



Universidad Nacional

**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**

**EVALUACION DE ORIGINALIDAD**

**ID. N° 103034325**

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento de INFORME FINAL DE TESIS cuyo título es:

**APLICACIÓN DEL AGREGADO RECICLADO DEL PROYECTO DE VIVIENDA VALLE ALTO – LOS PORTALES S.A. EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL - 2019**

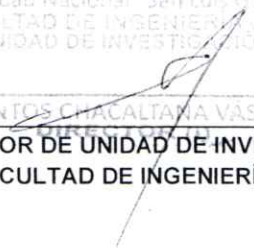
presentado por:

**HERNANDEZ PUJAICO, NATHALY ESTEFANI**

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es de **7% de similitud**, por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
UNIDAD DE INVESTIGACION

  
Dr. SANTOS CHACALTAYA VASQUEZ  
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Ica, 26 de setiembre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Facultad de Ingeniería Civil



Aplicación del agregado reciclado del proyecto de vivienda Valle Alto – los Portales S.A. en el diseño de mezcla para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural - 2019

Línea de Investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnología sostenibles.

**INFORME FINAL DE TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**BACH. HERNÁNDEZ PUJAICO, NATHALY ESTEFANI**

**ASESOR:**

**ING. VERGARA LOVERA, DANIEL DEMETRIO**

**Ica – Perú**

**2021**

## DEDICATORIA

A mis compañeros de vida, y mis mejores ejemplos para seguir, a los que me dieron la vida y diariamente me la siguen dando, por todo su sacrificio del día a día y su constante apoyo, para y por ustedes Papas. Javier y Bertha.

A mi rayito de luz por enseñarme a enfrentarme a la vida y que siempre estés orgullosa de tenerme, para ti Araceli.

### AGRADECIMIENTO:

A mis hermanos Javier y Miriam por su ejemplo, cuidado, paciencia, amor y constante apoyo en el desarrollo de la presente tesis.

A mi novio por su incondicional amor, apoyo y dedicación.

A mi asesor por compartir sus conocimientos y su gran apoyo.

## Índice de Contenidos

RESUMEN .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Antecedentes a nivel internacional.....	1
1.3 Antecedentes a nivel nacional.....	2
1.4 Antecedentes a nivel local - Región Ica.....	2
1.5 Bases Teóricas.....	3
1.5.1 Norma Técnica de Edificación E 0.60 .....	3
1.5.2 Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA.....	4
1.6 Hipótesis.....	4
1.7 Objetivos .....	5
<b>II: ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS</b> .....	<b>7</b>
2.1. Procedimiento .....	7
2.1.1 Técnicas de recolección de muestras.....	7
2.1.2 De las propiedades físicas .....	8
2.1.3 Propiedades Mecánicas .....	10
2.1.4. Del Agregado Reciclado .....	10
2.1.3 Resistencia a la compresión del concreto reciclado .....	11
2.1.4 Marco Legal.....	14
2.2 Situación problemática.....	14
2.3 Formulación del problema .....	14
2.3.1 Problema general .....	14
2.3.2 Problemas específicos.....	14
2.4 Delimitación del Problema.....	15
2.5 Justificación .....	15
2.6 Importancia .....	16
2.7 Variables de Investigación .....	16
2.7.1 Identificación de Variables.....	16
2.7.2 Operacionalización de variables .....	16
2.8 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación.....	17
2.9 Población y Muestra Materia de Investigación.....	17
2.10 Técnicas de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados.....	17
<b>III: RESULTADOS</b> .....	<b>19</b>
3.1 Diseño de Mezcla.....	19

3.2 Diseño de Mezcla por el Método ACI Convencional .....	19
3.3 Diseño de Mezcla con Agregado Reciclado por el Método ACI Corregido.....	20
3.4 Clasificación para fines estructurales.....	21
3.5 Diseño de Mezcla Método ACI Muestra Testigo.....	22
3.6 Cálculo de la Mezcla para la muestra 0% de material reciclado.....	26
3.7 Análisis de las Propiedades del Agregado Reciclado .....	30
3.8 Cálculo de mezcla de material reciclado al 10%.....	31
3.9 Calculo de mezcla de material reciclado al 20 %.....	32
3.10 Diseño de mezcla de material reciclado al 30 % .....	32
3.11 Diseño de mezcla de material reciclado al 40 % .....	33
3.12 Calculo de mezcla de material reciclado al 50 %.....	34
3.13 Resistencia a la Compresión ASTM C-31 .....	35
3.14 Comprobación de Hipótesis .....	36
3.14.1 Constatación de Hipótesis General .....	36
3.14.2 Constatación de Hipótesis Especificas .....	37
IV: DISCUCIÓN .....	41
V: CONCLUSIONES.....	43
VI: RECOMENDACIONES.....	44
VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	45

## Índice de Tablas

Tabla I: Componentes del Cemento.....	4
Tabla II: Límite de porcentajes que pasa en el agregado fino .....	9
Tabla III. Operacionalización de variables.....	16
Tabla III: Clase de unidades de albañilería para fines estructurales.....	21
Tabla IV: Densidad relativa y absorción del agregado fino-NTP 400.022/ASTM c 128 Agregado Fino-Método Gravimétrico .....	22
Tabla V: Contenido de humedad total evaporable de agregados-NTP 339.185/ASTM C 670-Agregado Fino .....	22
Tabla VI: Análisis Granulométrico de Agregado Fino-NTP 400.012/ASTM C 136.....	23
Tabla VII: Masa por unidad de volumen-peso unitario NTP 400.017/ASTM C 29 Agregado Fino-DM-AR 0%-Método C-Shoveling (Suelto).....	23
Tabla VIII: Masa por unidad de volumen-peso unitario NTP 400.017/ASTM C 29 Agregado Grueso-DM-AR 0%-Método C-Shoveling (Suelto).....	23
Tabla IX: Masa por unidad de volumen-peso unitario NTP 400.017/ASTM C 29 Agregado Fino-DM-AR 0%-Método A-Rodding (Compacto) .....	24
Tabla X: Masa por unidad de volumen-peso unitario NTP 400.017/ASTM C 29 Agregado Grueso-DM-AR 0 %-Método A-Rodding (compacto).....	24
Tabla XI: Densidad relativa y absorción del agregado grueso-NTP 400.022/ASTM C 128 Agregado Grueso-Método Gravimétrico. ....	24
Tabla XII: análisis granulométrico de agregado grueso-NTP 400.012/ASTM C 136 .....	25
Tabla XIII: Contenido de humedad total evaporable de agregados-NTP 339.185/ASTM C 670-Agregado Grueso .....	25
Tabla XIV: Característica de los materiales bloquetas muestra 0% de agregado reciclado .....	26
Tabla XV: Relación a/c (0.35 a 0.70).....	26
Tabla XVI: Contenido de agregado grueso.....	27
Tabla XVII: Peso agregado fino en estado seco.....	27
Tabla XVIII: Agua efectiva.....	28
Tabla XIX: Peso de los materiales corregidos por humedad del agregado a ser empleado en la mezcla .....	29
Tabla XX: Agua efectiva.....	29
Tabla XXI: Peso por tanda de saco .....	30
Tabla XXII: Característica del material 10%.....	31
Tabla XXIII: Característica del material reciclado 20%.....	32
Tabla XXIV: Característica del material reciclado 30 %.....	32

Tabla XXV: Característica del material 40% .....	33
Tabla XXVI: Característica del material 50% .....	34
Tabla XXVII: Insumos de mezcla .....	34
Tabla XXVIII: Análisis Granulométrico de Agregado Fino-NTP 400.012/ASTM C 136 .....	37
Tabla XXIX: Análisis Granulométrico de Agregado Grueso-NTP 400.012/ASTM C 136 .....	38

## Índice de Figuras

Figura 1: Residuos sólidos de demolición de veredas.....	7
Figura 2: Residuos sólidos demolición de veredas proyecto Valle Alto-Los Portales Chincha .....	7
Figura 3: Triturador artesanal .....	8
Figura 4: Máquina vibradora para elaboración de bloques .....	12
Figura 5: Bloquetas y probetas de concreto reciclado.....	12
Figura 6: Probetas de ensayo .....	13
Figura 7: Medidas de tamaño en unidades de albañilería de concreto Norma NTP 339.604 ....	13
Figura 8: Algoritmo del diseño de mezcla de hormigón – Método ACI .....	19
Figura 9: Nomenclatura de la muestra sometida a la prueba de compresión .....	35
Figura 10: Resistencia a la compresión de concreto reciclado a los 7 días.....	35
Figura 11: Resistencia a la compresión de concreto reciclado – Norma 399.604 a los 28 días..	36
Figura 12: Propiedad mecánica - resistencia a la compresión de agregado reciclado .....	36
Figura 13: peso unitario agregado fino .....	39
Figura 14: Peso unitario agregado grueso .....	39
Figura 15: Nivel de resistencia para el curado a los 28 días .....	40

## RESUMEN

En el proceso de habilitaciones urbanas, se encuentran demoliciones de mampostería originando agregado reciclado tipo I que generan impacto en el medio ambiente, según el World Watch Institute contribuye en 23% a la contaminación atmosférica, 40% en contaminación del agua y 50% en vertederos.

La bloquetas de concreto tipo P para muros y/o cercos perimétricos establece una resistencia a la compresión  $f' = 50 \text{ kg/cm}^2$  definiendo una relación agua cemento de 0.70.

El diseño de mezcla se realizó por el método ACI (American Concrete Institute) determinando la cantidad y proporción de los materiales, la resistencia la trabajabilidad del agregado reciclado y de la muestra, incluye la resistencia requerida, relación agua-cemento, relación aire-contenido y determinación de la cantidad de agregado grueso y fino.

La aplicación del agregado reciclado en el diseño de mezcla racionalmente en un 10%, 20%, 30% y 40% influye en las propiedades mecánicas de las bloquetas de concreto identificando que para mayor % de agregado reciclado su esfuerzo disminuye considerablemente en su esfuerzo a la compresión.

Las muestras después de los 28 días de curado, obtuvo esfuerzos a la compresión para agregado reciclado de  $65.77 \text{ kg/cm}^2$  para 10%,  $58.47 \text{ kg/cm}^2$  para 20%,  $55.34 \text{ kg/cm}^2$  para 30 % y  $55.38 \text{ kg/cm}^2$  para 40%, para mayores % la resistencia a la compresión es menor de los  $50 \text{ kg/cm}^2$  de lo normado.

Se concluye que la dosificación del agregado reciclado influye en las características físicas del concreto reciclado, respecto al esfuerzos de compresión su dosificación permite hasta un 40% de agregado reciclado.

Palabra Clave: agregado reciclado, diseño de mezcla, esfuerzo compresión

## ABSTRACT

In the process of urban qualifications, masonry demolitions are found causing type I recycled aggregate that generate an impact on the environment, according to the World Watch Institute it contributes 23% to air pollution, 40% to water pollution and 50% to landfills.

The P-type concrete blocks for walls and/or perimeter fences establish a compressive strength  $f' = 50 \text{ kg/cm}^2$ , defining a water-cement ratio of 0.70.

The mix design was carried out by the ACI (American Concrete Institute) method, determining the quantity and proportion of the materials, the resistance, the workability of the recycled aggregate and the sample, including the required resistance, water-cement ratio, air-content ratio. and determination of the amount of coarse and fine aggregate.

The application of the recycled aggregate in the mix design rationally by 10%, 20%, 30% and 40% influences the mechanical properties of the concrete blocks, identifying that for a higher % of recycled aggregate, its effort decreases considerably in its effort at compression.

The samples after 28 days of curing, obtained compressive stresses for recycled aggregate of  $65.77 \text{ kg/cm}^2$  for 10%,  $58.47 \text{ kg/cm}^2$  for 20%,  $55.34 \text{ kg/cm}^2$  for 30% and  $55.38 \text{ kg/cm}^2$  for 40%. , for greater % the resistance to compression is less than  $50 \text{ kg/cm}^2$  of the norm.

It is concluded that the dosage of the recycled aggregate influences the physical characteristics of the recycled concrete, regarding the compression efforts, its dosage allows up to 40% of recycled aggregate.

Keyword: recycled aggregate, mix design, compressive stress

## I. INTRODUCCION

### 1.1 Situación problemática

En la industria de la construcción además de ser un sector importante y estratégico para el desarrollo de un País, dando beneficios como la generación de empleo, incremento de producción de empresas y mejora de infraestructura, también trae efectos negativos, uno de los más perjudiciales es el impacto sobre el ambiente que los rodea siendo la generación de gran cantidad de residuos sólidos de la construcción los cuales en su mayoría no cuentan con un destino final adecuado y/o certificado. En el Perú de acuerdo con el informe publicado 2012 Ministerio del Ambiente [1] el índice de residuos sólidos producidos en el país se incrementó de 0.90 Kg/hab/día en el año 2011 a 1.08 Kg/hab/día en el 2012, siendo el 5% de estos desperdicios corresponde a residuos sólidos de construcción (RSC), los cuales en el año 2012 ascendieron a 615.0 Ton.

2019 I. Puertas [2] en su analices sobre los residuos de la construcción y demolición sugieren en sus conclusiones: trabajar e incidir sobre las alternativas en los modelos constructivos alternativos que disminuyan la generación de residuos y dispongan de materiales e insumos que permitan la reducción, reutilización y el reciclaje.

2019 A. Zapata, R. Kenyo [3] sobre el diseño de mezcla de concreto reciclado en su estudio realizado en la optimización del diseño de mezcla de concreto de alto desempeño utilizando materiales de procedencia nacional, indica en sus conclusiones que trabajar con las incidencias de agregados (a/c) es de vital importancia para la obtención del concreto de alto desempeño, ya que si se usa valores de incidencias menores a la óptima se obtendrá un concreto muy cohesivo con un valor de viscosidad elevado y con poco o nada de trabajabilidad; mientras que si usamos valores mayores a la óptima, obligará a usar una mayor dosis de aditivo o a elevar la cantidad de agua y disminuir cemento lo cual generaría una disminución a la resistencia.

2019 L. Bazalar; M. Cadenillas [4] en el analices sobre la propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , concluye que es de suma importancia conocer las propiedades de los agregados de concreto reciclado (ACR), ya que estos factores intervienen y afectan en la resistencia a la compresión, flexión y tracción indirecta del concreto.

### 1.2 Antecedentes a nivel internacional

2005 I. Martínez; C. Mendoza [5] México, en el estudio del comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados, obtuvieron que los agregados de concreto reciclado con una adecuada granulometría producen mezclas de buena calidad y con comportamiento mecánico similar al de los concretos naturales.

2008 M. Montrone; A. Quispe; A. Torres [6] Ecuador, en su estudio de Concretos Reciclados. Para ello analiza las diferentes propiedades físicas y químicas del material reciclado,

concluyendo que las propiedades de los concretos reciclados se encuentran en función a la calidad de los agregados reciclados, dependiendo de su porcentaje de absorción. A menor absorción mejor será su calidad.

2015 D. Bedoya [7] Colombia, en su propuesta de utilización de concreto con agregado reciclado analiza su propuesta en un proyecto de sostenibilidad urbana, confirmando que los agregados obtenidos de reciclaje a pesar de presentar diferencia en sus características, puede ser susceptible de emplearse como materias primas en un nuevo material para el concreto de uso estructural si en la mezcla se sustituye con 25 % de material reciclado manteniendo igual desempeño, resistencia, porosidad y costos con respecto a la muestra testigo.

### 1.3 Antecedentes a nivel nacional

2015 Parrillo & Camargo, [8] Juliaca, Perú, , en su estudio de la reutilización de Residuos Sólidos en la Producción de Pavimentos Rígidos, cuantifica la influencia de la proporción en que se combinen y se incorporen agregados reciclados, provenientes del colapso y demolición de los pavimentos rígidos de concreto en la región, concluyendo que la utilización de agregados reciclados permitirá disminuir la cantidad de residuos sólidos de la construcción y demolición.

2020 J. Aguilar [9], Lima, Perú, en su analices de la influencia del agregado reciclado en adoquines peatonales, para ello identifico y analizo los posibles porcentajes de material reciclado utilizado en la mezcla del concreto, concluye que reemplazando el 25% de agregado gruesos reciclados, proveniente del concreto molido la granulometría de árido reciclado en comparación con el árido natural muestra diferencias en sus principales características, como porcentaje de vacíos, humedad y peso. La resistencia a la compresión demuestra que a los 28 días alcanza la fuerza para la que fue diseñado definiendo que la resistencia a la compresión tiende a aumentar a medida que aumenta el tiempo de curado. que reemplazando hasta el 25% de el árido grueso con árido reciclado, podemos obtener los valores estipulados en NTP. 399.611 para uso en pavimentos peatonales (adoquines tipo I), proporcionando así otra alternativa para la aplicación de RCD (construcción y residuos de demolición), reduciendo la saturación de vertederos. El 50% de material reciclado es trabajable, la mejor opción sería reemplazar el 25% ya que las propiedades obtenidas con este porcentaje respetan los parámetros estipulados en la NTP. 399. 611. La adición de residuos de construcción y demolición (RCD) como árido grueso reciclado a la mezcla de hormigón influye significativamente en las propiedades físico-mecánicas del hormigón en función de su porcentaje de reposición.

### 1.4 Antecedentes a nivel local - Región Ica

La cultura de reciclar concreto de obra es muy reducida ya que los destinos de estos terminan siendo arrojados a botaderos ilegales, 2022 D. Valdivieso [10] concluye que la resistencia a la compresión del concreto al incorporar tereftalato de polietileno aumenta la resistencia a la

comparación de un concreto tradicional a los 28 días, en una dosificación del 5% y 10% de PET obteniendo un esfuerzo a la compresión de 243.37 kg/cm<sup>2</sup> y 221.37 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

2021 O. Palomino; S. Zamora [11] concluye que el diseño de una vivienda de interés social con materiales sostenibles mitiga la contaminación ambiental y reduce el impacto ambiental. Considerando que el incremento de los residuos sólidos de construcción seguirá en aumento, nos planteamos la pregunta ¿el uso de agregados reciclados en la elaboración de concreto optimizará las propiedades mecánicas a los bloques de concreto? Es por eso, por lo que la investigación tiene como objetivo evaluar si el uso apropiado de agregado reciclado en el diseño de mezcla es viable para optimizar las propiedades mecánicas del concreto.

El desarrollo de la presente investigación se centra en las justificaciones siguientes: justificación ambiental, permite conservar mejor los recursos naturales no renovables siendo una forma de minimizar el impacto ambiental que generan los residuos sólidos de la construcción; justificación socioeconómico, las mejoras continuas de utilización de manejo de residuos sólidos de construcción producirá una fuente de ingreso económico por su comercialización generando mayor puestos de trabajo; justificación técnica, la investigación aporta a un sustento técnico para el aprovechamiento y uso de agregados reciclado para la elaboración de concreto con material reciclado.

## 1.5 Bases Teóricas

### 1.5.1 Norma Técnica de Edificación E 0.60

2009 Norma Técnica E.060 – Concreto Armado [12] , define los conceptos siguientes: Concreto. – se define como una mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos, logrando una resistencia a compresión: de 100 a 400 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto ordinario y una resistencia a flexión proporcionalmente baja, del orden de un décimo de la resistencia a compresión y, generalmente, poco significativa en el cálculo global.

Agregado. – se define como material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

Agregado fino, se define como agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8”)”.

Agregado grueso, se define que podrá consistir en grava natural o triturada. Sus partículas serán limpias de perfil preferentemente angular o semi angular, duras, compactas resistentes y de textura preferentemente rugosa; deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

Cemento, se define como material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

Tabla I: Componentes del Cemento

Cemento Portland	Composición química en %			
	C3S	C2S	C3A	C4AF
	Silicato Tricálcico	Silicato Dicalcico	Aluminato Tricálcico	Ferroaluminio Tetracálcico
Tipo I	48	25	12	8
Tipo II	40	35	5	13
Tipo III	62	13	9	8
Tipo IV	25	50	5	12
Tipo V	38	37	4	9

Agua de mezclado. - se considera como la relación de la cantidad de agua por volumen de concreto requerido para que el cemento forme una pasta hidratada que permita definir la lubricación de los agregados en estado plástico,

1.5.2 Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA Agregado Reciclado [11].

Los Residuos sólidos de la construcción y demolición, son aquellos que se generan en las actividades y/o procesos de construcción, remodelación, demolición, rehabilitación de edificaciones e de infraestructura, se consideró el reaprovechamiento del residuo sólido de la demolición para su reciclaje, recuperación o reutilización.

Considerando las normativas del residuo sólido de la construcción se calificada en tres tipos:

1. Agregado tipo I: material originado por los escombros de mampostería.
2. Agregado tipo II: material originado principalmente de los escombros de concreto.
3. Agregado tipo III: resultado por la mezcla de los materiales de construcción.

Para la investigación se consideró agregado tipo II.

## 1.6 Hipótesis

Hipótesis general. - La aplicación del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A en el diseño de mezcla influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.

Hipótesis específicas

- El análisis granulométrico del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A en el diseño de mezcla influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.
- El nivel de peso unitario del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A en el diseño de mezcla influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.
- La aplicación de la racionalidad del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A en peso influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.
- El nivel de consistencia del concreto con agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.
- El nivel de resistencia a la compresión de los bloques de concreto para uso estructural con agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.

### 1.7 Objetivos

Objetivo general. - Determinar la influencia de la aplicación del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A en el diseño de mezcla para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.

Objetivos específicos. -

- Determinar la influencia del análisis granulométrico del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A en el diseño de mezcla para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.
- Determinar la influencia del nivel de peso unitario del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A en el diseño de mezcla para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019
- Determinar la influencia de la aplicación de la racionalidad del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A en peso para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.
- Determinar la influencia del nivel de consistencia del concreto con agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural – 2019.

- Determinar la influencia del nivel de resistencia a la compresión de los bloques de concreto para uso estructural con agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto - Los Portales S.A

El presente proyecto de investigación considera los siguientes capítulos a tratar:

En el Capítulo I, Introducción, se expone los aspectos generales vinculados al tema de investigación, aspectos científicos vinculado realidad, los aspectos justificativos. Se describe los antecedentes internacionales, nacionales y locales, hipótesis y objetivos.

En el Capítulo II, Estrategia Metodológica, se detallan las variables a calcular los procedimientos y las técnicas e instrumentos de recolección de datos, los mismos lo que han sido aplicados y evaluados en la muestral y el control.

En el Capítulo III, Resultados, contiene en consolidado de los datos obtenidos, incluyendo tablas y gráficos estadístico descriptivo para determinar los porcentajes de agregado reciclado, el mismo que ayudarán para contrastar las hipótesis y otros.

En el Capítulo IV, Discusión, se comparan e interpretan los resultados, según las zonas de evaluación, con el sustento de las bases teóricas establecidas. Es preciso indicar que el análisis es resultado del criterio estimado del autor.

En el Capítulo V, Conclusiones, se hace referencia a los resultados concretos obtenidos en el desarrollo del proyecto de tesis, dando a conocer los porcentajes de material reciclado y el esfuerzo a la rotura que soporta

En el Capítulo VI, Recomendaciones, se presentan sugerencias de solución, respecto a la aplicación práctica de los resultados.

## II: ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

### 2.1. Procedimiento

#### 2.1.1 Técnicas de recolección de muestras

##### 2.1.1.1 Del material reciclado.

Para la investigación, fue obtenido de los residuos sólidos de construcción generado por la demolición de veredas diseñadas para una resistencia de  $175 \text{ kg/m}^2$ , del proyecto de vivienda Valle Alto ejecutada por la empresa Los Portales S.A. Los residuos sólidos se trituraron en forma artesanal obteniendo las dimensiones necesarias para el diseño de mezcla con el objetivo de evaluar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural.

2002 Norma Técnica Peruana NTP 339.604 [14] se consultó para determinar las medidas del tamaño de unidades de albañilería de concreto tanto para la muestra como para concreto reciclado.



Figura 1: Residuos sólidos de demolición de veredas



Figura 2: Residuos sólidos demolición de veredas proyecto Valle Alto-Los Portales Chinch

### 2.1.1.2 La trituración

Se efectuó de manera artesanal en la maquina mostrada en la figura 3 hasta obtener partículas menores a 2" luego se zarandó el material por una malla de 1" hasta que pasara todo el material, se usó una malla de 3/8" para separar el agregado grueso del fino el cual se almacena en sacos, se volvió a triturar y zarandear el agregado grueso para obtener mayor cantidad de agregado fino, finalmente se mezcló tanto el agregado fino como el grueso para uniformizar el material y se volvió a embolsar en sacos de polietileno.

Procedimiento para obtener el concreto reciclado:

- Romper y extraer el concreto antiguo
- Triturar en una trituradora primaria y secundaria
- Retirar el refuerzo de acero u cualquier material en él.
- Realizar una gradación y lavar
- Almacenar el agregado grueso y fino resultante"



Figura 3: Triturador artesanal

### 2.1.1.3 La muestra

El material de agregado grueso 3/4" para la muestra se adquirió de la cantera Palomino - Yauria

### 2.1.2 De las propiedades físicas

#### 2.1.2.1 Granulometría

Seleccionada en el laboratorio, el agregado para la muestra como para el agregado reciclado, con la finalidad de obtener la máxima densidad del concreto. Las mallas normalizadas por NTE E.060 recomendó para agregado fino las N° 4, 8, 16,50 y 100 de la serie de Tyler, como se indica en la tabla II.

Tabla II: Límite de porcentajes que pasa en el agregado fino

Tamiz U.S. Standar	Dimensión de la malla (mm)	Porcentaje en peso que pasa
N° 3/8	9,52	100
N° 4	4,75	95 – 100
N° 8	2,36	80 – 100
N° 16	1,18	50 – 85
N° 30	0,60	25 – 60
N° 50	0,30	10 – 30
N° 100	0,15	02 – 10

Nota: 2009 Norma Técnica E.060 – Concreto Armado [12]

Se considera como Gravas al agregado grueso, de la muestra se obtuvo de la cantera de Ica.

Piedra triturada o chancada, del agregado grueso, obtenido de la trituración artificial de rocas o gravas de la cantera.

#### 2.1.2.2 Densidad

2013 Norma Técnica Peruana NTP 400.002 [15] define a la densidad, como la relación entre el peso y el volumen de los agregados naturales y de reciclaje. Se considera la permeabilidad interna generando tres tipos:

- Densidad real: se consideró a la masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado.
- Densidad nominal: considerada como la masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo únicamente los poros permeables o saturables”.
- Densidad aparente o absoluto, es la considerad en el diseño de la mezcla, es la masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, incluyendo tanto poros permeables o saturables como poros impermeables o no saturables.
- Peso específico: es la relación entre el peso y el volumen de los agregados, con el ensayo se obtuvo el porcentaje de absorción o contenido de agua que requiere el agregado para saturar todos sus vacíos.
- Contenido de humedad: consiste en someter una muestra de agregado a un proceso de secado y comparar su masa antes y después del mismo para determinar su porcentaje de humedad total. Dado el caso que la humedad libre es positiva se dice que el agregado está aportando agua a la mezcla, y cuando la humedad es negativa se dice que el agregado está quitando agua a la mezcla.

- **Absorción:** Debido al agua en los poros del material, es necesario el incremento de la masa del agregado, sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, su cálculo se expresa en como un porcentaje de la masa seca. La masa seca del agregado se obtiene al someterla a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por un tiempo suficiente para remover el agua no combinada.

### 2.1.3 Propiedades Mecánicas

- **Resistencia del concreto:** se obtuvo mediante la prueba de esfuerzo a la compresión a las probetas elaboradas específicamente para la investigación, la resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados”.
- **Adherencia:** se observó durante los procesos de fraguado y endurecimiento. Dependió de la calidad de la pasta de cemento y, especial la medida del tamaño, forma, rigidez y textura de las partículas de los agregados.
- **Para el agua de curado,** se acondicionaron las condiciones necesarias para hidratar la pasta hasta que el cemento se hidrate por completo y el concreto alcance sus propiedades potenciales considerando 28 días de curado”.
- **Agua.** - para los procesos de preparación de concreto y curado se utilizó agua potable.

### 2.1.4. Del Agregado Reciclado

Luego de la trituración se observó que el agregado reciclado tomó la forma cuasi redonda, aplanada o alargada, determinando diferencias con el agregado natural. No estando definido el valor de la relación agua/cemento para esfuerzo menores a  $150 \text{ kg/cm}^2$  Se determinó efectuar a la mezcla mayor relación agua/cemento por lo cual se esperó menor resistencia del mortero.

**Densidad:** En la determinación de la densidad mediante el mismo proceso de la muestra original, se observó que la densidad del agregado de concreto reciclado es menor, se consideró que su valor debió estar entre  $2100$  y  $2400 \text{ kg/m}^3$ , mientras que la densidad saturada con superficie seca entre  $2300$  y  $2500 \text{ kg/m}^3$ , por lo que en todos los casos se pueden considerar estos agregados de densidad normal, por lo tanto los ensayos se sometieron a lo dispuesto por las normas ASTM C330/NTC 4045).

**Trabajabilidad:** En el ensayo el asentamiento inicial del concreto en estado fresco se observó su decrecimiento leve con el aumento al reemplazarlo en % de agregados reciclados. Se utilizó la ecuación de Yang y Kim para determinar que la pérdida relativa de asentamiento del concreto fresco contra el tiempo transcurrido es aproximadamente expresada como:

$$\frac{S_L}{(S_L)_i} = kT + 1$$

Donde:

$(S_L)_i$  = asentamiento inicial en mm medido inmediatamente después del mezclado.

$S_2$  = asentamiento medido a T minuto.

k = razón de pérdida de asentamiento en mm/minuto

Factores que afectan la trabajabilidad:

**Contenido de cemento:** se determinó que para mayor trabajabilidad cuando cantidad de cemento es mayor. Se consideró que la mezcla es bastante seca para su trabajabilidad considerando menos cemento.

**Granulometría del agregado:** de acuerdo con los análisis de laboratorio el efecto es variable puesto que depende del contenido de cemento y agua.

**Puzolanas:** Las adiciones al cemento mejoraron la trabajabilidad porque se adicionan finos. Se consideró efectuar caculos para diferentes valores de la relación a/c de 0.35 a 0.7 para definir la trabajabilidad y el consumo de cemento para formar la probeta a analizar.

**Peso unitario:** debido a que los agregados reciclados poseen una densidad 5% menor del normal, se obtendrá un concreto de menor peso unitario.

**Exudación:** Debido a la cantidad en % de reemplazo del agregado reciclado la exudación del concreto disminuye, esto debido a que el agua de sangrado es absorbida por la pasta de cemento en la superficie. Se observó que la exudación en concretos con agregados reciclados empezó pasada las dos horas de mezclado, mientras que el concreto con agregado natural, empieza a los treinta minutos, lo que generó un mayor cuidado en la hidratación del concreto.

Se observó que el agregado de concreto reciclado tiene capacidad de absorción de humedad relativamente elevada y gravedad específica relativamente baja, como se indica en los ensayos de laboratorio del anexo.

### 2.1.3 Resistencia a la compresión del concreto reciclado

#### 2.1.3.1 Elaboración de las probetas de concreto reciclado

Se elaboraron bloquetas de concreto de material reciclado en la Empresa Postes Ica SAC del Distrito de Parcona Ica.

Se utilizó según la figura 4, una maquina vibratoria para fabricar bloque de concreto, la cual consta de:

- Una mesa de fierro vibratoria con motor monofásico de 2 HP.
- Moldes de fierro para Bloquetas de concreto.
- Plancha para nivelación.



Figura 4: Máquina vibradora para elaboración de bloques

Para los ensayos en laboratorio se elaboraron 60 bloquetas y 20 probetas, las cuales se depositaron en un patio al aire libre con sobra para su fraguado por 28 días según figura 5.



Figura 5: Bloquetas y probetas de concreto reciclado

Las probetas de ensayo se trasladaron al Laboratorio Ingeniería y Geotecnia EIRL Ica, para su proceso de análisis, por el motivo de pandemia COVID 19



Figura 6: Probetas de ensayo

La muestra tanto del testigo como probetas de ensayo se desarrollaron de acuerdo con las Normas vigentes para determinar el tamaño con 0 % de reciclaje (testigo) y para 10 %, 20%, 30%, 40% y 50% de material reciclado, ver figura 7 para normalización del tamaño en un % mínimo de variación.

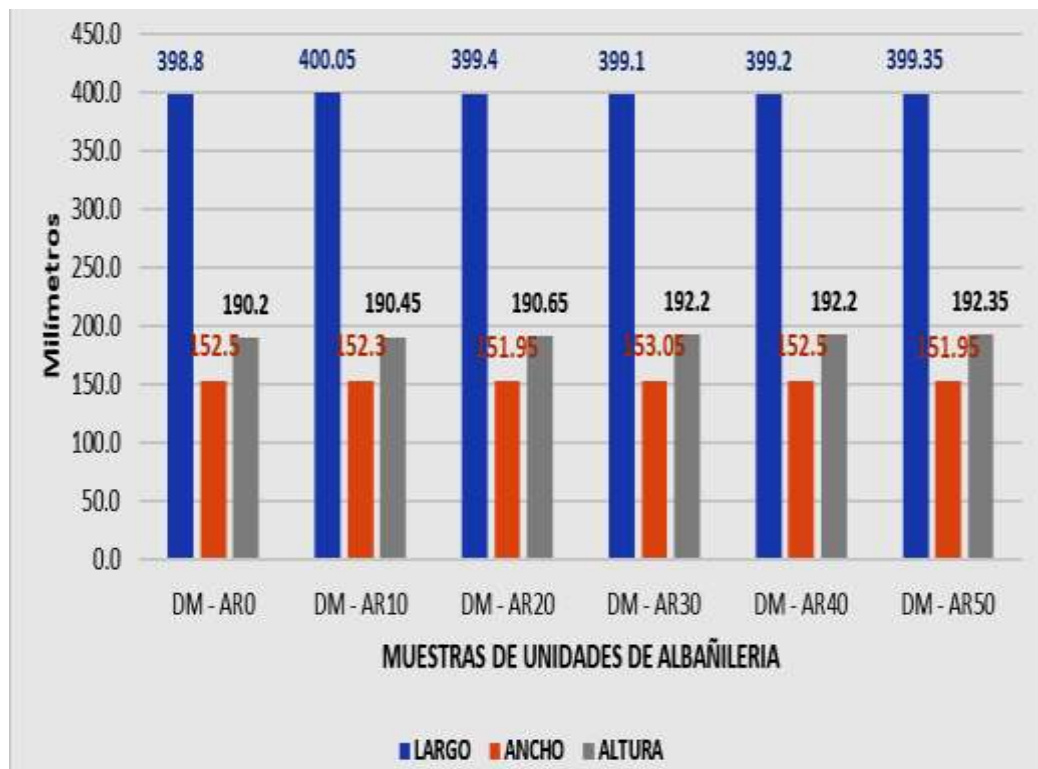


Figura 7: Medidas de tamaño en unidades de albañilería de concreto Norma NTP 339.604

#### 2.1.4 Marco Legal

Los ensayos en el laboratorio Ingeniería y Geotecnia EIRL Ica, se efectuaron bajo las normas siguiente

2014 Norma Técnica Peruana NTP 400.037 [16]

#### 2.2 Situación problemática

El proyecto de tesis denominado, Aplicación del agregado reciclado del proyecto de vivienda Valle Alto – Los Portales S.A en el diseño de mezcla para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural – 2019. El problema se genera al producir escombros, como producto de demolición o ejecución de las obras civil en la Región de Ica, la generación de residuos sólidos de la construcción, depende del aumento de la población junto con el desarrollo económico producido en los últimos años, debido a que el concreto es el material más utilizado generando un efecto negativo para el medio ambiente, toda vez que no se gestionan de manera individual y tiene destino final en botaderos informales, su reutilización enmarca una práctica de construcción sostenible.

La utilización del concreto reciclado es una forma efectiva reduce los botaderos, los costos asociados a su movilización y evita la afectación de los suelos.

Para conocer el comportamiento del concreto reciclado, se evaluará el diseño de mezcla para optimizar las propiedades mecánicas de un agregado natural fino y grueso (testigo), conforme a las Normas ASTM, de los resultados se aplicará para un nuevo bloque de concreto reciclado.

#### 2.3 Formulación del problema

##### 2.3.1 Problema general

¿En qué medida influye la aplicación del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A en el diseño de mezcla para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019?

##### 2.3.2 Problemas específicos

¿En qué medida influye el análisis granulométrico del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A en el diseño de mezcla para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019?

¿En qué medida influye el nivel de peso unitario del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A en el diseño de mezcla para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural - 2019?

¿En qué medida influye la aplicación de la racionalidad del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A en peso para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural - 2019?

¿En qué medida influye el nivel de consistencia del concreto con agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural - 2019?

¿En qué medida influye el nivel de resistencia a la compresión de los bloques de concreto para uso estructural con agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto - Los Portales S.A?

#### 2.4 Delimitación del Problema

- Delimitación espacial o geográfica

La investigación tiene como delimitación geográfica la Ciudad de Ica, Distrito Ica y Provincia Ica.

- Delimitación temporal

La investigación será delimitada en el tiempo desde Noviembre del 2019 a Marzo del 2020.

- Delimitación Social

La investigación se limita a profesionales relacionados con la utilización de reciclaje de residuos sólidos de la construcción y su industrialización en diseños estructurales, potencializando los laboratorios de mecánica de suelos y resistencia de materiales.

- Delimitación conceptual

En esta investigación se comparará una mezcla de diseño ACI convencional y otra con agregado reciclado donde se realizarán solo los ensayos para la resistencia a la compresión y módulo de rotura.

Para el diseño realizaremos la granulometría de los agregados finos y gruesos, el peso unitario, y el nivel de consistencia en todos tomaremos la racionalidad para comparar cual es el efecto de estos para optimizar las propiedades del concreto.

#### 2.5 Justificación

Del análisis del reciclado del concreto en la investigación efectuada, se proyecta la reducción de recursos naturales y la industrialización de botaderos informales de los residuos sólidos.

Desde el punto de vista funcional:

- Elaboración y puesta en mercado de agregados elaborados de concreto reciclado de obra.

Desde el punto de vista técnico:

- Utilización del agregado reciclado para preparar concreto que denominamos concreto reciclado.
- Aplicación de las normas en la elaboración de concreto con agregado de concreto reciclado.

Desde el punto de vista ambiental

- Disminuir desechos sólidos de escombros de concreto.

- Aplicación de los residuos sólidos de la construcción.
- Disminuir en la explotación de materiales de canteras.

En la calidad de vida de la población

- Apertura de nuevo mercado de la reutilización de agregados y residuos en la construcción.
- Mejorar la calidad de vida de la población en la ciudad de Ica.

## 2.6 Importancia

La investigación tiene importancia cuantitativa al definir el diseño de mezcla para determinar la resistencia del producto reciclado, su importancia cualitativa en la mejora de la calidad de vida de la población al reducir la utilización de recursos naturales, la importancia de aplicar la gestión ambiental promovida por el gobierno en el uso de los residuos

## 2.7 Variables de Investigación

### 2.7.1 Identificación de Variables

Variable Independiente:

Aplicación del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A en el diseño de mezcla.

Variable Dependiente:

Optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto.

El diseño de mezcla se efectuó con el agregado reciclado para medir sus propiedades de resistencia y consistencia para uso estructural.

### 2.7.2 Operacionalización de variables

Tabla III. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Aplicación del agregado reciclado del Proyecto Valle Alto – Los Portales S.A. en el diseño de mezcla	Los agregados reciclados al reemplazar al agregado grueso requieren una relación a/c mayor por lo tanto menor resistencia a la compresión del mortero.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación a/c.</li> <li>• Diseño de mezcla.</li> <li>• Proporción en peso cemento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.35 – 0.7</li> <li>• ACI</li> <li>• Cemento: agregado fino: grueso: reciclado</li> </ul>
Optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto	Los agregados reciclados tienden, que ha mayor es la relación a/c origina menor resistencia del mortero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis Granulométrico</li> <li>• Peso unitario</li> <li>• Racionalidad del agregado reciclado</li> <li>• Resistencia de compresión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gr- apertura.</li> <li>• Kg/m<sup>3</sup></li> <li>• %10%, 20%, 30%, 40%</li> <li>• Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>

## 2.8 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación

- Tipo de investigación

- Según Su Naturaleza: Cuantitativa

El tipo de estudio de esta investigación es cuantitativo, porque es un proceso formal, objetivo, sistemático, en el que se usan datos numéricos

- Según Su Finalidad: Aplicada

Esta investigación es aplicada porque los resultados u objetivos alcanzados serán en beneficio de la sociedad en este caso en el beneficio de la Ciudad de Ica.

- Nivel de investigación

- Nivel Explicativo

Porque se parte de una situación problemática para luego indagar, encontrar y explicar posibles mejoras asociados al reciclado de materiales.

- Diseño de investigación

- Diseño Experimental

Se experimenta con una variable independiente que puede ser manipulada si así lo desea, esto implica que habrá una intervención o experimentación, ya que el objetivo es estudiar el fenómeno del concreto para uso estructural compuesto por agregado reciclado.

- Diseño Deductivo

Esta investigación es deductiva porque, del ensayo de campo aplicado, solo tendremos que reemplazar y deducir los resultados obtenidos mediante parámetros ya preexistentes o existentes.

## 2.9 Población y Muestra Materia de Investigación

- Población de estudio

Escombros de obra del Proyecto de Vivienda Valle Alto - Los Portales S.A. que serán adicionados en porcentaje de 0%, 10%, 20 %,30%,40% y 50% en relación al volumen del agregado natural.

- Muestra de estudio

Conjunto de probetas con agregado reciclado grueso.

## 2.10 Técnicas de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados.

Procesamiento de datos. – Los residuos sólidos triturados se trasladaron al Laboratorio IGEO (Ingeniería & Geotecnia) de la Ciudad de Ica, por motivos de la pandemia COVID 19, no fue factible la utilización los laboratorios de la FIC - UNICA, otorgando tiempo de curado de 7 y 28 días, para las muestras procesadas, de la cual se obtuvieron los datos para sus análisis.

La investigación es cuasi experimental, tomando como material de investigación los resultado emitidos y acreditados por el Laboratorio IGEO en la ciudad de Ica cuyos

resultados se encuentran en Anexos, realizando el procedimiento de análisis y determinación de las características de los materiales reciclados en la optimización de las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural.

### III: RESULTADOS

#### 3.1 Diseño de Mezcla

La dosificación de bloques de concreto en vibrado se calculó de acuerdo con la Norma Técnica ACI tomando los valores básicos para un esfuerzo de diseño  $f' = 120 \text{ kg/cm}^2$ , Tamaño de muestra nominal  $TMN = 3/8''$  (9.5mm), slump de 0 a 2 pulgadas método de compactación por vibración normal, volumen unitario de agua asentamiento 1 a 2 pulg para  $3/8''$   $VUA = 185 \text{ lt/m}^3$ , contenido de aire para  $3/8''$   $UV = 3\%$ .

Las propiedades y los ensayos se realizaron en el Laboratorio IGEO EIRL Ingeniería & Geotécnica, elaborando para los ensayos 60 bloquetas con un curado hasta 28 días

#### 3.2 Diseño de Mezcla por el Método ACI Convencional

Para determinar el proceso de diseño de mezcla de bloquetas se definió utilizar el método ACI convencional el cual se basa en el algoritmo de la figura 8.

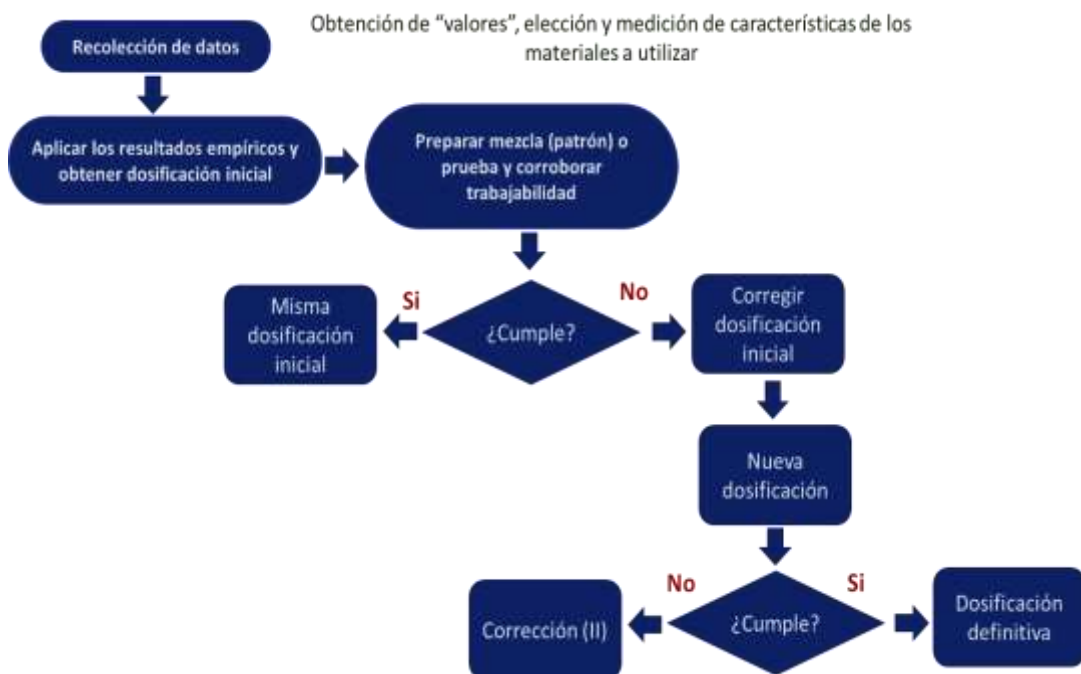


Figura 8: Algoritmo del diseño de mezcla de hormigón – Método ACI

El proceso otorga el dato de salida de la mezcla más serca de lo previsto y pedregosas, luego se aplicó las opciones de corrección del agua conservando la relación agua/cemento permaneciendo constante la cantidad de agregado grueso, logrando obtener el slump apropiado para el proceso de la muestra.

- Al modificar la cantidad de agregado grueso; se debe compensar con la cantidad de arena.

Determinación de proporciones:

• Parámetro básico:

- Principios de volúmenes absolutos
- Granulometría de agregados y el Tamaño Máximo de la Piedra

- Resistencia en compresión y la relación agua/cemento
- Trabajabilidad de la mezcla
- Pasos Generales para el cálculo:
  - Establecer cantidad de agua por m<sup>3</sup>
  - Definición de la relación Agua/cemento para patrón muestra
  - Calculo de la cantidad de cemento
  - Estimación de porcentaje de aire por m<sup>3</sup>
  - Determinación de volumen de agregado grueso
  - Sumatoria de volúmenes parciales
  - Cálculos de volumen de arena
  - Cálculos de pesos parciales
  - Corrección por humedad
  - Diseño final

### 3.3 Diseño de Mezcla con Agregado Reciclado por el Método ACI Corregido

Se realiza los mismos pasos descrito para la muestra corrigiendo la relación Agua / Cemento a 0.70 para definir la trabajabilidad de la mezcla. Fue necesario dosificar el contenido de agua en la mezcla ya que el material reciclado requiere mayor cantidad de agua por ser poroso con la finalidad que ésta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda, hasta lograr que no se produzca desmoronamiento del bloque recién fabricado y que la muestra se asiente deformando la geometría del bloque.

El mezclado de la mezcla se realizó en forma manual igual que la muestra, realizándose el procedimiento siguiente: primero se dispone la arena, luego el agregado grueso; y el cemento, realizando el mezclado en seco empleando lampa de dos vueltas de los materiales, obtenido el mezclado se incorporó el agua en el centro del hoyo de la mezcla, cubriendo el agua con el material seco de los costados, quedando una mezcla uniforme volteándose con tres vueltas necesarias para verificar la mezcla. Con la proporcionalidad de la mezcla, los materiales se transportan al moldeado, la mezcla manual se procedió a vaciarla dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora llenándolas en capas utilizando una varilla para acomodar la mezcla, concluida el llenado con mezcla se somete a la vibradora hasta que aparezca una película de agua en la superficie, finalmente se retira el molde en forma vertical de la mesa y se lleva al área de fraguado. Las bloquetas en el patio protegido del sol y de los vientos se realiza el fraguado sin secarse con periodos de 4 a 8 horas de un día para otro. Posteriormente se procede al curado, permaneciendo las bloquetas húmedas con la finalidad que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia, las bloques se colocaron en grupos de acuerdo con el material utilizado dejando una separación horizontal entre ellas lo suficiente para que permitan la circulación del aire.

### 3.4 Clasificación para fines estructurales

Según el Instituto de la Construcción y Gerencia para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características usadas en la construcción de muros portantes, Bloque (P) y muros no portantes, Bloque (NP). Correspondiendo para la investigación 50 kg/cm<sup>2</sup>. Ver tabla III

Tabla III: Clase de unidades de albañilería para fines estructurales

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia compresión f <sub>b</sub> mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta	Hasta	Más		
	100 mm	150 mm	150 mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4.9(50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6.9(70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9.3(95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12.7(130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17.6(180)
Bloque (P)	±4	±3	±2	4	4.9(50)
Bloque (NP)	±7	±6	±4	8	2.0(20)

Nota: 2020 Norma E-0.70 [17]

Procedimiento del material reciclado (agregado reciclado) para elaboración de bloques:

- Se seleccionó los escombros de concreto de veredas que fue diseñado para una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>, se traslada a la zona de trituración para luego efectuar el análisis granulométrico.
- Seleccionado el material se utilizó como una adición al agregado natural en un porcentaje de: 0% testigo, 10%, 20%, 30%, 40% y 50% de agregado reciclado, en relación con el agregado natural para la elaboración de bloques para unidad de albañilería, se reemplazó a la proporción de gravilla en función a su volumen dentro de la mezcla.
- Se efectuó el estudio de la dosificación para obtener un adecuado diseño de los bloques.
- El proceso de llenado del molde se efectuó en tres capas dando 3 golpes por capa para su compactación, luego se realizó el desmolde en una superficie plana.
- Estando la muestra en ambiente ventilado y protegido de la intemperie procedió a realizar el curado respectivo.
- A los 28 días se realizó las pruebas correspondientes de variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión

- Se procesó los datos recolectados de las muestras, para de esa forma encontrar en que porcentaje es viable emplear los escombros de concreto para la unidad de albañilería.

### 3.5 Diseño de Mezcla Método ACI Muestra Testigo

Datos obtenidos en laboratorio para el diseño:

Para muestra testigo:

Tabla IV: Densidad relativa y absorción del agregado fino-NTP 400.022/ASTM c 128

#### Agregado Fino-Método Gravimétrico

Descripción	Muestra		
	1	2	3
A (Peso Seco)	244.38	244.71	244.4
B (Peso SSS)	250.0	250.0	250.0
C (Peso fiola + agua)	669.8	664.6	667.9
D (Peso fiola + agua + muestra)	827.5	822.3	825.6
% ABSORCION $((B - A) / A) * 100$	2.3	2.2	2.3
DENSIDAD RELATIVA $(A / (B + C - D))$	2.65	2.66	2.65
<b>% ABSORCIÓN</b>	<b>2.3 %</b>		
<b>DENSIDAD RELATIVA PROMEDIO</b>	<b>2.65 g/cm<sup>3</sup></b>		

Tabla V: Contenido de humedad total evaporable de agregados-NTP 339.185/ASTM C

#### 670-Agregado Fino

Descripción	Muestra		
	1	2	3
Peso de tara	36.40	38.80	39.10
Masa de la muestra húmeda +tara	528.20	524.30	527.60
Masa de muestra seca + tara	521.10	517.00	520.30
Masa de la muestra húmeda	491.80	485.50	488.50
Masa de la muestra seca	484.70	478.20	481.20
% Humedad	1.46	1.53	1.52
<b>% Humedad Promedio</b>	<b>1.50 %</b>		

Tabla VI: Análisis Granulométrico de Agregado Fino-NTP 400.012/ASTM C 136

Tamiz	Diámetro del Tamiz	Peso retenido (kg)	% Retenido	(%) Retenido Acumulado	(%) que pasa
3/8"	9.5	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.36	5.5	0.92	0.92	99.29
N° 16	1.18	15	2.52	3.45	97.08
N° 30	0.6	128.5	21.61	25.06	80.24
N° 50	0.3	335.80	56.47	81.53	30.00
N° 100	0.15	109.10	18.35	99.88	0.11
Fondo	-	0.7	0.12	100.00	0.00
	SUMA	594.6	100.00		
Módulo de Fineza M.F.				2.11	

Tabla VII: Masa por unidad de volumen-peso unitario NTP 400.017/ASTM C 29 Agregado Fino-DM-AR 0%-Método C-Shoveling (Suelto)

Descripción	Muestra		
	1	2	3
G (masa del agregado + recipiente gr)	14345	14350	14350
T (masa del recipiente (gr)	3365	3365	3365
V (volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> ))	7059.99	7056.78	7056.78
PESO UNITARIO gr/cm <sup>3</sup> (G-T/V)	1.55524	1.55595	1.55595
PESO UNITARIO kg/m <sup>3</sup>	1555.24	1555.95	1555.95
PESO UNITARIO SUELTO kg/m <sup>3</sup>	1555.72		

Tabla VIII: Masa por unidad de volumen-peso unitario NTP 400.017/ASTM C 29 Agregado Grueso-DM-AR 0%-Método C-Shoveling (Suelto)

Descripción	Muestra		
	1	2	3
G (masa del agregado + recipiente gr)	12675	12685	12705
T (masa del recipiente (gr)	3365	3365	3365
V (volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> ))	7059.99	7059.99	7059.99
PESO UNITARIO gr/cm <sup>3</sup> (G-T/V)	1.319	1.320	1.323
PESO UNITARIO kg/m <sup>3</sup>	1318.70	1320.12	1322.95
PESO UNITARIO SUELTO kg/m <sup>3</sup>	1320.59		

Tabla IX: Masa por unidad de volumen-peso unitario NTP 400.017/ASTM C 29 Agregado Fíno-DM-AR 0%-Método A-Rodding (Compacto)

Descripción	Muestra		
	1	2	3
G (masa del agregado + recipiente gr)	15030	15000	15010
T (masa del recipiente (gr)	3365	3365	3365
V (volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> ))	7059.99	7059.99	7059.99
PESO UNITARIO gr/cm <sup>3</sup> (G-T/V)	1.652	1.648	1.649
PESO UNITARIO kg/m <sup>3</sup>	1652.27	1648.02	1649.44
<b>PESO UNITARIO COMPACTO kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1649.91</b>		

Tabla X: Masa por unidad de volumen-peso unitario NTP 400.017/ASTM C 29 Agregado Grueso-DM-AR 0 %-Método A-Rodding (compacto)

Descripción	Muestra		
	1	2	3
G (masa del agregado + recipiente gr)	13835	13830	13865
T (masa del recipiente (gr)	3365	3365	3365
V (volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> ))	7059.99	7059.99	7059.99
PESO UNITARIO gr/cm <sup>3</sup> (G-T/V)	1.483	1.482	1.487
PESO UNITARIO kg/m <sup>3</sup>	1483.00	1842.30	1487.25
<b>PESO UNITARIO COMPACTO kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1484.19</b>		

Tabla XI: Densidad relativa y absorción del agregado grueso-NTP 400.022/ASTM C 128 Agregado Grueso-Método Gravimétrico.

Descripción	Muestra		
	1	2	3
A (Peso Seco)	248.3	248.5	248.1
B (Peso SSS)	250.0	250.0	250.0
C (Peso fiola + agua)	653.9	655.4	658.7
D (Peso fiola + agua + muestra)	810.9	814.6	815.5
% ABSORCION ((B - A) / A) * 100	0.68	0.60	0.77
DENSIDAD RELATIVA (A/ (B + C - D))	2.67	2.74	2.66
<b>% ABSORCIÓN</b>	<b>0.68</b>		
<b>DENSIDAD RELATIVA</b>	<b>2.69</b>		

Tabla XII: análisis granulométrico de agregado grueso-NTP 400.012/ASTM C 136

Tamiz	Diámetro del Tamiz	Peso retenido (kg)	% Retenido	(%) Retenido Acumulado	(%) que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	9.90	0.81	0.81	99.19
3/8"	9.525	97.40	7.98	8.80	91.20
N° 4	4.75	906.70	74.32	83.11	16.89
N°8	2.36	169.20	13.87	96.98	3.02
N° 16	1.18	24.80	2.03	99.02	0.98
N° 30	0.59	0.00	0.00	99.02	0.98
N° 50	0.297	0.00	0.00	99.02	0.98
N° 100	0.149	0.00	0.00	99.02	0.98
Fondo	0.000	12.00	0.98	100.00	0.00
	SUMA	1220.00	100.00		
Módulo de Fineza M.F.				5.85	

Tabla XIII: Contenido de humedad total evaporable de agregados-NTP 339.185/ASTM C 670-  
Agregado Grueso

Descripción	Muestra		
	1	2	3
Peso de tara	211.20	223.40	215.60
Masa de la muestra húmeda +tara	2219.80	2222.30	2212.10
Masa de muestra seca + tara	2215.70	2217.10	2207.40
Masa de la muestra húmeda	2008.60	1998.90	1996.50
Masa de la muestra seca	2004.50	1993.70	1991.80
% Humedad	0.20	0.26	0.24
% Humedad	0.23		

### 3.6 Cálculo de la Mezcla para la muestra 0% de material reciclado

Tabla XIV: Característica de los materiales bloquetas muestra 0% de agregado reciclado

Material	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Abs % Porcentaje de absorción	W % Contenido de humedad	Mf módulo de finesa	Datos
Cemento	3.11	-	-	-	Propio
Agua	1.00	-	-	-	Propio
Arena	2.65	2.30	1.5	2.11	Laboratorio
Confitillo	2.69	0.68	0.23	5.9	Laboratorio

- 1°. Esfuerzo:  $f'_{cr} = 50 + 70 = 120 \text{ kg/cm}^2$
- 2°. Tamaño máximo nominal, TMN = 3/8" = 9.5 mm
- 3°. Asentamiento, consistencia seca, Slump 0" a 2", poco trabajable; método de compactación vibración normal.
- 4°. Volumen unitario de agua, tabla ACI 10.2.1, asentamiento 1" a 2", 3/8", VUA = 185 lt/m<sup>3</sup>
- 5°. Contenido de aire, tabla ACI 11.2.1, TMN = 3/8", Aire atrapado = 3.0%
- 6°. Relación agua cemento, se analizó los cálculos con valores de 0.35 a 0.70 con variaciones de 0.05.

Tabla XV: Relación a/c (0.35 a 0.70)

Relación a/c	Factor cemento	Relación por saco
0.35	528.57	12.44
0.40	462.50	10.88
0.45	411.11	9.67
0.50	370.00	8.71
0.55	336.36	7.91
0.60	308.33	7.25
0.65	284.62	6.70
0.70	264.29	6.22

- 7°. Factor cemento.  $F_c = \text{volumen unitario} / (\text{relación (a/c)})$
- 8°. Contenido de agregado grueso, de ACI tabla 16.2.2, interpolando

$\frac{3''}{8}$	}	2.0	2.11	2.2	Mf
		0.54	X	0.52	Valor

$$X = 0.529. \text{ Peso agregado grueso seco} = 0.529 \times 1484.19 = 785.14 \text{ kg/m}^3$$

Tabla XVI: Contenido de agregado grueso

Relación a/c	Peso unitario compactado de agregado grueso kg/m <sup>3</sup>	Valor de "X" Mf módulo de fineza agregado fino	Peso agregado grueso seco
0.35	1484.19	0.529	785.14
0.40	1484.19	0.529	785.14
0.45	1484.19	0.529	785.14
0.50	1484.19	0.529	785.14
0.55	1484.19	0.529	785.14
0.60	1484.19	0.529	785.14
0.65	1484.19	0.529	785.14
0.70	1484.19	0.529	785.14

9°. Calculo de volumen absoluto

C = Cemento = factor cemento / peso específico del cemento

A = Agua = volumen unitario de agua / peso específico del agua

Ai = Aire = 3 % = 0.03 m<sup>3</sup>

AG = Agregado grueso = peso del agregado grueso seco/peso específico del agregado grueso

Σ volúmenes absolutos conocidos = C + A + Ai +AG

10°. Contenido de agregado fino = 1 – volumen absoluto

Peso del agregado fino en estado seco = volumen absoluto del agregado fino x peso específico de masa.

Tabla XVII: Peso agregado fino en estado seco

Relación a/c	Volumen absoluto					Contenido de agregado fino	Peso del agregado fino en estado seco
	Cemento	Agua	Aire	Agregado grueso	Total volumen absoluto		
0.35	0.16995866	0.185	0.03	0.29187231	0.6768309	0.3231690	856.3979
0.40	0.14871383	0.185	0.03	0.29187231	0.6555861	0.3444138	912.6967
0.45	0.13219007	0.185	0.03	0.29187231	0.6390623	0.3609376	956.4847
0.50	0.11897106	0.185	0.03	0.29187231	0.6258433	0.3741566	991.5150
0.55	0.10815551	0.185	0.03	0.29187231	0.6150278	0.3849721	1020.176

0.60	0.09914255	0.185	0.03	0.29187231	0.6060148	0.3939851	1044.060
0.65	0.0915162	0.185	0.03	0.29187231	0.5983885	0.4016114	1064.270
0.70	0.08497933	0.185	0.03	0.29187231	0.5918516	0.4081483	1081.593

11°. Corrección por humedad del agregado

Agregado fino; contenido de humedad = 1.5%

Peso húmedo del agregado fino = Peso agregado fino seco + (1.5 / 100) x Peso agregado fino seco

Agregado grueso; contenido de humedad = 0.23 %

Peso húmedo del agregado grueso = Peso agregado grueso seco + (0.23 / 100) x Peso agregado grueso

Humedad superficial de los agregados = contenido de humedad % - % de absorción

Aporte de humedad de los agregados: Peso del agregado x humedad superficial

Agua efectiva = 185 + Aporte de humedad

Tabla XVIII: Agua efectiva

Relación a/c	Corrección de humedad					
	Humedad superficial del agregado fino	Humedad superficial del agregado grueso	Aporte de humedad agregado fino	Aporte de humedad agregado grueso	Aporte de humedad de los agregados	Agua efectiva
0.35	-0.8	-0.45	-6.8511835	-3.5331143	-10.3842978	195.38
0.40	-0.8	-0.45	-7.3015739	-3.5331143	-10.8346882	195.83
0.45	-0.8	-0.45	-7.6518776	-3.5331143	-11.1849919	196.18
0.50	-0.8	-0.45	-7.9321206	-3.5331143	-11.4652349	196.47
0.55	-0.8	-0.45	-8.1614102	-3.5331143	-11.6945245	196.69
0.60	-0.8	-0.45	-8.3524849	-3.5331143	-11.8855993	196.89
0.65	-0.8	-0.45	-8.5141636	-3.5331143	-12.0472779	197.05
0.70	-0.8	-0.45	-8.6527453	3.5331143	-12.1858596	197.19

Tabla XIX: Peso de los materiales corregidos por humedad del agregado a ser empleado en la mezcla

Relación a/c	Cemento kg/m <sup>3</sup>	Mezcla		
		Agua efectiva lt/m <sup>3</sup>	Agregado fino húmedo kg/m <sup>3</sup>	Agregado grueso húmedo kg/m <sup>3</sup>
0.35	529	195	869	787
0.40	463	196	926	787
0.45	411	196	971	787
0.50	370	196	1006	787
0.55	336	197	1035	787
0.60	308	197	1060	787
0.65	285	197	1080	787
0.70	264	197	1098	787

12°. Proporción en peso cemento: agregado fino: agregado grueso: agua

Tabla XX: Agua efectiva

Relación a/c	Cemento kg/m <sup>3</sup>	Agregado fino húmedo kg/m <sup>3</sup>	Agregado grueso húmedo kg/m <sup>3</sup>	Agua efectiva lt/m <sup>3</sup>
0.35	1.0	1.64	1.49	15.71
0.40	1.0	2.00	1.70	18.00
0.45	1.0	2.36	1.91	20.28
0.50	1.0	2.72	2.13	22.57
0.55	1.0	3.08	2.34	24.85
0.60	1.0	3.44	2.55	27.14
0.65	1.0	3.80	2.76	29.42
0.70	1.0	4.15	2.98	31.71

13°. Peso por tanda de un saco

Tabla XXI: Peso por tanda de saco

Relación a/c	Cemento (kg/saco)	Agua efectiva (lt/saco)	Agregado fino húmedo (kg/saco)	Agregado grueso húmedo (kg/saco)	Total del agregado	Agregado fino húmedo (%)	Agregado grueso húmedo (%)	Total
0.35	42.50	15.71	69.89	63.27	133.17	52	48	100
0.40	42.50	18.00	85.13	72.31	157.44	54	46	100
0.45	42.50	20.28	100.36	81.35	181.72	55	45	100
0.50	42.50	22.57	115.60	99.43	215.03	54	46	100
0.55	42.50	24.85	130.83	99.43	230.27	57	43	100
0.60	42.50	27.14	146.07	108.47	254.54	57	43	100
0.65	42.50	29.42	161.31	117.51	278.81	58	42	100
0.70	42.50	31.71	176.54	126.55	303.09	58	42	100

Como resultado del análisis de relación agua/cemento se selecciona

a/c = 0.70

Volumen unitario de agua VUA= 185 lt/m<sup>3</sup>

% de agregado fino = 58 %

% de agregado grueso = 42 %

### 3.7 Análisis de las Propiedades del Agregado Reciclado

Las propiedades presentadas provienen de los resultados de laboratorios, los cuales sirvieron para determinar el diseño de mezcla siguiendo los mismos pasos usado para la muestra, tratada con anterioridad

Característica básica:

Agregado fino: 58 %

Agregado grueso: 42 %

Relación a/c: 0.70

Volumen unitario de agua: 185 lt/m<sup>3</sup>

Aire atrapado: 3 %

Gravedad Especifica Cemento: 3.11 gr/cm<sup>3</sup>

Gravedad específica agregado fino: 2.65 gr/cm<sup>3</sup>

Gravedad específica agregado grueso: 2.69 gr/cm<sup>3</sup>

Gravedad específica agregado grueso reciclado: 2.16 gr/cm<sup>3</sup>

Contenido de humedad W% agregado fino: 1.5 %

Contenido de humedad W% agregado grueso: 0.23 %

Contenido de humedad W% agregado grueso reciclado: 1 %

Absorción agregado fino: 2.3 %

Absorción agregado grueso: 0.68 %

Absorción agregado grueso reciclado: 9.18 %

Ecuaciones utilizadas

$$\text{Factor cemento} = \text{VUA} / (\text{a/c}) = 264.29 = 264 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Relación por saco: Fact. Cemento} / 42.5 = 6.22$$

% cemento = (factor cemento/gravedad específica del cemento) + volumen de agua + volumen de aire atrapado = 0.29997933

$$\% \text{ agregado} = 1 - \% \text{ cemento} = 0.70002067$$

Diseño:

Peso agregado grueso seco = % confitillo x % agregado x gravedad específica del confitillo x 1000.

$$\text{Peso húmedo} = \text{agregado seco} \times (1 + (\text{w} \% / 100))$$

$$\text{Aporte de agua} = ((\text{w} \% - \text{abs} \%)/100) \times \text{agregado seco}$$

### 3.8 Cálculo de mezcla de material reciclado al 10%.

Agregado grueso: 37.80 %

Agregado grueso reciclado 10%: 4.2 %

Tabla XXII: Característica del material 10%

Peso	Peso seco kg/m <sup>3</sup>	Peso húmedo kg/m <sup>3</sup>	Aporte de agua	Aporte de humedad	Agua efectiva lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	1075.93177	1092.07075	-8.607454		
Agregado grueso	711.795018	713.432147	-3.210444	-17.064626	202.064627
Agregado grueso reciclado	63.5058752	64.140934	-5.246728		

Proporción de peso:

Cemento; peso húmedo agregado fino; peso húmedo agregado grueso; peso húmedo agregado grueso reciclado; agua efectiva.

264; 1092; 713; 64; 202

264 264 264 264 6.22

1; 4.13; 2.47; 0.24; 32.49

Peso por tanda:

Cemento: 42.50 kg/saco

Agua efectiva: 32.49 lt/saco

Agregado fino: 175.62 kg/saco

Agregado grueso: 114.73 kg/saco

Agregado grueso reciclado 10%: 10.31 kg/saco

### 3.9 Calculo de mezcla de material reciclado al 20 %

Agregado grueso: 33.6 %

Agregado grueso reciclado: 8.4 %

Tabla XXIII: Característica del material reciclado 20%

Peso	Peso seco kg/m <sup>3</sup>	Peso húmedo kg/m <sup>3</sup>	Aporte de agua	Aporte de humedad	Agua efectiva lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	1075.93177	1092.07075	-8.607454		
Agregado grueso	632.706683	634.161908	-2.853728	-21.954632	206.95464
Agregado grueso reciclado	127.011175	128.281868	-10.49345		

Proporción de peso:

Cemento; peso húmedo agregado fino; peso húmedo agregado grueso; peso húmedo agregado grueso reciclado; agua efectiva.

264; 1092; 634; 128; 207

264 264 264 264 6.22

1; 4.13; 2.40; 0.49; 33.28

Peso por tanda:

Cemento: 42.50 kg/saco

Agua efectiva: 33.28 lt/saco

Agregado fino: 175.62 kg/saco

Agregado grueso: 101.98 kg/saco

Agregado grueso reciclado 20%: 20.63 kg/saco

### 3.10 Diseño de mezcla de material reciclado al 30 %

Agregado grueso: 29.40 %

Agregado grueso reciclado: 12.60 %

Tabla XXIV: Característica del material reciclado 30 %

Peso	Peso seco kg/m <sup>3</sup>	Peso húmedo kg/m <sup>3</sup>	Aporte de agua	Aporte de humedad	Agua efectiva lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	1075.93177	1092.07075	-8.607454		
Agregado grueso	553.618348	554.89167	-2.4970125	-26.844651	211.844652
Agregado grueso reciclado	190.517626	192.422802	-15.740185		

Proporción de peso:

Cemento; peso húmedo agregado fino; peso húmedo agregado grueso; peso húmedo agregado grueso reciclado; agua efectiva.

264; 1092; 555; 192; 212

264 264 264 264 6.22

1; 4.13; 2.10; 0.728; 34.067

Peso por tanda:

Cemento: 42.50 kg/saco  
 Agua efectiva: 34.07 lt/saco  
 Agregado fino: 175.62 kg/saco  
 Agregado grueso: 89.23 kg/saco  
 Agregado grueso reciclado 30%: 30.94 kg/saco

3.11 Diseño de mezcla de material reciclado al 40 %

Agregado grueso: 25.2 %

Agregado grueso reciclado: 16.8 %

Tabla XXV: Característica del material 40%

Peso	Peso seco kg/m <sup>3</sup>	Peso húmedo kg/m <sup>3</sup>	Aporte de agua	Aporte de humedad	Agua efectiva lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	1075.93177	1092.07075	-8.607454		
Agregado grueso	474.530012	475.621431	-2.1402964	-31.734664	216.734664
Agregado grueso reciclado	254.023501	256.563736	-20.986913		

Proporción de peso:

Cemento; peso húmedo agregado fino; peso húmedo agregado grueso; peso húmedo agregado grueso reciclado; agua efectiva.

264; 1092; 476; 257; 217

264 264 264 264 6.22

1; 4.13; 1.80; 0.97; 34.85

Peso por tanda:

Cemento: 42.50 kg/saco  
 Agua efectiva: 34.85 lt/saco  
 Agregado fino: 175.62 kg/saco  
 Agregado grueso: 76.49 kg/saco  
 Agregado grueso reciclado 40%: 41.26 kg/saco

### 3.12 Calculo de mezcla de material reciclado al 50 %

Agregado grueso: 21 %

Agregado grueso reciclado: 21 %

Tabla XXVI: Característica del material 50%

Peso	Peso seco kg/m <sup>3</sup>	Peso húmedo kg/m <sup>3</sup>	Aporte de agua	Aporte de humedad	Agua efectiva lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	1075.93177	1092.07075	-8.607454		
Agregado grueso	395.441677	396.351193	-1.7835803	-36.624676	221.624677
Agregado grueso reciclado	317.529376	320.70467	-26.233642		

Proporción de peso:

Cemento; peso húmedo agregado fino; peso húmedo agregado grueso; peso húmedo agregado grueso reciclado; agua efectiva.

264; 1092; 396; 321; 222

264 264 264 264 6.22

1; 4.13; 1.50; 1.21; 35.64

Peso por tanda:

Cemento: 42.50 kg/saco

Agua efectiva: 35.64 lt/saco

Agregado fino: 175.62 kg/saco

Agregado grueso: 63.74 kg/saco

Agregado grueso reciclado 50%: 51.57 kg/saco

Tabla XXVII: Insumos de mezcla

	0 %	Proporción				Agua efectiva
		Cemento / cemento	Agregado fino/cemento	Agregado grueso/cemento	Agregado reciclado/cemento	
Muestra		1.00	4.15	2.98	0.00	31.71
Reciclado	10 %	1.00	4.13	2.70	0.24	32.49
	20 %	1.00	4.13	2.40	0.49	33.28
	30 %	1.00	4.13	2.10	0.73	34.07
	40 %	1.00	4.13	1.80	0.97	34.85
	50 %	1.00	4.13	1.50	1.21	35.64

### 3.13 Resistencia a la Compresión ASTM C-31

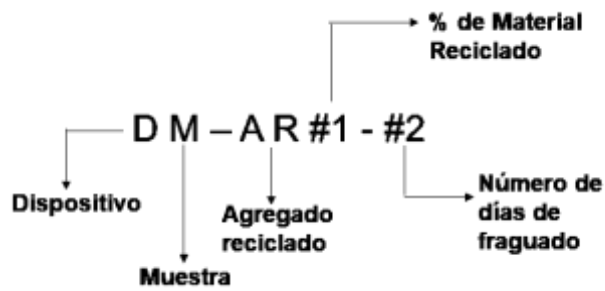


Figura 9: Nomenclatura de la muestra sometida a la prueba de compresión

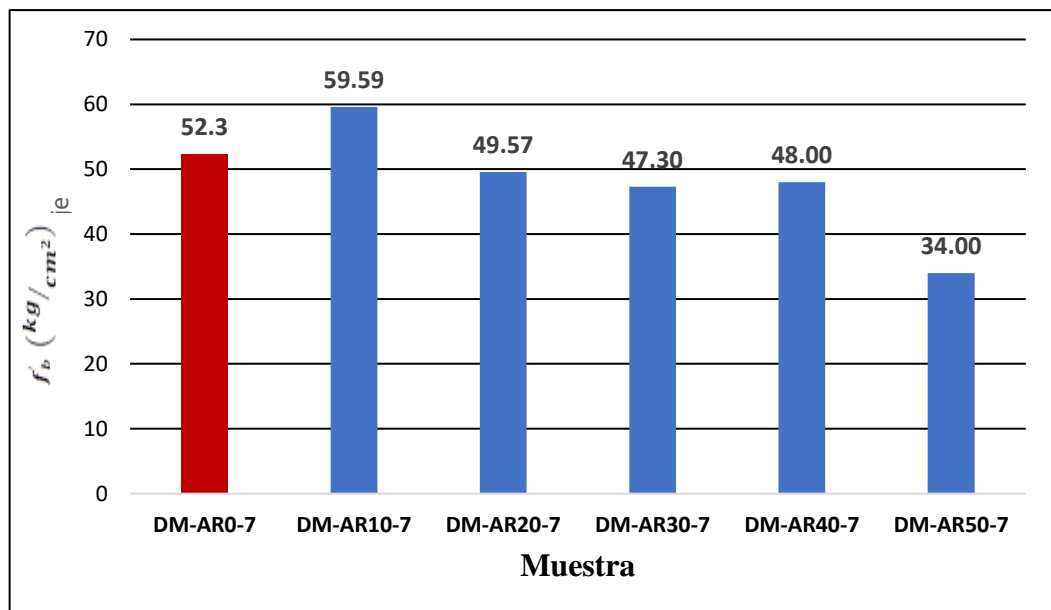


Figura 10: Resistencia a la compresión de concreto reciclado a los 7 días

La muestra testigo DM-AR0-7 a los 7 días de curado supera el esfuerzo normado teniendo un esfuerzo de 52.3 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra con el 10 % de material reciclado (DM-AR10-7) presenta un esfuerzo de 59.59 kg/cm<sup>2</sup>, las muestra con 20%, 30%, 40% y 50% presenta un valor por debajo de la resistencia a la compresión normada de 50 kg/cm<sup>2</sup>.

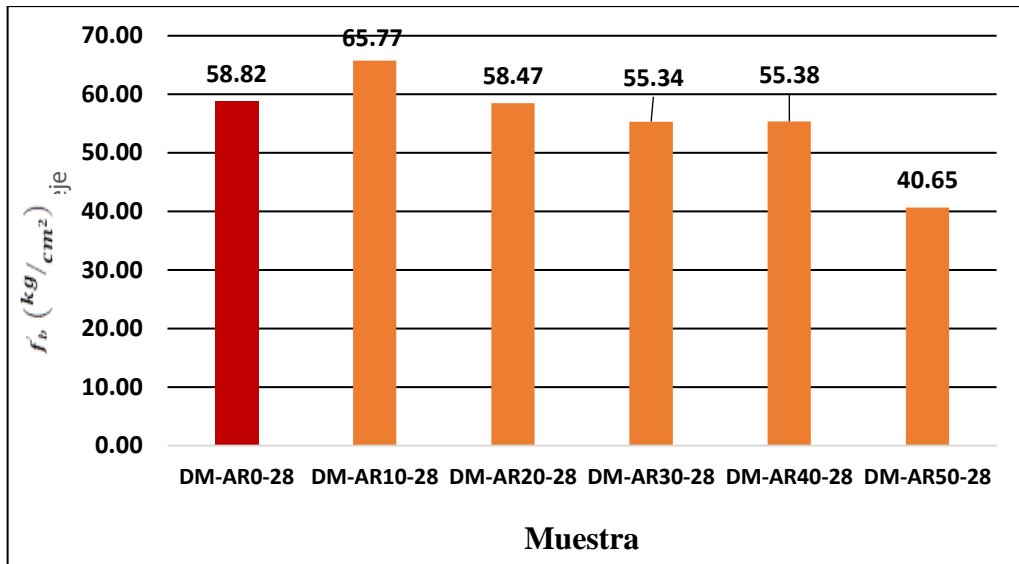


Figura 11: Resistencia a la compresión de concreto reciclado – Norma 399.604 a los 28 días

La muestra testigo DM-AR0-28 a los 28 días de curado supera el esfuerzo normado teniendo un esfuerzo de 58.82 kg/cm<sup>2</sup>, respecto a la muestra con el 10 %, 20%, 30% y 40% de material reciclado (DM-AR10-28, DM-AR20-28, DM-AR30-28, DM-AR40-28) determina un esfuerzo de 65.77 kg/cm<sup>2</sup>, 58.47 kg/cm<sup>2</sup>, 55.34 kg/cm<sup>2</sup>, 55.38 kg/cm<sup>2</sup>, muestran resistencia a la compresión superior al 50.00 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la muestra con 50% de agregado reciclado presentan 40.65 kg/cm<sup>2</sup> inferior a lo normado.

### 3.14 Comprobación de Hipótesis

#### 3.14.1 Constatación de Hipótesis General

Hipótesis general: La aplicación del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A en el diseño de mezcla influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.

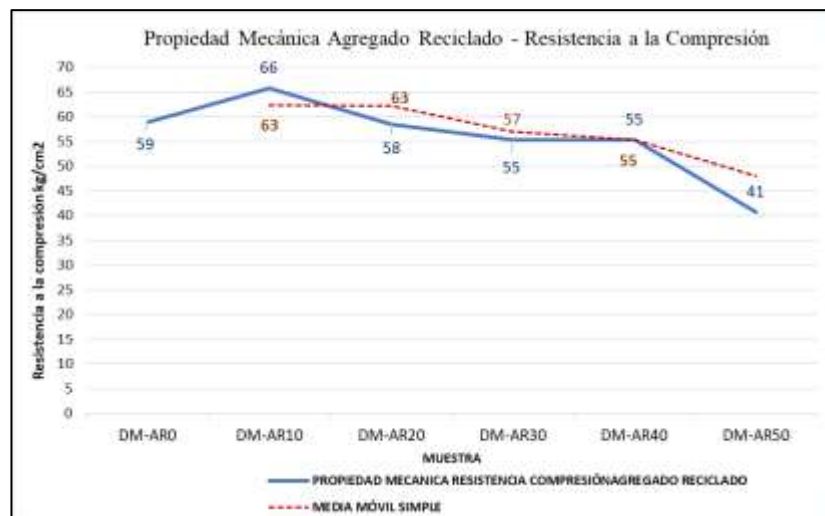


Figura 12: Propiedad mecánica - resistencia a la compresión de agregado reciclado

La aplicación del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A en el diseño de mezcla si influye para la optimización de las propiedades mecánicas esfuerzo a la compresión de los bloques de concreto para el uso estructural – 2019, en el rango de agregado reciclado del 10% al 40%, para un 50 % de agregado reciclado su influencia no optimiza las propiedades mecánicas, esto en contraste de valores reales y la media móvil aplicada a la muestra con agregado reciclado, en valores de 57 a 63 kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo a la compresión.

### 3.14.2 Constatación de Hipótesis Especificas

HE1: El análisis granulométrico del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A en el diseño de mezcla influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.

Tabla XXVIII: Análisis Granulométrico de Agregado Fino-NTP 400.012/ASTM C 136

Tamiz	Diámetro del Tamiz	Peso retenido (kg)	% Retenido	(%) Retenido Acumulado	(%) que pasa
3/8"	9.5	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.36	5.5	0.92	0.92	99.29
N° 16	1.18	15	2.52	3.45	97.08
N° 30	0.6	128.5	21.61	25.06	80.24
N° 50	0.3	335.80	56.47	81.53	30.00
N° 100	0.15	109.10	18.35	99.88	0.11
Fondo	-	0.7	0.12	100.00	0.00
	SUMA	594.6	100.00		
Módulo de Fineza M.F.				2.11	

El ensayo granulométrico del agregado fino determino cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados fino del material, por medio de tamizado. Nos define el módulo de fineza  $N_f = 2.11$  el cual influye en el cálculo del peso del agregado grueso seco en el diseño de mezcla.

Tabla XXIX: Análisis Granulométrico de Agregado Grueso-NTP 400.012/ASTM C 136

Tamiz	Diámetro del Tamiz	Peso retenido (kg)	% Retenido	(%) Retenido Acumulado	(%) que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	9.90	0.81	0.81	99.19
3/8"	9.525	97.40	7.98	8.80	91.20
N° 4	4.75	906.70	74.32	83.11	16.89
N°8	2.36	169.20	13.87	96.98	3.02
N° 16	1.18	24.80	2.03	99.02	0.98
N° 30	0.59	0.00	0.00	99.02	0.98
N° 50	0.297	0.00	0.00	99.02	0.98
N° 100	0.149	0.00	0.00	99.02	0.98
Fondo	0.000	12.00	0.98	100.00	0.00
	SUMA	1220.00	100.00		
Módulo de Fineza M.F.				5.85	

El análisis granulométrico del agregado grueso influye en el diseño de mezcla al definir el tamaño máximo nominal de 3/8" o 9.5 mm para la selección del volumen unitario de agua.

HE2. El nivel de peso unitario del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A en el diseño de mezcla influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.

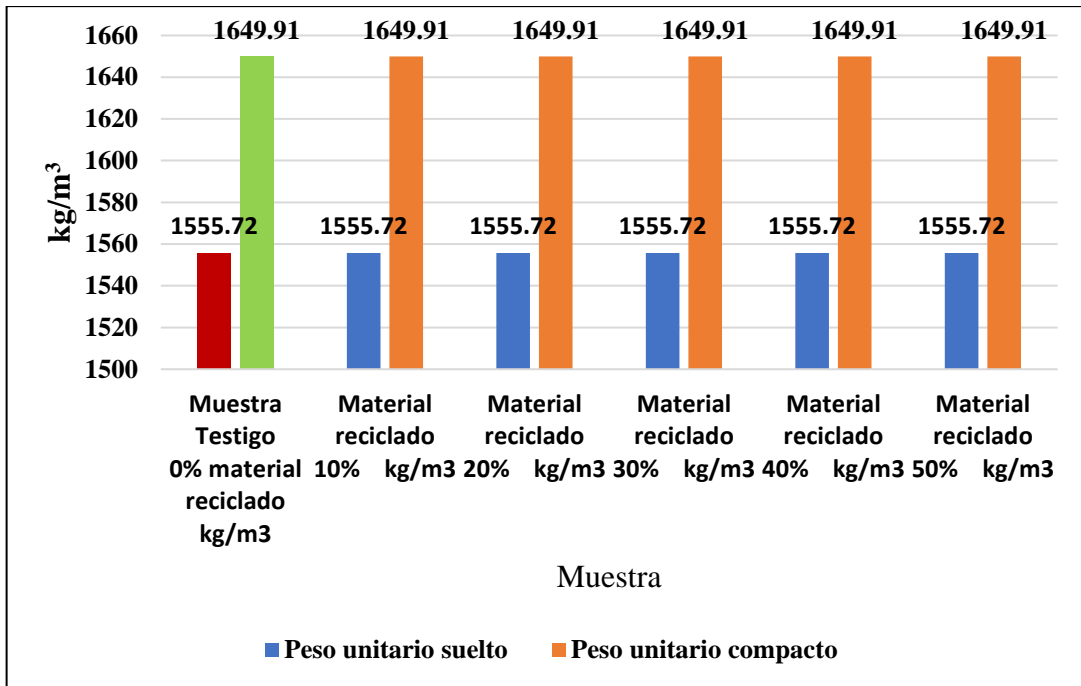


Figura 13: peso unitario agregado fino

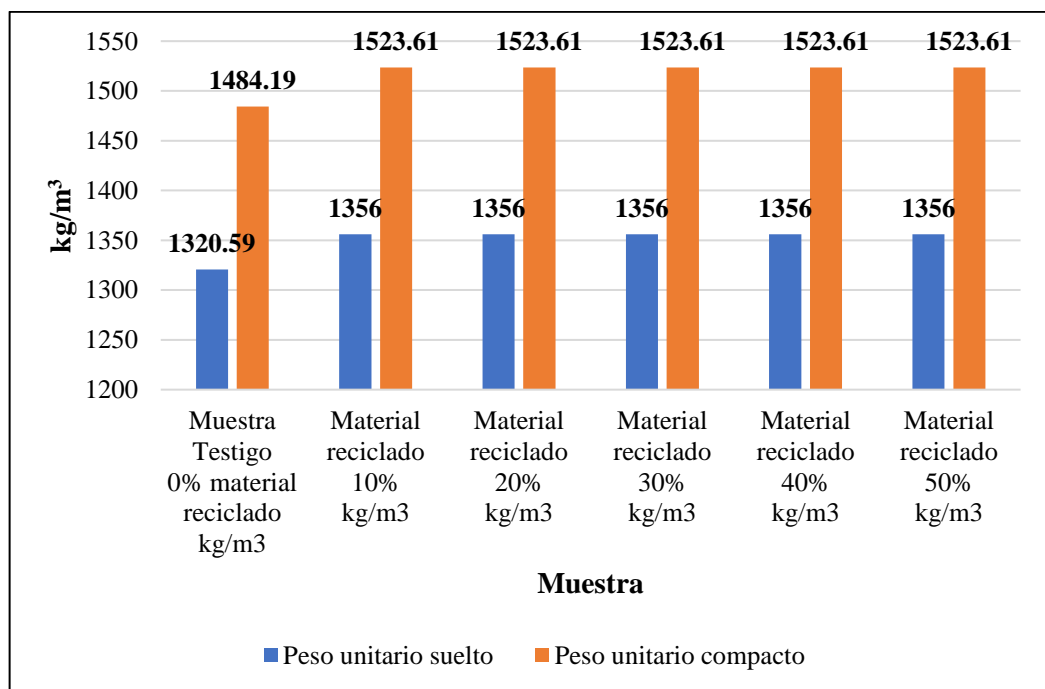


Figura 14: Peso unitario agregado grueso

El nivel de peso unitario del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto- Los Portales S.A influye en la optimización del diseño de mezcla. Esto debido a comparar los pesos unitarios de la muestra y de agregado reciclado siendo en el agregado fino del mismo valor, mientras que en el agregado grueso varía el peso unitario suelto y el peso unitario compacto, siendo de menor valor en la muestra que en el material reciclado.

HE3: La aplicación de la racionalidad del agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A en peso influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.

De las evaluaciones realizadas la racionalización en % del material reciclado influye en optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto desde una racionalidad del 10%, 20%, 30%, 40% de material reciclado, disminuyendo su influencia para un 50% y más.

HE4: El nivel de resistencia a la compresión de los bloques de concreto para uso estructural con agregado reciclado del Proyecto de Vivienda Valle Alto – Los Portales S.A influye para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de concreto para uso estructural-2019.

Analizando la figura 17 el nivel de resistencia para el curado de 28 días es mayor a lo indicado en la norma de NTP 399.604 de  $f_b^{\sim} = 50 \text{ kg/cm}^2$  para el agregado reciclado de 10% al 40%, produciendo a los 50% y mayor de agregado reciclado, un esfuerzo menor a lo normado, por lo cual la resistencia a la compresión optimiza las propiedades mecánicas de los bloque de concreto estructural para agregado reciclado del 10% al 40%.

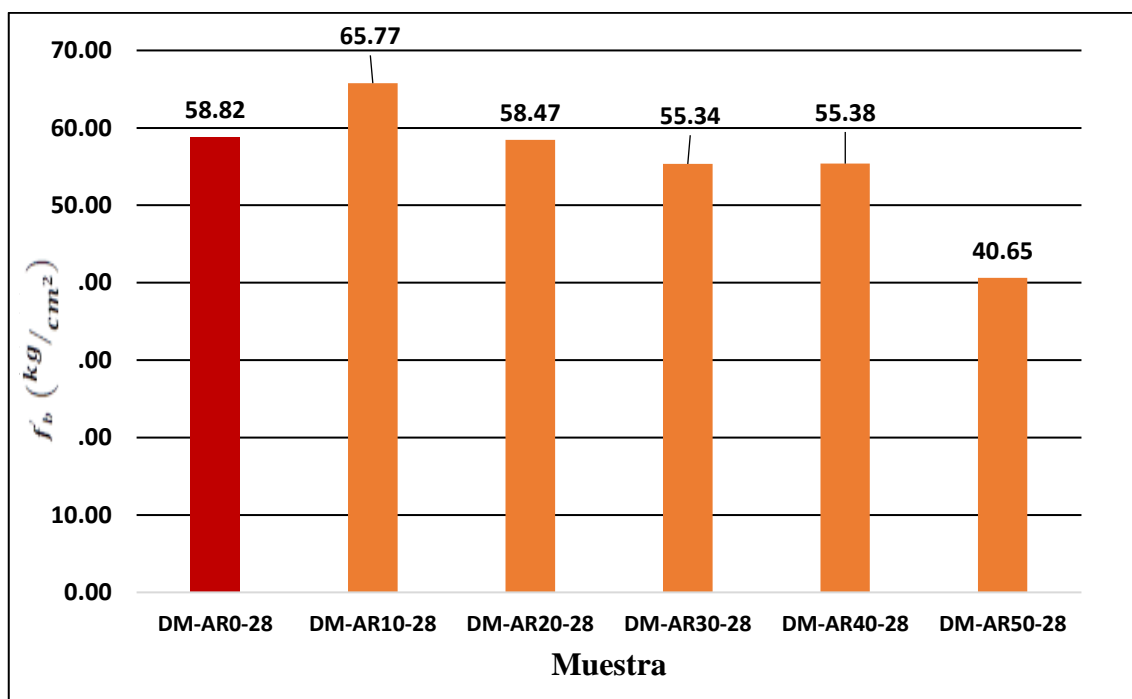


Figura 15: Nivel de resistencia para el curado a los 28 días

#### IV: DISCUSIÓN

- La reducción, reutilización y reciclaje, de los residuos sólidos de la construcción mitiga el impacto ambiental, teniendo la alternativa de utilizar los residuos sólidos de la construcción y demolición generando materiales para el concreto reciclado reduciendo el consumo de agregado natural, generando emprendimiento para comercialización de agregado reciclado, por lo tanto, se reduce la producción de residuos sólidos en el Perú en menos del 5% publicado por el Ministerio del Ambiente.
- En la utilización del % de agregado reciclado de la construcción y demolición es una alternativa en los modelos constructivos alternativos coincidiendo con I. Huertas en la disminución de la generación de residuos sólidos de la construcción.
- La norma para el diseño de mezcla no precisa los valores para la relación agua / cemento, efectuando en la investigación ensayos de la relación agua /cemento de valores 0.35 a 0.70, determinando que con la relación a/c de 0.70 la mezcla obtenida presenta la característica para la formación del bloque de concreto en su viscosidad y trabajabilidad, concordando con A. Zapata que en la optimización del diseño de mezcla de concreto reciclado la incidencia de los agregados la relación a/c es de vital importancia la obtención de desempeño del concreto controlando la cantidad de agua y la disminución del cemento, por lo tanto disminuye la resistencia.
- De los resultados obtenidos en la resistencia de concreto con agregados reciclados debido al conocimiento de sus propiedades muy cercanas al agregado natural afectan indirectamente al concreto en la resistencia a la compresión, es concordante con lo sustentado con L Bazalar.
- La granulometría adecuada de los agregados reciclados produce mezcla de buena calidad y con comportamiento mecánico similares al de los agregados naturales, se concuerda con lo indicado por I. Martínez.
- Considerando la proporcionalidad del agregado reciclado estos se encuentran en función de la calidad dependiendo del porcentaje utilizado, definiendo que a menor absorción mayor la calidad, estando de acuerdo con M. Matrone Miguel.
- Del análisis efectuado al agregado reciclado, a pesar de presentar diferencias en sus características, es susceptible de emplearse como materia prima en reemplazo del agregado natural, originando un nuevo material para el uso estructural si en la mezcla se sustituye del 10% al 40% de material reciclado, ampliando lo indicado por L Bedoya que analiza específicamente para 25 % de material reciclado.
- A pesar de que la granulometría de agregado grueso reciclado muestra diferencias con el agregado grueso natural, se demuestra que a los 28 días de curado alcanza la resistencia a la compresión de acuerdo con la norma NTP 399.604, se concuerda con J. Aguilar Jhon que la

adición del agregado grueso reciclado a la mezcla de hormigón influye en las propiedades física y mecánicas del hormigón en función a su porcentaje de reposición.

- Considerando las especificaciones del Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de la actividad de la Construcción y Demolición aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA, define los conceptos de los materiales reciclados, su gestión y comercialización, lo cual genera los emprendimientos de elaboración de bloquetas, adoquines de concreto con material reciclado de la construcción

## V: CONCLUSIONES

- La aplicación del agregado reciclado si influye en el diseño de mezcla realizado al agregado natural, determinando una relación a/c de 0.7, generando valores de propiedades mecánicas similares sustituyendo el agregado grueso natural por agregado reciclado.
- El peso unitario del agregado reciclado a pesar de ser diferente al agregado natural, si influye en el diseño de mezcla generando mayor dosis de agua por tener mayor porosidad, generando la utilización de material reciclado hasta un 40 % de agregado reciclado.
- El análisis granulométrico varía para el agregado grueso reciclado y agregado grueso natural, definiendo la distribución del tamaño de las partículas de material reciclado se optimiza las propiedades mecánicas de los bloques de concreto reciclado hasta un máximo valor de 40% de utilización del material reciclado.
- La racionalización del 10%, 20%, 30% y 40% de agregado reciclado optimiza las propiedades de bloques de concreto reciclado para el uso estructural, en comparación con las propiedades del agregado natural.
- El nivel de consistencia del concreto reciclado influye directamente en el diseño de mezcla, determinando en la investigación que con una relación a/c de 0.7 logra una trabajabilidad alta y resistencia que define la elaboración de las bloquetas para los ensayos mecánicos a ser sometidos.
- El nivel de resistencia a la compresión de 50 kg/cm<sup>2</sup> normado es superado por la sustitución de agregado reciclado en 10%, 20%, 30%, 40%, disminuyendo por debajo de lo normado para una sustitución del 50% de agregado reciclado, determinando que si influye al nivel de resistencia a la compresión la proporcionalidad del agregado reciclado.
- La utilización de residuos sólidos de construcción mitiga el impacto ambiental en la reduciendo la explotación de canteras que son materiales no renovables.
- La utilización de los materiales de reciclados aporta en el objetivo de la construcción sostenible que a la vez sean eficientes, cómodas y seguras para el usuario, calificando como material de construcción más eficiente.
- La aplicación de las construcciones sostenibles es una forma efectiva de reducir el impacto ambiental minimizando los residuos y el uso de los recursos naturales.
- Las bloquetas fabricadas con los residuos sólidos de la construcción, por los costos en el uso de cemento, propicia un emprendimiento comercial para la construcción de cercos perimétrico, los ladrillos de material reciclado permiten ser aplicados en pasajes ornamentales.

## **VI: RECOMENDACIONES**

- Promover el uso de residuos sólidos de la construcción y demolición, como materiales para reemplazar los recursos naturales.
- Implementar el uso de desechos de las probetas de concreto utilizadas en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil para diseñar diferentes usos en el concreto reciclado.
- Proponer coordinaciones entre la Universidad y los Gobiernos Regionales y Municipales, para la aplicación del Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de la actividad de la Construcción y Demolición.
- Incentivar el conocimiento de las edificaciones sostenibles dentro de los alumnos de la Facultad de Ingeniería Civil.
- Promover las nuevas tecnologías de la construcción con materiales reciclados para mitigar el impacto ambiental.
- Invoco a la comunidad de constructores aplique las normas sobre gestión de residuos sólidos de la construcción en nuestra región y el país.

## VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] M. d. Ambiente, «Informe 2012,» Lima, 2012.
- [2] I. M. Puerta Ortiz, «Impacto ambiental en las escombreras. revisión de la literatura,» Universidad del Rosario, Bogota, 2019.
- [3] R. K. Arrieta Zapata, «Optimización del diseño de mezcla de concreto de alto desempeño utilizando materiales de procedencia nacional,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2019.
- [4] L. R. Bazalar La Puerta y M. A. Cadenillas Calderón, «Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con  $f'_c=280$ ,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2019.
- [5] I. Martínez Soto y C. Mendoza Escobedo, «Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. VII, n° 3, pp. 151-164, 2006.
- [6] M. A. Montrone Pisculich, A. T. Quispe Cotrina y A. Torre Carrillo, «Estudio de Concretos Reciclados,» de *V Congreso Latinoamericano de Estudiantes de Ingeniería Civil*, Loja, 2008.
- [7] C. Bedoya y L. Dzul, «El concreto con agregado reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana,» *Ingeniería de construcción*, vol. 30, n° 2, pp. 99 - 108, 2015.
- [8] Parrillo y Camargo, «Reutilización de Residuos Sólidos en la Producción de Pavimentos Rígidos de Bajo Costo en el Distrito de Juliaca, Puno,» *Revista científica investigación Andina*, vol. 15, n° 1, 2019.
- [9] J. C. Aguilar Cipriano, «Influencia del agregado reciclado en la resistencia a la compresión y el porcentaje de absorción de adoquines peatonales Lima 2020,» Universidad Privada del Norte, Lima, 2020.
- [10] *Norma E.060 Concreto Armado DS N° 010-2009*, 2009.
- [11] *DECRETO SUPREMO N° 019-2016-VIVIENDA- Decreto Supremo que modifica el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA*, 2016.

ANEXO



**MEDIDA DEL TAMAÑO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO  
NORMA NTP 339.604**

**SOLICITANTE:** NATHALY ESTEFANI HERNÁNDEZ PUJICO  
**PROYECTO:** APLICACION DEL AGREGADO RECICLADO DEL PROYECTO DE VIVIENDA VALLE ALTO - LOS PORTALES S. A. EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL - 2019  
**PROCEDENCIA:** DM1 - ARD  
**FECHA:** JULIO DEL 2021

**TABLA 1: MEDIDAS INDIVIDUALES (LARGO - ANCHO - ALTURA)**

	LARGO (mm)				ANCHO (mm)				ALTURA (mm)			
M-1.1	399	400	399	400	151	152	153	154	189	189	191	192
M-1.2	399	401	398	400	152	154	157	158	186	187	186	186
M-1.3	398	400	397	401	151	154	151	154	190	189	193	192
M-1.4	398	399	397	400	150	152	151	152	192	192	190	191
M-1.5	397	398	400	399	151	152	152	153	191	190	190	192
M-1.6	399	400	399	400	152	152	152	153	189	192	192	190
M-1.7	398	399	399	399	152	153	152	152	190	192	189	191
M-1.8	397	398	399	397	151	153	151	152	190	190	191	190
M-1.9	399	398	400	399	151	153	152	152	194	189	192	193
M-1.10	398	397	396	397	152	153	152	154	190	190	191	190

**TABLA 2: PROMEDIO DE MEDIDAS INDIVIDUALES (LARGO - ANCHO - ALTURA)**

	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)
M-1.1	399,5	152,5	190,5
M-1.2	399,5	154,0	186,5
M-1.3	399,0	152,5	191,0
M-1.4	398,5	151,5	191,5
M-1.5	398,5	152,0	191,0
M-1.6	399,5	152,5	191,0
M-1.7	399,0	152,5	190,5
M-1.8	398,0	152,0	188,0
M-1.9	399,0	152,0	193,0
M-1.10	397,0	153,0	190,5

IGEO E.I.R.L.  
INGENIERÍA & GEOTECNIA  
PEDRO TORREGALVA HUANCA URBINO  
Tecnología del Concreto



IGEO E.I.R.L.  
INGENIERÍA & GEOTECNIA  
ANGEL PÉREZ HERNÁNDEZ  
Ingeniero Civil



**DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN - PESO UNITARIO  
NTP 400.017 / ASTM C 29**

**SOLICITANTE:** NATHALY ESTEFANI HERNÁNDEZ PUJAICO

**PROYECTO:** APLICACION DEL AGREGADO RECICLADO DEL PROYECTO DE VIVIENDA VALLE ALTO - LOS PORTALES S. A. EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL - 2019

**UBICACION:** UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA

**MUESTRA:** AGREGADO FINO

**FECHA:** MARZO DEL 2021

**METODO:** C - Shoveling ( SUELTO)      **AGREGADO:** FINO

	MUESTRA		
	1.	2.	3.
G (masa del agregado gr + recipiente gr)	14345	14350	14350
T (masa del recipiente gr)	3365	3365	3365
V (volumen del recipiente cm <sup>3</sup> )	7059,99	7059,99	7059,99
PESO UNITARIO gr/cm <sup>3</sup> (G-T/V)	1,555	1,556	1,556
PESO UNITARIO kg/m <sup>3</sup>	1555,24	1555,95	1555,95
PESO UNITARIO kg/m <sup>3</sup> PROM.	1555,72		

IGEO E.I.R.L.  
INGENIERIA & GEOTECNIA  
INGENIERO LUIS VELA NO CORREA  
LABORATORIO DE CONCRETO



IGEO E.I.R.L.  
INGENIERIA & GEOTECNIA  
ANGEL ROSAN HUANCA BORDA  
Médico Civil CIP 6354

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO  
NTP 400.022 / ASTM C 128**

**SOLICITANTE:** NATHALY ESTEFANI HERNÁNDEZ PUJAIACO  
**PROYECTO:** APLICACION DEL AGREGADO RECICLADO DEL PROYECTO DE VIVIENDA VALLE ALTO - LOS PORTALES S. A. EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL - 2019  
**UBICACION:** UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA  
**MUESTRA:** AGREGADO FINO  
**FECHA:** MARZO DEL 2021  
**METODO:** GRAVIMETRICO

	MUESTRA		
	1	2	3
A (Peso Seco)	247,3	247,7	247,4
B (Peso SSS)	250,0	250,0	250,0
C (Peso fiola + agua)	671,8	665,4	669,1
D (Peso fiola+agua+muestra)	828,9	822,3	825,6
%ABSORCION (B-A/A)	1,09	0,93	1,05
DENSIDAD RELATIVA (A/B+C-D)	2,66	2,66	2,65

% ABSORCION PROM.	1,02
DENSIDAD RELATIVA PROM.	2,66

IGEO E.I.R.L.  
INGENIERIA & GEOTECNIA  
  
 MR. JORGE ENRIQUE LAZARO CORNEJO  
LABORATORIO DE CONCRETO



IGEO E.I.R.L.  
INGENIERIA & GEOTECNIA  
  
 ANGEL ROSAY HUANCABORDA  
M.D. 1007011 - 01845304



**ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO  
NORMA NTP 339.604**

**SOLICITANTE:** NATHALY ESTEFANI HERNÁNDEZ PUJAICO  
**PROYECTO:** APLICACION DEL AGREGADO RECICLADO DEL PROYECTO DE VIVIENDA VALLE ALTO - LOS PORTALES S. A. EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL - 2019  
**PROCEDENCIA:** DM1 - ARO  
**FECHA:** JULIO DEL 2021.

	PESO SECO (g)	PESO SATURADO 24 H (g)	% ABSORCIÓN
M - 1.6	13976	14725	5,4%
M - 1.7	14040	14742	5,0%
M - 1.8	13807	14580	5,6%
M - 1.9	14055	14824	5,5%
M - 1.10	13911	14589	4,9%
<b>% ABSORCIÓN PROMEDIO</b>			<b>5,3%</b>

IGEO ZIRL  
INGENIERÍA & GEOTECNIA  
PEDRO ARSEGO HUAYLA UMPIRI  
CALLE 1000 - PUNTA BLANCA - ICA



IGEO E.I.R.L.  
INGENIERÍA & GEOTECNIA  
ANGEL ROSA HUAYLA TORRES  
CALLE 1000 - PUNTA BLANCA - ICA



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO  
NTP 400.012 / ASTM C 136**

**SOLICITANTE:** NATHALY ESTEFANI HERNÁNDEZ PUJAICO

**PROYECTO:** APLICACION DEL AGREGADO RECICLADO DEL PROYECTO DE VIVIENDA VALLE ALTO - LOS PORTALES S. A. EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL - 2019

**UBICACION:** UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA

**MUESTRA:** AGREGADO FINO

**FECHA:** MARZO DEL 2021

GRANULOMETRIA						HUSO: Arena Gruesa	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
1/2"	12,700	0	0,00	0,00	100,00	100	100
3/8"	9,525	0	0,00	0,00	100,00	100	100
N° 4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	100	95
N° 8	2,36	4,50	0,71	0,71	99,29	100	80
N° 16	1,18	14,00	2,21	2,92	97,08	85	50
N° 30	0,59	106,50	16,84	19,76	80,24	60	25
N° 50	0,297	317,80	50,24	70,00	30,00	30	5
N° 100	0,149	189,10	29,89	99,89	0,11	10	0
FONDO	0,000	0,7	0,11	100,00	0,00		
SUMA		632,60	100,00				

**M.F= 1,93**



**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS  
NTP 339.185 / ASTM C 670**

**SOLICITANTE:** NATHALY ESTEFANI HERNÁNDEZ PUJAICO

**PROYECTO:** APLICACION DEL AGREGADO RECICLADO DEL PROYECTO DE VIVIENDA VALLE ALTO - LOS PORTALES S. A. EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL - 2019

**UBICACION:** UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA

**FECHA:** MARZO DEL 2021

**MUESTRA:** CONFITILLO

	MUESTRA		
	1	2	3
Peso de la tara	211,20	223,40	215,60
Masa de la muestra húmeda + tara	2219,80	2222,30	2212,10
Masa de la muestra seca + tara	2215,70	2217,10	2207,40
Masa de la muestra húmeda	2008,60	1998,90	1996,50
Masa de la muestra seca	2004,50	1993,70	1991,80
%HUMEDAD	0,20	0,26	0,24
%HUMEDAD PROM.	0,23		

IGEO E.I.R.L.  
INGENIERÍA & GEOTECNIA  
REPO. 00000001. INGENIERIA UNIPROB  
TIC. 00000001. INGENIERIA UNIPROB



IGEO E.I.R.L.  
INGENIERÍA & GEOTECNIA  
ANGEL ROSAN PUJACA BORDA  
MTC. 00000001. INGENIERIA UNIPROB



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO  
NORMA NTP 399.604**

**SOLICITANTE:** NATHALY ESTEFANI HERNÁNDEZ PUJALCO  
**PROYECTO:** APLICACION DEL AGREGADO RECLADO DEL PROYECTO DE VIVIENDA VALLE ALTO - LOS PORTALES S. A. EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL - 2019  
**PROCEDENCIA:** DMI - ARO - 7  
**FECHA:** 03 DE JULIO DEL 2021

	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	CARGA (Kg)	F <sub>b</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	40,00	15,20	608,00	434,97	44353,89	72,95
M-2	39,90	15,20	606,48	390,29	39797,87	65,62
M-3	39,80	15,20	604,96	270,28	27560,45	45,56
M-4	39,90	15,20	606,48	453,51	46244,41	76,25
M-5	39,70	15,30	607,41	365,30	37249,64	61,33
<b>PROMEDIO (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>64,34</b>

<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>12,04</b>
--	--------------

<b>F<sub>b</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>52,30</b>
--	--------------

IGEO E.I.R.L.  
INGENIERÍA & GEOTECNIA  
PERUO ARO ARO 7  
PUNTA ARO ARO 7



IGEO E.I.R.L.  
INGENIERÍA & GEOTECNIA  
ANGELICA ROSA HUAYAN  
MAG. INGENIERA

Anexo 1: Diseño mezcla para diferentes a/c

$f_c = 30 + 78 = 108 \text{ kg/cm}^2$ Tipo: S/C Siempre D-42 Volumen relativo de agua administrado: 1 a 2,13% Contenido de aire: 5,09%		Método de compactación por vibración normal															
Relación a/c	Cemento grm/lt	Relación D-42 grm/lt	Prescritos caracteres agregados grm/lt	Módulo de finos grm/lt	P.C.O.N. Agregado grm/lt	Volumen agregado				Residuo de finos grm/lt	Humedad especial del agregado grm/lt	Humedad especial del agregado grm/lt	Humedad especial del agregado grm/lt	Aporte de material agregado grm/lt	Aporte de material agregado grm/lt	Aporte de material agregado grm/lt	Aporte de material agregado grm/lt
						Gravimétrico	Aire	Agregado grm/lt	Total volumen agregado								
0,35	381	126	1363	0,23	765,14	0,2667044	0,207	0,08	0,2667044	213,13766	0,2667044	-0,8	-0,45	-5,8463186	-1,041158	-4,3991042	236,34
0,40	512,50	12,18	1484,19	0,26	765,14	0,2559873	0,207	0,08	0,2559873	195,21791	0,2559873	-0,8	-0,45	-6,4805448	-1,531158	-9,9959882	726,91
0,45	460,00	43,84	1484,19	0,26	765,14	0,2492602	0,207	0,08	0,2492602	169,348714	0,2492602	-0,8	-0,45	-6,8512124	-1,531158	-10,26542	217,34
0,50	414,00	9,74	1484,19	0,26	765,14	0,2425331	0,207	0,08	0,2425331	143,47956	0,2425331	-0,8	-0,45	-7,2222807	-1,531158	-10,536946	217,70
0,55	378,36	8,86	1484,19	0,26	765,14	0,2358060	0,207	0,08	0,2358060	117,61041	0,2358060	-0,8	-0,45	-7,5933492	-1,531158	-10,808462	218,06
0,60	342,72	8,12	1484,19	0,26	765,14	0,2290789	0,207	0,08	0,2290789	91,74126	0,2290789	-0,8	-0,45	-7,9644178	-1,531158	-11,079978	218,42
0,65	307,08	7,40	1484,19	0,26	765,14	0,2223518	0,207	0,08	0,2223518	65,87211	0,2223518	-0,8	-0,45	-8,3354864	-1,531158	-11,351494	218,78
0,70	271,44	6,68	1484,19	0,26	765,14	0,2156247	0,207	0,08	0,2156247	40,00296	0,2156247	-0,8	-0,45	-8,7065550	-1,531158	-11,623010	219,14

a/c	MEZCLA		Proporción de mas (grm/lt) / caracteres	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	Agregado grm/lt	
	Cemento grm/lt	Agua relativa grm/lt																		
0,35	381	126	1363	0,23	765,14	0,2667044	0,207	0,08	0,2667044	213,13766	0,2667044	-0,8	-0,45	-5,8463186	-1,041158	-4,3991042	236,34	0,35	0,08	0,16
0,40	512,50	12,18	1484,19	0,26	765,14	0,2559873	0,207	0,08	0,2559873	195,21791	0,2559873	-0,8	-0,45	-6,4805448	-1,531158	-9,9959882	726,91	0,40	0,16	0,32
0,45	460,00	43,84	1484,19	0,26	765,14	0,2492602	0,207	0,08	0,2492602	169,348714	0,2492602	-0,8	-0,45	-6,8512124	-1,531158	-10,26542	217,34	0,45	0,24	0,48
0,50	414,00	9,74	1484,19	0,26	765,14	0,2425331	0,207	0,08	0,2425331	143,47956	0,2425331	-0,8	-0,45	-7,2222807	-1,531158	-10,536946	217,70	0,50	0,32	0,64
0,55	378,36	8,86	1484,19	0,26	765,14	0,2358060	0,207	0,08	0,2358060	117,61041	0,2358060	-0,8	-0,45	-7,5933492	-1,531158	-10,808462	218,06	0,55	0,40	0,80
0,60	342,72	8,12	1484,19	0,26	765,14	0,2290789	0,207	0,08	0,2290789	91,74126	0,2290789	-0,8	-0,45	-7,9644178	-1,531158	-11,079978	218,42	0,60	0,48	0,96
0,65	307,08	7,40	1484,19	0,26	765,14	0,2223518	0,207	0,08	0,2223518	65,87211	0,2223518	-0,8	-0,45	-8,3354864	-1,531158	-11,351494	218,78	0,65	0,56	1,12
0,70	271,44	6,68	1484,19	0,26	765,14	0,2156247	0,207	0,08	0,2156247	40,00296	0,2156247	-0,8	-0,45	-8,7065550	-1,531158	-11,623010	219,14	0,70	0,72	1,44