



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Incorporación del agregado grueso reciclado al diseño de concreto, de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>- Lima 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Salazar Neira, Alfredo Raul ([orcid.org/0000-0001-9289-1389](https://orcid.org/0000-0001-9289-1389))

**ASESOR:**

Mg. Fernández Díaz, Carlos Mario ([orcid.org/0000-0001-6774-8839](https://orcid.org/0000-0001-6774-8839))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA-PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios, por todo lo que estoy logrando, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación académica, por estar presente en todo momento de mi vida y la salud para cumplir con mis objetivos y por ser la fuerza espiritual de mi vida

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis hijos Luis Alfredo y Samuel, por haber

Comprendido todos estos años de estudio

A mi esposa Celidé, por apoyarme en el

Cumplimiento de mis metas.

A mis padres Andrés y Edda, aunque mi

Padre ya no está físicamente con nosotros

Siempre estuvo presente en mi corazón.

A toda mi familia, que tengan presente que

Con esfuerzo y sacrificio todo es posible, a

Todos ellos que son mi motivación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2 Variables y Operacionalización .....	10
3.3 Población, Muestra y Muestreo .....	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5 Procedimientos.....	14
3.6 Método de análisis de datos.....	16
3.7 Aspectos éticos .....	17
IV.RESULTADOS.....	17
V.DISCUSIÓN .....	64
VI.CONCLUSIONES .....	68
VII.RECOMENDACIONES .....	70
REFERENCIAS .....	71
ANEXOS.....	68



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Peso específico por tamaño del agregado grueso .....	15
<b>Tabla 2.</b> Consistencia del concreto en estado fresco .....	19
<b>Tabla 3.</b> Diseño de mezcla por el método del comité 211-ACI.....	20
<b>Tabla 4.</b> Probeta con 100% de agregado grueso natural.....	27
<b>Tabla 5.</b> Probetas al 30% agregado grueso reciclado y 70% agregado grueso natural .....	27
<b>Tabla 6.</b> Probetas al 50% de agregado grueso reciclado y 50% de agregado grueso natural .....	28
<b>Tabla 7.</b> Probetas el 70% agregado grueso reciclado.....	29
<b>Tabla 8.</b> Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso.....	32
<b>Tabla 9.</b> Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino .....	34
<b>Tabla 10.</b> Análisis del agregado grueso reciclado.....	37
<b>Tabla 11.</b> Abrasión de agregado grueso natural .....	38
<b>Tabla 12.</b> Ensayo de desgaste del Agregado grueso reciclado .....	39
<b>Tabla 13.</b> Peso unitario suelto del agregado grueso .....	40
<b>Tabla 14.</b> Peso unitario compactado del agregado grueso .....	41
<b>Tabla 15.</b> Peso unitario suelto del agregado fino .....	42
<b>Tabla 16.</b> Peso unitario compacto del agregado fino .....	43
<b>Tabla 17.</b> Peso específico del Agregado grueso.....	44
<b>Tabla 18.</b> Peso específico del agregado fino .....	45
<b>Tabla 19.</b> Resultados de los ensayo de rotura por compresión a los 7 días .....	48
<b>Tabla 20.</b> Resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado .....	49
<b>Tabla 21.</b> Resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado .....	50
<b>Tabla 22.</b> Resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado .....	51
<b>Tabla 23.</b> Resistencia a la compresión a los 14 días .....	52
<b>Tabla 24.</b> Resistencia a la compresión a los 14 días .....	53
<b>Tabla 25.</b> Resistencia a la compresión a los 14 días .....	54
<b>Tabla 26.</b> Resistencia a la compresión a los 14 días .....	55
<b>Tabla 27.</b> Resistencia a la compresión a los 28 días .....	56
<b>Tabla 28.</b> Resistencia a la compresión a los 28 días .....	57

<b>Tabla 29.</b> Resistencia a la compresión a los 28 días .....	58
<b>Tabla 30.</b> Resistencia a la compresión a los 28 días .....	59
<b>Tabla 31</b> Resultados de rotura de testigos cilíndricos, ensayos de resistencia a la compresión ASTM C39 .....	60
<b>Tabla 32.</b> Resistencia a la flexión a los 28 días .....	62

## Índice de figuras

Figura 1. Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto .....	18
Figura 2. Vivienda en demolición en Surco .....	30
Figura 3. Tamizado de agregados .....	31
Figura 4. Cuarteado de agregado fino .....	33
Figura 5. Curva granulométrica del agregado fino .....	35
Figura 6. Cono de Abrams y medición de asentamiento .....	36
Figura 7. Máquina de los Angeles y carga abrasiva .....	36
Figura 8. Curva granulométrica del agregado .....	38
Figura 9. Agregado grueso en reposo por 24 horas .....	45
Figura 10. Testigos para llevar al fraguado .....	47
Figura 11. Ensayo de roturas de testigos por compresión .....	60
Figura 12. Detalle de ubicación de testigo rectangular .....	63
Figura 13. Preparación y rotura del testigo rectangular por flexión .....	63

## Resumen

El presente Informe de Investigación titulado “Incorporación del agregado grueso reciclado al diseño de concreto de resistencia 210 kg /cm<sup>2</sup>- Lima 2020”, elaborado para obtener el título de Ingeniero Civil, cuyo objetivo general es, “Evaluar la Resistencia de la mezcla del Concreto de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>, incorporando agregado grueso reciclado para mejora de sus propiedades” y como uno de los objetivo específico se tiene “Analizar el porcentaje de agregado grueso reciclado, en el diseño de concreto, para optimizar una resistencia mayor a 210 Kg/cm<sup>2</sup>”.La metodología empleada en la investigación es del tipo aplicada, por su carácter es descriptiva, es de un Nivel explicativo y correlacional ya que establece una relación entre las variables y especificará las características y sus propiedades, su diseño es experimental por los ensayos en laboratorio, La población ha sido las obras de demolición en Lima, y la Muestra se tomó de los agregados gruesos utilizados en la demolición de una vivienda en el distrito de Surco, con cuyos resultados del laboratorio del concreto reciclado, en sus propiedades físicas y mecánicas son parecidas y se concluye que si se puede utilizar el agregado reciclado para mezclas del concreto estructural 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Palabras clave:** Concreto, Agregados Reciclados, Agregados Naturales

## Abstract

This Research Report entitled "Incorporation of recycled coarse aggregate to the design of concrete resistance 210 kg / cm<sup>2</sup>-Lima 2020", prepared to obtain the title of Civil Engineer, whose general objective is, "Evaluate the Strength of the Concrete mix of resistance 210 Kg / cm<sup>2</sup>, incorporating recycled coarse aggregate to improve its properties "and as one of the specific objective is to" Analyze the percentage of recycled coarse aggregate, in the concrete design, to optimize a resistance greater than 210 Kg / cm<sup>2</sup> ". The methodology used in the research is of the applied type, due to its character it is descriptive, it is of an explanatory and correlational level since it establishes a relationship between the variables and will specify the characteristics and their properties, its design is experimental by the tests In the laboratory, the population has been demolition works in Lima, and the Sample was taken from the coarse aggregates used in the demolition of a viv Store in the district of Surco, whose results from the recycled concrete laboratory are similar in their physical and mechanical properties and it is concluded that if the recycled aggregate can be used for structural concrete mixtures 210 Kg / cm<sup>2</sup>

Keywords: Concrete, Recycled Aggregates, Natural Aggregates

## I. INTRODUCCIÓN

En todo el planeta, el concreto es el material que más se usa en la construcción, y cuando se deja de usar, como en el caso de los pavimentos rígidos a renovar, rotura de testigos y edificaciones demolidas, estos productos se convierten en desechos que se tiene que eliminar en botaderos o dejándolos en zonas inapropiadas causando así contaminación. En muchos lugares de Europa y países asiáticos, tienen una política ambiental del reuso de los materiales para el reciclado y optaron por hacer investigaciones para el empleo del material de concreto producto de las construcciones demolidas, buscando espacios para depositarlo, creando empresas con la colaboración de sus gobernaciones para clasificar y disponer nuevos diseños de concreto para aminorar el desgaste de sus canteras, así como al reutilizar los agregados en nuevos diseños, estos materiales harían que se reduzca la cantidad de concreto de desecho, producto de los escombros por demoliciones. Tenemos caso como en Taipéi que crece el interés por la recuperación del agregado utilizado que se encuentra cerca del 90 %, en Qatar el alto costo del agregado grueso y las preocupaciones ambientales ha llevado a desarrollar planes para el uso del reciclado.

Hechos similares ocurren en nuestro país, las canteras de piedra están alejadas de la ciudad y por tanto el costo del traslado es más elevado, el Perú no es el único país donde esto sucede, en Colombia nos dice PALACIOS (2017) que las canteras disminuirán con el tiempo y será necesario ir reemplazando los agregados; cada vez las canteras de agregado para la construcción son explotadas y la construcción crece día a día y las canteras pierden material día a día en una forma exponencial, esto lleva a un cambio en la naturaleza que tarde o temprano debemos darle un cambio beneficioso, buscando nuevas alternativas en la preparación del concreto estructural. En la capital del Perú, Lima, en estas dos últimas décadas, se ha visto la demolición de muchas casas para hacer nuevas edificaciones de mayor altura, en busca de la solución a la vivienda, por el alto valor de los pocos terrenos en las zonas urbanas como en distritos de Miraflores, Surco, San Borja, Pueblo libre, Jesús María que al encontrarse ya consolidados y sin posibilidad de extenderse vieron la alternativa de la demolición, con ayuda de las municipalidades, ya que se cambiaron las condiciones de zonificación, densidad poblacional y altura, hecho

que trajo como consecuencia que no se encontrara espacios para depositar todo el material de desecho de construcción, lo que trajo consigo que se habilitara botaderos en la playa o lugares no aptos y ocasione daños a la flora y fauna con un perjuicio ambiental en Lima y otros lugares del país. La Norma Técnica Peruana, nos indica las características y propiedades físicas de los áridos, pero no coloca límites para su empleo en nuevas mezclas para concretos. Los municipios realizan regularmente contratos para ejecutar obras de pavimentos rígidos, mejorarlos y reconstruirlos; así se produce mucho material de demolición, los que se deberían depositar en lugares autorizados, pero que se podrían aprovechar si se tuviesen sistemas de gestión apropiados. La reutilización de estas demoliciones en la elaboración de un nuevo concreto permitiría proteger al medio ambiente.

En el contexto social veremos que el presente trabajo de investigación busca determinar cuáles son las ventajas del empleo de los agregados reciclados del concreto para aminorar el efecto que causa en el ambiente, la explotación excesiva de materiales pétreos como los agregados gruesos y arenas en nuestro medio, así también como es el efecto dañino en el ambiente de los rellenos sanitarios, que producen los escombros productos de las demoliciones, que emplearon concreto. Soto Quiroz (2015) nos dice. “En la justificación exponemos los motivos que nos llevan a la investigación”, (p. 27). Este trabajo investigativo está justificado porque estamos en un proceso de expansión y crecimiento urbano en forma vertical, utilizando terrenos que en años anteriores existían viviendas de a veces dos pisos que al demolerlas, generamos toneladas de escombros los cuales podemos aprovechar y reutilizar, seleccionando los agregados gruesos, agregándolos a las mezclas de concreto con el fin de obtener información trascendental, para hacer diseños estructurales, y haciendo ensayos que nos permitan validar el comportamiento del concreto en sus características físicas y mecánicas.

Como Justificación teórica, decimos que al realizar la investigación tendremos el propósito de hacer aportes sobre el empleo del diseño de mezclas, y con pruebas de laboratorio, que servirán y podrán ser incorporados en otros trabajos a ejecutarse con el uso de reciclados de concreto. La Justificación Metodológica que se menciona, es la mezcla utilizada en preparación de concreto, que está Normada por el ITENDEC, ACI y NTP y lo que se logrará con esta tesis es comprobar con

las pruebas de laboratorio, la validez para elaborar una nueva tabla estadística de la mezcla, utilizando agregados reciclados. Como Justificación Ambiental, a su vez Chiavenato, (2018) define “como un sistema de creencias y valores que sirve como guía y orienta a los integrantes de una sociedad” (p. 90), hablamos sobre el grave daño que causan los escombros al demoler y construir viviendas, donde se emplea maquinarias que arrojan gran cantidad de monóxido al ambiente y el daño que causa a la ecología, productos que se depositan en lugares no aptos y que al final son usados de relleno, el compromiso es en satisfacer necesidades promoviendo soluciones que ayuden a la preservación del ambiente, dirigiendo en este caso al uso de los residuos provenientes de la construcción para un nuevo diseño con residuos de concreto reciclado. Al analizar las justificaciones planteamos el problema, nos dice Landeau (2015) “El problema debe expresar relación entre las variables y definir el objeto del estudio” (p. 53), Como PROBLEMA GENERAL, ¿Cómo influye en la resistencia del concreto, la incorporación del agregado grueso reciclado, en las propiedades del concreto de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>? Y como PROBLEMAS ESPECIFICOS:1) ¿Cuál será el porcentaje adecuado de agregado grueso reciclado para la mezcla de un concreto de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>?, como problema específico, 2) ¿Cómo influye el agregado grueso reciclado en las propiedades físicas de un concreto de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>?, como problema específico, 3) ¿Cómo influye el agregado grueso reciclado en las propiedades mecánicas de un concreto de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>? El OBJETIVO lo define Valderrama (2013) como los logros de la investigación (p.136), Todo ello nos lleva a tener dentro de nuestros objetivos: Un OBJETIVO GENERAL que será, “Evaluar la Resistencia de la mezcla del de concreto, incorporando agregado grueso reciclado al Concreto de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>,”. OBJETIVOS ESPECÍFICOS. Objetivo 1 “Analizar el porcentaje de agregado grueso reciclado, en el diseño de concreto, para optimizar una resistencia mayor a 210 Kg/cm<sup>2</sup>”. Objetivo 2 “Evaluar la eficacia del agregado grueso reciclado, en las propiedades físicas del concreto de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>”. Objetivo 3” Evaluar la eficacia del agregado grueso reciclado, en las propiedades mecánicas del concreto de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>”

De la Hipótesis General, Carrasco (2005) nos dice: “La Hipótesis es la respuesta a una pregunta de la problemática de tu investigación” (p. 184): en nuestro caso la HIPÓTESIS GENERAL es “La incorporación del agregado grueso reciclado,



mejorará las propiedades de resistencia del concreto de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, y serán las HIPÓTESIS ESPECIFICAS:1) “La definición del porcentaje de agregado grueso en el diseño de concreto, optimizará una resistencia mayor a 210 Kg/cm<sup>2</sup>. 2) “Las propiedades físicas con agregados reciclados, influyen en el diseño de concreto de resistencia mayores a 210 Kg/cm<sup>2</sup>”. 3) “Las propiedades mecánicas con agregados reciclados, influyen en el diseño de concreto de resistencia mayores a 210 Kg/cm<sup>2</sup>”

## **II. MARCO TEÓRICO**

Se ha tomado en referencia los siguientes trabajos previos

Wijayasundara y Mendis (2018), indican que el concreto agregado reciclado ha tomado notoria importancia en esta década al reemplazar agregado reciclado por agregado natural a pesar de sus ventajas aún no se produce en forma comercial como un reemplazo del agregado natural para su empleo como un concreto estructural, para ver si la producción es favorable es necesario una evaluación profunda con combinación de ideas ya que se ha encontrado resultados compartidos de viabilidad financiera, el resultado del producto y el menor daño ambiental, todo ello en busca de un resultado costo-beneficio, donde se integran el aspecto social, ambiental y financieros tanto directos e indirectos con el propósito de revisar su idoneidad, al revisar varios estudios publicados, en el presente estudio se analiza el resultado de comparar los agregados gruesos reciclados que reemplazarán a los agregados naturales en concretos estructurales, los resultados nos muestran que el volumen unitario de agregado reciclado nos dan un resultado un valor presente neto positivo de 4.2% a 6% del costo del agregado natural por 30% de reemplazo, antes de ser utilizado en una edificación y el precio del concreto utilizado en la edificación se redujo entre 4.1 y 6.1% en beneficio del constructor.

Agreda y Moncada (2015), afirman que la demolición de estructuras ha sido visto de buena manera por los industriales al tener residuos que provienen de ella, en países del medio Oriente, Europa y países asiáticos ya se ha realizado experimentos y se ha probado que elementos fabricados con el uso de residuos de las construcciones cumplen con la norma en esos países. En Colombia, el Gobierno

está dando políticas para la preservación del ambiente a través de métodos y técnicas sostenibles, y también el cuidado de los recursos naturales. Realizó pruebas de resistencia a los tipos de diseños con tres muestras diferentes de mezcla se obtuvieron valores de 34.58 MPa. (352.61 Kg/cm<sup>2</sup>), Para mezcla convencional, con 25% de Agregado Reciclado (AR) de 28.79MPa, (293.57 Kg/cm<sup>2</sup>) con 50% de AR, de 30.87 MPa. (314.78Kg/cm<sup>2</sup>) y con 70% de AR valor de 34.91 MPa. (355.98 Kg/cm<sup>2</sup>) hallándose valores superiores a los 28 MPa solicitados para el objetivo diseñado.

Parra y Bautista (2016), en la investigación realizada en la Pontificia Bolivariana Bucaramanga, manifiestan que se ha realizado estudios del comportamiento mecánico del concreto en sus diferentes estados y luego modificar las proporciones en su composición de los agregados por residuos de construcción, el porcentaje de vacíos en mezclas agregadas entre 38.7 % y 42.1% del diseño para la mezcla es de buena calidad y el valor de resistencia promedio de los ensayos fue de 306.74 Kg/cm<sup>2</sup>, un 46% más alto del que se requería (210Kg/cm<sup>2</sup>). Concluyó que por su valor alto en la resistencia del nuevo diseño de concreto se puede utilizar y con respecto al valor económico al utilizar los residuos, se tendría un ahorro del 30 % comparado al valor del concreto convencional.

La investigación de Ñuñuvero (2019), es de tipo correlacional. Tuvo como objetivo general la determinación de la dosificación de una mezcla que permita elaborar concreto estructural 175 Kg/cm<sup>2</sup>. Utilizó residuo de demolición de concretos estructurales como agregados gruesos. Realizó varios ensayos de resistencia que le permitió la determinación de sus variaciones; se encontró que una sustitución del cien por ciento de agregados naturales a cambio de agregados reciclados, los valores tiene una similar resistencia del testigo patrón, a los 7 días llegando al 97%, a los 14 días llego al 96.72 % y a los 28 días al 97.81% con respecto al agregado natural, y por último se concluyó que se puede tener diseños de concreto adecuados para la reutilización de los agregados para construcción, elevando la relación agua –cemento.

Bazalar y Cadenillas (2019), en su trabajo de investigación realizó un análisis de las características del concreto tanto en resistencia como durabilidad, encontrando que la resistencia a la edad de 28 días, con 25% de AGR, es de 8.17MPa, al 40 %

de AGR es de 7.49 MPa, y al 50 % de AGR es de 6.38 MPa, obteniéndose valores más altos, a menor uso de agregado reciclado en la mezcla, su mayor módulo de elasticidad fue al 40 % representando una reducción del orden del 2.23% respecto al concreto estándar, entre sus conclusiones determinó que los AGR presentan menor densidad, también que presentan una mayor absorción y porosidad con respecto a los agregados naturales y los ensayos a flexión alcanzaron valores de 90% muy similares a los del concreto estándar, concluyendo que si el uso del agregado reciclado se magnificara se lograría disminuir la depreciación de las canteras y la disminución de botaderos ilegales en la ciudad

Según Carizaile y Anquise (2015), el proceso constructivo ha originado en Tacna un incremento de residuos sólidos, y no se tiene una planificación para el manejo y su posterior control, el crecimiento de la población conlleva al crecimiento del sector constructivo por la necesidad de vivienda: Este beneficio para los habitantes tiene sus consecuencias negativas en el ambiente, ya que las construcciones emplean toneladas de agregados que son explotadas en las canteras, ocasionando deterioro y contaminación del ambiente. El objetivo de la investigación fue analizar las características que presentan los agregados que son reciclados, ya que se usarán para fabricar concreto estándar. Dentro de sus ensayos se encontró que la mezcla con 20 por ciento materiales reciclados se llegó a 225.1 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, y con 50% de AR se llegó a 211.7 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente al 100% reemplazo de reciclados se obtuvo 204 Kg/cm<sup>2</sup>. Estos ensayos están en el rango de lo que exigen la normas peruanas y norteamericanas (ASTM) sobre el comportamiento físico mecánico del material pétreo reciclado. También se concluye que tanto el material natural como el reciclado tiene semejanza, y lo que los diferencia es el valor del peso específico.

Enfoques conceptuales de las dimensiones con sus indicadores para la investigación:

Se analizarán las propiedades físicas que corresponden a la variable dependiente. Entre los factores que hacen que el volumen de concreto varíe se encuentran: contracción de la fragua, deformación plástica y los cambios de temperatura a que es sometido el producto.

Por contracción de fragua. Para hidratar el cemento es necesario añadir casi el doble de agua a la mezcla; luego del curado se inicia la evaporación del líquido, motivo por el cual se pierde humedad en el proceso del secado y endurecimiento de la mezcla llegando a producirse la contracción por fragua. También tenemos algunos Factores que afectan al proceso de contracción: Cuando la relación agua / cemento es mayor, si la zona a verter el concreto es muy grande, si el ambiente es húmedo, tipo de cemento empleado, si el agregado es pequeño, o algunos aditivos empleados, el volumen disminuye si este se deforma libremente (Harmsen, 2010).

Por deformación plástica. Esta se produce cuando la capa de agua disminuye de espesor por la hidratación del cemento, de una muestra que fue sometida temporalmente a una carga se produce una deformación elástica que está presente mientras la carga actúa y a mayor tiempo de acción se producirá una deformación plástica.

Como propiedades mecánicas del concreto tenemos resistencia del concreto. El parámetro que se va a cuantificar es mediante ensayos, usando un molde para testigos de forma cilíndrica: el procedimiento consiste en introducir el testigo en un pozo para curado; quedará sumergido en agua. Los días de permanencia en agua para analizar la resistencia varía de los 7 días, 14 días, hasta llegar a 28.; después de esto es sometido a una carga constante de 245 Kg/cm<sup>2</sup>/s. para determinar la resistencia buscada se tomará el valor de la media aritmética mínima de dos testigos (Harmsen, 2010).

Resistencia a la tracción. Este valor es mucho menor que el de la compresión. Para determinar el valor de este parámetro, se utilizará ensayos de métodos indirectos, uno de ellos conocido como Split-test; en este proceso se aplica la carga hasta que suceda la rotura. El otro método se efectúa utilizando un molde cuadrado de 15 cm y de largo 70 cm, con apoyos a 10 cm de sus extremos, sometiéndolo a una carga en los tercios de su apoyo; en el momento que se produce la falla se mide el módulo de ruptura (Harmsen, 2010).

Propiedades Mecánicas del concreto

Relación Esfuerzo-Deformación. Según Harmsen (2010), el módulo de elasticidad es un parámetro que se obtiene cuantificando el esfuerzo en comparación con la

deformación dentro de un determinado rango de elasticidad. Así obtenemos la resistencia a la deformación del concreto.

Módulo de corte. Es un valor aproximado a la mitad del módulo de elasticidad.

Tipos de agregado. Agregados naturales. Son los elementos inertes de la mezcla para concreto, estos deben ser limpios y sin materias orgánicas, estos agregados no intervienen en las reacciones químicas. Los agregados de trituración, son aquellos que pasan el tamiz de la norma ASTM-C 33-99; llegan a cumplir con los requisitos entre los agregados gruesos y finos.

Prueba de abrasión de los Ángeles. Los agregados que son producto del reciclaje de concreto, tienen un alto índice de desgaste para el ensayo de Los Ángeles porque aquí se elimina el mortero adherido y la resistencia inicial del concreto. Lo máximo permitido por la pérdida de sus propiedades físicas para la prueba de abrasión es del 50 % según la ASTM C33-03: 2003; de acuerdo con la norma británica no debe ser menor del 45 % (BS882:1992 & BS1201:2005), y de acuerdo con la Norma Española EHE-98 no debe exceder del 40 %.

De la Variable Independiente, Agregado grueso reciclado.

Calidad de los Agregados Reciclados. Estos agregados se obtienen por la selección de material de concreto producto de demoliciones, seleccionados, triturados y pasados por la malla de gradación, para utilizarse como agregado grueso, los retenidos entre la malla como agregado grueso, los retenidos entre los tamices números 4 y 8 y material fino los que pasan del tamiz 8 al tamiz 100 y que proceden de tratamiento de residuos inorgánicos (NTP 400.011:2008).

Clasificación de los Agregados. Por peso unitario. Aquí están comprendidos los materiales pétreos cuyo peso volumétrico unitario está comprendido entre 1000 y 1800 Kg/m<sup>3</sup>. Estos materiales son los que más se usan en la construcción de una gran variedad de viviendas y pavimentos (NTP 400.011:2008).

Por su naturaleza petrológica. Los agregados procedentes de la trituración se clasifican en tres grupos: a) Calizos, son los que se usan de preferencia para agregado fino, b) Silíceos, se utilizan para agregado grueso por su mayor tamaño, y por el mayor índice de angulosidad que presenta, c) Ígneos, estos son los más

adecuados por su dureza, entre ellos tenemos los granitos y los basaltos (NTP 400.011:2008).

Clasificación por su granulometría. Se realiza de acuerdo con la tabla de tamices a utilizar para realizar los análisis granulométricos de concretos especificados en INDECOPI, para lo cual nos remitiremos a las normas peruanas (NTP 400.011:2008).

Propiedades Físicas de los agregados.

Granulometría. La granulometría de material usado como agregado proveniente de reciclados es bastante variable, ya que son sometidos a trituración. Estos materiales podrían ocasionar problemas de adherencia y aumento de agua en la mezcla del mortero.

Densidad y absorción. El mortero que se encuentra adherido al agregado reciclado es un factor que altera su porosidad y absorción ya que debe ser menor que los agregados naturales y esto permite que se absorba más agua y sea capaz de soportar esfuerzos de la compresión que pueden afectar la estructura mecánica del diseño.

Prueba de abrasión de los Ángeles. Los agregados que se obtienen cuando se recicla el concreto presentan un alto índice de desgaste en este ensayo porque aquí se elimina el mortero adherido y parte de la resistencia inicial del concreto. Dentro de los límites de este ensayo, se permite una pérdida del 50% de las propiedades físicas, en concordancia con ASTM C33-03: 2003. Y según la norma británica no debe ser menor del 45% (BS882: 1992 & BS1201:2005), y teniendo en cuenta la normativa española EHE-98, no debe exceder del 40%.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Según Landeau (2012), “Tiene como finalidad la solución de problemas prácticos y necesidades que se plantea en un determinado tiempo” (p. 55). La investigación es aplicada, ya que resolverá diversas problemáticas en situaciones variadas, basada en teorías que generará la validación a la propuesta.

De acuerdo con su carácter, la investigación es descriptiva. Según Fernández (2010), “estudia los fenómenos empleando la observación y los estudios correlacionales” (p. 103). De un nivel explicativo y correlacional, porque se establecen relaciones entre variables y especificará las características y sus propiedades mediante pruebas de peso volumétrico, granulometría, porcentajes de absorción, peso seco, humedad, compactación, tracción, resistencia y otros que explicaran la ocurrencia.

**Diseño de investigación:** Hernández (2019) nos dicen: “Es una situación de control donde se manipulan en forma intencional las variables para ver sus resultados” (p.150) Respecto al diseño experimental, Hernández -Sampieri (2019) nos dice: “Las características de un diseño experimental consiste en manipular la variable independiente, que considera el efecto que causa en la variable dependiente” (p.153). el diseño es experimental ya que se notará el comportamiento de las probetas por cada ensayo a realizar, hasta alcanzar y superar la resistencia a 210 Kg/m<sup>2</sup>. El Instrumento será cuantitativo por la medición numérica y el análisis estadístico de resultados de ensayos y la prueba de las teorías.

#### 3.2 Variables y Operacionalización

Variables. Nos dice Borja (2012, que la variable se caracteriza porque se puede medir de alguna forma, es decir, directa o indirectamente. Y se convierte en un objeto de análisis cuando se observa su comportamiento, y es necesario comprobar la relación de causa y efecto, lo cual indicaría la correlación de dos variables como son la variable problema y la variable solución. Operacionalización de las variables Borja (2012), expresa que operacionalizar consiste en mostrar el procedimiento

para explicar las variables, dando la definición de cada una de ellas, y también la manera de cómo se deben medir. Para esto se descomponen en indicadores que sean medibles y usando los términos de operacionalización que logren evidenciar información válida. Los datos obtenidos serán de distintas categorías, básicamente en función de las variables.

Tipos de variables: esta propuesta investigativa presenta las siguientes variables.

Variable Dependiente: Concreto de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Definición Conceptual.** La variable dependiente, según Harmsen, (201), nos dice que El concreto se obtiene mezclando cemento con agregados gruesos o piedras trituradas, agregados finos o arenas y agua potable, mezclados proporcionalmente según lo estipulado por las normas y teniendo en cuenta los métodos de mezclados, transportes, vertidos y curados. De acuerdo con Hernández-Sampieri (2019), “La variable Dependiente es la que no se manipula, pero si nos sirve para medir el efecto que tendrá la manipulación de la variable independiente respecto a ella, esta medición deberá tener validez y confiabilidad”. (p.157).

**Definición Operacional.** Para Soto (2015), “Las variables son medibles por sus dimensiones, cada dimensión por sus indicadores y los indicadores por sus niveles de medición.” (p. 42). La variable dependiente de esta investigación es la que no se manipula, pero nos servirá para medir la consecuencia que tendrá sobre la variable independiente por los ensayos que serán sometidos.

Variable Independiente: “Agregado Grueso reciclado”

**Definición conceptual:** Según la Normatividad actual, es un material que se obtiene de las construcciones en proceso de demolición, que pueden emplearse y son potencialmente reciclables (Norma NTP 400.011.2008).

**Definición Operacional:** Se determinará la eficacia del agregado reciclado al diseñar una mezcla de concreto cuya resistencia sea más de 210 kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo porcentajes del material pétreo grueso reciclado por otro material granular grueso. Inicialmente se reemplaza 30% de material grueso reciclado por otro que sea natural. Luego se procede al reemplazo de un 50%, y después un 70%



del material grueso por material natural; enseguida se realizan las pruebas en cada caso y se procede a la verificación de las características mecánicas y físicas, para luego verificar cual será la mejor proporción para el concreto cuya resistencia a comprimirse sea de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Indicadores:** Entre ellos tenemos la clasificación de los agregados en peso por cada unidad volumétrica, por la densidad y absorción, clasificando por el diámetro de las partículas, prueba de abrasión y para las propiedades mecánicas usaremos como base patrón el ensayo de resistencia con los materiales naturales al 100 % según el ACI, y se irá agregando el material grueso de reciclados en porcentaje especificado para las resistencias a la flexión y compresión, respectivamente.

**Escala de medición:** Al trabajar con ensayos medibles por el método cuantitativo, se utilizará la escala de medición de Razón.

### **3.3 Población, Muestra y Muestreo**

**Población:** Según Hernández (2019), nos dice que la población está constituida por un grupo de casos que están en concordancia con ciertas especificadas. La población en este caso de análisis se ubica en Lima, conformada por los desechos inorgánicos de las demoliciones de viviendas en el distrito de Surco, y testigos de concreto utilizados en una edificación vecina.

**Muestra:** Según Hernández (2019), la muestra es un subconjunto de la población en donde se tomarán los todos los datos que sean pertinentes, y además tendrá que ser representativa, ya que así se logrará la generalización de los resultados hallados. La muestra estará compuesta por residuos de concreto armado de una demolición, probetas y moldes para vigas, utilizando agregado reciclado a diferentes porcentajes de añadido a los agregados naturales, y con edades a los 7, 14 y 28 días, utilizando como técnica e instrumentos los datos observados durante los ensayos en laboratorio, estas muestras la obtendremos de concretos producto de la demolición de una vivienda, y los testigos se tomarán de una obra en construcción, estas muestras luego de un proceso de trituración serán tamizadas para obtener agregados adecuados según la granulometría realizando posteriormente ensayos en un laboratorio registrado.

**Muestreo:** Para el muestreo, Hernández (2019) expresa que una forma de determinar el muestreo está en ¿sobre qué se elaborará la data?, esto está en franca dependencia de la problemática, los alcances del proyecto investigado, la formulación de la hipótesis y el diseño. Las muestras del material natural y el agregado de reciclación que van a sustituir un porcentaje de los naturales; estos porcentajes serán en el orden de 30% de material grueso reciclado (AGR) y 70% de material grueso natural (AGN); una segunda muestra de 50% de AGR y 50% de AGN , y una muestra de 70% de AGR y 30% de AGN, ellos serán llevados al laboratorio para las pruebas Granulométricas, humedad, peso unitario y absorción, asentamiento en el cono de Abrams, resistencia a la compresión, con la finalidad de tener un diseño de concreto de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Según Borja (2019), para buscar datos tenemos que tener en cuenta características importantes como que los datos seleccionados sean de fuentes confiables y verdaderas. Lograr en la observación el registro de las Variables; y todos los datos que sean necesario recolectar. La técnica para el acopio de datos no debe separarse y, por el contrario, se debe añadir, así tenemos la entrevista, la encuesta y La observación.

La observación será la técnica a usar en el presente trabajo investigativo, ya que los datos se deben plasmar en formatos de los ensayos de las variables.

Arias (2012), sobre los instrumentos afirma que estos consisten en procesar los datos medirlo, agruparlos y colocarlos en un orden, de tal manera que permitan realizar análisis de los objetivos planteados, también deben dar respuesta a cuestiones planteadas y definir la hipótesis de investigación: Para registrar los datos debemos seguir cierto procedimiento, el primero será la información de nuestras variables, luego definir los criterios de orden y procesar la data obtenida.

Los Instrumentos para recolectar los datos consistirá en nuestras dimensiones y sus indicadores, ellos se realizaran con muestras de laboratorio donde se analizará, la granulometría, la resistencia y la propiedad mecánica del concreto, así como los tipos, características y las propiedades físicas de los agregados; los instrumentos se presentaran en Formatos del Laboratorio donde se lleven a cabo las pruebas y

ensayos, cuya validez radicarán en que serán evaluados con exactitud y certificados por un experto y la Confiabilidad de los instrumentos con la garantía de implementos calibrados en laboratorio de reconocida fuente, estos serán reconocidos por el técnico del laboratorio y refrendados por un Ingeniero Civil habilitado con su firma y sello

### **3.5 Procedimientos**

Hernández (2019), nos dice que debemos establecer como se hará la recolección de datos y como se hará la manipulación de las variables, es decir, como se va a operacionalizar las muestras para la investigación. Por mi parte describiré que procedimiento seguiremos para investigar en el campo y hallar los resultados que nos darán las respuestas a nuestra problemática, de acuerdo a nuestros objetivos y con ellos se dará las recomendaciones para las mejoras propuestas.

Para los procedimientos se harán pruebas de laboratorio, que permitan la medición de resistencia concreto incorporando agregado grueso reciclado para mejora de sus propiedades; en este paso al inicio se define el orden como se procesarán los datos que se van obteniendo; para esto se usará como referencia la normativa peruana.

Las variables de esta investigación son el concreto de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> y el material grueso. Para este cometido se debe comenzar estableciendo un material de buena calidad. El material debe estar limpio, porque la presencia de contaminación podría alterar los resultados. Entonces se usará la NTP 400.037.2014, relacionada con la calidad y las dimensiones de los agregados para ser usados en el diseño del concreto, antes de la descripción de estas pruebas, se utilizará para el recojo y la ordenación de los datos mediante la observancia cuasi experimental, ya que la data estará controlada por las variables, y se debe tener como instrumentos los formatos apropiados para registrar datos. Para la variable dependiente se tendrá como muestra patrón que será el ensayo básico usando cemento, agregados y agua según el método del ACI, respecto de la resistencia a la comprensión de 210 kg/cm<sup>2</sup>; enseguida se irá obteniendo más datos de las probetas con 7, 14 y 28 días de curado, luego se procede a sustituir el material

grueso en estado natural por el material grueso reciclado, como se indicó antes, lo recolectaremos de una vivienda en demolición del distrito de surco, que es nuestra variable independiente. Las nuevas mezclas serán en porcentajes de: primero, se utilizará el 30% de agregado grueso reciclado y 70% de agregado grueso natural. Una segunda muestra con 50% de material reciclado y 50% de material natural, y una última muestra de 70% de agregado grueso reciclado y 30% de agregado grueso natural; así se tratará de determinar cuál de ellos tendrá la mejor calidad de los materiales para hacer la mezcla de concreto reciclado 210 kg/cm<sup>2</sup>. analizando los ensayos de laboratorio iniciando con el diseño de mezcla, la granulometría, la equivalencia de agregados, del contenido de humedad y malla 200, durabilidad, relación agua-cemento (tabla N° 1), desgaste Ensayo de Abrasión, en lo que sigue se verá la mezcla con cierta humedad para las pruebas de en el Cono de Abrams, y también con la muestra en seco se procede a hacer las pruebas de muestreo y curando los testigos de concreto, rotura por comprensión y ensayo de flexión. Cada una de estas pruebas de laboratorio los realizará un técnico certificado. Los resultados obtenidos los validará un profesional en ingeniería civil.

**Tabla 1.** *Peso específico por tamaño del agregado grueso*

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Canto rodado en kg/ m3	Piedra partida en Kg/m3
9.5	1544	1246
12.7	1584	1268
19.0	1600	1308
25.0	1631	1345
38.0	1678	1408
51.0	1708	1458

*Fuente:* Hormigón armado, de Pedro Perles

### **3.6 Método de análisis de datos**

De acuerdo con Borja (2012), se tiene que incluir el formato a usar, en los cuales se describirán los resultados obtenidos del muestreo remitido al laboratorio y los datos recopilados en la visita de campo: en cuanto al instrumento a usar para recolectar datos para la investigación, debe estar validado y debe ser confiable, debido a que lo que se observa son hechos reales.

En este acápite se incluirá la forma de procesar los datos conseguidos al hacer las pruebas de laboratorio. Después del procesado de los datos, se tendrán resultados que serán interpretados y discutidos. Al analizar los resultados se tendrá que determinar qué relación existe entre lo que se obtuvo y el problema de la investigación, con los objetivos propuestos, y con la conclusión se confirma o niega las teorías planteadas.

Para hacer la interpretación de la data obtenida se hará en dos partes:

En la primera parte se hará la interpretación entre las variables, esto es el concreto estructural como variable dependiente y el agregado grueso reciclado.,

En la segunda parte, se indicará el proyecto de investigación, para esto se generalizarán los datos de los resultados de la.

Lo mencionado en los dos párrafos anteriores se sustentan indicando el nivel de validez y mostrando la confiabilidad de la investigación, todo con la documentación fiable.

Como la investigación es cuantitativa, se usará el método descriptivo y deductivo. Y se recogerá data cuantitativa en relación con las variables, con lo cual se logrará los objetivos propuestos, es decir, establecer la eficacia de usar el agregado grueso reciclado en una nueva mezcla de concreto estructural.

### **3.7 Aspectos éticos**

En esta investigación se ha realizado búsquedas en bases de datos indexadas y en fuentes fidedignas. Se ha realizado el citado correspondiente respetando la propiedad intelectual y los derechos de autor, tanto en las tesis nacionales e internacionales, así como en los libros de metodología y los textos sobre la teoría del concreto que se han consultado como fuentes investigativas. Además también se han citado los enunciados de la gran variedad de artículos científicos consultados, garantizando la calidad ética de la investigación, citando las fuentes de donde se obtuvieron estas informaciones, elaboradas y definidas con el concepto de la moral en las acciones realizadas colocando a los autores entre nuestras Referencias

## **IV. RESULTADOS**

Aquí describiré como se efectuaron las pruebas y ensayos en el laboratorio WAC INGEO SAC, Ingeniería y Geotécnica, ubicado en la Urbanización los Jazmines de Naranjal, calle Las Magnolias Mz. H, lote 3, en San Martin de Porres (Figura 1). Para este proceso se tuvo como referente la teoría y los métodos del comité 211 de diseño del ACI, relacionado con el diseño de una mezcla de concreto para una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Las probetas serán a los 7, 14 y 28 días de curado para proceder a la rotura mediante el ensayo de compresión



Figura 1. Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto

Para la mezcla en este proceso se utilizó, cemento andino, arena gruesa, agregado grueso natural, agregado grueso reciclado, para muestras con 100% de agregado natural, otros de 30 %, 50 % y 70% de agregado grueso reciclado respectivamente reemplazando al agregado grueso natural, para cada ensayo, pasando a mostrar los resultados de cada ensayo, que se encuentran avalados por los certificados de validez-confiabilidad de los instrumentos utilizados para las respectivas pruebas

#### 4.1 DISEÑO DE MEZCLA

Para el diseño de la mezcla se siguió un orden con criterio para una buena dosificación, como se indicó en el Objetivo General, que es “Evaluar la resistencia de la mezcla del concreto de resistencia 210Kg/cm<sup>2</sup>, incorporando agregado grueso reciclado” ya que para seleccionar sus componentes deben tener propiedades requeridas para su estado sólido y antes se debe realizar los cálculos para su trabajabilidad en estado fresco, por ejemplo la selección del asentamiento que mide la consistencia del concreto es estado fresco, (Tabla 2), selección del tamaño de los agregados, estimación del contenido de agua y aire, determinada la

resistencia del concreto a diseñar, en este caso es húmeda con valores de asentamiento entre 3" y 5", para una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, relación agua- cemento, se mide también por la durabilidad y el uso que se le va a dar, valores bajos disminuyen la penetración de líquidos agresivos, debiendo estar entre los valores medios de 0.3 y 0.8 A/C.

**Tabla 2.** *Consistencia del concreto en estado fresco*

<b>ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA CONCRETOS FRESCOS DE DIFERENTES GRADOS DE TRABAJABILIDAD</b>		
<b>CONSISTENCIA</b>	<b>ASENTAMIENTO</b> En pulgadas	<b>TIPO DE ESTRUCTURA Y CONDICIONES DE COLOCACIÓN</b>
Muy seca	0 – 3/4"	Pilotes o vigas prefabricadas de alta resistencia con vibradores
Seca	3/4" – 1.5."	Pavimentos con Maquinaria vibratoria de terminado
Semi seca	1.5" - 2 "	Pavimentos con vibraciones normales, cimientos de concreto simple, losas medianamente reforzadas con vibración
Media	3" - 5"	Pavimentos compactados a mano, secciones con demasiado refuerzo, columnas, vigas, muros reforzados

Fuente: Parra Maya, asentamientos requeridos para el concreto

Para el cálculo del cemento medimos el contenido de agua entre la relación agua cemento luego se debe hallar el volumen de cemento por m<sup>3</sup>, para luego dividir en kilogramos por la densidad del ensayo, Proporción de agregados, esto se logra con la sumatoria de los agregados teniendo el porcentaje de agregado multiplicado por los pesos específicos respectivos cuyos resultados los vemos en la Tabla 3



**Tabla 3.** Diseño de mezcla por el método del comité 211-ACI

<b>DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO DEL COMITÉ 211-ACI</b>
---

**1. DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO**

RESISTENCIA  
SOLICITADA

F'c	210
ASENT.	3-4 pulg.

ENSAYOS FÍSICOS	Agregado. Grueso	Agregado.Fino
TAM.MAX.NOMINAL	3/4"	
MODULO DE FINEZA		2.99
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1,533	1,689
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	1,572	1,705
PESO ESPECIFICO DE LA MASA	2,62	2.52
% DE ABSORCION	0.54	1.61
% HUMEDAD	0.29	0.74
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.11	
CEMENTO ANDINO	<b>TIPO (I)</b>	

Fuente: laboratorio WRC INGEO SAC

## 2. RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

## 3. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA x 1m<sup>3</sup> (TMN VS SLUMP)

Agua en litros = 205

## 4. RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.56$$

## 5. FACTOR CEMENTO (C=A/R)

$$C = \boxed{367} \text{ Kg.M}^3$$

$$\boxed{8.6} \text{ Bolsas-M}^3$$

## 6. AGREGADO GRUESO x M<sup>3</sup>

Peso Unitario Compactado x Factor F = (TMN vs MF)

$$1572 \times 0.60 = \boxed{945} \text{ Kg}$$

## 7. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

$$\% \text{ Aire} = \text{TMN} \quad 2.5$$

## 8. VOLÚMENES ABSOLUTOS

	<b>Peso Kg</b>	<b>Volumen M<sup>3</sup></b>		
Cemento	<table border="1"><tr><td>367</td></tr></table>	367	<table border="1"><tr><td>0.118</td></tr></table>	0.118
367				
0.118				
Agua	<table border="1"><tr><td>205</td></tr></table>	205	<table border="1"><tr><td>0.205</td></tr></table>	0.205
205				
0.205				
Aire	<table border="1"><tr><td>2.5</td></tr></table>	2.5	<table border="1"><tr><td>0.025</td></tr></table>	0.025
2.5				
0.025				
Ag. Grueso	<table border="1"><tr><td>945</td></tr></table>	945	<table border="1"><tr><td>0.361</td></tr></table>	0.361
945				
0.361				
	Suma Valores	<table border="1"><tr><td>0.709</td></tr></table>	0.709	
0.709				

## 9. AGREGADO FINO x M<sup>3</sup>

Peso Específico de la Masa x 1 - (Suma de Valores Absolutos)

Volumen del Agregado Fino	=	1	-	0.709
Volumen del Agregado Fino				0.291

Peso del Agregado Fino = 

734
-----

 Kg

**10. DISEÑO SECO x M<sup>3</sup>**

en Kg.

Cemento	367	Kg
Agua	205	Kg
Agregad Grueso	945	Kg
Agregado Fino	734	Kg
Suma de valores	2251	Kg

**11. CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado Grueso

$945 \times 0.29 =$ 

948
-----

 Kg

Agregado Fino

$$734 \times 0.74 = \boxed{739} \text{ Kg}$$

## 12. AGUA EFECTIVA

Aporte Agregado Grueso (Ab - %W)

$$948 \times 0.54 \times 0.29 = \boxed{2.4}$$

Aporte Agregado Fino

$$739 \times 1.61 \times 0.74 = \boxed{6.4}$$

Aporte total de agua =  $\boxed{8.8}$

Agua Efectiva  $205 + 8.8 = \boxed{214} \text{ Lt.M}^3$

## 13. DISEÑO HÚMEDO x M3

Cemento	367	kg
Agua	214	lt
Agregado fino	948	kg
Agregado grueso	739	kg
	2268	

## 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN

Lt/Saco

Cemento	1
Agregado fino	2.6
Agregado Grueso	2
Agua	24.7

### 15. PROPORCIÓN EN SECC

Cemento	42.5	Kg
Agregado fino	109.4	Kg
Agregado Grueso	84.9	Kg
Agua	24.7	Lt

### 16. RELACIÓN DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relación A/C de diseño	0.56
Relación A/C efectiva	0.58

Del diseño de mezclas vemos que la resistencia será para 210 Kg/cm<sup>2</sup>, con un asentamiento entre 3" y 4" pulgadas, para el agregado grueso su tamaño nominal será de ¾", el módulo de fineza del agregado fino será de 2.99, el peso específico de la masa del agregado grueso de 2.62 N/m<sup>3</sup> y el del agregado fino de 2.52 N/m<sup>3</sup>, con una absorción del agregado grueso de 0.54 % y 1.61% para el agregado fino, el porcentaje de humedad del agregado grueso de 0.29 % y para el fino de 0.74 %, utilizando para 1 m<sup>3</sup> el diseño de la mezcla, la proporción indicada será de: cemento andino de 367 Kg, agua 214 lt., agregado fino 948 Kg. Y para el agregado

grueso 739 Kg. En nuestro caso usamos el 10% de las cantidades para las probetas de los ensayos de compresión

De acuerdo al resultado utilizaremos el 10 % de las proporciones para cada agregado, Luego de tener los resultados del diseño de mezcla de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>, pasamos a realizar una muestra proporcional para nuestros testigos cilíndricos de .10 x .20 m. Utilizando el 10% de los valores por m<sup>3</sup>.

#### **4.2 CALCULO DE MATERIALES PARA LAS MEZCLAS EN PROPORCIONES PARA LAS PROBETAS**

Mezcla para probetas cilíndricas 10 x 20 cm, concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>

$$V = \pi \times r^2 \times h$$

$$V = 3.1416 \times (0.05)^2 \times 0.20$$

$$V = 0.001570 \times 6$$

$$V = 0.00942 \text{ m}^3 + 15\% \text{ desperdicio} = 0.010 \text{ m}^3$$

De mezcla del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para las probetas cilíndricas de 0.10 x 0.20m y para el agua por tener mayor absorción los agregados reciclados se le adicionó un 5% de la cantidad de proporción en seco.

Para seguir con los objetivos el primero será el de analizar el porcentaje de agregado grueso reciclado, en el diseño de concreto para optimizar una resistencia mayor a 210Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que se ha realizado una muestra llamada patrón al 100% de agregado natural para compararlas con 3 muestras de diferentes porcentajes de agregados reciclados añadidos y que reemplazan al agregado natural en las proporciones indicadas en las siguientes tablas.

En la Tabla 4, se muestra las proporciones en peso de los componentes de la muestra, para realizar el ensayo de compresión del testigo patrón con las proporciones adecuadas para los testigos necesarios a los 7, 14, y 28 días, al 100% de todos los componentes de la mezcla

**Tabla 4.** Probeta con 100% de agregado grueso natural

Volumen	1 m <sup>3</sup>	0.010 m <sup>3</sup>
Cemento	367 kg	3.67 kg
Agua	214 lt.	2.14 lt
Agregado Fino	948 kg	9.48 kg
Agregado Grueso natural	739 kg	7.39 kg

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 5, se muestra las proporciones en peso de los componentes de la muestra, para realizar el ensayo de compresión del testigo con el reemplazo del 30 % de agregado grueso reciclado, de la muestra anterior, y emplear las cantidades adecuadas para los testigos necesarios a los 7, 14, y 28 días, con el 70 % de agregado natural

**Tabla 5.** Probetas al 30% agregado grueso reciclado y 70% agregado grueso natural

Cantidades a utilizar	%	peso
Cemento	100	3.67 kg
Agua	105	2.24 lt
Agregado Fino	100	9.48 kg



Agregado Grueso Reciclado	30	2.217 kg
Agregado Grueso Natural	70	5.173 kg

Fuente: Elaboración Propia

También como la segunda muestra henos tomado la muestra de partes iguales de agregado grueso reciclado y agregado grueso natural, y una disminución del contenido de agua tal como se ve en la Tabla 6, manteniendo los otros componentes con porcentajes al 100 %

**Tabla 6.** *Probetas al 50% de agregado grueso reciclado y 50% de agregado grueso natural*

	%	peso
Cemento	100	3.67 kg
Agua	105	2.24 lt
Agregado Fino	100	9.48 kg
Agregado Grueso Reciclado	50	3.695 kg
Agregado Grueso Natural	50	3.695 kg

Fuente: Elaboración Propia

Completando el planteamiento del primer objetivo específico, se completó las muestras al 70 % del agregado grueso reciclado con 30 % de agregado grueso

natural, tal como se muestra en la Tabla N° 7 y manteniendo el 100 % de los otros componentes

**Tabla 7.** *Probetas el 70% agregado grueso reciclado*

y 30% agregado grueso natural

	%	peso
Cemento	100	3.67 kg
Agua	105	2.24 lt
Agregado Fino	100	9.48 kg
Agregado Grueso Reciclado	70	5.173 kg
Agregado Grueso Natural	30	2.217 kg

Fuente: Elaboración Propia

## **4.2 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS**

Como segundo objetivo que es el de precisar la eficacia de los agregados gruesos reciclados en la propiedades físicas del concreto de resistencia 210Kg/cm<sup>2</sup>, pasamos a analizar los agregados; Los agregados cubren entre el 55 y 80 % del volumen del concreto y tiene que poseer una gradación para su masa de tal forma que los vacíos entre ellos se llenen con arenas de tamaño reducido, por lo que en su proporción existen agregados finos y gruesos, los agregados gruesos naturales están conformados por piedra triturada de cantera y los agregados reciclados son producto de obras de demolición (ver Figura 2) testigos utilizados, los agregados finos son de partículas naturales de arena gruesa



*Figura 2. Vivienda en demolición en Surco*

### **4.3 Contenido de Humedad (ASTM D-2216 y NTP 339.185)**

Para hallar el contenido de humedad se tomó una muestra del agregado, determinando su masa húmeda (Mh), luego se realizó el secado al horno por 24 horas, dejando enfriar entre 2 y 3 horas y la pérdida de su peso al estar seca (Ms) nos permite hallar su porcentaje de humedad del agregado fino de 0.74 % y para el agregado grueso de 0.29 %

### **4.4 Análisis Granulométrico por Tamizado**

La norma técnica peruana NTP 400.037,2014 da las condiciones para el correcto tamizado de los agregados finos y gruesos, asegurando los materiales apropiados para los restrictivos límites y las impurezas no modifiquen el aspecto de la mezcla del concreto, para ello se utilizó las muestras de los agregados, una balanza de precisión, el juego de tamices (ver fig. 3) y un horno a una temperatura de 110° centígrados, tanto para los agregados fino y grueso, llevado al horno y luego de 24 horas para llevarlos al juego de tamices, iniciando para los agregados fino en la malla # 4 y termina en la malla # 100 y su fondo, y para los agregados gruesos desde la malla 1" a la malla # 4 y su fondo, el tamizado no estuvo un tiempo mayor de 15 minutos, procedimos a realizar su pesado retenido en cada malla y registrado

ver Tabla N° , luego se calculó el porcentaje del peso retenido dividiendo el peso retenido en cada malla entre el peso total retenido multiplicando por 100 y luego se procedió hacer la curva granulométrica según la ASTM C 33 de los límites normalizados.



*Figura 3. Tamizado de agregados*

Para llevar a cabo estos ensayos primero se realizó el cuarteo de las muestras de agregados gruesos y finos, de acuerdo a la Norma NTP 400.037, donde se describe el procedimiento del ensayo, luego pasamos por los diferentes tamices y proceder a tomar nota del material retenido en cada uno de ellos y analizar los porcentajes acumulados (ver Tabla N°8) en este caso el material es el agregado grueso de piedra chancada, utilizando un peso inicial húmedo en gramos de 2,600, %W= 0.29, peso inicial seco 2592.5 gr.

**Tabla 8.** *Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso*

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>
---

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIF. HUSO S6
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	

2"	50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.5	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
1/2"	12.50	115.0	4.43	4.43	95.57	90 - 100
3/8"	9.53	1273.6	49.01	53.44	46.56	40 - 70
N° 4	4.76	998.0	38.40	91.84	8.16	0 - 15
N° 8	2.38	212.0	8.16	100.00	0.00	0 - 5
FONDO						

Fuente: Datos de laboratorio WRC INGEO SAC

Como se aprecia en la gráfica de la figura 4, vemos que el ensayo de la granulometría los valores hallados en el material retenido, la mayor cantidad de porcentaje (91.84%) está dentro de los rangos establecidos por la Norma, lo que nos permite utilizar este agregado para hacer la mezcla para el concreto y hallar luego, cuál será el valor obtenido en el ensayo de resistencia a la compresión.

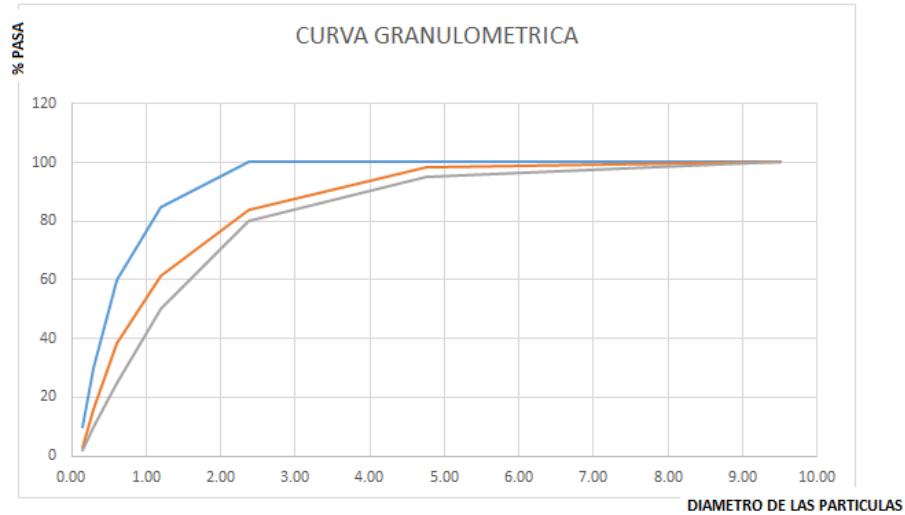


Figura 4. Curva granulométrica del agregado grueso

Para el agregado fino, realizamos el cuarteado de acuerdo a la Norma NTP 400.037 (Figura 4) luego de llevarlo a los tamices, anotar los resultados en una tabla.



Figura 4 Cuarteado de agregado fino

Aquí vemos el análisis del agregado fino, (Tabla 9) el material retenido desde la malla N° 4 hasta el número 100 y los porcentajes acumulados, iniciaremos con un peso húmedo de 812.3 gr. Con un porcentaje W de 0.74, y un peso inicial seco de 806 gr, con MF = 2.99

**Tabla 9.** Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIF. HUSO NTP 400,037
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	

1/2"	12.50					
	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
N°4	4.76	12.30	1.5	1.5	98.5	100 - 95
N°8	2.38	117.30	14.5	16.0	84.0	100 - 80
N°16	1.19	181.20	22.5	38.5	61.5	85 - 50
N°30	0.60	187.60	23.3	61.8	38.2	60 - 25
N°50	0.30	180.20	22.3	84.1	15.9	30 - 10
N°100	0.15	104.30	12.9	97.0	3.0	10 - 2
FONDO		0.0	0.0	0.0	100.0	0 - 0

Fuente: Resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

En la tabla 9, Se aprecia que los mayores porcentajes quedan retenidos en la malla N° 30 (61.8%), la malla N° 50 (84,.1 %) y la malla N°100 (97%), lo que nos muestra que el agregado fino se encuentra entre los valores aptos para continuar con nuestros ensayos, tal como lo muestra la Figura 5 de la curva granulométrica del agregado fino.

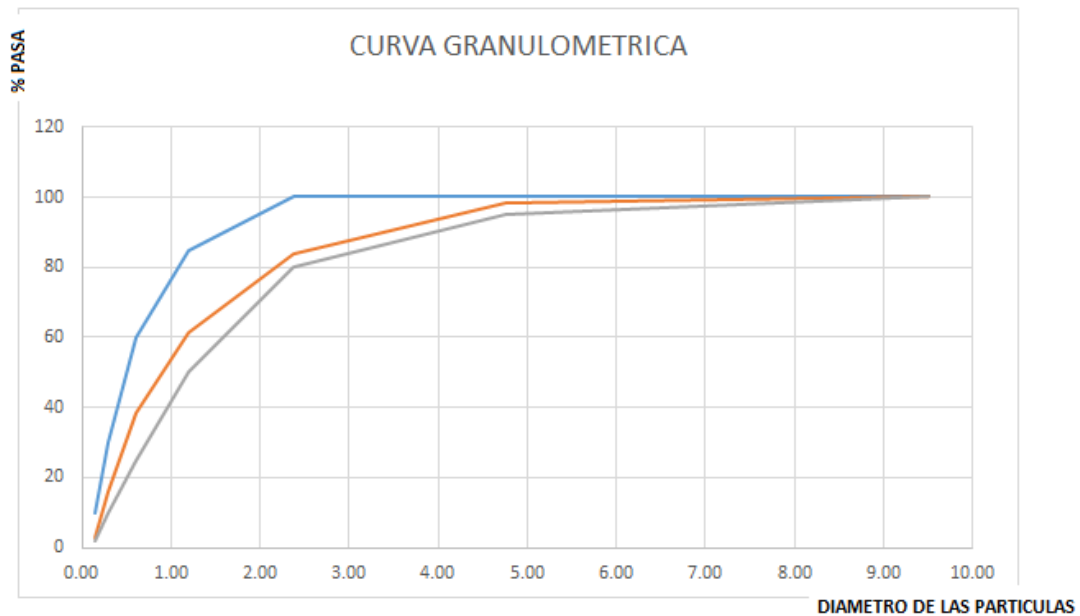


Figura 5. Curva granulométrica del agregado fino

En la figura 5, vemos que la curva granulométrica, se encuentra entre los valores aptos para continuar con el ensayo

#### 4.5 Determinación de la Consistencia- CONO DE ABRAMS (ASTM C-143)

Este ensayo lo realizamos para determinar la consistencia de la mezcla del concreto fresco, primero se coloca el cono en una superficie plana y se fija utilizando los pies sobre las salientes del cono y se va llenando este con el concreto fresco en capas, cada una de estas 3 capas se asienta con la varilla usando entre 20 a 25 movimientos parejos por cada capa, hasta bastar el cono y con la misma varilla rasar la superficie y levantar sin retirar los pies de la base del cono, para luego medir la longitud del asentamiento en pulgadas (Figura 6)

Donde anotamos el asentamiento después de medir con una cinta métrica metálica el valor obtenido en este caso es de 3. 7/8" pulgadas, para el agregado reciclado al 30% fue de 4.1/4" pulgadas de asentamiento, este valor se encuentra dentro del límite permisible que nos dice la Norma ASTM C94





Figura 6. Cono de Abrams y medición de asentamiento

#### 4.6. ENSAYO DE ABRASIÓN - MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)

Para determinar la resistencia al desgaste de los agregados se utilizó el ensayo de abrasión utilizando la máquina de los Ángeles, con una carga abrasiva determinada por esferas (Figura 7)



Figura 7 Máquina de los Angeles y carga abrasiva



Que nos da un resultado en la malla N°3/8 de 44.8 % del material retenido y la malla N°4 del 40 % como los mayores valores, encontrándose dentro de los valores especificados

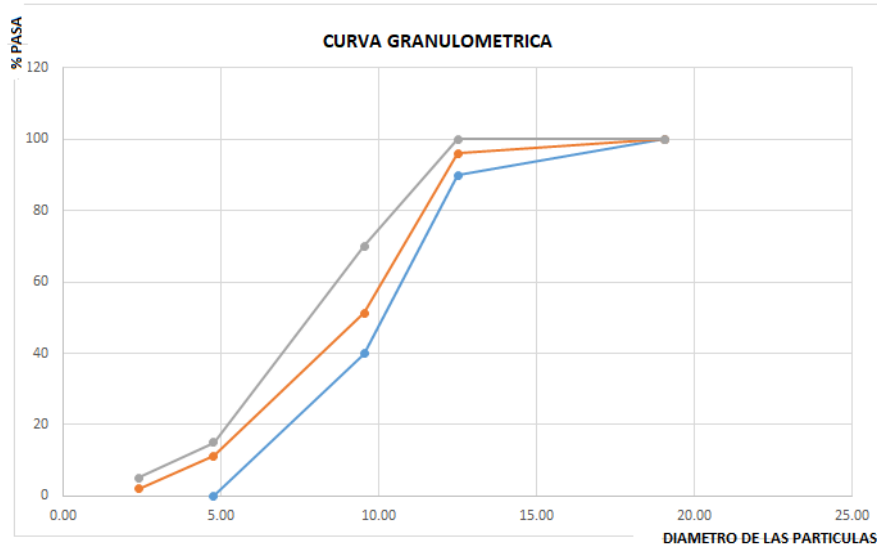


Figura 8. Curva granulometrica del agregado

En la figura 8 se aprecia la curva granulometrica del agregado , mostrandose que estan dentro de los valores establecidos

La siguiente tabla (Tabla 11 y Tabla 12) muestra los resultados obtenidos luego de realizar el ensayo de abrasión de los Ángeles

**Tabla 11. Abrasión de agregado grueso natural**

Muestra: Piedra Chancada de 1/2" natural

<b>ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES</b>
--------------------------------

Gradación Empleada	B
Número de Revoluciones	500
Peso Inicial (gr)	5000
Retenido en la Malla N°12	4110
Coeficiente de Desgaste (%)	17.8

Fuente: Resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

**Tabla 12.** *Ensayo de desgaste del Agregado grueso reciclado*

<b>ENSAYO DE DESGASTE DE AGREGADOS (NORMA ASTM C – 131)</b>
---

Muestra: agregado grueso Reciclado ½"

<b>ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES</b>	
Gradación Empleada	B
Número de Revoluciones	500
Peso Inicial (gr)	5000
Retenido en la Malla N°12	3430
Coeficiente de Desgaste (%)	31.4

Fuente: Resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

El agregado natural tiene un coeficiente desgaste de 17.8 % frente al coeficiente de desgaste del agregado reciclado, de 31.4 %, los valores esperados del coeficiente de abrasión se sitúan en un margen entre 25 y 42 % para el agregado grueso, esto es dependiendo de la mezcla adherida y del tamaño del agregado dentro de las propiedades físicas del agregado la Norma ASTM C33-03-2003 señala el límite

máximo de pérdida por abrasión de 50 % , encontrándose el agregado reciclado que si cumple con la norma

#### **4.7. Densidad aparente y Absorción del Agregado Grueso (ASTM C-127)**

Estos datos del ensayo nos permitieron determinar la densidad aparente y absorción del agregado grueso, para lo cual tomamos una 1/2 parte restante del cuarteado, la lavamos y dejamos en reposo por 1 día a la temperatura ambiente, luego la dejamos escurrir y secamos con un trapo limpio y la pesamos la muestra saturada y seca en una balanza, la colocamos en una canastilla y la sumergimos en agua, la pesamos, y nuevamente la secamos en un horno a temperatura de 110°C, pesándola para saber su peso seco, estos datos los anotamos para determinar la densidad aparente y el porcentaje de absorción del agregado grueso. La densidad de los agregados reciclados debe ser menor que el agregado natural, y la absorción también será más baja por su porosidad, ya que el mortero adherido es menos denso que en los agregados naturales, estas propiedades físicas son muy importantes para establecer límites en la absorción densidad y porosidad para el uso en concreto para que los agregados no puedan tomar excesiva humedad y suceda una alteración en los valores de resistencia y asentamiento

#### **4.8 Peso Unitario (ASTM C-29) agregado grueso**

En las tablas 13 y 14, se muestra los resultados de laboratorio del agregado grueso suelto y el compacto

**Tabla 13.** *Peso unitario suelto del agregado grueso*

<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO (ASTMD C 29/ NTP 400.017)</b>	
--	--

Material: Piedra

Suelta

MUESTRA N°		M-1	M-2	M-3
------------	--	-----	-----	-----

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	9040	9052	9022
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1-2)	gr	3190	3202	3172
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	1534	1539	1525

PROMEDIO		gr/cc	1.533		
----------	--	-------	-------	--	--

Fuente: Resultados de laboratorio WRC INGENIERIA SA

**Tabla 14.** *Peso unitario compactado del agregado grueso*

Material: Piedra

Compacto

MUESTRA N°		M-1	M-2	M-3
------------	--	-----	-----	-----

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	9162	9101	9096
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1-2)	gr	3312	3251	3246
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1592	1563	1561

PROMEDIO		gr/cc	1.572		
----------	--	-------	-------	--	--

Fuente: Resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

El peso unitario promedio de la muestra suelta nos da un resultado de 1.533 gr/cc y el peso promedio de la muestra compacta de 1.572 gr/cc, hallando se una diferencia de 39 gr/cc que significa el volumen de vacíos de aire que ocupa el agregado al realizar la muestra

#### 4.8 Peso unitario agregado fino

En las tablas 15 y 16, se muestra los resultados de laboratorio del agregado fino suelto y el compacto.

**Tabla 15. Peso unitario suelto del agregado fino**

<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO</b>					
(ASTMD C 29/ NTP 400.017)					
Material:		Arena Gruesa	Suelto		
MUESTRA N°		M-1	M-2	M-3	
1	Peso de la Muestra + Molde	cc	9362	9374	9351
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1-2)	gr	3512	3524	3501
4	Constante del Molde	cc	0.71	0.71	0.71
5	Volumen del Molde	gr/cc	2080	2080	2080
6	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	1.688	1.694	1.683
PROMEDIO		gr/cc	1.689		

--	--

Fuente: Resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

**Tabla 16. Peso unitario compacto del agregado fino**

Material: Arena Gruesa Compacto

MUESTRA N°		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Molde cc	9386	9411	9392
2	Peso del Molde gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1-2) gr	3536	3561	3542
4	Constante del Molde cc	0.71	0.71	0.71
5	Volumen del Molde gr/cc	2080	2080	2080
6	Peso Unitario Compactado de la Muestra gr/cc	1.700	1.712	1.703

PROMEDIO	gr/cc	1.705
----------	-------	-------

Fuente: Resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

El peso unitario promedio de la muestra suelta nos da un resultado de 1.689 gr/cc y el peso promedio de la muestra compacta de 1.705 gr/cc, hallando se una diferencia de 16 gr/cc que significa el volumen de vacíos de aire que ocupa el agregado fino al realizar la muestra, verificándose que el agregado fino tiene menor número de vacíos de aire que el agregado grueso, los valores cumplen con la Norma ASTM C 38 y NTP 339.046



#### 4.10. Peso Específico

El ensayo del peso específico nos permitió verificar la relación entre el volumen y peso ya que además es un indicador de la calidad y solidez de los agregados, en la Tabla 17, se muestra los resultados a que fueron sometidos el agregado grueso

**Tabla 17. Peso específico del Agregado grueso**

<b>PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (ASTMD C 127-2007 / NTP 400.021:2002)</b>				
--	--	--	--	--

Material: Piedra

MUESTRA N°		M-1	M-2	
1	Peso gr	2950.8	2950.6	
2	Peso de la Muestra S.S.S gr	3000.5	3000.4	
3	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla gr	1905.2	1902.8	
4	VOLUMEN gr	1095.3	1097.6	
5	Peso Específico de la Muestra S.S.S gr	2.74	2.73	
6	Peso Específico de la Muestra S.S.S gr	2.69	2.69	
7	Peso Específico después del horno gr	2874.3	2873.9	
8	Peso Específico de la muestra gr/cc	2.62	2.62	
PROMEDIO		2.62		

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

Se analizaron 2 muestras del agregado grueso natural en la cual nos muestra los valores del peso de la muestra seca 2,950 gr, luego de saturada 3000.5 gr, después del proceso de secado al horno de un día, dejándose secar naturalmente, (ver figura 9). Dando por resultado del laboratorio un promedio de 2.62 gr/cc, que nos permitió conocer la cantidad de agua que absorberá el agregado en la mezcla.



Figura 9. Agregado grueso en reposo por 24 horas

Para el agregado fino (tabla 18) se muestran los resultados de absorción

**Tabla 18.** *Peso específico del agregado fino*

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO**  
(ASTMD C 128-2007 / NTP 400.022:2002)

Material: Arena

Peso Muestra S.S.S: 500 gr

MUESTRA N°		M-1	
------------	--	-----	--

1	Peso de la Arena S.S.S + Peso Balón + Peso Agua gr		985.7
---	---	--	-------

2	Peso de la Arena S.S.S + Balón	Peso gr	673.3	
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	gr	312.4	
4	Peso Arena Seca Horno + Balón	Peso gr	665.4	
5	Peso del Balón	gr	173.3	
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A= 4-5)	gr	492.1	
7	Volumen del Balón (V= 500 )	cc	500.0	

RESULTADOS:

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M = A / (V-W))	gr/cc	2.623	
PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S (P.E.M. S.S.S.=500 / (V-W))	gr/cc	2.665	
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A = A / [(V-W)-(500-A)])	gr/cc	2.738	
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A) /A*100]	%	1.61	

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

De acuerdo a los resultados mostrados por el ensayo del laboratorio el porcentaje de absorción será de 1.61 % en los agregados finos.

#### 4.11. Ensayo de resistencia a la Compresión

El tercer objetivo es el de verificar las propiedades mecánicas del agregado grueso reciclado, En los estudios, se ha demostrado que la calidad, resistencia y especificaciones del concreto utilizado para la elaboración del concreto reciclado con mezclas agregadas al agregado natural inciden en el comportamiento de la resistencia del nuevo concreto reciclado, cuando se utiliza concreto de alta resistencia proveniente de la demolición de estructuras, en este caso se utilizara agregado natural de una cantera del distrito de San Martin de Porres y agregado reciclado proveniente de las estructuras de vigas y columnas de una demolición en el distrito de Surco y restos de testigos de concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> empleados en una construcción vecina de la demolición.

En la Figura 10 mostramos los testigos ya preparados para llevarlos a la poza de fraguado a esperar los 7, 14 y 28 días respectivamente de fraguado



Figura 10. Testigos para llevar al fraguado

Luego de este proceso mostramos los resultados obtenidos a los 7 días de fraguado en la tabla 15 al 100% de agregado natural de los ensayos de rotura por compresión.

**Tabla 19.** Resultados de los ensayos de rotura por compresión a los 7 días

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, AG natural y Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS</b>
<b>ASTM C 39</b>

Nro. De Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'C
1	Patrón 100% natural	24/09/20	01/10/20	7	140.44	14321	182	87

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla 19 nos muestra que la resistencia del testigo patrón alcanzo un valor de carga máxima de 140.44 KN lo cual equivale a una resistencia a la compresión de  $F_c = 182 \text{ Kg/cm}^2$  es decir un 87 % de su valor esperado, no cumpliendo aun con la resistencia solicitada por el tiempo de fraguado.

Para una mezcla con 30 % de reemplazo de agregado grueso reciclado en el agregado natural, los resultados son:

**Tabla 20.** Resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado

DISEÑO:  $F'_{c} = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, agregado natural (70%), agregado reciclado (30%), Arena Guesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS</b>								
<b>ASTM C 39</b>								

Nro. De Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kg)	$F'_{c}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	% $F'_{c}$
1	Patrón (30% reciclado)	24/09/20	01/10/20	7	142.94	14576	186	89

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla 20, nos muestra que la resistencia del testigo a los 7 días de fraguado con 30 % de Agregado grueso reciclado como reemplazo de agregado natural, alcanzo un valor  $F_c = 188 \text{ Kg/cm}^2$  es decir un 89 % de su valor, ligeramente por encima del 100% del agregado natural

Para una mezcla con 50 % de agregado reciclado y 50% de agregado grueso reciclado en el natural los resultados son:

**Tabla 21.** Resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, agregado natural (50%), agregado reciclado (50%), Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS</b>
<b>ASTM C 39</b>

Nro. De Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kg)	$F'_C$ (kg/cm <sup>2</sup> )	% $F'_C$
1	Patrón (50% reciclado)	24/09/20	01/10/20	7	137.26	13996	178	85

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla N° 21 nos muestra que la resistencia del testigo con 50 % de Agregado grueso reciclado, alcanzo un valor de su resistencia a la compresión de  $F_c = 178 \text{ Kg/cm}^2$  es decir un 85 % de su valor esperado, siendo ligeramente más bajo que la mezcla con 30% de agregado grueso reciclado

Para una mezcla con 70 % de reemplazo de agregado reciclado en el agregado natural I los resultados son:

**Tabla 22.** Resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, AGN 30%, AGR 70%, Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS								
ASTM C 39								

Nro. De Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'C
1	Patrón (70% reciclado)	24/09/20	01/10/20	7	131.22	13381	170	81

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC



La Tabla N° 22, nos muestra que la resistencia del testigo con 70 % de Agregado grueso Reciclado, y 30 % de agregado grueso natural, alcanzo un valor de resistencia a la compresión de  $F_c = 170 \text{ Kg/cm}^2$  es decir un 81 % de su valor esperado, siendo este valor más bajo que las tres mezclas anteriores, pero encontrándose aun en los límites esperados

Para una mezcla con 100 % de agregado grueso natural, los resultados a los 14 días son

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, AGN 30%, AGR 70%, Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

**Tabla 23.** Resistencia a la compresión a los 14 días

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS</b>								
<b>ASTM C 39</b>								

Nro.de Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'C
1	Patrón 100% natural	24/09/20	08/10/20	14	158.87	16200	206	98

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla N° 23, nos muestra que la resistencia del testigo con 100 % de Agregado natural, alcanzo un valor  $F_c = 206 \text{ Kg/cm}^2$  es decir un 98 % de su valor esperado

Para una mezcla con 30% de agregado natural y 70 % de reemplazo de agregado reciclado en el natural a los 14 días, los resultados son

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, AGN 30%, AGR 70%, Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

**Tabla 24.** Resistencia a la compresión a los 14 días

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS</b>								
<b>ASTM C 39</b>								

Nro.de Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'C
1	Patrón (30% Reciclado)	24/09/20	08/10/20	14	163.71	16694	213	101

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla N° 24, nos muestra que la resistencia del testigo con 70 % de Agregado grueso natural, y 30% de agregado grueso reciclado, alcanzo un valor para la resistencia a la compresión de  $F_c = 213 \text{ Kg/cm}^2$  es decir que es un concreto superior al  $210 \text{ Kg/cm}^2$

Para una mezcla con 50% de agregado natural y 50 % de agregado reciclado, a los 14 días, los resultados son:

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, AGN 50%, AGR 50%, Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

**Tabla 25.** Resistencia a la compresión a los 14 días

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS</b>								
<b>ASTM C 39</b>								

Nro.de Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F´C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F´C
1	Patrón (50% Reciclado)	24/09/20	08/10/20	14	154.05	15708	200	95

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla N° 25, nos muestra que la resistencia del testigo con 50 % de Agregado grueso natural, y 50% de agregado grueso reciclado, alcanzo un valor de resistencia a la compresión de  $F_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$  es decir un 95% de valor esperado a los 14 días de fraguado

Para una mezcla con 30% de agregado grueso natural y 70 % de agregado grueso reciclado, a los 14 días, los resultados son

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, AGN 30%, AGR 70%, Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

**Tabla 26.** Resistencia a la compresión a los 14 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS								
ASTM C 39								

Nro.de Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'C
1	Patrón (70% Reciclado)	24/09/20	08/10/20	14	147.56	15047	192	91

Fuente: Resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla N° 26, nos muestra que la resistencia del testigo con 30 % de Agregado grueso natural, y 70% de agregado grueso reciclado, alcanzo un valor de

resistencia a la compresión de  $F_c = 192 \text{ Kg/cm}^2$  es decir un 91 % del valor esperado, siendo este valor el más bajo de los testigos a los 14 días

Para una mezcla con 100% de agregado natural, a los 28 días, los resultados son

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL Cemento, AG natural y Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

**Tabla 27.** Resistencia a la compresión a los 28 días

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS</b>								
<b>ASTM C 39</b>								

Nro.de Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'C
1	Patrón	24/09/20	22/10/20	28	208.35	21245	271	129

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla N° 23, nos muestra que la resistencia del testigo con 100 % de Agregado natural, alcanzo un valor  $F_c = 271 \text{ Kg/cm}^2$  es decir que es un concreto superior al  $210 \text{ Kg/cm}^2$

Para una mezcla con 30% de agregado natural y 70 % de agregado reciclado, a los 28 días, los resultados son

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, AGN 30%, AGR 70%, Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

**Tabla 28.** Resistencia a la compresión a los 28 días

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS</b>								
<b>ASTM C 39</b>								

Nro.de Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F´C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F´C
1	Patrón (30 % reciclado)	24/09/20	22/10/20	28	210.63	21478	273	130

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla N° 28, nos muestra que la resistencia del testigo con 70 % de Agregado natural, y 30% de agregado reciclado, alcanzo un valor  $F_c = 273 \text{ Kg/cm}^2$  superando el valor esperado.

Para una mezcla con 50% de agregado natural y 50% de agregado reciclado, a los 28 días se consiguió lo siguiente:

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, AGN 50%, AGR 50%, Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

**Tabla 29.** Resistencia a la compresión a los 28 días

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS</b>								
<b>ASTM C 39</b>								

Nro. De Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'C
1	Patrón (50 % reciclado)	24/09/20	22/10/20	28	197.04	20092	256	122

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGENIERIA SAC

La Tabla N° 25, nos muestra que la resistencia del testigo con 50 % de Agregado natural, y 50% de agregado reciclado, alcanzo un valor  $F_c = 256 \text{ Kg/cm}^2$  superando el valor esperado.

Para una mezcla con 30% de agregado natural y 70 % de agregado reciclado, a los 28 días, los resultados son:

DISEÑO:  $F'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$

MATERIAL: Cemento, AGN 30%, AGR 70%, Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA: Cilíndrica de 10 x 20 centímetros

**Tabla 30.** Resistencia a la compresión a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	
ASTM C 39	

Nro. De Testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'C
1	Patrón (70 % reciclado)	24/09/20	22/10/20	28	178.29	18180	231	110

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla N° 26, nos muestra que la resistencia del testigo con 30 % de Agregado natural, y 70% de agregado reciclado, alcanzo un valor  $F_c = 231 \text{ Kg/cm}^2$  superando el valor esperado





Figura 11. Ensayo de roturas de testigos por compresión

## RESUMEN DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN

De esta manera tendremos las 4 muestras de mezclas del concreto con incorporación de agregado grueso reciclado en los porcentajes indicados que se muestra en la Tabla N° 27, donde se aprecia cómo se han ido incrementado los valores de resistencia a la compresión al paso de los días del proceso de curado en cada uno de los tipos de mezclas

**Tabla 31** Resultados de rotura de testigos cilíndricos, ensayos de resistencia a la compresión ASTM C39.

N° de testigo	Identificación	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Carga Máxima Kn	Carga Máxima Kg	Fc Kg/cm <sup>2</sup>	% Fc
1	Patrón 100% agregado natural	24/09/20	01/10/20	7	140.44	14321	182	87
2			08/10/20	14	158.87	16200	205	96
3			22/10/20	28	201.35	21245	271	129

1	Patrón con 30% de reciclado	24/09/20	01/10/20	7	142.94	145.78	186	89
2			08/10/20	14	163.71	168.94	213	101
3			22/10/20	28	210.63	21478	273	130
1	Patrón con 50% de reciclado	24/09/20	01/10/20	7	137.36	13996	178	85
2			08/10/20	14	154.05	15706	200	95
3			22/19/20	28	197.04	20092	256	122
1	Patrón con 70% de reciclado	24/09/20	01/10/20	7	131.22	13381	170	81
2			08/10/20	14	147.56	15047	192	91
3			22/10/20	28	178.29	18180	231	110

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

Luego de estos resultados vemos que, conforme pasan los días de fraguado se va incrementando la resistencia del concreto, llegando el agregado natural a sobrepasar su valor en 29%, al hacer el cambio de una proporción del 30% del agregado reciclado, los valores casi son constantes ya que su incremento fue del 30%, más ya no así cuando se agrega el 50 % del agregado reciclado y el 70% del mismo, ya que sus valores solo aumentan en 22 %y 10 % respectivamente, y su capacidad de resistencia a la compresión permite utilizarlos en concretos de resistencia mayores a 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.13. Ensayo de Flexión

La tabla 32 muestra resultados de la prueba a flexión en una viga en la que se utilizó un 70% de agregado reciclado y un 30% de agregado natural, del diseño de mezcla empleado para todo el proceso

TIPO DE MUESTRA: Concreto endurecido

PRESENTACIÓN: Especímenes prismáticos

F<sub>c</sub> DE DISEÑO: 210 kg / cm

**Tabla 32. Resistencia a la flexión a los 28 días**

<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO</b>  <b>ASTM C 78</b>
---

IDENTIFICACIÓN	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO ROTURA
VIGA 210 kg / cm <sup>2</sup>  Con adición de Material Reciclado	24/09/2020	22/10/2020	28 días	2	45.0	51 kg / cm <sup>2</sup>

Fuente: resultados de laboratorio WRC INGEO SAC

La Tabla 32, nos muestra que la resistencia del testigo con 30 % de Agregado natural, y 70% de agregado reciclado, alcanzo un valor  $F_c = 51 \text{ Kg/cm}^2$

Que representa el comportamiento el esfuerzo máximo desarrollado que puede soportar el testigo rectangular en una prueba de flexión de tres puntos, justo antes que se agriete o se rompa, en la Figura 12, vemos el detalle de ubicación del testigo para su ensayo con los tres puntos de apoyo.

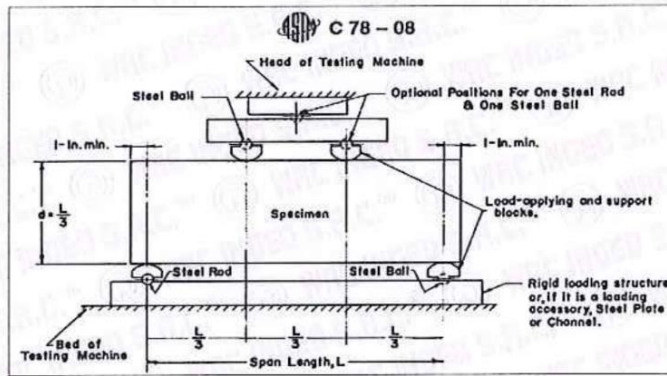


Figura 12. Detalle de ubicación de testigo rectangular

Tal como lo describe el ensayo a realizar.

En la figura 13 apreciamos el tipo de testigo al realizar su preparación en el molde y al momento de realizar el ensayo del módulo de rotura.



Figura 13. Preparación y rotura del testigo rectangular por flexión

Se indica que tanto el concreto patrón, como el concreto con material reciclado al 70% de reemplazo en el agregado natural, para una mezcla de concreto supera la media del Módulo de Rotura de concretos ya que superan la resistencia a flexión de 40Kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo a la Norma ASTM-78.

Nos dice Pérez (2011), en su Diseño de cálculo de estructuras de concreto reforzado, que una viga su momento flector es resistido sin problema, por los esfuerzos internos de la viga de concreto y en caso de falla esta se produce por insuficiencia de acero o también por una sección deficiente de concreto, en el caso se determinó que supera el esfuerzo a los 40 Kg/cm<sup>2</sup>.

Luego de realizar nuestros ensayos se determinó que nuestra primera hipótesis específica, referente al porcentaje de agregado grueso encontró a la muestra con 30% de AGR como la de mayor resistencia a la compresión, pero en costos se da que la de 50% de agregado grueso reciclado es óptima, por el volumen a utilizar y que cumple con superar a la resistencia esperada.

## **V. DISCUSIÓN**

Previo a la discusión del informe de resultados, para el objetivo general: evaluación de la resistencia de la mezcla del concreto, incorporando agregado grueso reciclado. Los resultados antes descritos nos dicen que los informes de las pruebas de ensayo en el laboratorio han demostrado que, si es posible la reutilización del agregado grueso en las proporciones apropiadas y con combinación de las mezclas con el agregado natural, lo cual fue el objetivo del presente informe.

Para este informe se investigó una dosificación de la mezcla para un concreto de resistencia a la compresión mayor a 210 kg/cm<sup>2</sup>, utilizando agregado reciclado extraído al hacer la demolición de una vivienda, y utilizando los agregados reciclados de las estructuras como son las vigas y las columnas, así como testigos utilizados para la verificación de la compresión a 210 kg/cm<sup>2</sup> de un vertido de mezcla de concreto en los elementos verticales para un proyecto de viviendas multifamiliar vecina. Obteniendo resultados favorables, ya que el diseño con restos de concreto utilizado en demolición, como agregado grueso en cantidades proporcionales a 30%, 50% y 70 % que reemplaza al agregado natural, llegando a

cumplir con éxito el propósito del trabajo, que es utilizar el concreto reciclado en obras de construcción con resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Como primer objetivo de analizar el porcentaje de agregado grueso, para poder verificar la sustitución del agregado natural con los agregados reciclados se llevaron al laboratorio la muestra del diseño de mezcla, Método del Comité 211-ACI, para llegar a 210 kg/cm<sup>2</sup> de compresión y un asentamiento entre 3 y 4 pulgadas, de los resultados del laboratorio del testigo llamado patrón, porque se utilizó el 100% de agregado natural, y los testigos donde se utilizó la sustitución de los porcentajes ya indicados de agregado grueso reciclado, por los del agregado grueso natural, cumplen los porcentajes mínimos de curado a los días indicados respectivamente, estos resultados se comparan con los resultados del testigo patrón, encontrándose a los 7 días en 87% de su valor propuesto y los del agregado reciclado entre 85% y 89 % (con una variación del 2%) , similar situación sucede a los 14 días del testigo patrón que está al 96% de llegar a su valor esperado y el agregado reciclado entre 91% y 101 % (con una variación de 5%), lo mismo diremos a los 28 días, que se encontró con un 129% de su resistencia a la compresión y el agregado reciclado llegando a valores por encima del 100% del concreto de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>, con valores entre 110% y 130%, algo similar ocurrió en sus ensayos a los bachilleres Carizaile y Anquise en los que utilizaron agregados reciclados al 20% con un porcentaje de 115% de aceptación, al 50% sus resultados fueron de 108%, el utilizo un agregado reciclado al 100% donde solo se pudo llegar al 97%, determinándose que un cambio total de agregado reciclado no era eficiente , los resultados con sustitución de agregados reciclados tiene una menor resistencia a los patrones, esto se debe a que siendo un material de segundo uso, pierde sus propiedades físicas y químicas, lo que hace que disminuya su resistencia por pequeñas diferencias.

Los tesisistas Agreda y Moncada (2015), en la ciudad de Bogotá –Colombia, trabajaron una mezcla para obtener un concreto reciclado de 28 MPa (280 kg/cm<sup>2</sup>), encontrándose valores que superan este parámetro al concluir sus ensayos, utilizaron 70%, 50% y 25% de agregado reciclado, hallándose valores de 28.79 MPa. (102%) 31.4 MPa. (112 %) y 35.5 MPa. (126%), a los 28 días de fraguado

respectivamente, cumpliéndose con el objetivo buscado ya que su proyecto llego al éxito, realizando diseños favorables.

Los teístas peruanos de la universidad de Ciencias Aplicadas, Bazalar y Cadenillas (2019), en su informe de investigación explican sobre el uso de reciclados para elaborar concretos estructurales de 280 kg/cm<sup>2</sup>, para elementos aporticados y que contribuyan con la reducción de la contaminación ambiental. En la investigación mencionada, trabajaron para un concreto de resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup>, y en sus ensayos encontraron que la probeta patrón les daba un resultado de 22.5% por encima del valor esperado; para el ensayo con 25% de agregado reciclado en la mezcla, obtuvieron un resultado de 12.5% mayor a los 280 kg/cm<sup>2</sup> pero no se obtuvo mayor porcentaje de aumento con la mezcla con 50% de agregado reciclado, ya que solo fue mayor en 1.07%, es decir resultado similar al esperado, pero ninguno de sus valores dio por debajo de la mezcla con concreto reciclado.

Como segundo objetivo de evaluar la eficacia del agregado grueso en las propiedades físicas del concreto reciclado. Al respecto Agreda y Moncada (2015), en el asentamiento del concreto de la mezcla con contenido de 70% de agregado reciclado disminuyó en 33% con respecto al patrón original, lo que se ve es como incide el agua en la manejabilidad de la mezcla, por su mayor absorción, y con los otros diseños al 50% y 25% la tendencia a la disminución fue creciente, es decir con un aumento del agregado grueso reciclado, disminuye esta característica. En nuestro informe de investigación tenemos que el asentamiento, con 70 % de agregado reciclado fue de 20% menor respecto al agregado natural, y con 30% de agregado reciclado disminuyo en 8.4% es decir también tiene una tendencia a la disminución del asentamiento a mayor contenido de agregado reciclado.

Por su parte Bazalar y Cadenillas (2019), en su investigación encontraron que la trabajabilidad de la mezcla con agregado reciclado necesita un ligero reajuste a la cantidad del cemento queriendo que se compense el volumen de agua que demanda la mezcla, así como el volumen de aire contenido en la mezcla con agregado reciclado es mayor que el generado con agregados naturales.

Como tercer objetivo evaluar al agregado grueso reciclado en las propiedades mecánicas del concreto reciclado, con las pruebas de resistencia a la flexión. Los índices hallados en el concreto natural con respecto al concreto reciclado utilizando 70% de agregado reciclado, resultó por encima de su valor, Pérez (2011), en su libro, *Diseño de cálculo de estructuras de concreto reforzado*, donde nos indica que la resistencia a la flexión para concretos estándares no debe ser menos de 40 kg/cm<sup>2</sup>. En los ensayos de laboratorio el resultado de nuestro testigo de una viga rectangular nos dio un resultado de 51 Kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 27.1 % por encima del valor medio de ASTM C78-02 viga simplemente apoyada, que su valor se encuentra entre 28.89 y 46.08 kg/cm<sup>2</sup>, superando en más del 10% su rango más alto.

Estos resultados los podemos comparar con los obtenidos por los investigadores colombianos Agreda y Moncada (2015), quienes analizaron si era viable elaborar elementos prefabricados usando agregado grueso reciclado. Estos investigadores, en el momento de los ensayos encontraron que la muestra con 70% de agregado reciclado superó en 15.8% su módulo de rotura, demostrando que esta muestra había sido la mejor mezcla y de mayor rendimiento, superando por amplio margen el mínimo de 3.5 MPa que exige la norma colombiana NTC-4109.

Analizado los ensayos descritos que indican que si se cumple con lo que se propuso en esta investigación, que es elaborar un concreto que utilice agregado grueso proveniente de desechos de demolición que mitigue la polución ambiental que producen estos residuos que son parte de la construcción y cada día que va pasando aumenta la lenta destrucción de nuestro habitat en el planeta, buscando crear una cultura de construcción sostenible, para el futuro de nuestras generaciones y no del satisfacer las necesidades del presente, pensando en construir con responsabilidad para las personas en un futuro.

Aprovechar que este tipo de concreto se puede utilizar en lugares donde hay carencia de agregado grueso, o se encuentran en lugares muy alejados de las canteras, las demoliciones que incluyan agregado presentan un problema de desecho y recordar que el agregado grueso dentro de un tiempo será perecible, las construcciones de ciudades irán creciendo en expansión y el transporte también incidirá en los costos.



## VI. CONCLUSIONES

1. Debemos tener en cuenta que al realizar nuestro informe de investigación el primer objetivo es analizar el porcentaje de agregado grueso reciclado en el diseño del concreto para optimizar una resistencia mayor a 210 kg/cm<sup>2</sup>, para lo cual se realizó diseños de mezcla para los diferentes agregados, usando la metodología del ACI, primero fue con el agregado natural para el diseño de un concreto estándar cuya resistencia sea 210 kg/cm<sup>2</sup>, luego mezclas con diferente tipos de agregados reciclados en sustitución del agregado natural esta fueron de 30%, 50%, y 70% respectivamente, con el objetivo de analizar un óptimo valor porcentual en el diseño del concreto, en lo cual se halló que la mejor mezcla fue la del 30 % de agregado reciclado, lo cual no es lo óptimo ya que no resulta económicamente mejor, con el agregado reciclado al 50% se halló una resistencia de 256 kg/cm<sup>2</sup>; esto es un resultado un 22% mayor del porcentaje buscado, con la mezcla al 70% de agregado reciclado también resultó ser bueno porque la resistencia llegó a un valor de 231 kg/cm<sup>2</sup>, es decir, 10% por encima del porcentaje buscado, (ver tabla N° 31) resultando este último el más óptimo económicamente, ya que la problemática planteaba una reducción del efecto contaminante, y utilizar agregados de escombros, así como utilizar este concreto donde las canteras estén alejadas y resulte económicamente más barato para los constructores de la zona, y además cumple con la resistencia buscada.

2. Como segundo objetivo, evaluar la eficacia de los agregados gruesos reciclado en las propiedades físicas del concreto, para ello se analizaron en laboratorio las muestras llevadas del proceso de demolición y los restos de testigos de concreto, donde se verificaron haciendo pruebas de laboratorio de peso unitario tanto en estado suelto como en compactado, peso específico, absorción, contenido de humedad, granulometría, en lo obtenido de la granulometría indico que el agregado grueso es apto por que se encuentra incluido en los intervalos superior e inferior de la curva para el tamaño 3/4 de pulgada, y su módulo de fineza fue mayor que el módulo de los agregados finos, para la muestra de los agregados gruesos en la determinación del peso unitario, aquí se verificó que el peso unitario compactado es mayor que el peso seco, (1,572 gr/cc para el compactado y 1,533 para el suelto)

esto es por que ingresa mayor material para el volumen especificado siendo estos menores que los de la piedra natural esto se debe a la mezcla adherida del reciclado y a las posible fisuras del proceso de trituración. Para la prueba de abrasión de los Ángeles, de acuerdo con la norma ACI C 33 permite como límite máximo que este sea de 50%, otros organismos como el británico pide que no sea mayor al 45%, y la Norma española indica que debe ser inferior a 40%, lo cual se verifico con los ensayo en que la muestra dio como resultado un desgaste del 31,4 %, por lo que se verificó que los agregados gruesos reciclados son eficaces para la preparación de un concreto de una resistencia a la compresión que supere los 210 kg/cm<sup>2</sup>.

3. Como tercer objetivo fue la evaluación de la eficacia de los agregados gruesos reciclados para la propiedad mecánica del concreto, los agregados gruesos, los reciclados tiene propiedades que afectan las características del concreto, dentro de los elementos que intervienen está la Densidad por que el mortero de la mezcla se encuentra adherido a la piedra reciclada, también por su posible fragmentación al momento de su trituración durante su proceso de recolección después del reciclaje y esta tiene mayor porosidad y por ende más absorción que el agregado natural para el agua, sin embargo en el laboratorio se añadió un 5% más de agua a la mezcla, lo cual fue muy bueno por la posibilidad antes mencionada, este factor se verifica en que disminuyó la resistencia a la compresión y en forma indirecta a flexionarse. Pero se verificó mediante los ensayos que los agregados gruesos reciclados, si es eficaz para sustituir a los agregados naturales en los porcentajes que sea han utilizado.

## VII. RECOMENDACIONES

Durante la fase del proyecto de investigación se ha ido buscando que la nueva mezcla de concreto, utilizando agregados reciclados como una alternativa de solución a en los lugares que hay escases de agregado natural y además sirva para reducir el impacto ambiental de los desechos producto de demoliciones, al utilizar estos agregados como reemplazo en cantidades entre 30 y 70 % con el natural, pero no solo ello, también se debe tener en cuenta la calidad de los agregados finos, cemento y agua deben cumplir con requisitos mínimos de calidad, además el agregado reciclado varía de acuerdo de donde se toman, y donde se han producido, en el informe de investigación se ha tomado de las vigas y columnas de una edificación demolida, para los ensayos a 30% y 70% de reemplazo y para la muestra al 50% se tomó de reemplazo de los testigos utilizados como pruebas para concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$ , en ellos la respuesta del ensayo fue que estos tuvieron un índice mayor de resistencia que los agregados tomados de la demolición, pero no quiere decir que los de estos últimos no cumplieran con superar la resistencia esperada.

Además se recomienda trabajar los agregados reciclados en un estado saturado seco y dejar hasta el otro día, para que no incida en con el agua que se calculó para la mezcla, otro factor importante es el tipo de cemento a emplear, este debe ser del tipo puzolánico, y como ya lo hemos indicado se debe aumentar agua en un 5% para la absorción del agregado reciclado, siguiendo estas pautas y teniendo todo a la mano antes de procederá realizar las mezclas tanto los mecanismos y materiales aptos, siguiendo los procedimientos constructivos sobre el orden de los materiales y la operatividad del trompo correctamente humedecido previamente a verter los materiales, y teniendo en cuenta la dosis del diseño no se tendrá problemas del éxito de la muestra y la aplicación en el mundo de la construcción con concreto reciclado.

## REFERENCIAS

- AGREDA, Gonzalo y MONCADA, Ginna. Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto, usando agregados gruesos reciclados. Tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad católica de Colombia. 2015
- ARIAS, Fidias G., El Proyecto de Investigación, editorial EPISTEME C.A., Venezuela, 2012. ISBN 980-07-8529-9
- BERNAL TORRES César, *Metodología de la Investigación*, Pearson Educación, Colombia. 2010. ISBN 978-958-699-128-5
- BORJA SUAREZ, Manuel. *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo 2012
- BADILLO J. y RODRÍGUEZ. *Mecánica de suelos*. México DF Noriega editor
- BAZALAR Luis y CADENILLAS Miguel. Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con  $F_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  en estructuras aporticadas en la ciudad de Lima, para reducir la contaminación ambiental, Tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Peruana de Ciencias aplicadas. 2020
- CENTENO B., SAENZ DEL BOSQUE I.F., MEDINA C., Water transport mechanisms in concretes bearing mixed recycled aggregates. Departmente of Construction, School of Engineering University of Extremadura, VEX-CSIC Partenering Unif Institute for Sustainable Regional develo pmente, Cement and Concrete Composites. 2020 .107, ISSN 0958-9465, DOI So958946519313290, copyrigh 2019 Elseiver Ltda, Science Direct
- CHIAVENATO, Idalberto. Gestión del Talento Humano. McGraw Hill, España. 2018. ISBN 978-1-4562-6984-5
- DE BRITO, Pedro, EVANGELISTA J.A. Structural. Concrete with simultaneous incorporation of fine and coarse recycled concrete aggregates: Mechanical, durability and long-term properties, Construction and Building Materials, ISSN: 0950-0618 DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.07.215 Número de acceso: S0950061817315660 Copyright: © 2017 Elsevier Ltd. Base de datos: Science Direct

- DE CASTRO POLISSEN, Gabriela, PUENTE DE ANDRADE Gabriela. Desing of structural concret mixtures containing recycled concrete agregate using packing model. Construction and Buiding Material, ISSN 0950-0618 DOI 10.1016/J.combuildmant 2020. 119091, Numero de acceso S0950061820310965. Science Direct
- DOMINGUEZ-SANTOS, D.; LETELIER, V.; MUÑOZ, P. Seismic capacity of 2- and 3-storey RC buildings with eco-concrete made by using residues for replacing natural aggregates. Journal of Building Engineering, [s. l.], v. 28, 2020. ISN23527102DOI10.1016/j.job.2019.101086.Disponívelem:<http://search.ebscohost.com> S2352710219300671.
- HARMSSEN Teodoro, *Diseño de Estructuras de concreto Armado*, Lima Perú, Fondo editorial de la Universidad Católica, 2010 ISBN 9972-42-184-8
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES Christian Paulina. *Metodología de la Investigación, las rutas cuantitativa, Cualitativa y Mixta*: México DF, Editorial Edamsa. Mc Graw Hill, 2019. ISBN 978-1-4562-6096-5
- IDIART, Andrés. Análisis numérico de la retracción por secado de muestras de hormigón.2018- [researchgate.net /publication / 41546271](https://www.researchgate.net/publication/41546271)
- LANDEAU, Rebeca. *Metodología y Nuevas Tecnologías*, Colección Trópicos de educación, Alfa. 2012  
ISBN 978-980-35-4322-8
- NUNUVERO, Luis. Dosificación para la elaboración de concreto  $F_c = 175$  Kg/cm<sup>2</sup>, usando los residuos de demoliciones de concreto estructural como agregado grueso, Nuevo Chimbote. Tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo. 2019
- PALACIOS, Oscar y CHAVEZ Alvaro, Evaluation and composición of the grain size analysis obtained from natural and recycled aggregates. Universidad distrital Francisco José de Caldas-Nueva Granada-Colombia. 2016. DOI 10.14483/udistrital.jour tecnura 2017.3 a06.

- PARRA, Katty y BAUTISTA, María. Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros, Tesis para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. 2010
- PÉREZ Vicente. *Diseño y cálculo de estructuras de concreto reforzado*. México, editorial Trillas, 2011 ISBN 978-0568-24-2588-2
- PERLES, Pedro. *Hormigón Armado, tomo 1*, Buenos Aires Argentina, editorial NOBUKO, 2009 ISBN 978-987-584-202-1
- REFERENCIAS ESTILO ISSO 690 y 690-2. Adaptación de la Norma de la International Organization of Standardization ISO. 2017, Fondo editorial de la Universidad César Vallejo
- ROCKSON Charles, TAMANA KISHOARE, Alan M. Shahria. Effect of cover on bond strength of structural concrete using commercially produced recycled coarse and fine aggregates. *Construction and Building materials*, DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.119275 Numero de acceso S950061820312800, Elsevier Ltda Base de datos Science Direct. , ISSN 0950-0618.
- SAENZ DEL BOSQUE, Centeno SANCHEZ DE ROJAS, Inclusion of Construction and demolition waste as a coarse aggregate and cement addition in structural concrete design. *Archives of civil and mechanical Engineering* 2019, DOI 10.1016/j.acme.2019.08.004, numero de acceso S1644966519300883. Copyright 2019 Politechnika Wroclawska. Science Direct ISSN 1644-9665.
- SÁNCHEZ VERGEL, Ismael, Propiedades mecánicas y durabilidad de concretos haciendo uso de agregados reciclados en construcción de viviendas, tesis para obtener el grado de ingeniero civil, en la universidad de San Francisco de Paula, Santander, Colombia. 2017
- SOTO QUIROZ, Roger. *La tesis de Maestría y Doctorado en 4 Pasos* Lima Perú, Editorial Nuevo Milenio, 2015 ISBN 978-612-00-2104-0
- Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-050 *Suelos y Cimentaciones*

- Norma Técnica Peruana NTP 339.128 (2016) *Método de Ensayo de Análisis Granulométrico*
- Código de Diseño de Concreto Armado *ACI 318-95*
- Norma ASTM C33-03 2003 Agregados concreto
- Norma Técnica Peruana NTP 339.035:2015. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.034: 2015. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.078:2012 (revisada el 2017). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.077.2013 (revisada 2018) Método de ensayo Normalizado para exudación del concreto
- Norma Técnica Peruana NTP 339.185.2013 Método de ensayo para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.238.2013 Método de ensayo para determinar la densidad y contenido de vacíos del concreto permeable endurecido.
- Norma Técnica Peruana NTP 400.011.2008 Clasificación de agregados para uso en hormigones
- Norma Técnica Peruana NTP 400.012.2013 Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.
- Norma Técnica Peruana NTP 334.042.2013 Método de ensayos para la determinación de resistencia mecánica
- VALDERRAMA MENDOZA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación. Editorial San Marcos. Lima. 2015. ISBN 978-612-302-878-7
- WIJAYASUNDARA, M.; MENDIS, P.; CRAWFORD, R. H. *Methodology for the integrated assessment on the use of recycled concrete aggregate replacing natural*

*aggregate in structural concrete 2017. 10.1016/j.jclepro.2017.08.001. ISSN: 0959-6526 N° de acceso: S0959652617317092 Copyright: © 2017 Elsevier Ltd. Base de datos Science Direc*



## ANEXO N° 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Incorporación del agregado grueso reciclado, al diseño de concreto de resistencia 210 Kg/cm <sup>2</sup>					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Según la NTP 400.011.2008 Los Agregados Reciclados es un material que se obtiene de las construcciones en proceso de demolición, que pueden emplearse y son potencialmente reciclables	Determinaremos la eficacia del agregado grueso reciclado en el diseño de un concreto de resistencia mayor a 210 Kg/cm <sup>2</sup> , sustituyendo porcentajes del agregado grueso por el natural, en el orden del 30%, 50% y 70% verificando sus propiedades físicas y mecánicas con pruebas y ensayos de granulometría	Calidad del Agregado	Granulometría	Intervalo
AGREGADO GRUESO RECICLADO				Peso específico y % de absorción	Razón
			Dosificaciones Del agregado	Proporciones de 0% 30% 50% 70% en porcentajes de agregado grueso	Razón
DEPENDIENTE	Según HARMSSEN T. El concreto es una mezcla de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua, mezclados en proporciones correctas y teniendo en cuenta el proceso de mezclado, transporte, vertido y curado), <i>Diseño de Estructuras de Concreto Armado</i> . Lima, PUCP, 2002, ISBN 9972-42-184-8	El concreto estructural, en este caso lo utilizaremos como una variable que no se manipula, pero si nos sirve para medir el efecto que tendrá la manipulación de la variable independiente con los ensayos de Rigidez, Resistencia y las propiedades mecánicas del concreto	Propiedades Físicas	Relación agua/Cemento	Razón
CONCRETO DE RESISTENCIA 210 Kg/cm <sup>2</sup>				Slump	Razón
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión	Razón
				Resistencia a la flexión	Razón
Abrasión			Razón		

## ANEXO N° 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO: Incorporación del agregado grueso reciclado, al diseño de concreto de resistencia 210 Kg/cm <sup>2</sup> , Lima 2020						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL:	VARIABLE INDEPENDIENTE: (X)  AGREGADO GRUESO RECICLADO	Calidad del concreto	Granulometría	Análisis Granulométrico NTP 400.012
¿Cómo influye en la resistencia del concreto, la incorporación del agregado grueso reciclado, en las propiedades del concreto de resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup>	Evaluar la resistencia de la mezcla de concreto, incorporando agregado grueso reciclado al concreto de resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup>	La incorporación del agregado grueso mejorará las propiedades de resistencia del concreto.			Peso específico y % de absorción	Peso específico NTP 440.022
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:		Dosificaciones	Proporciones de 0 % 30% 50% 70% en porcentajes de agregado grueso.	Diseño de mezcla del concreto método ACI
¿Cuál será el porcentaje adecuado de agregado grueso o reciclado para la mezcla de un concreto de resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup>	Analizar el porcentaje de agregado grueso reciclado en el diseño de concreto, para optimizar una resistencia mayor a 210 kg/cm <sup>2</sup> .	La definición del porcentaje de agregado grueso en el diseño concreto optimizará una resistencia mayor a 210 kg/cm <sup>2</sup> .	VARIABLE DEPENDIENTE: (Y)  CONCRETO DE RESISTENCIA 210 kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades Físicas	Relación Agua/Cemento	Relación de mezcla del concreto Método ACI
¿Cómo influye el agregado grueso reciclado en las propiedades físicas de un concreto de resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup> ?	Evaluar la eficacia de los agregados grueso reciclado, en las propiedades físicas del concreto.	Las propiedades físicas con agregados reciclados, influyen en el diseño de concreto de resistencia mayor a 210 kg/cm <sup>2</sup> .			Slump	Ensayo Cono de Abrams NTP 339.035
¿Cómo influye el agregado grueso reciclado en las propiedades mecánicas de un concreto de resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup> ?	Evaluar la eficacia del agregado grueso reciclado, en las propiedades mecánicas del concreto.	Las propiedades mecánicas con agregados reciclados, influyen en el diseño de concreto de resistencia mayor a 210 kg/cm <sup>2</sup> .		Propiedades Mecánicas.	Resistencia a la compresión	Ensayo Resistencia a la compresión NTP 339.034
					Resistencia a la Flexión	Ensayo Resistencia a la flexión NTP 339.078
			Abrasión		Ensayo de Abrasión NTP 400.012.18	

### ANEXO N° 3. PANEL FOTOGRÁFICO



1. Trituración del agregado reciclado



2. Agregado grueso reciclado



3. Cuarteado de los agregados



4. Ensayo Cono de Abrams



5. Ensayo de granulometría



6. Preparación de mezcla



7. Mezcla del concreto



# ANEXO N° 4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



**WRC INGENIO S.A.C.**  
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS  
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRE : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
 FIN : INCORPORACION DEL AGREGADO SUELO RECICLADO, AL DISCO DE CONCRETO DE RESISTENCIA  
 ESTRUCTURA: 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
 FECHA : 23 DE SET - OMBRE DEL 2020

## DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

### 1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

RESISTENCIA SOLICITADA	Fc	210
	ASENT.	3 - 4 pul
<b>ENSAYOS FISICOS</b>		
TAM. MAX. NOMINAL	Agte. Grueso	3/4"
MODULO DE FINRZA	Agte. Fino	2.99
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )		1,573
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )		1,705
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gr/cm <sup>3</sup> )		2.62
% DE ABSORCION		0.51
% HUMEDAD		0.20
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO		3.10
CEMENTO ANDINO		TIPO (I)

### 2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2 - 84 = 294 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}$$

### 3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X lit<sup>3</sup> (TMN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 205 \quad \text{TABLA 10.3.1}$$

### 4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.56 \quad \text{TABLA 12.2.3}$$



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE JAFATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



5- FACTOR CEMENTO (C = A/R)

C =  Kg-M<sup>3</sup> =  Bolsas-M<sup>3</sup>

6- AGREGADO GRUESO X M<sup>3</sup>

Peso Unitario Compactado X Factor F = (TMN vs MF) TABLA 16.2.2  
1,572.0 X 0.60 =  Kg

7- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

% Aire = TMN 2.5 TABLA 11.2.1

8- VOLUMENES ABSOLUTOS

	Peso Kg.	Volumen M <sup>3</sup>
Cemento	367	0.118
Agua	205	0.205
Aire	2.5	0.025
Ag.Grueso	945	0.361
Suma de Valores		0.709

9- AGREGADO FINO X M<sup>3</sup>

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)

Volumen del Ag. Fino = 1 -   
Volumen del Ag. Fino =   
Peso del Ag. Fino =  Kg

10- DISEÑO SECO X M<sup>3</sup>

	en Kg.	
Cemento	367	Kg
Agua	205	Kg
Agre.Grueso	945	Kg
Agre.fino	734	Kg
suma de valores	2,251	Kg

11- CORRECCION POR HUMEDAD

Agregado Grueso 945 X 0.29 =  Kg  
Agregado Fino 734 X 0.74 =  Kg



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428





12- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - %W)				
948	0.54	0.29	=	2.4
Aporte de Ag. Fino				
739	1.61	0.74	=	6.4
Aporte total de agua			=	8.8
Agua Efectiva .....	205	8.8	=	214 Lt-M <sup>3</sup>

13- DISEÑO HUMEDO X M3

Cemento	367	kg
Agua	214	lt
Agrc.fino	948	kg
Agrc.grueso	739	kg
	2268	

14- PROPORCION EN VOLUMEN

	Lt/Saco
Cemento	1
Agrc.fino	2.6
Agrc. Grueso	2.0
Agua	24.7

15- PROPORCION EN PESO

Cemento	42.5	kg
Agrc.fino	109.4	kg
Agrc.grueso	84.9	kg
Agua	24.7	Lt

14- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	0.56
Relacion A/C efectiva	0.58



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



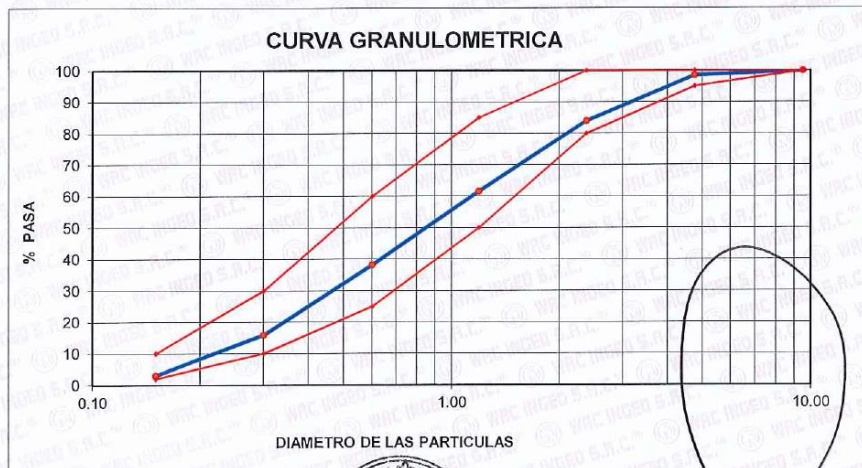
NOMBRE : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - C33)**

Material : Arena Gruesa

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 812.30 % W = 0.74  
PESO INICIAL SECO (gr) 806.30 MF = 2.99

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO NTP 400.037
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50					
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
N°4	4.76	12.3	1.5	1.5	98.5	100 - 95
N°8	2.38	117.3	14.5	16.0	84.0	100 - 80
N° 16	1.19	181.2	22.5	38.5	61.5	85 - 50
N° 30	0.60	187.6	23.3	61.8	38.2	60 - 25
N° 50	0.30	180.2	22.3	84.1	15.9	30 - 10
N° 100	0.15	104.3	12.9	97.0	3.0	10 - 2
FONDO		0.0	0.0	0.0	100.0	0 - 0



Realizado : Jimi C.  
Revizado : Jorge Zapata C.  
Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428





NOMBRE : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - C33)**

Material : Piedra Chancada de 1/2"

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 2,600.0 % W = 0.29  
PESO INICIAL SECO (gr) 2,592.5

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES Huso 56
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
1/2"	12.50	115.0	4.4	4.4	95.6	90 - 100
3/8"	9.53	1,273.6	49.1	53.5	46.5	40 - 70
N° 4	4.76	998.0	38.5	92.0	8.0	0 - 15
N° 8	2.38	212.0	8.2	100.2	-0.2	0 - 5
FONDO						



Realizado : Jimi C.  
Revizado : Jorge Zapata C.  
Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIR 68428





NOMBRE : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2020

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO**  
(ASTMD C 127-2007 / NTP 400.021:2002)

Material : Piedra

MUESTRA N°		M - 1	M - 2
1		gr	
2	Peso	gr	2950.8
3	Peso de la Muestra S.S.S.	gr	3000.5
4	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr	1905.2
5	VOLUMEN	gr	1095.3
6	Peso Especifico de la Muestra S.S.S.	gr	2.74
7	Peso Especifico de la Muestra	gr	2.69
8	Peso Seco depues del horno	gr	2874.3
9	Peso Especifico de la Muestra	gr/cc	2.62
PROMEDIO			2.62



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CP 68428



NOMBRE : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO  
DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2020

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO**  
(ASTMD C 128-2007 / NTP 400.022:2002)

Material : ARENA  
Peso Muestra S.S.S. : 500,0 gr

MUESTRA N°		M - 1
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	gr 985.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	gr 673.3
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	gr 312.4
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	gr 665.4
5	Peso del Balon	gr 173.3
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	gr 492.1
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc 500.0

**RESULTADOS:**

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	gr/cc	2.623
PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	gr/cc	2.665
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	gr/cc	2.738
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.61



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - OIP 68428





NOMBRE : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO  
DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2020

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**  
(ASTM C 29 / NTP 400.017)

**Material** : Piedra **SUELTA**

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	9040	9052	9022
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3190	3202	3172
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	1.534	1.539	1.525

PROMEDIO	gr/cc	1.533
----------	-------	-------

**Material** : Piedra **COMPACTO**

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	9162	9101	9096
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3312	3251	3246
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1.592	1.563	1.561

PROMEDIO	gr/cc	1.572
----------	-------	-------



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIR 68428



NOMBRE : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 20  
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2020

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**  
(ASTM D C 29 / NTP 400.017)

Material : Arena Gruesa SUELTO

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	cc	9362	9374	9351
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3512	3524	3501
4	Constante del Molde	cc	0.71	0.71	0.71
5	Volumen del Molde	gr/cc	2080	2080	2080
6	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	1.688	1.694	1.683

PROMEDIO	gr/cc	1.689
----------	-------	-------

Material : Arena Gruesa COMPACTO

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	cc	9386	9411	9392
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3536	3561	3542
4	Constante del Molde	cc	0.71	0.71	0.71
5	Volumen del Molde	gr/cc	2080	2080	2080
6	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1.700	1.712	1.703

PROMEDIO	gr/cc	1.705
----------	-------	-------



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428





NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 1 de octubre de 2020  
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada y Arena Gruesa  
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 10 X 20 centímetros

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON	24/09/20	1/10/20	7	140.44	14321	182	87

Observaciones : Las Muestras fueron Probitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECIKLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 1 de octubre de 2020  
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Reciclado.  
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaclado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON (30% Reciclado)	24/09/20	1/10/20	7	142.94	14576	186	89

Observaciones : Las Muestras fueron Provisas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 1 de octubre de 2020  
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Reciclado.  
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON (50% Reciclado)	24/09/20	1/10/20	7	137.26	13996	178	85

Observaciones : Las Muestras fueron Provitadas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428





NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECIKLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 1 de octubre de 2020  
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Reciclado.  
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON (70% Reciclado)	24/09/20	1/10/20	7	131.22	13381	170	81

Observaciones : Las Muestras fueron Provisas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428





NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 8 de octubre de 2020  
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Reciclado.  
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON (30% Reciclado)	24/09/20	8/10/20	14	163.71	16894	213	101

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECIKLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 8 de octubre de 2020

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Reiclado.  
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centimetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON (50% Reiclado)	24/09/20	8/10/20	14	154.05	15708	200	95

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIO Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECIKLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 8 de octubre de 2020

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Reciclado.  
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON (70% Reciclado)	24/09/20	8/10/20	14	147.56	15047	192	91

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428





NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 22 de octubre de 2020

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada y Arena Gruesa  
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON	24/09/20	22/10/20	28	208.35	21245	271	129

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO REICLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 22 de octubre de 2020

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Reciclado.  
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 10 X 20 centímetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON (30% Reciclado)	24/09/20	22/10/20	28	210.63	21478	273	130

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECIKLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 22 de octubre de 2020  
DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Reciclado.  
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centimetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kn)	Carga Máxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON (50% Reciclado)	24/09/20	22/10/20	28	197.04	20082	256	122

Observaciones : Las Muestras fueron Provisitas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428





NOMBRES : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECIKLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 22 de octubre de 2020

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa y Reclclado.  
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 10 X 20 centimetros

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kn)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON (70% Reclclado)	24/09/20	22/10/20	28	178.29	18180	231	110

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRE : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2020

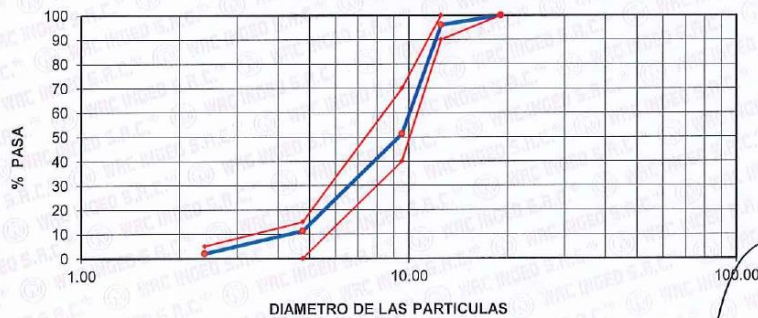
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - C33)**

Material : Concreto Reciclado de 1/2"

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 2,565.0 % W = 0.43  
PESO INICIAL SECO (gr) 2,554.0

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES Huso 56
		(gr)	(%)	Retenido	Pass	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
1/2"	12.50	99.9	3.9	3.9	96.1	90 - 100
3/8"	9.53	1,143.6	44.8	48.7	51.3	40 - 70
Nº 4	4.76	1,022.1	40.0	88.7	11.3	0 - 15
Nº 8	2.38	238.3	9.3	98.0	2.0	0 - 5
FONDO						

**CURVA GRANULOMETRICA**



Realizado : Jimi C.  
Revizado : Jorge Zapata C.  
Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428





NOMBRE : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO  
DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm<sup>2</sup>. LIMA 2020  
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2020  
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

**ENSAYO DE DESGASTE DE AGREGADOS  
NORMA ASTM C - 131**

De acuerdo a las instrucciones recibidas se ha procedido a la ejecución del **ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES**, según **Norma ASTM C - 131**, en muestras suministradas por el solicitante encontrandose los siguientes resultados.

**ABRASION DE LOS ANGELES**

Gradación empleada	B
Numero de Revoluciones	500
Peso Inicial (gr)	5000
Retenido en la Malla N° 12	4110
Coefficiente de Desgaste (%)	17.8

**COEFICIENTE DE DESGASTE 17.8 %**

Tec.: Silvino Navarro A.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



NOMBRE : ALFREDO RAUL SALAZAR NEIRA  
TESIS : INCORPORACION DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO, AL DISEÑO  
DE CONCRETO DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL 210 kg/cm2. LIMA 2020  
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2020  
MUESTRA : CONCRETO RECICLADO 1/2"

**ENSAYO DE DESGASTE DE AGREGADOS  
NORMA ASTM C - 131**

De acuerdo a las instrucciones recibidas se ha procedido a la ejecución del **ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES**, según **Norma ASTM C - 131**, en muestras suministradas por el solicitante encontrandose los siguientes resultados.

**ABRASION DE LOS ANGELES**

Gradación empleada	B
Numero de Revoluciones	500
Peso Inicial (gr)	5000
Retenido en la Malla N° 12	3430
Coefficiente de Desgaste (%)	31.4

**COEFICIENTE DE DESGASTE 31.4 %**

Tec.: Silvino Navarro A.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, FERNANDEZ DIAZ CARLOS MARIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "INCORPORACIÓN DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO AL DISEÑO DE CONCRETO, DE RESISTENCIA 210 KG/CM<sup>2</sup>-LIMA 2020", cuyo autor es SALAZAR NEIRA ALFREDO RAUL, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 22 de Diciembre del 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
FERNANDEZ DIAZ CARLOS MARIO <b>DNI:</b> 09026248 <b>ORCID</b> 0000-0001-6774-8839	Firmado digitalmente por: CMFERNANDEZD el 22- 12-2020 12:07:16

Código documento Trilce: TRI - 0092316