 100.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FONDO | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUMA | 3500.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:
 LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B N°5-131128



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

PROYECTO : TESIS: "Combinación de concreto reciclado y relleno como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno"

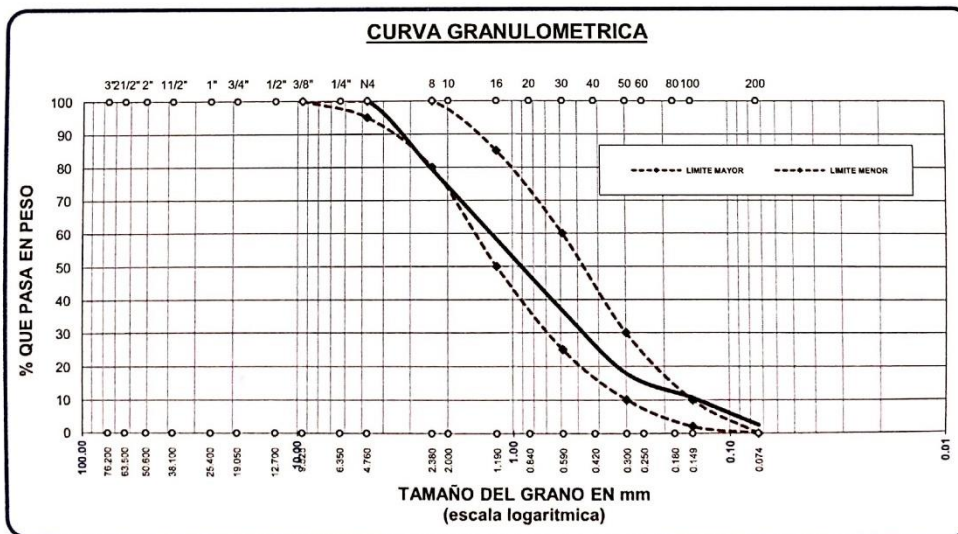
SOLICITADO : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melión

CANTERA : UNOCOLLA + 10% concreto reciclado

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO | %RET. ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|---------------|------------|-----------------|------------|----------|---|
| 3/8" | 9.525 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | Peso Inicial = 500 Modulo de Fineza = 2.97 % que pasa la malla 200 = 2.43 |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95 100 | |
| No8 | 2.380 | 103.32 | 20.66 | 20.66 | 79.34 | 80 100 | |
| No10 | 2.000 | | | | | | |
| No16 | 1.190 | 105.98 | 21.20 | 41.86 | 58.14 | 50 85 | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | 107.31 | 21.46 | 63.32 | 36.68 | 25 60 | |
| No40 | 0.420 | | | | | | |
| No 50 | 0.300 | 94.09 | 18.82 | 82.14 | 17.86 | 10 30 | |
| No60 | 0.250 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | 36.25 | 7.25 | 89.39 | 10.61 | 2 10 | |
| No200 | 0.074 | 40.88 | 8.18 | 97.57 | 2.43 | 0 0 | |
| BASE | | 12.17 | 2.43 | 100.00 | 0.00 | | OBSERVACIONES: |
| TOTAL | | 500.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 2.43 | | | | | |



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISTA.



B.N°5-129804



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno "

SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

CANTERA : UNOCOLLA + 10% concreto reciclado

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74

ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1 (25.40mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO (GRAVA) | AGREGADO FINO (ARENA) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 2.54 | 2.41 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Varillado | 1643 | 1685 |
| P.U. Suelto | 1523 | 1564 |
| % de Absorción | 1.92 | 3.91 |
| % de Humedad Natural | 3.28 | 4.57 |
| Modulo de Fineza | - | 2.97 |

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 1 " (25.40mm)
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 193 L/m³
- 4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 1.5 %
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(193 \text{ L/m}^3) / (0.55) = 351 \text{ Kg/m}^3$$

B N°5-129804



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.97 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1643 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 1" (25.40mm) se recomienda el uso de 0.631 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.631) \times (1643) = 1037 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

| | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|--------------|
| Volúmen absoluto de agua | $= (193) / (1000)$ | $= 0.193$ |
| Volúmen absoluto de cemento | $= (351) / (2.88 \times 1000)$ | $= 0.122$ |
| Volúmen absoluto de agregado grueso | $= (1037) / (2.54 \times 1000)$ | $= 0.409$ |
| Volúmen de aire atrapado | $= (1.5) / (100)$ | $= 0.015$ |
| Volúmen sub total | $=$ | <u>0.739</u> |

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: $= (1.000 - 0.739) = 0.261 \text{ m}^3$

$$(0.261) \times (2.41) \times 1000 = 629 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo $(1037) \times (1.03281) = 1071 \text{ Kg.}$

Agregado Fino húmedo $(629) \times (1.0457) = 658 \text{ Kg.}$

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$193 - 1037 \times \left(\frac{3.28 - 1.92}{100} \right) - 629 \times \left(\frac{4.57 - 3.91}{100} \right) = 175$$

DOSIFICACION

| AGREGADO | DOSIFICACION EN PESO SECO | PROPORCION EN VOLUMEN | DOSIFICACION EN PESO HUMEDO | PROPORCION EN VOLUMEN |
|---------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | (Kg/m ³) | PESO SECO | (Kg/m ³) | PESO HUMEDO |
| Cemento | 351 | 1.00 | 351 | 1.00 |
| Agua | 193 | 0.55 | 175 | 0.50 |
| Agreg. Grueso | 1037 | 2.95 | 1071 | 3.05 |
| Agreg. Fino | 629 | 1.79 | 658 | 1.88 |
| Aire | 1.5 % | | 1.5 % | |

8.26 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

| | | |
|------------------------|---|------------|
| Cemento | : | 42.50 Kg. |
| Agregado fino húmedo | : | 79.72 Kg. |
| Agregado grueso húmedo | : | 129.70 Kg. |
| Agua efectiva | : | 21.17 Kg. |



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

| 1.0 Bolsa de Cemento: | Redondeo |
|-----------------------|-----------------|
| - 1.80 p3 de Arena | 1.8 p3 de Arena |
| - 3.01 p3 de Grava | 3.0 p3 de Grava |
| - 21 Lt de Agua | 21 Lt de Agua |

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reuso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno"

SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón
CANTERA : UNOCOLLA + 15% concreto reciclado
UBICACIÓN : UNOCOLLA
FECHA : 30/12/2019

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------|------------------|-------------|--|---|----------------------------------|--------|---|--------------------------------------|--------|----|-------------------------------|---------|---|---------------------------------|---------|------------------------|--|--|--------|------|--------------|------|------------------------|-------------------------|------------------|--|--|-----|--------|-------------|-------|------------------------------|--------|
| 3/8" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A</td> <td style="width: 40%;">-Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">480.51</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>-Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">500.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td> <td>-Peso del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">1265.62</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>-Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">1561.81</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PESO ESPECÍFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td style="text-align: right;">1766</td> <td>Wc+B-W = 204</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td> <td style="text-align: center;">$\frac{A}{Wc + B - W}$</td> <td style="text-align: right;">2.36 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ABSORCIÓN</td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td style="text-align: right;">500.00</td> <td>B-A = 19.49</td> </tr> <tr> <td>Abs =</td> <td style="text-align: center;">$\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td> <td style="text-align: right;">4.06 %</td> </tr> </table> | A | -Peso de muestra secada al horno | 480.51 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 500.00 | Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1265.62 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1561.81 | PESO ESPECÍFICO | | | Wc+B = | 1766 | Wc+B-W = 204 | Pe = | $\frac{A}{Wc + B - W}$ | 2.36 gr/cm ³ | ABSORCIÓN | | | B = | 500.00 | B-A = 19.49 | Abs = | $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | 4.06 % |
| A | -Peso de muestra secada al horno | 480.51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 500.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1265.62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1561.81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO ESPECÍFICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc+B = | 1766 | Wc+B-W = 204 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pe = | $\frac{A}{Wc + B - W}$ | 2.36 gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABSORCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B = | 500.00 | B-A = 19.49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abs = | $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | 4.06 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 8 | 105.11 | 21.02 | 21.02 | 78.98 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 16 | 102.55 | 20.51 | 41.53 | 58.47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 30 | 107.29 | 21.46 | 62.99 | 37.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 50 | 94.72 | 18.94 | 81.93 | 18.07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 100 | 37.51 | 7.50 | 89.44 | 10.56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 200 | 48.01 | 9.60 | 99.04 | 0.96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FONDO | 4.81 | 0.96 | 100.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUMA | 500.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mf = MODULO DE FINEZA | | | | 2.97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

AGREGADO GRUESO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------|------------------|--------|--|---|----------------------------------|--------|---|--------------------------------------|--------|----|-------------------------------|---------|---|---------------------------------|---------|------------------------|--|--|--------|------|--------------|------|------------------------|-------------------------|------------------|--|--|-----|--------|-------------|-------|------------------------------|--------|
| 2" | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A</td> <td style="width: 40%;">-Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">784.91</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>-Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">800.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td> <td>-Peso del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">1265.89</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>-Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">1756.30</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PESO ESPECÍFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td style="text-align: right;">2066</td> <td>Wc+B-W = 310</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td> <td style="text-align: center;">$\frac{A}{Wc + B - W}$</td> <td style="text-align: right;">2.54 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ABSORCIÓN</td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td style="text-align: right;">800.00</td> <td>B-A = 15.09</td> </tr> <tr> <td>Abs =</td> <td style="text-align: center;">$\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td> <td style="text-align: right;">1.92 %</td> </tr> </table> | A | -Peso de muestra secada al horno | 784.91 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 800.00 | Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1265.89 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1756.30 | PESO ESPECÍFICO | | | Wc+B = | 2066 | Wc+B-W = 310 | Pe = | $\frac{A}{Wc + B - W}$ | 2.54 gr/cm ³ | ABSORCIÓN | | | B = | 800.00 | B-A = 15.09 | Abs = | $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | 1.92 % |
| A | -Peso de muestra secada al horno | 784.91 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 800.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1265.89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1756.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO ESPECÍFICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc+B = | 2066 | Wc+B-W = 310 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pe = | $\frac{A}{Wc + B - W}$ | 2.54 gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABSORCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B = | 800.00 | B-A = 15.09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abs = | $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | 1.92 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1" | 167.0 | 4.77 | 4.77 | 95.23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/4" | 622.00 | 17.77 | 22.54 | 77.46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/2" | 870.00 | 24.86 | 47.40 | 52.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/8" | 966.00 | 27.60 | 75.00 | 25.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/4" | 825.00 | 23.57 | 98.57 | 1.43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 4 | 50.00 | 1.43 | 100.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FONDO | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUMA | 3500.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:
 LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISTA.


UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA
 Ing. Oscar V. Viamonte Calla
 CIP 32730

B.N°S-131128



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reuso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno "

SOLICITADO : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

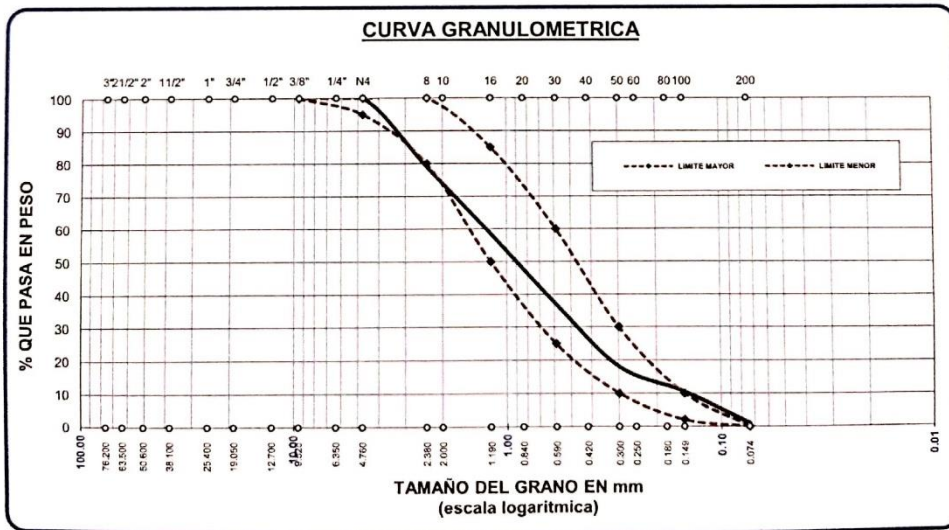
CANTERA : UNOCOLLA + 15% concreto reciclado

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % RET. ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|---------------|------------|------------------|------------|----------|---|
| 3/8" | 9.525 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | Peso Inicial = 500 Modulo de Fineza = 2.97 % que pasa la malla 200 = 0.96 |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95 100 | |
| No8 | 2.380 | 105.11 | 21.02 | 21.02 | 78.98 | 80 100 | |
| No10 | 2.000 | | | | | | |
| No16 | 1.190 | 102.55 | 20.51 | 41.53 | 58.47 | 50 85 | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | 107.29 | 21.46 | 62.99 | 37.01 | 25 60 | |
| No40 | 0.420 | | | | | | |
| No 50 | 0.300 | 94.72 | 18.94 | 81.93 | 18.07 | 10 30 | |
| No60 | 0.250 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | 37.51 | 7.50 | 89.44 | 10.56 | 2 10 | |
| No200 | 0.074 | 48.01 | 9.60 | 99.04 | 0.96 | 0 0 | |
| BASF | | 4.81 | 0.96 | 100.00 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 500.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | | | | | | |

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES:
 LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B.N°5-129804



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno "

SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

CANTERA : UNOCOLLA + 15% concreto reciclado

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1 (25.40mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO (GRAVA) | AGREGADO FINO (ARENA) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 2.54 | 2.36 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Varillado | 1643 | 1685 |
| P.U. Suelto | 1523 | 1564 |
| % de Absorción | 1.92 | 4.06 |
| % de Humedad Natural | 3.28 | 4.57 |
| Modulo de Fineza | - | 2.97 |

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 1 " (25.40mm)
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 193 Lt/m3
- 4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 1.5 %
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(193 \text{ Lt/m3}) / (0.55) = 351 \text{ Kg/m3}$$

B.N*5-129804



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.97 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1643 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 1" (25.40mm) se recomienda el uso de 0.631 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.631) * (1643) = 1037 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (193) / (1000) = 0.193 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (351) / (2.88 * 1000) = 0.122 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (1037) / (2.54 * 1000) = 0.409 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (1.5) / (100) = 0.015 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.739 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.739) = 0.261 \text{ m}^3$$

$$(0.261) * (2.36) * 1000 = 616 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (1037) * (1.03281) = 1071 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (616) * (1.0457) = 644 \text{ Kg.}$$

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$193 - 1037 * \left(\frac{3.28 - 1.92}{100} \right) - 616 \left(\frac{4.57 - 4.06}{100} \right) = 176$$

DOSIFICACION

| AGREGADO | DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³) | PROPORCION EN VOLUMEN PESO SECO | DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³) | PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO |
|---------------|--|---------------------------------|--|-----------------------------------|
| Cemento | 351 | 1.00 | 351 | 1.00 |
| Agua | 193 | 0.55 | 176 | 0.50 |
| Agreg. Grueso | 1037 | 2.95 | 1071 | 3.05 |
| Agreg. Fino | 616 | 1.75 | 644 | 1.84 |
| Aire | 1.5 % | | 1.5 % | |

8.26 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

| | | |
|------------------------|---|------------|
| Cemento | : | 42.50 Kg. |
| Agregado fino húmedo | : | 77.99 Kg. |
| Agregado grueso húmedo | : | 129.70 Kg. |
| Agua efectiva | : | 21.28 Kg. |



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

| 1.0 Bolsa de Cemento: | Redondeo |
|-----------------------|-----------------|
| - 1.76 p3 de Arena | 1.8 p3 de Arena |
| - 3.01 p3 de Grava | 3.0 p3 de Grava |
| - 21 Lt de Agua | 21 Lt de Agua |

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reuso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno"

SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón
CANTERA : UNOCOLLA + 20% concreto reciclado
UBICACIÓN : UNOCOLLA
FECHA : 30/12/2019

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------|------------------|--------|---|---|----------------------------------|--------|---|--------------------------------------|--------|----|-------------------------------|---------|---|---------------------------------|---------|------------------------|--|--|--------|------|--------------|------|--------------------|-------------|------------------|--|--|-----|--------|-------------|-------|------------------------------|--------|
| 3/8" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A</td> <td style="width: 40%;">-Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">478.38</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>-Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">500.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td> <td>-Peso del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">1266.11</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>-Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">1561.25</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PESO ESPECÍFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td>1766</td> <td>Wc+B-W = 205</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td> <td>$\frac{A}{Wc+B-W}$</td> <td>2.34 gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ABSORCION</td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td>500.00</td> <td>B-A = 21.62</td> </tr> <tr> <td>Abs =</td> <td>$\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td> <td>4.52 %</td> </tr> </table> | A | -Peso de muestra secada al horno | 478.38 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 500.00 | Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1266.11 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1561.25 | PESO ESPECÍFICO | | | Wc+B = | 1766 | Wc+B-W = 205 | Pe = | $\frac{A}{Wc+B-W}$ | 2.34 gr/cm3 | ABSORCION | | | B = | 500.00 | B-A = 21.62 | Abs = | $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | 4.52 % |
| A | -Peso de muestra secada al horno | 478.38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 500.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1266.11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1561.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO ESPECÍFICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc+B = | 1766 | Wc+B-W = 205 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pe = | $\frac{A}{Wc+B-W}$ | 2.34 gr/cm3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABSORCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B = | 500.00 | B-A = 21.62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abs = | $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | 4.52 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 8 | 104.25 | 20.85 | 20.85 | 79.15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 16 | 102.62 | 20.52 | 41.37 | 58.63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 30 | 107.33 | 21.47 | 62.84 | 37.16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 50 | 94.62 | 18.92 | 81.76 | 18.24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 100 | 37.96 | 7.59 | 89.36 | 10.64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 200 | 48.88 | 9.78 | 99.13 | 0.87 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FONDO | 4.34 | 0.87 | 100.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUMA | 500.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mf = MODULO DE FINEZA | | | 2.96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

AGREGADO GRUESO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------|------------------|--------|---|---|----------------------------------|--------|---|--------------------------------------|--------|----|-------------------------------|---------|---|---------------------------------|---------|------------------------|--|--|--------|------|--------------|------|--------------------|-------------|------------------|--|--|-----|--------|-------------|-------|------------------------------|--------|
| 2" | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A</td> <td style="width: 40%;">-Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">784.91</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>-Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">800.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td> <td>-Peso del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">1265.89</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>-Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">1756.30</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PESO ESPECÍFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td>2066</td> <td>Wc+B-W = 310</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td> <td>$\frac{A}{Wc+B-W}$</td> <td>2.54 gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ABSORCION</td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td>800.00</td> <td>B-A = 15.09</td> </tr> <tr> <td>Abs =</td> <td>$\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td> <td>1.92 %</td> </tr> </table> | A | -Peso de muestra secada al horno | 784.91 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 800.00 | Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1265.89 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1756.30 | PESO ESPECÍFICO | | | Wc+B = | 2066 | Wc+B-W = 310 | Pe = | $\frac{A}{Wc+B-W}$ | 2.54 gr/cm3 | ABSORCION | | | B = | 800.00 | B-A = 15.09 | Abs = | $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | 1.92 % |
| A | -Peso de muestra secada al horno | 784.91 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 800.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1265.89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1756.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO ESPECÍFICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wc+B = | 2066 | Wc+B-W = 310 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pe = | $\frac{A}{Wc+B-W}$ | 2.54 gr/cm3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABSORCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B = | 800.00 | B-A = 15.09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abs = | $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | 1.92 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1" | 167.0 | 4.77 | 4.77 | 95.23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/4" | 622.00 | 17.77 | 22.54 | 77.46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/2" | 870.00 | 24.86 | 47.40 | 52.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/8" | 966.00 | 27.60 | 75.00 | 25.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/4 | 825.00 | 23.57 | 98.57 | 1.43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° 4 | 50.00 | 1.43 | 100.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FONDO | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUMA | 3500.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:
 LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISTA.



B.N°S-131128



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚRAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

PROYECTO : TESIS: "Comminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno "

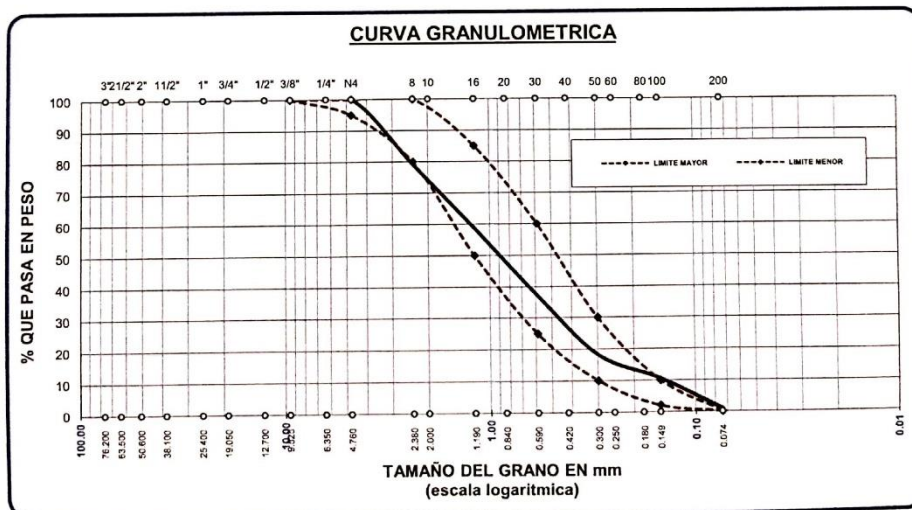
SOLICITADO : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón

CANTERA : UNOCOLLA + 20% concreto reciclado

UBICACIÓN : UNOCOLLA

FECHA : 30/12/2019

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO | %RET. ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|---------------|------------|-----------------|------------|----------|--|
| 3/8" | 9.525 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | Peso Inicial = 500 |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95 100 | Modulo de Fineza = 2.96 |
| No8 | 2.380 | 104.25 | 20.85 | 20.85 | 79.15 | 80 100 | |
| No10 | 2.000 | | | | | | % que pasa la malla 200 = 0.87 |
| No16 | 1.190 | 102.62 | 20.52 | 41.37 | 58.63 | 50 85 | |
| No20 | 0.840 | | | | | | OBSERVACIONES: |
| No30 | 0.590 | 107.33 | 21.47 | 62.84 | 37.16 | 25 60 | |
| No40 | 0.420 | | | | | | <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div> |
| No 50 | 0.300 | 94.62 | 18.92 | 81.76 | 18.24 | 10 30 | |
| No60 | 0.250 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | 37.96 | 7.59 | 89.36 | 10.64 | 2 10 | |
| No200 | 0.074 | 48.88 | 9.78 | 99.13 | 0.87 | 0 0 | |
| BASE | | 4.34 | 0.87 | 100.00 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 500.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | | 0.87 | | | | |



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reiso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno "

SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón
CANTERA : UNOCOLLA + 20% concreto reciclado
UBICACIÓN : UNOCOLLA
FECHA : 30/12/2019

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1 (25.40mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO (GRAVA) | AGREGADO FINO (ARENA) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 2.54 | 2.34 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Varillado | 1643 | 1685 |
| P.U. Suelto | 1523 | 1564 |
| % de Absorción | 1.92 | 4.52 |
| % de Humedad Natural | 3.28 | 4.57 |
| Modulo de Fineza | - | 2.96 |

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 1 " (25.40mm)
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 193 Lt/m³
- 4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 1.5 %
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(193 \text{ Lt/m}^3) / (0.55) = 351 \text{ Kg/m}^3$$

B.N°5-129804



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.96 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1643 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 1" (25.40mm) se recomienda el uso de 0.631 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.631) \cdot (1643) = 1037 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

| | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---------|
| Volúmen absoluto de agua | = (193) / (1000) | = 0.193 |
| Volúmen absoluto de cemento | = (351) / (2.88 * 1000) | = 0.122 |
| Volúmen absoluto de agregado grueso | = (1037) / (2.54 * 1000) | = 0.409 |
| Volúmen de aire atrapado | = (1.5) / (100) | = 0.015 |
| Volúmen sub total | = | 0.739 |

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.739) = 0.261 m³

$$(0.261) \cdot (2.34) \cdot 1000 = 610 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (1037) * (1.03281) = 1071 Kg.
Agregado Fino húmedo (610) * (1.0457) = 638 Kg.

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$193 - 1037 \cdot \left(\frac{3.28 - 1.92}{100} \right) - 610 \left(\frac{4.57 - 4.52}{100} \right) = 179$$

DOSIFICACION

| AGREGADO | DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³) | PROPORCION EN VOLUMEN PESO SECO | DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³) | PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO |
|---------------|--|---------------------------------|--|-----------------------------------|
| Cemento | 351 | 1.00 | 351 | 1.00 |
| Agua | 193 | 0.55 | 179 | 0.51 |
| Agreg. Grueso | 1037 | 2.95 | 1071 | 3.05 |
| Agreg. Fino | 610 | 1.74 | 638 | 1.82 |
| Aire | 1.5 % | | 1.5 % | |

8.26 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

| | | |
|------------------------|---|------------|
| Cemento | : | 42.50 Kg. |
| Agregado fino húmedo | : | 77.25 Kg. |
| Agregado grueso húmedo | : | 129.70 Kg. |
| Agua efectiva | : | 21.63 Kg. |



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

| 1.0 Bolsa de Cemento: | Redondeo |
|-----------------------|-----------------|
| - 1.75 p3 de Arena | 1.7 p3 de Arena |
| - 3.01 p3 de Grava | 3.0 p3 de Grava |
| - 22 Lt de Agua | 22 Lt de Agua |

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

NTP 339.034

PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno"
SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón
LUGAR : PUNO
DOSIFICACIÓN : CONCRETO RECICLADO 0%

| Nº | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F/C | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|----|----------------------------------|----------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------|---------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.00 | 27595.00 | 14.98 | 176.13 | 156.67 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 74.61% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.00 | 26790.00 | 14.96 | 175.66 | 152.51 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 72.62% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.00 | 27990.00 | 14.99 | 176.36 | 158.71 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 75.58% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.00 | 34570.00 | 14.96 | 175.77 | 196.68 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 93.66% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00 | 34970.00 | 15.00 | 176.6 | 198.02 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 94.29% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA 15.07 x 30.00 | 34830.00 | 15.07 | 178.25 | 195.40 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 93.05% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |
| 7 | BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00 | 38895.00 | 15.00 | 176.71 | 220.11 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 104.81% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 8 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.88 x 30.00 | 38780.00 | 14.88 | 173.9 | 223.00 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 106.19% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 9 | BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.00 | 39250.00 | 15.01 | 176.95 | 221.81 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 105.63% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADAS POR EL TESISTA.



B N°S-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

NTP 339.034

PROYECTO : TESIS: "Conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno"
SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón
LUGAR : PUNO
DOSIFICACIÓN : CONCRETO RECICLADO 5%

| N° | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | ÁREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|----|----------------------------------|----------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|---------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00 | 26360.00 | 15.00 | 176.6 | 149.26 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 71.08% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.89 x 30.00 | 25940.00 | 14.89 | 174.13 | 148.97 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 70.94% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.00 | 26910.00 | 15.03 | 177.42 | 151.67 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 72.23% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.00 | 33690.00 | 14.94 | 175.19 | 192.31 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 91.57% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.00 | 33580.00 | 14.92 | 174.72 | 192.19 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 91.52% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.93 x 30.00 | 33990.00 | 14.93 | 175.07 | 194.15 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 92.45% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |
| 7 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.88 x 30.00 | 38250.00 | 14.88 | 173.9 | 219.95 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 104.74% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 8 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.91 x 30.00 | 37980.00 | 14.91 | 174.48 | 217.68 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 103.65% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 9 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.83 x 30.00 | 37940.00 | 14.83 | 172.73 | 219.65 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 104.59% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADAS POR EL TESISTA.



B N° 129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

NTP 339.034

PROYECTO : TESIS: "Conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno"
SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón
LUGAR : PUNO
DOSIFICACIÓN : CONCRETO RECICLADO 10%

| N° | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'C | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|----|----------------------------------|----------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------|---------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.00 | 25920.00 | 14.94 | 175.3 | 147.86 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 70.41% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00 | 25960.00 | 15.00 | 176.6 | 147.00 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 70.00% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.97 x 30.00 | 25990.00 | 14.97 | 176.01 | 147.66 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 70.32% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.00 | 32990.00 | 14.94 | 175.19 | 188.31 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 89.67% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.88 x 30.00 | 32910.00 | 14.88 | 173.78 | 189.38 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 90.18% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.86 x 30.00 | 33590.00 | 14.86 | 173.43 | 193.68 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 92.23% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |
| 7 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.91 x 30.00 | 37850.00 | 14.91 | 174.6 | 216.78 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 103.23% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 8 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.00 | 38100.00 | 14.99 | 176.36 | 216.04 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 102.87% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 9 | BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00 | 38650.00 | 15.00 | 176.71 | 218.72 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 104.15% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADAS POR EL TESISTA.



8 N°S 129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

NTP 339.034

PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca - Puno"
SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Melitón
LUGAR : PUNO
DOESIFICACIÓN : CONCRETO RECICLADO 15%

| N° | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'C | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|----|----------------------------------|----------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|---------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DÍAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00 | 26175.00 | 15.00 | 176.71 | 148.12 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 70.54% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.93 x 30.00 | 25780.00 | 14.93 | 174.95 | 147.36 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 70.17% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.00 | 26380.00 | 14.92 | 174.72 | 150.98 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 71.90% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.91 x 30.00 | 33690.00 | 14.91 | 174.48 | 193.09 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 91.95% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.89 x 30.00 | 33050.00 | 14.89 | 174.13 | 189.80 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 90.38% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.84 x 30.00 | 32390.00 | 14.84 | 172.85 | 187.39 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 89.23% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |
| 7 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.85 x 30.00 | 37650.00 | 14.85 | 173.2 | 217.38 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 103.51% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 8 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.00 | 37390.00 | 14.94 | 175.3 | 213.29 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 101.57% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 9 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.00 | 37590.00 | 14.98 | 176.13 | 213.42 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 101.63% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADAS POR EL TESISISTA.





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE BUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

NTP 339.034

PROYECTO : TESIS: "Cominución de concreto reciclado y reiso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Jullaca - Puno"
SOLICITANTE : Bach. Mullisaca Zapata, Alex Mellón
LUGAR : PUNO
DOSIFICACIÓN : CONCRETO RECICLADO 20%

| N° | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|----|----------------------------------|----------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|---------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.95 x 30.00 | 26175.00 | 14.95 | 175.54 | 149.11 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 71.01% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.00 | 25780.00 | 14.90 | 174.25 | 147.95 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 70.45% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.93 x 30.00 | 26380.00 | 14.93 | 175.07 | 150.68 | 210 | 03/01/2020 | 10/01/2020 | 7 | 71.75% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.00 | 33090.00 | 14.90 | 174.37 | 189.77 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 90.37% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.82 x 30.00 | 32750.00 | 14.82 | 172.38 | 189.99 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 90.47% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.93 x 30.00 | 33090.00 | 14.93 | 174.95 | 189.14 | 210 | 03/01/2020 | 17/01/2020 | 14 | 90.07% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |
| 7 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.00 | 37250.00 | 14.96 | 175.77 | 211.92 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 100.92% |
| | M - 01 | | | | | | | | | |
| 8 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.00 | 37190.00 | 14.94 | 175.19 | 212.28 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 101.09% |
| | M - 02 | | | | | | | | | |
| 9 | BRIQUETA DE PRUEBA 14.85 x 30.00 | 36780.00 | 14.85 | 173.08 | 212.50 | 210 | 03/01/2020 | 31/01/2020 | 28 | 101.19% |
| | M - 03 | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADAS POR EL TESISISTA.



B N°S-129804

INFORME DEL EXPERTO SOBRE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

Apellidos y nombres: *Melquiádez Itusaca Mayta*

CIP: 78606

Especialidad: *Diseño de Mezclas de Concretos*


Para la tesis denominada "Conminución de concreto reciclado y reuso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno 2021"

Realizada por: Mullisaca Zapata, Alex Melitón

INSTRUCCIONES

Valore si el indicador mostrado debajo es necesario para evaluar el concreto, según una escala del 1-5, donde 1 es NO IMPORTANTE y 5 es MUY IMPORTANTE

| Indicadores | Validez | | | | |
|-----------------------------------|---------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Granulometría | | | | | × |
| Contenido de humedad | | | | | × |
| Peso específico | | | | | × |
| Absorción | | | | × | |
| Peso unitario suelto y compactado | | | | | × |
| Resistencia a compresión | | | | | × |


MELQUIADEZ ITUSACA MAYTA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 78606

INFORME DEL EXPERTO SOBRE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

Apellidos y nombres: Wilfredo Germán Aro Flores

CIP: 36194

Para la tesis denominada "Conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno 2021"

Realizada por: Mullisaca Zapata, Alex Melitón

INSTRUCCIONES

Valore si el indicador mostrado debajo es necesario para evaluar el concreto, según una escala del 1-5, donde 1 es NO IMPORTANTE y 5 es MUY IMPORTANTE

| Indicadores | Validez | | | | |
|-----------------------------------|---------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Granulometría | | | | | X |
| Contenido de humedad | | | | | X |
| Peso específico | | | | | X |
| Absorción | | | | X | |
| Peso unitario suelto y compactado | | | | | X |
| Resistencia a compresión | | | | | X |


Wilfredo Germán Aro Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 36194 RNC 4954

INFORME DEL EXPERTO SOBRE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

Apellidos y nombres: **C**ARLOS **E**NRIQUE **Q**UIROZ **C**ISNEROS

CIP: 22858

Especialidad: **E**STRUCTURAS

Para la tesis denominada "Conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas, Juliaca – Puno 2021"

Realizada por: Mullisaca Zapata, Alex Melitón

INSTRUCCIONES

Valore si el indicador mostrado debajo es necesario para evaluar el concreto, según una escala del 1-5, donde 1 es NO IMPORTANTE y 5 es MUY IMPORTANTE

| Indicadores | Validez | | | | |
|-----------------------------------|---------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Granulometría | | | | | X |
| Contenido de humedad | | | | X | |
| Peso específico | | | | | X |
| Absorción | | | | | X |
| Peso unitario suelto y compactado | | | | X | |
| Resistencia a compresión | | | | | X |


CARLOS ENRIQUE QUIROZ CISNEROS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 22858