

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL CONCRETO RECICLADO COMO
REEMPLAZO TOTAL DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA
A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $F'C=140 \text{ kg/cm}^2$**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR (ES)

Br. Espinoza Acuña Wilder Oswaldo

Br. Valverde Julca Flor Elisa

ASESOR

Mg. Luis Alberto Alva Reyes

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Vivienda saneamiento y transporte

TRUJILLO – PERÚ

2022

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI

Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Rector

Dra. Silvia Valverde Zavaleta

Vicerrectora Académica

Dr. Francisco Espinoza Polo

Vicerrector de Investigación

Mg. Breitner Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri

Gerente de Desarrollo Institucional

Ing. Marco Antonio Dávila Cabrejos

Gerente de Administración y Finanzas

Mg. José Andrés Cruzado Albarrán

Secretario General

APROBACION DEL ASESOR

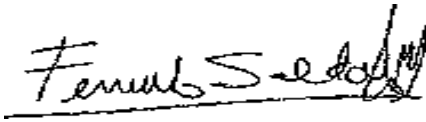
Yo Mg. Luis Alberto Alva Reyes con DNI N° 42013371 como asesor del trabajo de investigación “INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL CONCRETO RECICLADO COMO REEMPLAZO TOTAL DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $F'C=140 \text{ kg/cm}^2$ ” desarrollada por los bachilleres Espinoza Acuña, Wilder Oswaldo con DNI 72448582 y Valverde Julca, Flor Elisa con DNI 73028145 respectivamente, egresados del Programa Profesional de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación de este ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



FIRMA DIGITAL
Mg. Luis Alberto Alva Reyes
ASESOR

PAGINA DE JURADO



Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla

PRESIDENTE



Mg. John Piter Bejarano Guevara

SECRETARIO



Mg. Luis Alberto Alva Reyes

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios

Por la vida y la salud que me brinda día a día, por la
esperanza y el valor suficiente para culminar mis
estudios a pesar de las dificultades.

A mis padres

Por haberme inculcado desde pequeño la disciplina de
Estudiar y por brindarme su apoyo en todo el trayecto de
mis estudios, son ejemplo de lucha y perseverancia.

Sin su apoyo no se hubiera logrado.

A mis hermanos

Por ver a mi persona como un ejemplo a seguir, ustedes
son mi motivo de seguir adelante y culminar
con mis estudios

Espinoza Acuña, Wilder Oswaldo

Autor

DEDICATORIA

A Dios

Esta tesis la dedico de manera muy especial a Dios por darme la vida y por darme a mis padres que son mi fortaleza y mi guía diaria, dos seres que amo y quienes me dieron todo para lograr una carrera profesional.

A mi familia

A mi familia por el apoyo incondicional, por estar siempre en cada paso que doy.

A mí misma

por mi dedicación constante y voluntad que me permitió lograr una carrera muy importante en mi vida.

Valverde Julca, Flor Elisa

Autor

AGRADECIMIENTO

Agradecer a dios por la salud, esperanza, amor y bondad
que nos brinda, por iluminarnos y protegernos
a lo largo de nuestra carrera permitiendo
lograr nuestros objetivos.

A nuestros familiares por darnos su apoyo constante
en el desarrollo de nuestra carrera, por ser nuestra razón
de superación personal y profesional.
¡Gracias infinitas!

A nuestros docentes, quienes fueron partícipes de nuestra
formación, gracias por compartir sus conocimientos
con nosotros, agradecemos de manera especial a
nuestro asesor Luis Alberto Alva Reyes
por todo su apoyo y paciencia que
tuvo con nosotros.

Espinoza Acuña, Wilder Oswaldo

Valverde Julca, Flor Elisa

Autores

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Espinoza Acuña, Wilder Oswaldo con DNI 72448582 y Valverde Julca, Flor Elisa con DNI 73028145, egresados del Programa de Estudios de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que hemos seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del trabajo de investigación titulado: "INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL CONCRETO RECICLADO COMO REEMPLAZO TOTAL DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $F'C=140 \text{ kg/cm}^2$ ", el cual consta de un total de 84 páginas, en las que se incluye 17 tablas y 8 figuras, más un total de 22 páginas en apéndices y/o anexos.

Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 20 %, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.



DNI: 72448582



DNI 73028145

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
Planteamiento del problema	1
Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	2
Formulación de objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
Justificación de la investigación	3
1.4.1. Justificación socio – ambiental.....	3
1.4.2. Justificación económica	3
1.4.3. Justificación Tecnológica.....	4
II. MARCO TEÓRICO	5
Antecedentes de la investigación	5
Bases teóricas científicas	10
2.2.1. Concreto	10
2.2.2. Cemento	14
2.2.3. Agregados.....	17
2.2.4. Agregado reciclado	19
2.2.5 Agua en el concreto	20
Definición de términos básicos	21
2.3.1 Concreto.	21
2.3.2. cemento	21
Formulación de hipótesis.....	22
2.1.1 Hipótesis general.....	22

2.1.2 Hipótesis específicas	22
Operacionalización de variables	23
Variable independiente	23
Variable dependiente	23
III. METODOLOGÍA	24
Tipo de investigación	24
Método de investigación.....	24
Diseño de investigación.....	24
Población y muestra	24
Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	25
Técnicas de procesamiento y análisis de datos	25
Ética de investigación.....	28
IV. RESULTADOS.....	29
Presentación y análisis de resultados	29
4.1.1 Determinación de la influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total al agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'_c=140$ kg/cm ²	29
4.1.2 Determinación de la resistencia a la compresión de un concreto de $f'_c=140$ kg/cm ² , con concreto reciclado en remplazo total del agregado grueso.	30
4.1.3 Evaluación de la correlación que existe entre la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño del agregado grueso reciclado.	31
4.1.4 Analizar la variación de la resistencia a la compresión de un concreto f'_c 140 kg/cm ² , con respecto al tamaño del concreto reciclado como remplazo del agregado grueso.....	32
4.1.5 Determinar el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto.	33
Prueba de hipótesis.....	34
4.1.2 Determinación de la resistencia a la compresión de un concreto de $f'_c=140$ kg/cm ² , con concreto reciclado en remplazo total del agregado grueso.	35

4.1.3	Evaluación de la correlación que existe entre la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño del agregado grueso reciclado.	35
4.2.4	Análisis de la variación de la resistencia a la compresión de un concreto f_c 140 kg/ cm ² , con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso.....	36
4.2.5	Determinación del tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto.	38
	Discusión de resultados	39
V.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	41
	Conclusiones	41
	Sugerencias	42
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	43
VII.	ANEXOS	48
	ANEXO 01	49
	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	49
	ANEXO 02	51
	PANEL FOTOGRAFICO	51
	ANEXO 03	58
	RESULTADOS SPSS	58
	ANEXO 04	63
	RESULTADOS DE TURNITIN	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del agua en pasta del cemento hidratado.....	21
Figura 2: Diagrama de flujo de proceso.....	27
Figura 3: Comparación de medias de resistencia a la compresión por tamaño nominal del agregado.....	29
Figura 4: Comparación de medias de resistencia a la compresión por tamaño nominal del agregado.....	31
Figura 5: Variación de la resistencia a la compresión con respecto al tamaño nominal del agregado.....	32
Figura 6: Variación porcentual de la resistencia a la compresión con respecto al tamaño del agregado.....	33
Figura 7: Resistencia a la compresión obtenida con respecto al tamaño del agregado	34
Figura 8: Resistencia a la compresión obtenida con respecto al tamaño del agregado	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación con base en su peso unitario.....	11
Tabla 2: Clasificación por su resistencia.....	12
Tabla 3: Tipos de concreto con sus densidades.....	13
Tabla 4: Composición química del Clinker.....	15
Tabla 5: Requisitos físicos del cemento portland.....	15
Tabla 6: Requisitos químicos del cemento portland.....	16
Tabla 7: Composición química del cemento portland.....	16
Tabla 8: Propiedades físicas del cemento portland.....	17
Tabla 9: Granulometría de arena.....	18
Tabla 10: Requisitos granulométricos de agregado grueso.....	19
Tabla 11: Operacionalización de variables.....	23
Tabla 12: Muestras de las probetas cilíndricas.....	25
Tabla 13: Promedio de resistencia a compresión de probetas con diferentes tamaños de agregado grueso reciclado (kg/c m ²).....	30
Tabla 14: Correlaciones no paramétricas- Spearman.....	36
Tabla 15: ANOVA para la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño nominal del agregado grueso reciclado.....	37
Tabla 16: Prueba de Tukey (medias) para la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño nominal del agregado grueso reciclado.....	37
Tabla 17: Prueba tukey de las resistencias obtenidas con respecto al tamaño del agregado.....	38

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total al agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'_c=140 \text{ kg/cm}^2$. Para ello se elaboró 45 probetas cilíndricas de 6x12" de acuerdo con la Norma ASTM C31, de los cuales está dividido en 3 grupos con diferentes tamaños nominales de agregado grueso reciclado estos son de $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " y 1", cada grupo contó con 15 probetas.

Para obtener un concreto nuevo a base de concreto reciclado y teniendo como referencia una resistencia a la compresión de 140 kg/cm^2 se utilizó una proporción de 1:2.5:3.5 (cemento, arena y piedra) respecto al volumen de la probeta cilíndrica, así mismo, la relación agua cemento es de 0.61. Además, el curado fue de 28 días (donde se tiene previsto que pueda alcanzar su máxima resistencia), Una vez concluido este tiempo, las probetas fueron sometidas a ensayos de resistencia a la compresión de acuerdo con la Norma ASTM C39, con ayuda de una prensa hidráulica, los resultados obtenidos fueron comparados en función del tamaño del agregado reciclado.

Luego los datos fueron anotados en un cuaderno para tener un control más exacto, seguidamente con ayuda del Ms Excel se logró almacenar los datos para elaborar tablas de procesamiento estadístico con el programa del IBM SPSS y así se obtuvo resultados como la correlación y la variación.

Se concluyó que el tamaño del concreto reciclado como remplazo al agregado grueso si influye en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'_c=140 \text{ kg/cm}^2$. Además, que el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto es de $\frac{3}{4}$ ".

Palabras clave: resistencia a la compresión, concreto reciclado.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the influence of the size of the recycled concrete as a total replacement for the coarse aggregate on the compressive strength for a concrete of $f'_c=140$ kg/cm². For this, 45 6x12" cylindrical specimens were prepared according to the ASTM C31 Standard, of which it is divided into 3 groups with different nominal sizes of recycled coarse aggregate, these are $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " and 1", each group had 15 test tubes.

To obtain a new concrete based on recycled concrete and having a compressive strength of 140 kg/cm² as a reference, a proportion of 1:2.5:3.5 (cement, sand and stone) was used with respect to the volume of the cylindrical specimen, thus same, the water-cement ratio will be 0.61. Likewise, curing lasted 28 days (where it is expected to reach its maximum strength). Once this time had elapsed, the specimens were subjected to compressive strength tests according to ASTM C39, with the help of a hydraulic press, the results obtained were compared according to the size of the recycled aggregate.

Then the data was recorded in a notebook to have a more exact control, then with the help of Ms Excel it was possible to store the data to create statistical processing tables with the IBM SPSS program and thus results such as correlation and variation were obtained.

It was concluded that the size of the recycled concrete as a replacement for coarse aggregate significantly influences the compressive strength for a concrete of $f'_c=140$ kg/cm². In addition, the ideal size of recycled coarse aggregate to improve the properties of concrete is $\frac{3}{4}$ ".

Keywords: compressive strength, recycled concrete.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

En la actualidad a nivel mundial los desechos de concreto han incrementado en comparación de años anteriores, el sector donde se producen más residuos de construcción y demolición (RCD) es el sector de Rehabilitación con un 43%, por otra parte, el sector con menos producción es el sector no residencial con un 14% (Tertre, 2016). En el mundo se estima una fabricación de alrededor de 25 billones de toneladas de concreto cada año, donde destacan los países de china e india los cuales produce alrededor del 50% de concretos a nivel del mundo, así mismo, en el continente de Europa se genera 510 millones de toneladas de desechos en la industria de la construcción y demoliciones en sí. (Initiative Cement Sustainability, 2009).

Por otra parte, al producir más concreto va a existir mayores desechos de residuos de construcción, ya que se tendrá más demoliciones por el constante aumento de las construcciones. Al existir mayores residuos de concreto y no ser reutilizable las personas optan por botar sus residuos en botaderos ilegales, el 40% de RCD son depositados a los paisajes de manera ilegal y el otro 60% debido a la demanda termina en un vertedero (Tertre, 2016), estos residuos causan gran contaminación de suelos como también la contaminación de agua y aire

En el Perú, en los últimos años ha existido un gran crecimiento en cuanto a las construcciones de edificaciones Urbanas provocando que se generen más Residuos de Construcción y Demolición (Fernández, 2017), por otra parte, en nuestro País existe diversas demoliciones llamadas obras menores que equivale a un área menor a 30 m² del área techada, a su vez su valor es menor de 6 UIT (Ministerio del Ambiente, 2016) al ser construcciones de pequeña envergadura, se tiene como consecuencia la demolición de dichas construcción, para posteriormente ser nuevamente construida, provocando aumento de residuos de construcción.

En la ciudad de Trujillo muchas empresas de construcción que arrojan sus desmontes en lugares no autorizados como lugares descampados, ríos o cerca a la berma de las pistas, ocasionando una contaminación del ambiente en la zona, según (Servicio de gestión Ambiental de Trujillo [SEGAT], 2018) existe un botadero de desmonte autorizado que se encuentra en el

Centro Poblado El Milagro, pero actualmente se declaró en emergencia porque se encuentra colapsado. En la ciudad se están realizando muchas obras de construcción lo cual siempre se va a requerir botar el desmonte, también hay proyectos en donde se va a demoler infraestructura para crear nuevas construcciones.

Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total del agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'_c=140 \text{ kg/cm}^2$?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la resistencia del concreto con diferentes tamaños de agregado grueso reciclado?
- ¿Existe correlación en el tamaño del agregado grueso con respecto a la resistencia a la compresión del concreto?
- ¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión de un concreto $f'_c=140 \text{ kg/cm}^2$, con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso?
- ¿Cuál es el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto?

Formulación de objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total al agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'_c=140 \text{ kg/cm}^2$.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la resistencia del concreto con diferentes tamaños de agregado grueso reciclado.

- Evaluar la correlación que existe entre el tamaño del agregado grueso con respecto a la resistencia a la compresión del concreto.
- Analizar la variación de la resistencia a la compresión de un concreto f_c 140 kg/ cm², con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso.
- Determinar el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto.

Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación socio – ambiental

A nivel mundial y en el Perú las construcciones avanzan a pasos agigantados, producto de ello trae consigo mismo demoliciones de viviendas para una nueva edificación, donde parte de estos residuos se encuentra el concreto que son arrojados a lugares no autorizados, permitiendo una contaminación del suelo, debido a que es un residuo no degradable, por otra parte, causa una contaminación visual porque perjudica su esencialidad del lugar, por lo tanto se justifica esta investigación por lo que actualmente en el mundo se busca realizar construcciones que vayan de la mano con el medio ambiente , además, se pretende reducir, reciclar y reutilizar el concreto con el objetivo de convertirlo en un nuevo material y utilizarlo en las nuevas construcciones.

1.4.2. Justificación económica

Con esta investigación se pretende reducir los costos de los materiales de la industria de la construcción por ejemplo, para un concreto ya no se utilizará un material virgen como es el agregado grueso, si no, se utilizará residuos sólidos, como es el concreto reciclado de demolición, ya que al construir nuestras viviendas o proyectos esto nos genera un alto costo en el presupuesto, porque en la mayoría se requiere de mucho concreto y agregados, lo que es un costo muy considerable al momento de construir, la creación de un nuevo concreto reciclado nos va a permitir reducir notablemente los costos de construcción, y por otro lado es un material de alta resistencia en comparación con el material normal, además presenta un bajo precio, esto hace que sea un material competitivo en el mercado laboral.

importante recalcar que en la construcción se necesita gran cantidad de tipos de concreto y de diferentes resistencias, además sabemos que para obtener distintos tipos depende mucho de los materiales que se usen, como la densidad del agregado, aditivos, etc. Los cuales hacen que el concreto presente diversas propiedades que mejoran su funcionalidad y sobre todo que lo hace variado en sí. A través de esta investigación, nosotros demostramos un nuevo tipo de concreto de $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$, que es una alternativa a usarse en el rubro de la construcción con diferentes fines de acuerdo a lo que se necesite, así mismo se espera reducir considerablemente su costo de producción debido al uso de material reciclado en su elaboración.

1.4.3. Justificación Tecnológica

Se busca realizar la investigación del concreto reciclado que va a reemplazar al agregado grueso común por un agregado grueso completamente reciclado, con diferentes tamaños y con el reemplazo al 100%, determinando la resistencia a la compresión, se va a poder evaluar si cumple con los requisitos mínimos Normas Técnicas Peruanas, así ser utilizado en obras de construcción y saber qué tamaño de agregado grueso es ideal para el tipo de construcción. De esta manera se contribuye al uso de un nuevo concreto como alternativa de conservar el medio ambiente. La elaboración de este concreto reciclado a través de ensayos va a ayudar a investigaciones futuras con el fin de implementar la industria del concreto demostrando que este material cumple con las expectativas del mercado.

Hoy en día se usa concreto en todo el mundo, a su vez este se caracteriza por presentar distintos tipos que se adecuan para cada necesidad y uso requerido en la construcción ya que en el mundo de la construcción se presenta infinitas necesidades y muchísimas alternativas de uso variado del concreto para poder enfrentar diversos casos aplicar satisfactoriamente el tipo de concreto adecuando para cada fin. Es por ello que mediante esta investigación se determinara si es posible obtener un concreto utilizando material de desecho y así contribuir con una alternativa más en el mundo de la construcción moderna donde se busca la obtención de nuevas fuentes y herramientas que faciliten los trabajos cumpliendo con la normativa y respetando el medio ambiente.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

Pedro et al. (2014) en Portugal realizaron un artículo denominado “Influence of the use of recycled concrete aggregates from different sources on structural concrete” evaluó la capacidad de producir concreto añadiendo agregados de concreto reciclado. Donde realizó para 3 resistencia a la compresión de: 25 MPa, 45 MPa y 75 MPa. Para poder determinar si es posible producir concreto reciclado se probó con un 100% de agregado grueso reciclado. Dando como conclusión que en la propiedad de durabilidad no existen diferencias significativas entre los agregados naturales.

Jordan, J y Viera, N (2014) realizo en Nuevo Chimbote- Perú una tesis que tiene por titulo “Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra” donde muestra la variación del concreto en su comportamiento estructural, para ello determinó su resistencia a la compresión en distintos porcentajes. Hace uso de porcentajes de 0%, 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado. Dando como resultados que el 25% y 50% tienden a mejorar la resistencia y tienen homogeneidad. El reemplazo al 100% tiende a generar inestabilidad en su resistencia.

Abdurrahmaan, L. y Mahmoud, F. (2015) realizaron en Serbia el artículo titulado “Performance evaluation of structural concrete using controlled quality coarse and fine recycled concrete aggregate” tiene como objetivo hacer una comparación de concreto con materiales naturales y un concreto elaborado con distintos agregados reciclados. Para ello se realizaron 3 tipos de mezclas que son el concreto convencional, concreto de agregado grueso reciclado al 50% y 100%. Concluyendo que utilizar el agregado grueso reciclado en el concreto es muy bueno ya que tiene buenos resultados en propiedades mecánicas.

Girio, J. (2015) realizo una investigación titulada “Fabricación de concreto de resistencia a la compresión 210 y 280 kg/m², empleando como agregado grueso concreto desechado de obras, y sus costos unitarios vs concreto con agregado natural, barranca - 2015.”, en esta investigación se buscó reciclar, reutilizar y elaborar un nuevo concreto a través de concreto desechado en obra, luego de haber realizado las pruebas necesarias se concluye que

al utilizar el material reciclado como agregado grueso en un 25% el concreto presenta mejoras en cuanto a sus propiedades, a la vez concuerda con la Norma Técnica Peruana y RNE E060.

Ruelas, E. (2015) realizo una tesis titulada “Uso de pavimento rígido reciclado de la ciudad de Puno, como agregado grueso para la producción de concreto” que estableció como objetivo general hacer uso de residuos de concreto de pavimento proveniente del jirón Arbulu (zona céntrica de la ciudad de Puno), teniendo un tamaño nominal de $\frac{3}{4}$ ” para tener un agregado que cumplan las normas correspondientes, para ello se trabajó con el agregado reciclado en un 20%, 40 % y 60% con un diseño de mezcla de 4 resistencias 140, 175, 210 y 245 kg/cm², además se tiene un concreto patrón de 0%, donde llego a la conclusión que al utilizar concreto reciclado superior al 20% es riesgoso ya que va disminuyendo su resistencia a la compresión. No obstante viendo desde el punto de vista económico es viable utilizar un reemplazo del 20% por material reciclado ya que en esta cantidad solamente hay un incremento mínimo en cuanto al costo de producción.

Somayeh et al. (2015) realizaron una investigación titulada “Performance of recycled aggregate concrete based on a new concrete recycling technology” en donde buscó comprender la importancia de sustituir el agregado reciclado, también la relación a/c. se crearon dos concretos de referencia con resistencias C25 / 30 y C45 / 55 usando el agregado grueso y fino natural. Se reemplazó una parte del agregado normal en 0%, 20%, 50% y 100% de agregado reciclado, dando como resultado que diseñar la mezcla previamente tiene un impacto decisivo en cuanto a las propiedades del concreto con agregado reciclado.

Shi Cong, S., y Chi Sum, P. (2015) en el país de China, realizaron una investigación titulada “Effect of the quality of parent concrete on the properties of high performance recycled aggregate concrete” esta investigación busco reutilizar eficazmente los residuos de construcción y demolición para conservar los recursos naturales agregados no renovables y aliviar la presión sobre la búsqueda de nuevos sitios de disposición para gestionar los residuos, es por esta razón que propuso elaborar un nuevo concreto a base de agregado reciclado con porcentajes de 30, 45, 60 y 100, logrando tener como resultados una resistencia inferior de 21.1%, 12.6% y 8.6% con respecto al concreto natural, por otra parte al agregar el concreto reciclado en su totalidad su resistencia disminuyo solo en 0.4 %.

Asencio A. (2016) en su tesis titulada “efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ” donde da a conocer cuál es el efecto que causa el uso de agregados reciclados en las propiedades de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, por lo cual se realizó la elaboración de especímenes de acuerdo a la norma NTP 339.183:2013 y ASTM C 192. Se hicieron los especímenes tanto con materiales convencionales como con agregados reciclados, además el tiempo de curado fue de 28 días. Luego de realizar los experimentos respectivos se obtuvo que la resistencia a la compresión del concreto utilizando agregados reciclados es 15.49 más bajo que el concreto patrón elaborado con agregados convencionales.

Según Morales D. (2017) en su tesis de grado titulada “Influencia del tamaño máximo nominal de 1/2" y 1" del agregado grueso del río Amojú en el esfuerzo a la compresión del concreto para $F'C = 250 \text{ kg/cm}^2$ ”, el principal propósito de dicha investigación es conocer la influencia que tiene el TMN del agregado grueso de 1/2" y de 1" en la resistencia a la compresión del concreto. Para ello se elaboraron distintas probetas basadas en un diseño de mezcla con el método “Modulo de Finesa de la combinación de agregados”, además la resistencia patrón fue de $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. Las probetas fueron elaboradas y curadas por 28 días, así como también se analizó a los 7, 14 y 28 días de edad. Luego de desarrollar los ensayos se concluyó que el TMN del agregado si influye en la resistencia a la compresión del concreto debido a que el concreto echo con agregado de 1/2", resiste mas que el concreto el concreto elaborado con agregado de TMN de 1", además en comparación con ambos tamaños nominales se determinó que con el agregado de 1" la resistencia baja en un 10.57% respectivamente, de esta manera el tamaño nominal de 1/2" es mejor para tener una buena resistencia del concreto.

Vega S. (2018) realizó en Huaraz una tesis titulada “Resistencia del concreto permeable sustituyendo el agregado grueso en un 25%, 50% y 100% por reciclado”, donde tuvo como propósito conocer la consecuencia que se tendría al sustituir un agregado grueso natural por agregado reciclado retenido en la malla de 3/4", en los porcentajes de (25%, 50% y 100%), en esta investigación se analizó la resistencia a la compresión y la permeabilidad del concreto, el cual fue diseñado para un $f'c = 155 \text{ kg/cm}^2$, obteniendo como resultado final que al reemplazar en un 100% por agregado reciclado de 3/4" se logra obtener una resistencia más elevada que los demás porcentajes, ya que aumenta en un 4.6%, mientras que en un 50% aumenta en 4.31% y

en 25% la resistencia disminuye en un 3,6%, de esta manera se llega a concluir que el porcentaje ideal de agregado reciclado de $\frac{3}{4}$ es de un 100%.

Aguilar, D. (2019) Hizo en Cajamarca – Perú, una tesis titulada “Variación de la resistencia a compresión de un concreto compactado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al usar agregado grueso reciclado”, cuyo objetivo fue reemplazar en el concreto convencional, al agregado grueso normal por un agregado reciclado en un 25, 50, 75 y 100% con una dosificación de 210 kg/cm^2 y con edades de curado de 7, 14 y 28 días y ser usado para pavimentos rígidos, logrando llegar a la conclusión que con un curado de 28 días alcanza su máxima resistencia en comparación al curado de 7 y 14 días, así mismo, al reemplazar el concreto reciclado en 25% y 50% se tuvo un respectivo aumento de su resistencia de un 6.04% y 1.47% respectivamente, por otra parte al reemplazar el concreto reciclado con un 75% y 100% su resistencia a la compresión disminuyó en un 7.64% y 10.98% respectivamente.

Cubas, H y Cabrera, J (2019) realizaron en Lima, una investigación titulada “Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional”, en esta investigación buscaron reducir los impactos ambientales negativos haciendo uso de materiales reciclados como el concreto desechado y ladrillos previamente triturados para de este modo lograr obtener un concreto con agregado grueso reciclado, por esta razón propusieron sustituir al agregado grueso natural en los porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40% por el agregado grueso reciclado y en un 10% de material desechado de ladrillo triturado como agregado grueso, logrando obtener como resultado que con un 10% de agregado grueso reciclado el concreto presentó mejoras en sí en su resistencia que varían entre 2.79% y 14.47% con respecto al concreto patrón.

Meza, F (2019) realizó en Lima una tesis titulada “Estudio de las características del concreto reciclado fresco y endurecido, con sustitución parcial y total del agregado grueso” en donde estudia la influencia de distintos porcentajes de reemplazo del agregado grueso natural por el agregado grueso reciclado del concreto. La cual planteó hacer una dosificación de la mezcla y fabricación de probetas para el ensayo de su respectiva resistencia, donde analizó las propiedades que presenta el nuevo concreto producido. También analizó la sustitución del 100% del agregado reciclado, entonces concluyó que las variaciones del concreto reciclado se presentan a partir de la sustitución del 50%.

Siddharth, P y Raghvendra, S (2020) en Emiratos Árabes Unidos redactaron el artículo titulado “Influence of recycled concrete aggregates on strength properties of concrete” establece investigar la calidad del concreto antiguo triturado y los componentes que causan impacto en su resistencia tanto en compresión y tracción del nuevo concreto hecho con agregado grueso conseguido del concreto antiguo, Se concluye que la resistencia a la compresión y tracción dependen de una proporción adecuada de la mezcla, también concluyen que la resistencia del concreto reciclado es entre un 10% y 25% menos que el concreto convencional.

Alaya, J (2020) realizo una tesis titulada “Elaboración de concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso, Huánuco 2019” establece como objetivo general la obtención de concreto $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ usando el concreto reciclado de las vías peatonales como un agregado grueso. En donde elaboró probetas cilíndricas planteando 3 diferentes proporciones de 15%, 30% y 45%. Concluyendo que por ensayos de compresión que, para la curación de 7, 14 y 28 días la proporción que obtuvo mejor resistencia fue el de 30% y superando por 1.09% de resistencia al concreto convencional.

Khaoula, N. y Toufik, C. (2021), realizaron en Marruecos, una redacción de un artículo científico titulado “ A Case Study on The Mechanical and Durability Properties of a Concrete Using Recycled Aggregates”, en esta investigación se buscó que el agregado reciclado sea utilizado como remplazo al agregado natural, así mismo, como el concreto reciclado puede presentar desventajas en cuanto a su resistencia, se propone incorporar cenizas volantes para mejorar su las propiedades de un concreto reciclado, donde se obtuvo como resultados que al agregar cenizas volantes en un 25% y 35% mejora sus propiedades.

Phan, et al. (2021) realizaron en Canadá, un artículo científico titulado “Study of the Compressive Strength of Concrete with Partial Replacement of Recycled Coarse Aggregates” en la investigación se buscó que el concreto triturado de estructuras demolidas, infraestructura desmantelada o el concreto premezclado devuelto, puedan servir como un posible complemento de los agregados naturales o vírgenes, actuales para su uso en el concreto nuevo, por esta razón se propone evaluar el efecto de reemplazar completamente el agregado grueso natural con varias fuentes de agregado reciclado, logrando tener como resultados que el hormigón de concreto reciclado su resistencia es equivalente al hormigón de agregado natural.

Lujan V. y Rodríguez J. (2021), en su tesis titulada “Estudio de los residuos de la construcción y demolición como agregado grueso para la construcción de espacios públicos recreativos en el distrito de Trujillo”, donde analizan si hay posibilidades de darle un valor agregado al concreto que se desecha de los escombros y demoliciones en la ciudad de Trujillo, para ello realizan la elaboración de 45 probetas cilíndricas utilizando agregado reciclado de $\frac{1}{2}$ ” con una resistencia patrón de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$. El reemplazo del agregado grueso fue al 100% y el análisis de resistencia fue a los 7, 14, y 28 días de edad, concluyendo que la resistencia del concreto con agregados reciclados disminuyó ligeramente en comparación con la muestra patrón de 0%, la disminución fue de $f_c = 233.1 \text{ kg/cm}^2$ a $f_c = 200.1 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente.

Bases teóricas científicas

2.2.1. Concreto

2.2.1.1. Definición. El concreto es un material que es producido mezclando 3 componentes esenciales que son: el cemento, agua y agregados, en algunos casos se le agrega aditivos para mejorar sus propiedades, producto de esta mezcla se obtiene la masa plástica del concreto que puede ser moldeada y compactada con facilidad, pero al paso de unas horas, gradualmente va perdiendo sus características y se empieza a tornarse rígida comenzando a adquirir un aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para posteriormente alcanzar su resistencia para la que ha sido diseñada. (Montalvo, s.f).

Adicional a lo anterior, mayormente en las construcciones se utiliza el cemento portland, el cual ocupa entre el 7% y el 15% del total de la mezcla, teniendo propiedades de adherencia y cohesión proveyendo una buena resistencia a la compresión, en segundo lugar tenemos a los componentes de los agregados, tanto finos como gruesos y finos, ocupando entre 59% y 76% del total de la mezcla, el tercer componente es el agua que ocupa entre el 14% y 18% del total del volumen de la mezcla, teniendo como función de hidratar al cemento y finalmente tenemos al aire atrapado como cuarto componente que usualmente está entre 1% y 3% del volumen de la mezcla, así mismo, tenemos al aire adicionado que puede ocupar entre 1% y 7%, esto es logrado con el uso de aditivos (Sánchez, 2001), no debe ser recomendable adicionar porcentajes mayores a los determinados ya que estos provocarían una menor resistencia a la compresión.

Por otra parte, antiguamente los concretos tenían una resistencia relativamente baja, a consecuencia de esto se necesitaba de elementos pesados que puedan resistir las cargas grandes, pero hoy en día se ha mejorado mucho en este aspecto, ya que existen concretos de alta resistencia (Ortega, 2014), un concreto de alta resistencia es aquel que comúnmente tiene una resistencia a la compresión específica de 6000 psi (40 MPa) o más. (National Ready Mixed Concrete Association [NRMCA], s.f), así mismo, se conoce al concreto como la mezcla de cemento portland, arena, piedra, agua y aire (aire naturalmente atrapado, en algunos casos aire adicionado)

2.2.1.2. Tipos de concreto. El concreto es uno de los materiales más utilizados del mundo, a su vez se caracteriza por presentar distintos tipos que se adecuan para cada necesidad y uso requerido en la construcción ya que en el mundo de la construcción se presenta infinitas necesidades y muchísimas alternativas de uso variado del concreto para poder enfrentar diversos casos aplicar satisfactoriamente el tipo de concreto adecuando para tal fin. Es importante recalcar que para obtener distintos tipos depende mucho de los materiales que se usen, como la densidad del agregado, aditivos, etc. Los cuales hacen que el concreto presente diversas propiedades que mejoran su funcionalidad y sobre todo que lo hace variado en sí. De acuerdo con (ICOTEC, 2004) nos manifiesta que la clasificación de los tipos de concreto se realiza por su respectivo peso unitario y además también se clasifica teniendo en cuenta una característica muy esencial del concreto la cual es la resistencia a la compresión que presenta.

Tabla 1

Clasificación con base en su peso unitario

Clasificación	Descripción
Concreto de peso normal	Este concreto mayormente se usa para fines estructurales, su peso es de aproximadamente 2400kg/cm ³ .
Concreto ligero	Este tipo de concreto presenta una resistencia mayor con respecto a su peso el cual es menor a 1800 kg/cm ³ .
Concreto pesado	Su uso mayormente es para generar escudos para radiación, los agregados que lo componen presentan una densidad alta, así mismo también su peso es mayor de 3200kg/ cm ³ .

Nota. La tabla muestra tres tipos de concreto. Fuente: ICOTEC, 2004.

Tabla 2*Clasificación por su resistencia*

Clasificación	Descripción
De baja resistencia	Este concreto se usa con fines no estructurales, ya que presenta una resistencia de 204 kg/ cm ² .
Concreto de resistencia moderada	Presenta una resistencia de 204 a 408 kg/cm ² , idóneo para funciones estructurales y es el más común.
Concreto de alta resistencia	Su resistencia es mayor de los 408 kg/ cm ² , tiene fines especiales.

Nota. La tabla muestra tres tipos de resistencia. Fuente: ICOTEC, 2004.

2.2.1.3. Propiedades.

En el proceso del cambio (concreto fresco a concreto endurecido), el concreto presenta distintas propiedades, los cuales se mantienen al disminuir la fluidez y manejabilidad respectivamente, así mismo en este proceso se pasa por tres etapas importantes: el primero es cuando el concreto se presenta en forma blanda y manejable, en la siguiente etapa destaca el fraguado del concreto en sí, en esta etapa se puede evidenciar el aumento de la rigidez y la tercer y última etapa corresponde al endurecimiento que lleva acabo la adquisición de las propiedades mecánicas, cuyo desarrollo suelo representarse mediante la resistencia a la compresión. (Sánchez, 2001)

- **Porosidad:** son pequeños agujeros que se encuentran al interior del concreto por donde puede ingresar los fluidos, la luz y el aire, estos defectos se dan a causa del mezclado de los 4 ingredientes básicos, ya que cuando se realiza el mezclado el aire tiende a introducirse y mezclarse con el concreto, de esta manera tanto el aire como el agua forman espacios dentro del concreto después del vaciado y durante el fraguado, así mismo, el agua al ocupar espacios dentro del concreto deja gran cantidad de huecos, a la vez el aire escapa teniendo el mismo efecto, donde estos espacios vacíos se atacan entre si creando la porosidad. (López, 2004)
- **Absorción:** Se denomina absorción cuando el concreto ejerce atracción sobre los fluidos, de tal manera que las estos ingresen en el concreto, llenando los vacíos generados y todo espacio permeable. (Ingeniería Civil, 2012)

- **Trabajabilidad.** Existe una propiedad principal del concreto que se denomina trabajabilidad, de acuerdo con la norma ACI 116, es aquella propiedad de concreto recién mezclado que se puede determinar con facilidad y homogeneidad, el mezclado, transporte, colocado, compactado y acabado. (Céspedes, 2003)
- **Densidad:** Cuando se habla de la densidad del hormigón, nos estamos refiriendo a la cantidad del peso del material por cada unidad de volumen, teniendo una relación directa con los elementos que son utilizados en su composición, estos pueden ser arena, rocas, grava, componente árido, en algunos casos se utilizan otros componentes que pueden modificar considerablemente las propiedades del concreto como es la textura, la forma y su resistencia. (Hormigón densidad, s.f)

Existen diferentes tipos de concreto con diferentes densidades, estos son:

Tabla 3

Tipos de concreto con sus densidades

Tipos	Densidad
Concreto ligero	Su densidad de este tipo de concreto puede ir desde los 200 kg/m ³ a 1500 kg/m ³ , estas son utilizadas en obras que no requieran tanta resistencia, como, por ejemplo: en fachadas y en tabiquerías, debido a su poca densidad.
Concreto ordinario	Su densidad esta entre 2000 kg/m ³ a 3000 kg/m ³ .
Concreto apisonado	Su densidad se encuentra entre 2000 kg/m ³ y 2200 kg/m ³ .
Concreto vibrado	Su densidad oscila entre 2300 kg/m ³ y 2400 kg/m ³ .
Concreto centrifugado	Su densidad se encuentra por los 2400 kg/m ³ y 2500 kg/m ³ .
Concreto proyectado	Su densidad se encuentra entre 2500 kg/m ³ y 2600 kg/m ³ .
Concreto pesado	Su densidad puede llegar hasta los 4000 kg/m ³ .

Nota. La tabla muestra 7 tipos de concreto. Fuente: Hormigón densidad, s.f.

- **Resistencia a la compresión.** Es la capacidad que se tiene para poder soportar una carga o peso por una cierta unidad de área, expresándose en términos de esfuerzo, generalmente sus unidades de medida son kg/cm², MPa y en algunas ocasiones se miden en libras por pulgada cuadrada, así mismo se mide a través del uso de una prensa hidráulica, la cual aplica una fuerza hasta lograr romper la probeta previamente revisada que este en buenas condiciones, la resistencia a la compresión

es calculada mediante la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste la carga, y finalmente arroja resultados en kg/cm². (CEMEX, 2019)

2.2.2. Cemento

2.2.2.1. Historia. A lo largo de la historia, uno de los principales materiales para las construcciones empleados por la humanidad es el cemento, puesto que los cementos portland y sus derivados están compuestos por las mezclas de caliza, arcilla y yeso, estos materiales son muy abundantes en la naturaleza, ya en los años 6000 a.c se realizó una mezcla de cemento con agua, arenas y áridos, dando como resultado un nuevo material pudiéndose moldear con facilidad, y cuando llegaba a endurecer presentaba una gran resistencia y una durabilidad notable, este material dio origen al hormigón, pasado 5900 años la civilización Romana utilizaba el hormigón para la construcción de grandes edificios, ya en la actualidad los hormigones fabricados con cemento portland tienen múltiples posibilidades de aplicación. (Agrupación de fabricantes de cemento de España [Oficemen], 2017). Con el pasar de los años el cemento ha ido evolucionando, creándose muchos derivados y tipos de material cementante los cuales ayudan mucho en la industria de la construcción, por ejemplo, hoy día existen diversas tecnologías que trabajan en la elaboración de concretos novedosos más resistentes y con diversos fines, por ejemplo, los concretos traslucidos, impermeables, autocompactantes, etc. Los cuales cada vez hacen más fácil su trabajabilidad, así como también poseen una buena presencia que mejoran los diseños y tienen varias funcionalidades generando uso de otros materiales de construcción y además a un bajo costo.

2.2.2.2. Definición. Los cementos son conglomerantes hidráulicos, es decir, materiales artificiales provenientes de la naturaleza inorgánica y mineral, entre los cementos más conocidos para la construcción se encuentra el cemento portland, para ello en el año 1901 patentado por Keupp-Grusonwerk y producido por la planta de cemento de Hemmoor, se creó el primer cemento portland con un alta resistencia a la acción de los sulfatos llamándose “Erzzement”, además, el cemento portland se obtiene al pulverizar Clinker más yeso, donde el Clinker se consigue por la sintonización de una mezcla homogénea de materias primas como: caliza, arcilla, arena, compuesto de hierro y demás componentes en proporciones definidas (crudo, pasta, o harina). (San Juan y Chinchón, 2014)

Tabla 4*Composición química del Clinker*

SiO ₂ :	16 – 26 %	SO ₃ :	0,1 – 2,5 %
Al ₂ O ₃ :	4 – 8 %	Mn ₂ O ₃ :	0 – 3,0 %
Fe ₂ O ₃ :	2 – 5 %	TiO ₂ :	0 – 0.5 %
CaO:	58 – 67 %	P ₂ O ₅ :	0 – 1.5 %
MgO:	1 – 5 %	Px C:	0.5 – 3,0 %
Na ₂ O + K ₂ O:	0 – 1 %		

Nota. Porcentajes de la composición química del Clinker, tomado de Vázquez, 2004.

Tabla 5*Requisitos físicos del cemento portland*

REQUISITOS FISICO NORMA ASTM NORMA TECNICA PERUANA	Tipo I ASTM. C 150 NTP. 334. 009	Tipo II ASTM. C 150 NTP. 334. 009	Tipo V ASTM. C 150 NTP. 334. 009	Tipo MS ASTM. C 1157 NTP. 334. 082	IP. I(PM), ICo ASTM. C 595 NTP. 334. 090
Resistencia a compresión					
3 días, kg/cm ² , min.	120	100	80	100	130
7 días, kg/cm ² , min.	190	170	150	170	200
28 días, kg/cm ² , min.	280	280	210	280	250
Tiempo de fraguado, min.					
Inicial, min.	45	45	45	45	45
Final, máx.,	375	375	375	420	420
Expansión en autoclave % máximo.	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Resistencia a los sulfatos					
% máximo de expansión	---	---	0.04 (14 días)	0.10 (6 meses)	0.10 (6 meses)
Calor de hidratación					
7 días, máx., kl/kg	---	290	---	---	290
28 días, máx., kl/kg	---	---	---	---	330

Nota. Requisitos físicos del cemento portland según la Norma ASTM y NTP, extraído de Vázquez, 2004.

Tabla 6*Requisitos químicos del cemento portland*

REQUISITOS QUIMICOS NORMA ASTM NORMA TECNICA PERUANA	Tipo I ASTM. C 150 NTP. 334. 009	Tipo II ASTM. C 150 NTP. 334. 009	Tipo V ASTM. C 150 NTP. 334. 009	Tipo MS ASTM. C 1157 NTP. 334. 082	IP. I(PM), ICo ASTM. C 595 NTP. 334. 090	Tipo ICO NTP 334 009
Óxido de magnesio (MgO), máx. %	6,0	6,0	6,0	---	6,0	6,0
Trióxido de azufre (SO_3)	3,5	3,0	2,3	---	4,0	4,0
Pérdida por ignición, máx., %	3,0	3,0	3,0	---	5,0	8,0
Residuo insoluble, Max, %	0,75	0,75	0,75	---	---	---
Aluminato tricálcico (C_3A)	---	8	5	---	---	---
Álcalis Equivalentes ($\text{Na}_2\text{O} + 0.658 \text{K}_2\text{O}$) máx, %	0,6	0,6	0,6	---	---	---

Nota. Requisitos químicos del cemento según la Norma ASTM y NTP, extraído de Vázquez, 2004.

Tabla 7*Composición química del cemento portland*

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.5	Máximo 6.0
SO3	%	2.6	Máximo 3.0
Perdida por Ignición	%	2.5	Máximo 3.0
Residuo Insoluble	%	0.60	Máximo 0.75

Nota. Composición química del cemento portland según la NTP y ASTM, extraído de Vázquez, 2004.

Tabla 8*Propiedades físicas del cemento portland*

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	4	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.21	Máximo 0.80
Superficie Especifica	Cm2/g	3800	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.14	No especifica
Resistencia Compresión			
Resistencia Compresión a 3 días	MPa (kg/cm2)	24.5 (250)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (kg/cm2)	29.6 (302)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 3 días	MPa (kg/cm2)	35.0 (357)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)
Tiempo de Fraguado Vicat			
Fraguado inicial	Min	119	Mínimo 45
Fraguado final	Min	268	Máximo 375

Nota. Propiedades físicas del cemento portland según la NTP y ASTM, extraído de Vázquez, 2004.

2.2.3. Agregados.

Son un conjunto de partículas, ya sea de origen natural u origen artificial, pudiendo ser tratados o elaborados. De acuerdo con sus tamaños pueden variar desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra. (Blog de la construcción, 2018)

Los agregados son ingredientes indispensables del concreto, y representan un 60% a 75% del volumen total del concreto, además los agregados presentan un papel importante en el concreto ya que es una de las fuentes que mejoran las propiedades de este, tanto recién mezclado, en el fraguado y después de su endurecimiento (CEMEX, s.f).

Los agregados son los principales materiales y esenciales para producir el concreto, es por eso que de ser bien evaluado antes de agregarlo a la mezcla, ya que de ello dependerá gran parte de la resistencia del concreto, por ejemplo, cuando se transporta el agregado y lugares de acopio se debe evitar contaminar con otros materiales ya que esto puede afectar directamente en la calidad de concreto a producirse, de igual manera se debe tener en cuenta de que el agregado tiene que mantener su forma o tamaño hasta ser mezclado para el concreto.

En la construcción, los agregados se clasifican de acuerdo con el tamaño de sus partículas, los cuales son los siguientes.

- **Agregado fino:** Son las partículas que pasan por el tamiz de 4.75 mm (N°4), dichos agregados deben provenir ya sea de canteras con arenas naturales o de rocas que pasan por un proceso de trituración, grabas, escorias siderúrgicas, un dato importante es que la arena triturada no debe representar más del 30% de agregado o material fino. (Blog de la construcción, 2018)

Tabla 9

Granulometría de arena

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 in)	100
4.75 mm (N° 4)	90 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 um (N° 30)	25 a 60
300 um (N° 50)	05 a 30
150 um (N° 100)	0 a 10

Nota. Granulometría de la arena de acuerdo con el tamiz y porcentaje que pasa. Fuente: Blog de la construcción, 2018.

- **Agregado grueso.** Se define al agregado grueso como la cantidad de material retenido (que no pasa) en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Este material debe ser procedente de roca, grava o por la combinación de los dos materiales, los fragmentos deben estar limpios, ser resistentes y durables, se debe evitar tener partículas planas, alargadas o blandas (Blog de la construcción, 2018). Los agregados tienen que ser estrictamente evaluados, antes de ser mezclados pasan por un control de calidad porque de ello depende gran parte de la resistencia del concreto a producirse, así mismo, tanto su densidad y su tamaño en si definen el peso del concreto a producirse es por ello que también se pueden encontrar diversos tipos de agregados los cuales son utilizados para producir distintos tipos de concreto de acuerdo a lo que se requiera en obra.

Tabla 10*Requisitos granulométricos de agregado grueso*

Uso	TMN	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	300 mm
1	90 mm a 37.5 mm	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm	-	-	-	100	90 a a100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5 -	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm	-	-	-	100	95 a a100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm	-	-	-	-	100	95 a a100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm	-	-	-	-	100	95 a a100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm 0 4.75 mm	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.55 mm a 2.56 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota. Requisitos granulométricos de agregado grueso. Fuente: Blog de la construcción, 2018.

2.2.4. Agregado reciclado

Los agregaos reciclados se obtienen a través de la reutilización de desperdicios minerales producidos en su mayoría por la industria de la construcción a través de las demoliciones, estos desechos mayormente están compuestos por pedazos de concreto, ladrillo, arena, polvo, metales, etc. Donde los materiales conformados por partículas de concreto representan la mayor parte de residuos, de acuerdo con las investigaciones se ha logrado descubrir que mediante un proceso se puede triturar y obtener agregados reciclados que se pueden utilizar para la elaboración de un nuevo concreto (Bazalar y Cadenillas, 2019)

Por otra parte, el agregado reciclado varía de acuerdo con la estructura que proviene, debido a que en algunos casos está asociado a materiales como plástico, vidrio, madera, ect. Para poder obtener el concreto reciclado generalmente se debe seguir un proceso adecuado. (Echeverry, 2020)

- **Separación de contaminantes:** Este es un paso indispensable y fundamental debido a que va a formar parte de una nueva mezcla de concreto para posteriormente ser utilizado. Los contaminantes se le conoce a todo aquel diferente al concreto (Echeverry, 2020)
- **Rotura y transporte:** Para transportar al concreto reciclado es necesario hacerse en vehículos apropiados de carga (Echeverry, 2020)
- **Trituración y fragmentos:** Los tamaños de agregados varía de acuerdo con la maquina utilizada. El primer paso es triturar el material con la ayuda de una máquina trituradora, de esta manera se reduce los fragmentos de concreto para posteriormente alcanzar la trituración con diámetros de 8 a 10 cm, finalmente la trituradora secundaria reduce los fragmentos en un Tamaño Máximo Nominal que se está requiriendo. (Echeverry, 2020)

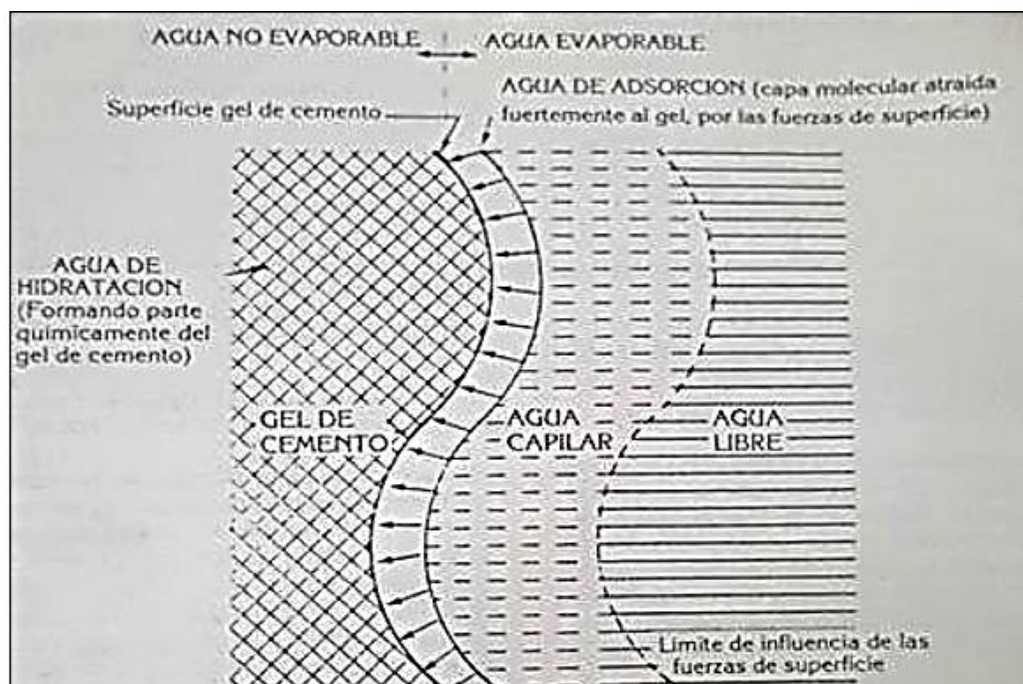
2.2.5 Agua en el concreto

El agua es un componente sumamente esencial para poder producir un concreto, porque tiene un desempeño fundamental en todos los estados del concreto (fresco, proceso de fraguado y endurecido), para poder tener un buen concreto es necesario tener un buen criterio y prever una buena relación de agua- cemento, ya que esta relación es muy frágil y un mal manejo de esta influye directamente en la resistencia de nuestro concreto, ya que presenta una reacción química con el cemento hasta lograr la fase sólida. (Terrones, 2016)

Es por ello que, si nosotros queremos obtener un buen concreto se debe tener en cuenta la cantidad de agua que se agrega a la mezcla, para determinar ello hay distintas formas de realizarlo ya sea con cálculos en diseño de mezcla, con el slump, etc. Sin embargo, en muchos casos no se aplica lo estipulado en el diseño de mezcla realizado con anterioridad a la elaboración del concreto en si muchas veces por la trabajabilidad misma o desconocimiento de los trabajadores, por ello se debe asesorar al personal sobre el daño que se hace al agregar agua en mayor y menor cantidad de lo estipulado en el diseño de mezcla.

Figura 1

Ubicación del agua en pasta del cemento hidratado



Nota. Esquema de la ubicación del agua en la pasta de cemento hidratado, extraído de Sánchez, 2001.

Definición de términos básicos

2.3.1 Concreto.

Es aquel compuesto producido por una mezcla de 3 elementos esenciales que son: el cemento portland, el agua y los agregados, en ocasiones se le agrega aditivos para mejorar sus propiedades, producto de esta mezcla se obtiene la masa plástica del concreto que puede ser moldeada y compactada de manera fácil, pero al paso de unas horas, gradualmente va perdiendo sus características y se empieza a tornarse rígida, para posteriormente alcanzar su resistencia para la cual ha sido diseñada. (Montalvo, s.f).

2.3.2. cemento

Los cementos son materiales artificiales provenientes de la naturaleza inorgánica y mineral, entre los cementos más conocidos para la construcción se encuentra el cemento portland, para ello en el año 1901 patentado por Keupp-Grusonwerk y producido por la planta

de cemento de Hemmoor, se creó el primer cemento portland con un alta resistencia a la acción de los sulfatos llamándose “Erzzement”, además, el cemento portland se obtiene al pulverizar Clinker más yeso, donde el Clinker se consigue por la sintonización de una mezcla homogénea de materias primas muy importantes para la elaboración del cemento como: arcilla, caliza, arena, compuesto de hierro y demás componentes en proporciones definidas (tanto en crudo, pasta, o harina). (Sanjuan y Chinchon, 2014)

Formulación de hipótesis

2.1.1 Hipótesis general

Ho: El tamaño del concreto reciclado como remplazo al agregado grueso no influye en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$.

H1: El tamaño del concreto reciclado como remplazo al agregado grueso influye en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$.

2.1.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

No aplica

Hipótesis específica 2

Ho: No existe correlación entre el tamaño del agregado grueso con respecto a la resistencia a la compresión del concreto.

H1: Si existe correlación entre el tamaño del agregado grueso con respecto a la resistencia a la compresión del concreto.

Hipótesis específica 3

Ho: No existe variación de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c 140 \text{ kg/cm}^2$, con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso.

H1: Si existe variación de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c 140 \text{ kg/cm}^2$, con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso, y es significativa.

Hipótesis específica 4

H: El tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto es de $\frac{3}{4}$.

Operacionalización de variables

Variable independiente

Tamaño de agregado reciclado

Variable dependiente

Resistencia a la compresión

Tabla 11.

Operacionalización de variables

Problema	Variable	Dimensión	Indicador	Fórmula
¿Cuál es la influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total del agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140$ kg/cm ² ?	Tamaño de agregado reciclado	Tamaño	ABERTURA DE $\frac{3}{4}$ "	No aplica
			ABERTURA DE $\frac{1}{2}$ "	
			ABERTURA DE 1"	
	Resistencia a la compresión	Resistencia	FUERZA POR CADA UNIDAD DE ÁREA	$f'c= F/A$

Nota. La tabla sintetiza las variables y como se va a medir cada una de ellas. Fuente: Elaboración propia, 2022.

III. METODOLOGÍA

Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter aplicada, ya que se enfoca en un conocimiento teórico para generar un conocimiento práctico, buscando soluciones tecnológicas y científicas. Así mismo, es una investigación de tipo cuantitativa, debido a que muestra resultados numéricos, facilitando la recolección de datos y así obtener resultados. Y, por último, es una investigación experimental, debido a que la variable independiente será manipulada para posteriormente observar el cambio que esta produce sobre la variable dependiente.

Método de investigación

La investigación presenta un método cuantitativo, debido a la realización de ensayos a cada uno de los testigos de concreto reciclado, con lo que se obtuvo los datos necesarios para la determinación del tamaño ideal del agregado reciclado.

Diseño de investigación

El diseño de investigación es experimental, ya que presenta un grupo control, a la vez es un diseño post-prueba, ya que se logró medir su efectividad y eficiencia en los resultados obtenidos.

Población y muestra

3.3.1 Población

Está conformada por 45 probetas cilíndricas con dimensiones de 6" x 12", de acuerdo con la Norma ASTM C31, de los cuales está dividido en 3 grupos con diferentes tamaños nominales de agregado grueso reciclado, cada grupo cuenta con 15 probetas, a la vez su tiempo de curado para los grupos es de 28 días.

3.3.2. Muestra

Nuestra muestra está constituida por las mismas probetas cilíndricas de la población, pero distribuidos en diferentes grupos, cada grupo tiene diferentes tamaños nominales de agregado grueso reciclado, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 12.

Muestras de las probetas cilíndricas

TMN de agregado reciclado Tiempo de curado (días)				Total
	¾"	½"	1"	
28	15	15	15	45
TOTAL				45

Nota. La tabla resume el total de las muestras de probetas que serán elaboradas. Fuente: Elaboración propia (2022)

Técnicas e instrumentos de recojo de datos

En esta investigación se utilizó la observación como la técnica para recolectar los datos indispensables, luego fueron anotados en un cuaderno para tener un control más exacto, seguidamente con ayuda del Ms Excel se logró almacenar los datos para elaborar tablas de procesamiento estadístico con el programa del SPSS y así se obtuvo resultados como la correlación y la variación. Por otra parte, el lugar donde se realizaron los ensayos fue en el laboratorio de Materiales y Operaciones de la Universidad de Trujillo “Benedicto XVI”, estos ensayos se llevaron a cabo con la supervisión del asesor para que la toma de datos sea de manera transparente.

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El objetivo de esta investigación es determinar la influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total al agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140$ kg/cm², para ello se elaboraron 45 probetas cilíndricas con dimensiones

de 6" x 12", de acuerdo con la Norma ASTM C31, de los cuales está dividido en 3 grupos con diferentes tamaños nominales de agregado grueso reciclado estos son de $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " y 1", cada grupo contó con 15 probetas.

Para obtener un concreto nuevo a base de concreto reciclado y teniendo como referencia una resistencia a la compresión de 140 kg/cm² se utilizó una proporción de 1:2.5:3.5 (cemento, arena y piedra) respecto al volumen de la probeta cilíndrica, así mismo, la relación agua cemento será de 0.61.

Una vez teniendo todos los datos necesarios, se pasó a mezclar todos los agregados como es: arena, agregado grueso reciclado y cemento, para ello se tuvo en cuenta que la mezcla debe estar homogenizada. Por otro lado, antes del vaciado de la mezcla nos aseguramos de que las probetas cilíndricas deben estar limpias y libres de partículas extrañas. Seguidamente pasamos al llenado de las probetas, el llenado se hizo en 3 capas, cada capa se llenó a una altura de 4" y con ayuda de una varilla lisa se dio 25 chuseadas por cada capa para que al momento de desencofrar las probetas este libres de imperfecciones o malos llenados.

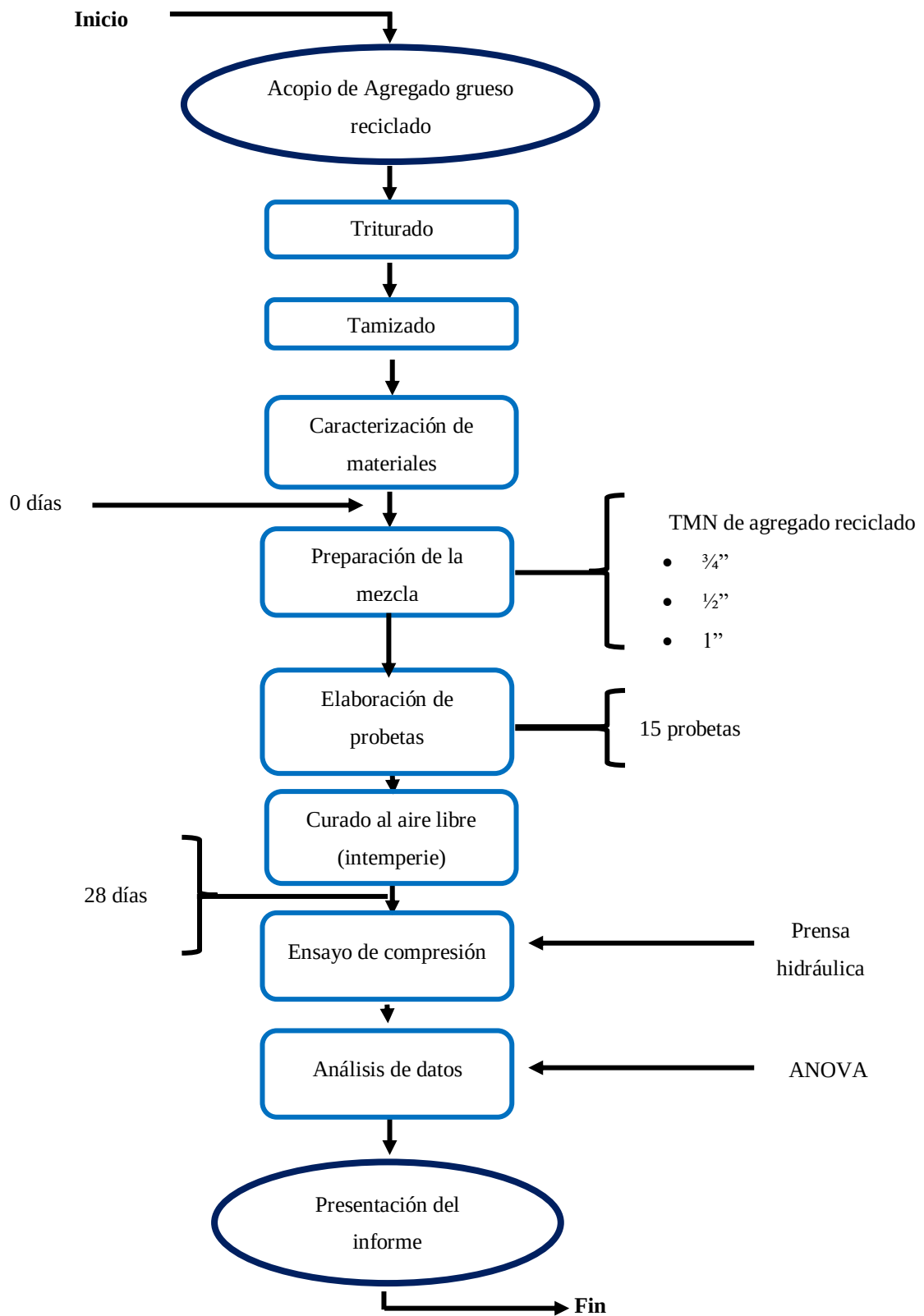
Así mismo, el curado fue de 28 días (donde se tiene previsto que pueda alcanzar su máxima resistencia), el curado de las probetas se hizo en el Laboratorio de Materiales y Operaciones de la Universidad de Trujillo "Benedicto XVI". Una vez concluido este tiempo, las muestras fueron analizadas mediante ensayos de resistencia a la compresión de acuerdo con la Norma ASTM C39, con ayuda de una prensa hidráulica, los resultados obtenidos fueron comparados en función del tamaño del agregado reciclado.

Luego de analizar los resultados obtenidos determinamos si nuestra hipótesis plateada es aceptada o rechazada basado en las pruebas realizadas bajo normatividad y a los cálculos hechos con total transparencia.

Para poder tener mayor comprensión del proceso que fue realizado, se elaboró el siguiente diagrama de flujo donde se explica a detalle:

Figura 2

Diagrama de flujo de proceso



Nota. La figura nos muestra el proceso de investigación. Fuente: Elaboración propia (2022)

Finalmente, con ayuda del Ms Excel se lograron almacenar los datos para elaborar tablas de procesamiento estadístico con el programa del SPSS y así se obtuvo resultados como la correlación y la variación (ANOVA).

Ética de investigación

Se efectuaron todos los ensayos y toma de datos de la manera más transparente posible, sin modificar ningún dato y respetando las normas éticas de investigación.

IV. RESULTADOS

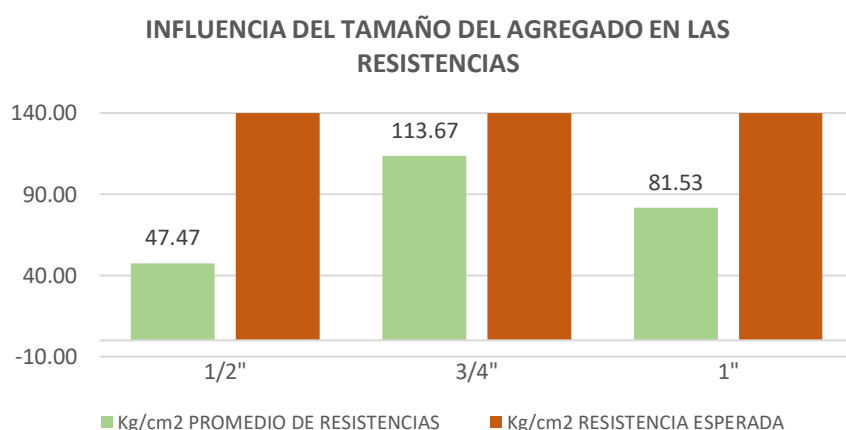
Presentación y análisis de resultados

4.1.1 Determinación de la influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total al agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$.

Para saber si el tamaño del agregado reciclado si influye en la resistencia a la compresión se realizó las probetas respectivas con dimensiones de 6" *12", los datos fueron comparados entre si mostrando valores diferentes en cada tamaño nominal del agregado grueso reciclado (1/2", 3/4" y de 1"). Sin embargo, hay que tener en cuenta que las resistencias obtenidas hasta cierto punto no son favorables ya que no se logró alcanzar la resistencia propuesta de 140 Kg/cm², como se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Comparación de medias de resistencia a la compresión por tamaño nominal del agregado



Nota. Grafica elaborada en Microsoft Excel. Fuente: Elaboración propia (2022)

Según nos muestra los resultados de la figura 3, observamos el promedio de las 15 probetas de cada tamaño nominal del agregado grueso reciclado, las cuales fueron trabajadas a proporción para obtener un concreto 140 kg/cm², se aprecia que la menor resistencia obtenida es de 47.47 kg/cm² con el agregado de 1", mientras que la resistencia máxima es de 113, 67 kg/cm² con el agregado de 3/4". El resultado nos indica que no se logró obtener la resistencia requerida con ninguno de los tamaños nominales del agregado grueso reciclado como reemplazo del agregado grueso natural. Sin embargo, se determinó que el tamaño del concreto reciclado como remplazo al agregado grueso influye en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$.

4.1.2 Determinación de la resistencia a la compresión de un concreto de $f'_c=140$ kg/cm², con concreto reciclado en reemplazo total del agregado grueso.

Para poder determinar la influencia del agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto de $f'_c=140$ kg/cm², primero se tuvo que determinar la resistencia a la compresión de un concreto de $f'_c=140$ kg/cm², con concreto reciclado en reemplazo total del agregado grueso, para esto se elaboraron 45 probetas de concreto, de dimensiones 6" x 12", de acuerdo con la Norma ASTM C31, de los cuales se dividió en 3 grupos con diferentes tamaños nominales de agregado grueso reciclado, estos fueron de 3/4", 1/2" y 1", cada grupo de 15 probetas. Seguidamente se hizo la prueba de la resistencia a la compresión de cada una de las probetas de acuerdo con la norma ASTM C39, las cuales dieron como resultados los mostrados en la Tabla 13.

Tabla 13

Promedio de resistencia a compresión de probetas con diferentes tamaños de agregado grueso reciclado (kg/c m²)

N°	Tamaño nominal del agregado grueso reciclado		
	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
PROBETA	1/2"	3/4"	1"
1	41	98	83
2	39	97	78
3	47	100	71
4	55	105	90
5	50	110	71
6	49	125	72
7	45	102	72
8	47	119	94
9	43	120	98
10	48	124	79
11	51	117	68
12	38	108	78
13	55	118	89
14	51	130	88
15	53	132	92
PROMEDIO	47,47	113,67	81,53

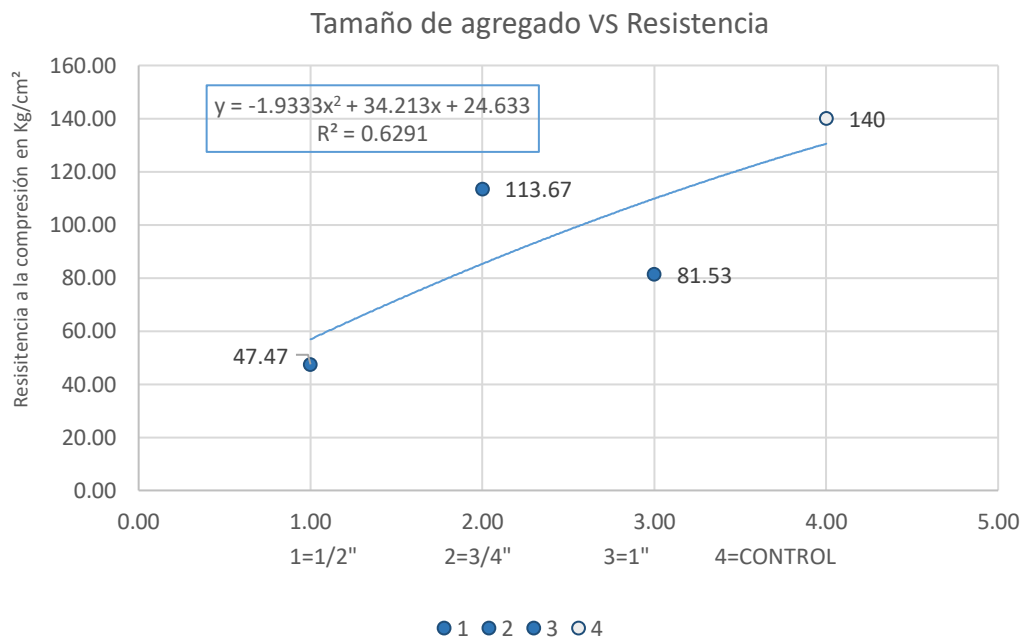
Nota. Datos obtenidos experimentalmente. Elaboración propia (2022)

4.1.3 Evaluación de la correlación que existe entre la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño del agregado grueso reciclado.

Para este objetivo se realizó una gráfica de correlación entre el tamaño del agregado reciclado de ½”, ¾” y 1”; y la resistencia obtenida en cada una de ellas, usando solamente las medias de resistencia a la compresión de cada grupo, a su vez también se compara con la muestra patrón la cual es una resistencia a la compresión de 140 kg/cm², como se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Comparación de medias de resistencia a la compresión por tamaño nominal del agregado



Nota. Grafica elaborada en Microsoft Excel. Fuente: Elaboración propia (2022)

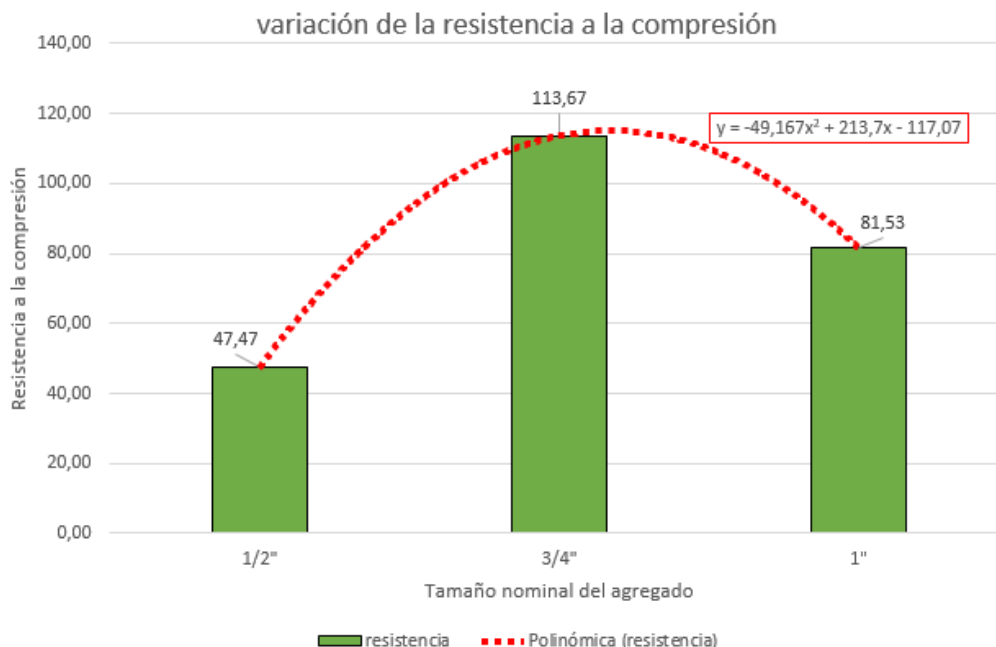
De acuerdo con la figura 4 se observa que el valor de R^2 es de $0.63 < 1$, por lo tanto, si existe relación positiva directa entre la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño del agregado grueso reciclado. Sin embargo, es importante recalcar que, si existe relación entre las dos variables ya antes mencionadas, pero a su vez esta relación no es tan fuerte en sí.

4.1.4 Analizar la variación de la resistencia a la compresión de un concreto f'_c 140 kg/ cm², con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso.

La variación de la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso, presenta un comportamiento polinomial de grado dos ($y = -49,167x^2 + 213,7x - 117,07$), de manera que existe una variación ascendente desde el tamaño de ½" (47.47) hasta ¾" (113.67), en este punto se logra obtener la mayor resistencia a la compresión y luego tenemos una variación descendente hasta el tamaño nominal de 1" (81.53) como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Variación de la resistencia a la compresión con respecto al tamaño nominal del agregado.

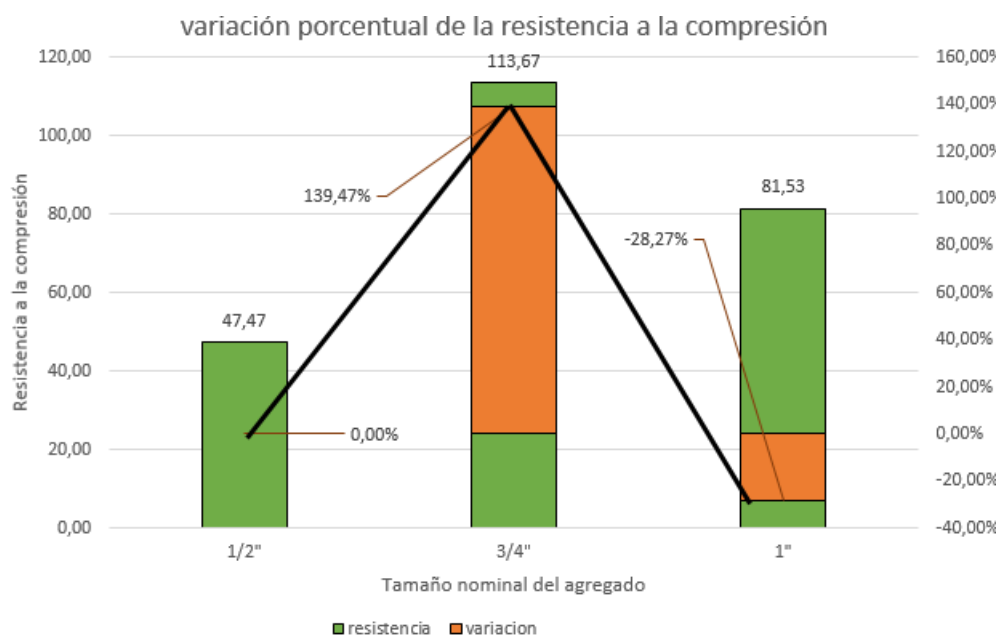


Nota. Grafica elaborada en Microsoft Excel. Fuente: Elaboración propia (2022)

De igual manera realizamos el cálculo de la variación porcentual (%), de la resistencia con respecto al tamaño nominal del agregado grueso reciclado, el cual nos presenta un incremento considerable de resistencia con el agregado de ¾ y luego una disminución entre si según la Figura 6.

Figura 6

Variación porcentual de la resistencia a la compresión con respecto al tamaño del agregado.



Nota. Grafica elaborada en IBM SPSS. Fuente: Elaboración propia (2022)

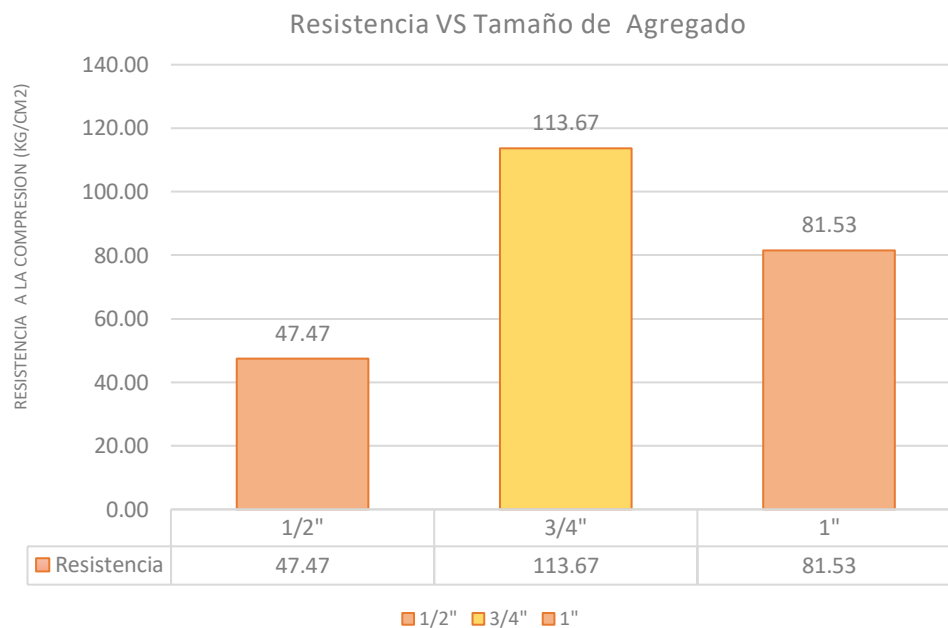
Según la Figura 6, la resistencia a la compresión con respecto al tamaño nominal del agregado presenta una variación porcentual positiva de 139.47% a partir del agregado de 1/2" (a mayor tamaño mayor resistencia), logrando una resistencia máxima en el agregado de 3/4" y luego presenta una variación porcentual descendiente de -28.27% hasta el agregado de 1" (a mayor tamaño la resistencia reduce).

4.1.5 Determinar el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto.

Según la Figura 7 nos indica que el promedio de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregado de 3/4" presenta una mayor resistencia con respecto a los demás, es por ello por lo que el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto es de 3/4".

Figura 7

La resistencia a la compresión obtenida con respecto al tamaño del agregado.



Nota. Grafica elaborada en Microsoft Excel. Fuente: Elaboración propia (2022)

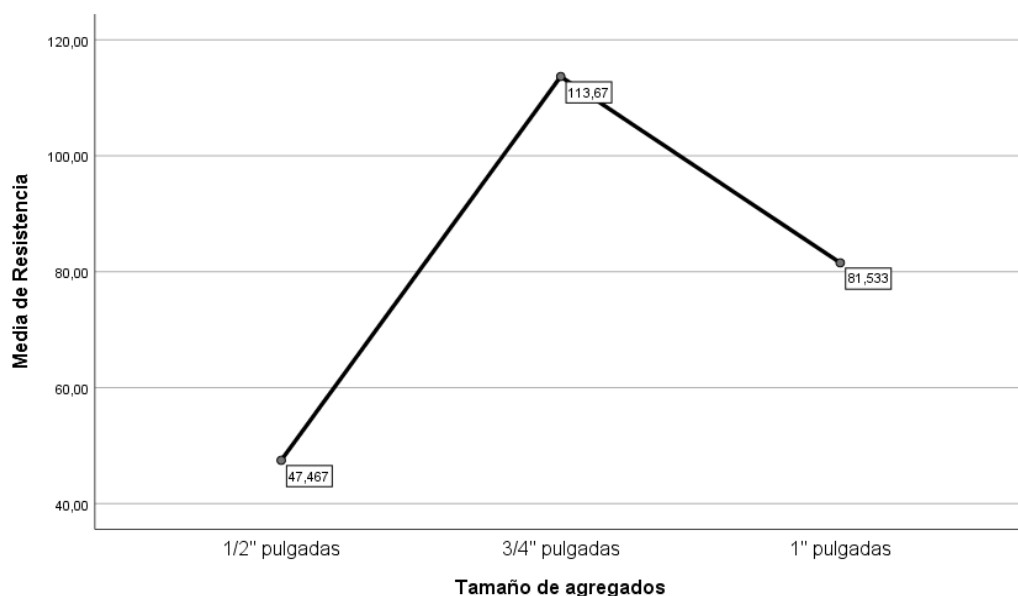
Prueba de hipótesis

4.1.1 Análisis de la influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total al agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'_c=140 \text{ kg/cm}^2$.

Para analizar la influencia del tamaño del concreto reciclado en la resistencia a la compresión del concreto se realizó los cálculos respectivos mediante el uso de los programas IBM SPSS y Ms Excel, teniendo como resultado lo que muestra en la figura 8.

Figura 8

la resistencia a la compresión obtenida con respecto al tamaño del agregado



Nota. Gráfico elaborado en IBM SPSS. Elaboración propia (2022)

En la figura 8, se observa que la resistencia a la compresión del agregado reciclado de 1/2" es de 47.467 kg/cm², con el agregado reciclado de 3/4" se obtuvo 113.67 kg/cm² y con el agregado de 1" se tuvo una resistencia de 81.533 kg/cm². Por lo tanto, se observa que la resistencia varía en función al tamaño nominal del agregado reciclado, de esta manera se acepta la hipótesis alterna de que el tamaño del concreto reciclado como remplazo al agregado grueso influye en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'_c=140$ kg/cm².

4.1.2 Determinación de la resistencia a la compresión de un concreto de $f'_c=140$ kg/cm², con concreto reciclado en reemplazo total del agregado grueso.

No aplica hipótesis.

4.1.3 Evaluación de la correlación que existe entre la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño del agregado grueso reciclado.

Para evaluar la existencia de la correlación entre el tamaño de agregado y la resistencia obtenida. Se realizó en el programa SPSS la correlación no paramétrica- Spearman, en el cual se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 14

Correlaciones no paramétricas- Spearman

			Tamaño de agregados	Valor
Rho de Spearman	Tamaño de agregados	Coefficiente de correlación	1,000	0,488"
		Sig. (bilateral)	-	,001
		N	45	45
	Valor	Coefficiente de correlación	0,488"	1,000
		Sig. (bilateral)	,001	-
		N	45	45

La correlación es significativa en el nivel 0.001 (bilateral)

Nota. Datos obtenidos experimentalmente en IBM SPSS. Elaboración propia (2022)

De acuerdo con la Tabla 14 se observa que el valor de Sig. (bilateral) “p” es de $0.001 < 0.05$; por lo tanto, si existe relación significativa entre la resistencia a la comprensión del concreto con respecto al tamaño del agregado grueso reciclado. Además, la relación es positiva moderada ya que p es 0.488, como consecuencia se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1): “Si existe correlación entre el tamaño del agregado grueso con respecto a la resistencia a la comprensión del concreto”.

4.2.4 Análisis de la variación de la resistencia a la compresión de un concreto f'c 140 kg/ cm², con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso.

La variación de la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso, presenta para el contraste de la hipótesis la aplicación del ANOVA unidireccional, donde determina que, de los grupos analizados, al menos uno es diferente, para determinarlo ANOVA aplica un nivel de significancia del 0.05%, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 15

ANOVA para la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño nominal del agregado grueso reciclado

ANOVA							
Resistencia a la compresión							
			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	(Combinado)		32877,644	2	16438,822	189,846	,000
	Término lineal	Contraste	8704,033	1	8704,033	100,520	,000
		Desviación	24173,611	1	24173,611	279,172	,000
	Término cuadrático	Contraste	24173,611	1	24173,611	279,172	,000
Dentro de grupos			3636,800	42	86,590		
Total			36514,444	44			

Nota. Datos obtenidos experimentalmente en IBM SPSS. Elaboración propia (2022)

De acuerdo con la Tabla 15 observamos los valores del ANOVA unidireccional que se realizó con la resistencia a la compresión y los tamaños nominales del agregado grueso reciclado (1/2", 3/4", 1"), donde el resultado del valor de significancia (Sig.) expresada es de 0.000% (valor p), siendo este valor menor al que se planteó al inicio de (0.05%), esto significa que los grupos estudiados obtienen valores distintos entre sí.

Tabla 16

Prueba de Tukey (medias) para la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño nominal del agregado grueso reciclado

Resistencia a la compresión				
HSD Tukey ^a				
tamaño nominal del agregado	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
agregado de 1/2"	15	47,4667		
agregado de 1"	15		81,5333	
agregado de 3/4"	15			113,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Nota. Tabla elaborada en IBM SPSS. Elaboración propia (2022)

En la Tabla 16 observamos que se formaron 3 subconjuntos de los cuales todos los grupos presentan diferencias significativas, además nos muestra que con el uso del agregado de ¾" el concreto alcanza una resistencia mayor. De esta manera se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna(H1) "El tamaño del concreto reciclado como remplazo al agregado grueso influye en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'_c=140 \text{ kg/cm}^2$."

4.2.5 Determinación del tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto.

Según al análisis de las medias de la resistencia a la compresión del concreto con respecto a al tamaño nominal del agregado, la mayor resistencia obtenida es con el agregado de ¾", mientras que la menor resistencia con el agregado de ½", de esta manera se acepta la hipótesis planteada "el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto es de ¾" como se puede ver en la tabla 17.

Tabla 17

Prueba Tukey de las resistencias obtenidas con respecto al tamaño del agregado

			Resistencia a la compresión			
			Subconjunto para Alfa = 0.05			
Tamaño de agregados	N		1	2	3	4
HSD Tukey ^a	1/2" pulgadas	15	47.4667			
	1" pulgadas	15		81.5333		
	3/4" pulgadas	15			113.6667	
	control	15				140.0000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Tukey B ^a	1/2" pulgadas	15	47.4667			
	1" pulgadas	15		81.5333		
	3/4" pulgadas	15			113.6667	
	control	15				140.0000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Nota. Gráfico elaborado en IBM SPSS. Elaboración propia (2022)

Discusión de resultados

- De acuerdo con los resultados obtenidos y los análisis realizados en IBM SPSS, aceptamos la hipótesis alterativa general, ya que la confirmación existente entre cada uno de los tamaños de agregados de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y 1", es positiva y moderada ya que hasta cierto punto las resistencias obtenidas presentan un incremento favorable, sin embargo, al llegar al tamaño de 1" las resistencias comienzan a descender, de igual manera nos dice Morales D. (2017), quien compara resistencias en función al tamaño del grueso agregado de $\frac{1}{2}$ " y de 1", afirmando que en el tamaño nominal de 1" presenta menor resistencia del concreto, y el tamaño nominal de $\frac{1}{2}$ " tiene una resistencia mayor, de esta manera podemos decir que el tamaño del agregado si influye en la resistencia del concreto tanto con el uso de agregado natural como en el agregado reciclado.
- El concreto con agregado reciclado fue elaborado en base a una dosificación empírica de resistencia $f_c=140$ kg/cm², por lo que, de acuerdo con los resultados obtenidos y los análisis realizados en IBM SPSS, nos muestra que las resistencias obtenidas presentan un incremento favorable, sin embargo, al llegar al tamaño de 1" las resistencias comienzan a descender, además la máxima resistencia presentada fue de 113.67 kg/cm² con el tamaño nominal de $\frac{3}{4}$ ". Por lo que se observa que no se perfeccionará obtener la resistencia requerida, pero si se tuvo un valor cercano el cual es aceptable con un 81.2%.
- De acuerdo a los resultados que se obtuvieron, la coincidencia existente entre cada uno de los rangos de agregados de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y 1", es positiva y moderada donde se observa que el valor de R^2 es de $0.63 < 1$, ya que hasta cierto punto las resistencias obtenidas presentan un incremento favorable, sin embargo, al llegar al tamaño de 1" las resistencias comienzan a descender, esto se debe a que con el uso de diferentes tamaños de concreto reciclado se obtuvieron valores distintos entre sí, ya que por defecto el tamaño del concreto reciclado si influyó en la resistencia del concreto. Por lo tanto, decimos que si existen conexiones entre el tamaño del agregado reciclado con respecto a la resistencia a la compresión del concreto.

- En cuanto a la variación, según los resultados obtenidos en nuestra investigación, la resistencia a la compresión del concreto reciclado presenta una variación descendiente del 18,8% con respecto a la muestra patrón $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$. Estos resultados, guardan relación con lo que sostiene Asencio A (2016), donde obtuvo que a los 28 días de edad la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de concreto reciclado es 15.49% menor que la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados naturales, por lo tanto, concordamos que si existe variación de la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño del agregado reciclado.
- Según Vega S. (2018), en su tesis titulada “Resistencia del concreto sustituyendo el agregado grueso en un 25%, 50% y 100% por reciclado”, obtuvo como resultados de que al usar agregado reciclado de $\frac{3}{4}$ ” como reemplazo al 100 % del agregado natural, el concreto presenta propiedades en comparación con los demás mejores porcentajes. Por lo tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos, nosotros reafirmamos que el tamaño ideal de concreto reciclado para mejorar las propiedades del concreto elaborado con un reemplazo total de agregado reciclado por el agregado natural es de $\frac{3}{4}$ ”, debido a que con este tamaño obtuvimos la mayor resistencia a la compresión del concreto como muestra la Figura 7.

V. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Conclusiones

- Sí existe influencia significativa del tamaño del concreto reciclado como remplazo total al agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'_c=140$ kg/cm² teniendo un comportamiento creciente favorable hasta el tamaño de $\frac{3}{4}$ " del agregado reciclado. Sin embargo, al ver los resultados obtenidos del tamaño de 1" se observó un descenso en la resistencia, lo que se podría decir que como reemplazo total si mejora la resistencia de un concreto simple.
- Se determinó la resistencia a la compresión del concreto con diferentes tamaños de agregado grueso reciclado ($\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y de 1"), teniendo mejores resultados con el agregado de $\frac{3}{4}$ ", con una resistencia de 113,67 kg/cm², las probetas fueron elaboradas en las mismas condiciones y misma proporción para cada uno de los tamaños nominales del agregado reciclado en un 100%. Sin embargo, se estableció una resistencia patrón, lo que indicaría que no se logró cumplir la meta de 140,00 kg/cm², a pesar de ello se obtuvo el 81.20% de la resistencia propuesta, siendo este porcentaje un resultado favorable.
- Sí existe relación significativa entre la resistencia a la compresión del concreto con respecto al tamaño del agregado grueso reciclado. Además, la relación es positiva moderada $p= 0.488$. Debido que hasta el tamaño $\frac{3}{4}$ " se evidencio una resistencia directamente proporcional, ambas aumentado en tamaño y resistencia.
- Si existe variación significativa y además presenta un comportamiento polinomial de grado dos ($y = -49,167x^2 + 213,7x - 117,07$), de manera que existe una variación ascendente desde el tamaño de $\frac{1}{2}$ " (47.47) hasta $\frac{3}{4}$ " (113.67), en este punto se logra obtener la mayor resistencia a la compresión y luego tenemos una variación descendente hasta el tamaño nominal de 1" (81.53).
- Se determinó el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto, obteniendo que el agregado de $\frac{3}{4}$ " con una resistencia de 11.67 kg/cm² es el ideal para elaborar concreto con agregado grueso reciclado ya que se obtuvo una resistencia mayor en comparación con los demás tamaños trabajados.

Sugerencias

- Sugerimos continuar con la investigación teniendo en cuenta los valores obtenidos para el agregado reciclado de $\frac{3}{4}$ ", y además se sugiere realizar más estudios con diseños de mezcla para el agregado reciclado como reemplazo total del agregado grueso.
- Ampliar la investigación en base a la influencia del tamaño nominal del agregado reciclado como reemplazo total del agregado grueso en la resistencia a la compresión de un concreto de $f'_c=140 \text{ kg/cm}^2$.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agrupacion de fabricantes de cemento de españa [Oficemen]. (2017, 22 de agosto). *Historia del cemento*. <https://www.oficemen.com/el-cemento/historia-del-cemento/>
- Aguilar, D. (2019) *Variación de la resistencia a compresión de un concreto compactado $f'c=210$ kg/cm² al usar agregado grueso reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Alicia Concytec. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3487>
- Alanya, J. (2020). *Elaboración de concreto $f'c = 175$ kg/cm² utilizando concreto reciclado de vias peatonales como agregado grueso, huánuco 2019* [Tesis de pregrado, Universidad de Huanuco]. Alicia concytec. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2447>
- Asencio, A. (2016). "EFECTO DE LOS AGREGADOS DE CONCRETO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOBRE EL CONCRETO $F' c=210$ Kglcm²". Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/493/T%20620.191%20A816%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asociacion de productores de cemento [ASOCEM]. (2015, 30 de octubre). *Reciclado de Concreto: La mejor elección*. <http://www.asocem.org.pe/noticias-nacionales/reciclado-de-concreto-la-mejor-eleccion>
- Balazar, L., Cadenillas, M. (2019) *Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras aporticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio académico UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628103/Bazalar_LP_L.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Blog de la construcción (2018) *Agregados para la elaboración del concreto*. <https://www.yura.com.pe/blog/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/#:~:text=Los%20agregados%20son%20un%20conjunto,para%20la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20concreto.>
- Butler, L., West, J. y Tighe, S. (2013) Effect of recycled concrete coarse aggregate from multiple sources on the hardened properties of concrete with equivalent compressive

- strength. *Construction and Building Materials*. 47, 1292-1301.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.074>
- CEMEX (s.f) *Productos - Agregados* <https://www.cemex.com/es/productos-servicios/productos/agregados>
- CEMEX. (2019) *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión del concreto?* Artículos de construcción. [https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20la%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20\(psi\).](https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20la%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20(psi).)
- Céspedes, M. (2003) *Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Piurua. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1338/ICI_100.pdf?sequence=1
- Echeverry, V. (2020) *Agregados reciclado: ¿Qué y para qué?* 360 en concreto. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/agregados-reciclados-que-y-para-que>
- Cubas, H. y Cabrera, J. (2019) *Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Alicia Concytec. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2257>
- Fernández, G. (2017). *Modelo de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación - RCD – Cusco* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. Alicia Concytec. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12235>
- Hormigon densidad (s.f) *Hormigón densidad*. <https://www.paviconj-es.es/hormigon-precios/densidad-hormigon/>
- Ingenieria civil (2012) *Absorción, Adsorción y permeabilidad del hormigón*. [INGENIERIA CIVIL: Absorción, Adsorción y permeabilidad del hormigón. \(ingenierocivilinfo.com\)](http://ingenierocivilinfo.com)
- Initiative Cement Sustainability. (2009). *Reciclando concreto*. https://ficem.org/publicaciones-CSI/DOCUMENTO-CSI-RECICLAJE-DEL-CONCRETO/RECICLAJE-D-CONCRETO_1.pdf
- Jordan, J y Viera, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra. grueso* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Alicia concytec. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2084>

- Kou, S. y Poom, C. (2012). Enhancing the durability properties of concrete prepared with coarse recycled aggregate. *Construction and Building Materials*. 35, 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.02.032>
- López, J. (2004) *Porosidad del concreto* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala] Biblioteca. Usac. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2394_C.pdf
- Mesa, F. (2019). *Estudio de las características del concreto Reciclado fresco y endurecido, con sustitución Parcial y total del agregado grueso* [Tesis de pregrado, universidad Nacional de Ingeniería]. Alicia concytec. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/18706>
- Ministerio del Ambiente (2016). *Manejo de residuos de construcción y demolición* <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20160622094218.pdf>
- Mirjana, M., Vlastimir, R. y Snežana M. (2010). Recycled Concrete as Aggregate for Structural Concrete Production. *Sustainability*, 2(5), 1204-1225; <https://doi.org/10.3390/su2051204>
- Morales, D. (2017). *Influencia del tamaño máximo nominal de 1/2" y 1" del agregado grueso del río Amojú en el esfuerzo a la compresión del concreto para $F'_{C} = 250 \text{ kg/cm}^2$* . Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1099>
- Montalvo. H. (s.f) *CONCRETO: Generalidades, propiedades y procesos* https://www.academia.edu/9706247/CONCRETO_Generalidades_propiedades_y_procesos
- Nacional Santiago Antúñez de Mayolo]. Alicia Concytec. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1974>
- National Ready Mixed Concrete Association (s.f) *Resistencia vs relacion a/c del concreto a tres edades y con dos tipos de cemento (UG y MP-AR)* https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3211/resistencia_relacion_ac_concreto_tres_edades.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ortega, J. (2014) *Diseño de estructuras de concreto armado* (1th ed). Macro https://books.google.com.pe/books/about/Dise%C3%B1o_de_estructuras_de_concreto_armado.html?id=PwsvDgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Pedro, D., Brito, J. y Evangelista, L. (2014). Influence of the use of recycled concrete aggregates from different sources on structural concrete. *Construction and Building Materials*. 71, 141-151. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.08.030>

- Probacons S.A. (2017) Concreto con aire incluido. <https://www.probacons.com/concreto-con-aire-incluido/>
- Rodriguez Castro , J. F., & Lujan Vela , F. S. (2021). *Estudio de los residuos de la construcción y demolición como agregado grueso para la construcción de espacios públicos recreativos en el distrito de Trujillo*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7688>
- Ruelas, E. (2015) *Uso de pavimento rígido reciclado de la ciudad de Puno, como agregado grueso para la producción de concreto convencional* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Antiplano]. Alicia Concytec. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2038>
- Sánchez, D. (2001) *Tecnología del concreto y mortero* (5th ed). Bhandar Editores. <https://www.academia.edu/35759848/Tecnolog%C3%ADadel concreto y del mortero Diego S%C3%A1nchez De Guzm%C3%A1n Bhandar Editores>
- Sanjuan, M, y Chinchon, J. (2014) *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. (1th ed). UNE. <https://core.ac.uk/download/pdf/32322379.pdf>
- Servicio de gestion Ambiental de Trujillo [SEGAT]. (2018, 23 de febrero). *Segat exhorta a municipalidades a participar en el mantenimiento del botadero El Milagro*. SIAL-Trujillo.
- Shi Cong, S., y Chi Sum, P. (2015) Effect of the quality of parent concrete on the properties of high performance recycled aggregate concrete. *Construction and Building Materials*. 77, 501-508. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.035>
- Siddharth, p. y Raghvendra, S. (2020). Influence of recycled concrete aggregates on strength properties of concrete. *Construction and Building Materials*. 23, 1163-1167. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2008.06.007>
- Somayeh, L., Eggimann, M., Eckhard, W., Radosław, D. y Jan, D. (2015) Performance of recycled aggregate concrete based on a new concrete recycling technology. *Construction and Building Materials*, 95, 243-256. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.021>
- <http://sial.segat.gob.pe/novedades/segat-exhorta-municipalidades-participar-mantenimiento-botadero>
- Tertre, T. (2016). *Residuos de Construcción y Demolición, RCD*. Conama, http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/STs%202016/1998972374_ppt_JITertre.pdf

- Vazques, R. (2014) *Cemento pacasmayo: Cemento y sus aplicaciones*.
[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/100611 Cemento y sus aplicaciones.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/100611%20Cemento%20y%20sus%20aplicaciones.pdf)
- Vega, S. (28 de 09 de 2018). *Resistencia del concreto permeable sustituyendo el agregado grueso en un 25%, 50% y 100% por reciclado*. Obtenido de
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5464>

VII. ANEXOS

ANEXO 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total del agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140$ kg/cm ² .	Problema General:	Hipótesis General:	Objetivo general:			
	¿Cuál es la influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total del agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140$ kg/cm ² ?	-H0: El tamaño del concreto reciclado como remplazo al agregado grueso no influye en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140$ kg/cm ² . -H1: El tamaño del concreto reciclado como remplazo al agregado grueso influye en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140$ kg/cm ² .	Determinar la influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total al agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140$ kg/cm ²	Tamaño de agregado reciclado	Tamaño	Tipo: Aplicada Métodos: hipotético - deductivo
	Problemas específicos:	Hipótesis específicas	Objetivos específicos:			
	-¿Cuál es la resistencia del concreto con diferentes tamaños de agregado grueso reciclado?	Objetivo específico 1 -H: No aplica	-Determinar la resistencia del concreto con diferentes tamaños de agregado grueso reciclado.			
Influencia del tamaño del concreto reciclado como remplazo total del agregado grueso en la resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=140$ kg/cm ² .	-¿Existe correlación entre el tamaño del agregado grueso con respecto a la resistencia a la compresión del concreto?	Objetivo específico 2 -Ho: No existe correlación entre el tamaño del agregado grueso con respecto a la resistencia a la compresión del concreto. -H1: Si existe correlación entre el tamaño del agregado grueso con respecto a la resistencia a la compresión del concreto.	-Evaluar la correlación entre el tamaño del agregado grueso con respecto a la resistencia a la compresión del concreto.			
	-¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 140 kg/cm ² , con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso?	Objetivo específico 3 -Ho: No existe variación significativa de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 140 kg/cm ² , con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso? -H1: Existe variación significativa de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 140 kg/cm ² , con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso?	-Analizar la variación de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 140 kg/cm ² , con respecto al tamaño del concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso.	Resistencia a la compresión	Resistencia	Métodos de análisis de investigación: ANOVA
	-¿Cuál es el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto?	Objetivo específico 4 -Ho: el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto es de 3/4	-Determinar el tamaño ideal del agregado grueso reciclado para mejorar las propiedades del concreto.			

ANEXO 02
PANEL FOTOGRAFICO

Figura 1

Corte del molde para probetas



Nota: Elaboración de los moldes con dimensiones de 6" x 12". Elaboración propia (2022).

Figura 2

Trituración del material reciclado



Nota: trituración del bloque de concreto reciclado. Elaboración propia (2022)

Figura 3

Tamización de material reciclado



Nota: Tamizado de agregado reciclado. Elaboración propia (2022).

Figura 4

Material reciclado triturado



Nota: Obtención agregado reciclado de 1/2", 3/4" y 1". Elaboración propia (2022).

Figura 5

Retiro del molde de las probetas



Nota: Quitar el molde de plástico a la probeta. Elaboración propia (2022).

Figura 6

Colocación de las probetas para su posterior tiempo de curado



Nota: Curado de las probetas en agua potable. Elaboración propia (2022).

Figura 7

Curación completa a probetas



Nota: Curado de 28 días a probetas. Elaboración propia (2022).

Figura 8

Probetas sacadas del depósito de curación



Nota: Probetas listas para el ensayo a la compresión. Elaboración propia (2022).

Figura 9

Prensa hidráulica



Nota: Ensayo a la compresión de las probetas. Elaboración propia (2022).

Figura 10

Lectura de la resistencia



Nota: Resistencia obtenida de una probeta de $\frac{3}{4}$ ". Elaboración propia (2022).

Figura 11

Ruptura de la probeta



Nota: La probeta rota después del ensayo. Elaboración propia (2022)

ANEXO 03
RESULTADOS SPSS

ONEWAY Valor BY Tamaño
 /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
 /MISSING ANALYSIS
 /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .

Unidireccional

Descriptivos

Valor

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1/2" pulgadas	15	47,4667	5,39665	1,39341	44,4781	50,4552	38,00	55,00
3/4" pulgadas	15	113,6667	11,65986	3,01056	107,2097	120,1237	97,00	132,00
1" pulgadas	15	81,5333	9,73115	2,51257	76,1444	86,9223	68,00	98,00
Total	45	80,8889	28,80753	4,29437	72,2341	89,5436	38,00	132,00

ANOVA

Valor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	33550,533	2	16775,267	180,681	,000
Dentro de grupos	3899,467	42	92,844		
Total	37450,000	44			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Valor

HSD Tukey

(I) Tamaño de agregados	(J) Tamaño de agregados	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1/2" pulgadas	3/4" pulgadas	-66,86667*	3,51842	,000	-75,4146	-58,3187
	1" pulgadas	-34,73333*	3,51842	,000	-43,2813	-26,1854
3/4" pulgadas	1/2" pulgadas	66,86667*	3,51842	,000	58,3187	75,4146
	1" pulgadas	32,13333*	3,51842	,000	23,5854	40,6813
1" pulgadas	1/2" pulgadas	34,73333*	3,51842	,000	26,1854	43,2813
	3/4" pulgadas	-32,13333*	3,51842	,000	-40,6813	-23,5854

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

			Tamaño de agregados	Valor
Rho de Spearman	Tamaño de agregados	Coefficiente de correlación	1,000	0,488"
		Sig. (bilateral)	-	,001
		N	45	45
	Valor	Coefficiente de correlación	0,488"	1,000
		Sig. (bilateral)	,001	-
		N	45	45

Subconjuntos homogéneos

Valor

HSD Tukey^a

Tamaño de agregados	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1/2" pulgadas	15	46,8000		
1" pulgadas	15		81,5333	
3/4" pulgadas	15			113,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15.000.

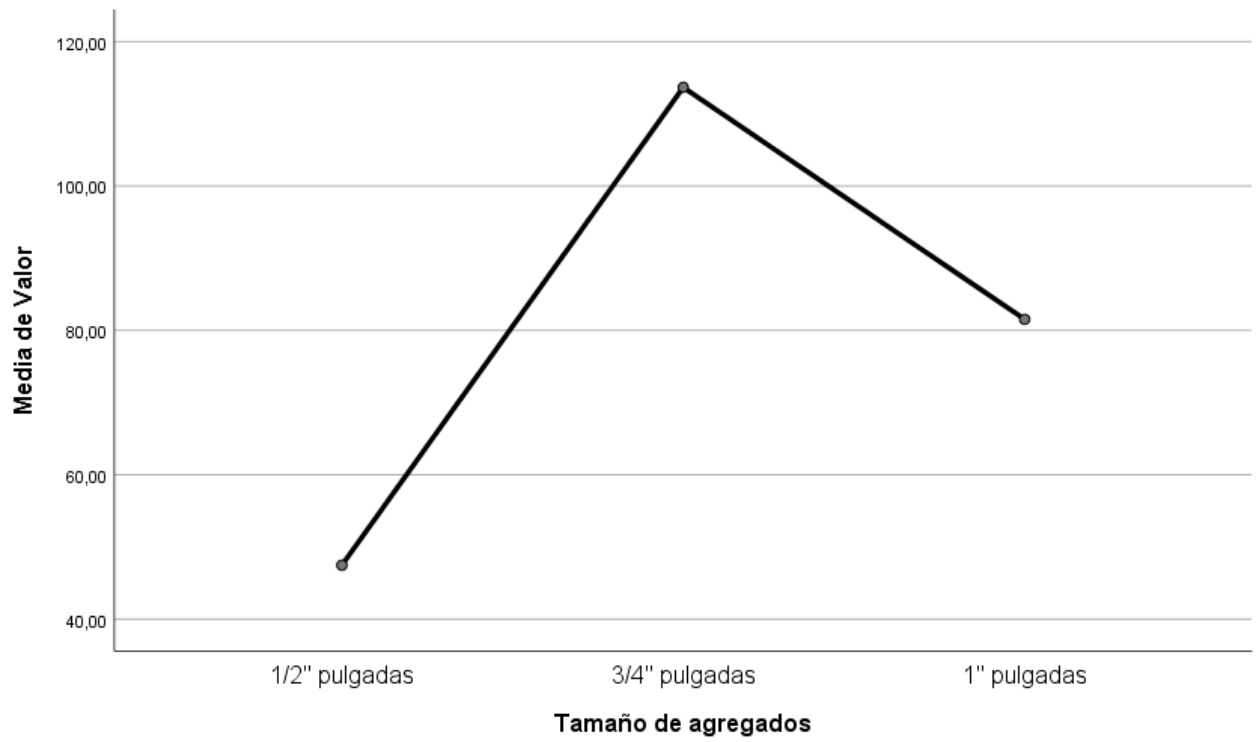
Resistencia a la compresión

Tamaño de agregados		N	Subconjunto para Alfa = 0.05			
			1	2	3	4
HSD Tukey ^a	1/2" pulgadas	15	47.4667			
	1" pulgadas	15		81.5333		
	3/4" pulgadas	15			113.6667	
	control	15				140.0000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Tukey B ^a	1/2" pulgadas	15	47.4667			
	1" pulgadas	15		81.5333		
	3/4" pulgadas	15			113.6667	
	control	15				140.0000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Gráficos de medias



ANEXO 04
RESULTADOS DE TURNITIN

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL CONCRETO RECICLADO COMO REEMPLAZO TOTAL DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

ÍNDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

2%

3

cybertesis.uni.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Michigan Technological University

Trabajo del estudiante

1%

5

creativecommons.org

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Submitted to Universidad Andina del Cusco

8	Trabajo del estudiante	1 %
9	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositorio.ufpso.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
14	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Marilyn Del Rosario Huamán Changa, Talia Mayra Rodriguez Gozar, David Díaz Garamendi. "Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y	<1 %

el hormigón con fibras metálicas recicladas", Gaceta Técnica, 2022

Publicación

18	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
19	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
25	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
27	Victor Eduardo Romero Cueva, Jimmy Rafael Landaburú Mendoza, Marlyn Elizabeth Luna Romero, Priscila Vanessa Señalín Aguirre et al.	<1 %

"¿Es el Tiempo de Reacción un Factor Diferenciador en el Rendimiento Académico? Un Estudio desde Kahoot", Paradigma: Revista de Investigación Educativa, 2021
Publicación

28	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
----	---	------

29	Tianyu Xie, Aliakbar Gholampour, Togay Ozbakkaloglu. "Toward the Development of Sustainable Concretes with Recycled Concrete Aggregates: Comprehensive Review of Studies on Mechanical Properties", Journal of Materials in Civil Engineering, 2018 Publicación	<1 %
----	--	------

30	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
----	---	------

31	"Recent Advances in Structural Engineering, Volume 1", Springer Science and Business Media LLC, 2019 Publicación	<1 %
----	---	------

32	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
----	--	------

33	Dspace.Unitru.Edu.Pe Fuente de Internet	<1 %
----	---	------

34	repositoriotec.tec.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
----	---	------

35	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
36	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
37	inba.info Fuente de Internet	<1 %
38	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
39	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
40	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
41	Submitted to Universidad Militar Nueva Granada Trabajo del estudiante	<1 %
42	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 15 words
Excluir bibliografía	Activo		