



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Sustitución de agregado reciclado grueso al 10%, 20% y 50%
en el comportamiento mecánico de un concreto f´
c=280kg/cm², Huaraz, 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Barreto Rodriguez, Angel Miguel (ORCID: 0000-0003-2134-4139)

Haro Ramirez, Gaby Gissela (ORCID: 0000-0003-2382-3758)

ASESOR:

Mgr. Ing. Ramirez Rondan, Raul Neil (ORCID: 0000-0002-5788-472X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

HUARAZ – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres, a mis hermanos, quienes todo el tiempo estaban pendiente y, brindándome apoyo cuando más lo necesitaba, por ello seguí y, por ello salí adelante.

Barreto Rodriguez, Angel Miguel

A mi familia por haber confiado en mí, especialmente a mis padres por inculcarme los valores y prestado su apoyo incondicional que hicieron posible mi formación profesional.

Haro Ramirez, Gaby Gissela.

Agradecimientos

Agradecer a nuestro asesor Ing. Raúl Neil Ramírez Rondan por los conocimientos brindados y su apoyo continuo durante nuestro avance del proyecto de investigación, y a nuestros familiares por su apoyo.

Los Autores

Índice de contenido

Dedicatoria.....	II
Agradecimientos	III
Índice de contenido.....	IV
Índice de tablas.....	V
Índice de figuras.....	VI
Resumen	VII
Abstract.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.	14
3.2. Variables y operacionalización.	14
3.3. Población, muestra y muestreo.	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	16
3.5. Procedimiento.	17
3.6. Métodos de análisis y datos.	17
3.7. Aspectos Éticos.....	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES.....	36
VIII. REFERENCIAS	37
ANEXOS.....	46

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Muestra</i>	15
Tabla 2 <i>Técnicas e instrumentos de investigación</i>	16
Tabla 3 <i>Procesamiento</i>	17
Tabla 4 <i>Características del agregado grueso</i>	19
Tabla 5 <i>Características del agregado fino</i>	20
Tabla 6 <i>Dosificación de concreto patrón</i>	20
Tabla 7 <i>Dosificación de concreto sustituido con 10% de agregado reciclado grueso</i>	21
Tabla 8 <i>Dosificación de concreto sustituido con 20% de agregado reciclado grueso</i>	22
Tabla 9 <i>Dosificación de concreto sustituido con 50% de agregado reciclado grueso</i>	22
Tabla 10 <i>Resistencia a la compresión con 7 días de edad</i>	23
Tabla 11 <i>Resistencia a la compresión con 14 días de edad</i>	25
Tabla 12 <i>Resistencia a la compresión con 28 días de edad</i>	27
Tabla 13 <i>Operacionalización de variables</i>	46
Tabla 14 <i>Matriz de consistencia</i>	47
Tabla 15 <i>Diseño de mezcla por m³</i>	62
Tabla 16 <i>Corrección de diseño de mezcla por m³</i>	63
Tabla 17 <i>Diseño de mezcla por m³ con sustitución de 10% de agregado reciclado grueso</i>	65
Tabla 18 <i>Diseño de mezcla por m³ con sustitución de 20% de agregado reciclado grueso</i>	66
Tabla 19 <i>Diseño de mezcla por m³ con sustitución de 50% de agregado reciclado</i>	68

Índice de figuras

<i>Figura 1 Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de edad.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2 Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de edad.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 3 Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de edad.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 4 Comparación de la resistencia a la compresión de la combinación de concreto</i>	<i>29</i>
<i>Figura 5 Agregado natural grueso.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 6 Agregado natural fino.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 7 Tamizado de agregado grueso.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 8 Toma de muestra para ensayo de contenido de humedad.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 9 Ensayo de peso unitario de agregado grueso natural</i>	<i>72</i>
<i>Figura 10 Ensayo de peso específico y porcentaje de absorción de agregado grueso natural</i>	<i>72</i>
<i>Figura 11 Agregado fino.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 12 Ensayo de peso unitario del Agregado fino</i>	<i>73</i>
<i>Figura 13 Secado de los agregados.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 14 Ensayo de peso específico del Agregado fino.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 15 Lugar de recolección de agregado reciclado</i>	<i>75</i>
<i>Figura 16 Recolección de agregado reciclado</i>	<i>75</i>
<i>Figura 17 Tamizado de agregado reciclado grueso</i>	<i>76</i>
<i>Figura 18 Tamices utilizados.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 19 Agregado grueso reciclado</i>	<i>77</i>
<i>Figura 20 Moldeo de probetas de concreto</i>	<i>77</i>
<i>Figura 21 Curado de moldes de concreto</i>	<i>78</i>

Resumen

El crecimiento de la construcción de infraestructura demanda cada año una mayor cantidad de recursos naturales, es así que los agregados requeridos para la producción de concreto suman una voluminosa cantidad, por lo que existe la necesidad de reutilizar los desechos sólidos generados de las demoliciones de construcciones antiguas, es por ello que el agregado reciclado grueso son vistas como una opción de remplazo del agregado grueso natural.

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del comportamiento mecánico del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, con la sustitución del agregado reciclado grueso al 10%, 20% y 50% y comparar sus resultados con concreto patrón, para ello la investigación fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo y el diseño de investigación fue experimental. La población y muestra del presente proyecto fueron 36 probetas de concreto, para ello se planteó la hipótesis que habría un efecto favorable en la sustitución de agregado reciclado grueso en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$, por lo que se determinó que la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto patrón fue de 427.98 kg/cm^2 , y reduce a 426.96 kg/cm^2 , 370.85 kg/cm^2 y a 275.34 kg/cm^2 por la sustitución de 10%, 20% y 50% de agredo reciclado grueso respectivamente, de lo que se concluyó que la el efecto del agregado reciclado grueso es perjudicial en la resistencia a la compresión del concreto, sin embargo, la sustitución de 10% no reduce la resistencia en gran magnitud, siendo la sustitución más viable a su uso.

Palabras Clave: Concreto, Cemento, Agregado grueso, Agregado fino, Concreto reciclado.

Abstract

The growth of infrastructure construction demands a greater amount of natural resources every year, so the aggregates required for the production of concrete add up to a voluminous quantity, so there is a need to reuse the solid waste generated from construction demolitions. For this reason, recycled coarse aggregate is seen as a replacement option for natural coarse aggregate.

The aim of this research was to determine the effect of the mechanical behavior of concrete $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, with the replacement of the coarse recycled aggregate at 10%, 20% and 50% and to compare its results with standard concrete, for this the type of research was applied with a quantitative approach and the research design was experimental. The population and sample of the present project were 36 concrete specimens, the hypothesis determined was that there is a favorable effect in the substitution of coarse recycled aggregate in the mechanical behavior of a concrete $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$. It was determined that the compressive strength at 28 days of age of the standard concrete was 427.98 kg/cm^2 , and reduced to 426.96 kg/cm^2 , 370.85 kg/cm^2 and 275.34 kg/cm^2 by substituting 10%, 20% and 50% of coarse recycled aggregate respectively. It was concluded that the effect of coarse recycled aggregate is detrimental on the compressive strength of concrete; however, the substitution of 10% reduce the compressive strength insignificantly, being the more viable substitution to its use.

Keywords: Concrete, Cement, Coarse aggregate, fine aggregate, recycled concrete.

I. INTRODUCCIÓN

La investigación surge de la **realidad problemática** la cual guarda relación con la fabricación de concreto ya que, en la actualidad, la velocidad del desarrollo económico mundial se está acelerando, al igual que el crecimiento de la construcción de infraestructura. Por necesidad, cada año se realiza la demolición de edificios antiguos para la construcción de nuevos, estos generan una gran cantidad de residuos de construcción que no son reutilizados, a pesar de que la construcción de nuevos edificios consume varios miles de millones de toneladas de agregado grueso natural (Wang, Liang, He y Li, 2021, p.1). Existe la necesidad de reutilizar los desechos sólidos generados por las instalaciones demolidas ya que, muchos edificios antiguos en el mundo han llegado al final de su vida útil, lo que provoca gran contaminación a nuestro planeta (Wang, Yang, Ren, Han y Xing, 2020, p.1389). Los residuos del concreto demolido puede ayudar a atenuar la demanda creciente de recursos en la fabricación de concreto, esto se demuestra en los datos del consumo mundial ya que, se indicó que la producción de concreto fue más de 4,1 millones de toneladas en el 2016, siendo 1.8% mayor que al año 2015, a pesar de que el consumo de cemento para la producción de concreto sufrió contracciones en el mercado mundial, en los últimos diez años casi se duplicó (ASOCEM, 2016, p.1). En España en el año 2019 produjeron más de 14.2 millones de toneladas de cemento destinadas a la fabricación de concreto, esto debido a la demanda de construcción de 100 mil viviendas ante las políticas tomadas por el gobierno español, esto conllevó a una gran demanda de materias requeridas para su fabricación, como los agregados grueso y fino que no son de fácil obtención en zonas urbanas del país, además de producir un impacto ambiental desfavorable en la localidad (Canales sectoriales interpresa, 2020). De igual forma en Colombia en 2019 hubo una producción de cemento de 927 miles de toneladas por la demanda de concreto, junto a ello también hubo aumento de concreto premezclado que alcanzó los 7.200 miles de metros cúbicos cantidades superiores a la de 2018, esta demanda es debido a la masiva construcción de viviendas y departamentos tanto en la capital colombiana y en las provincias de este país (Campus Ultra, 2020). En el Perú a inicios del 2021 el consumo de cemento incrementó en 21.12%, esto debido a que el dinamismo en proyectos de construcción privados y públicos que requieren de gran cantidad de concreto (INEI, 2021), de igual forma en el 2018 se

duplicaron, respecto al 2008 en Perú, los operadores de residuos sólidos de construcción, a consecuencia de la gran cantidad de demoliciones efectuadas en los últimos años (INEI, 2019, p. 567). Es evidente que cada vez es mayor la demanda de concreto, y también la aglomeración de desechos por la demolición de construcciones antiguas que contaminan al medio ambiente de manera directa, para ello planteamos el título en la presente investigación de “Sustitución de agregado reciclado grueso al 10%, 20% y 50% en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, Huaraz, 2021”, con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental, mediante el uso de los escombros. **La formulación del problema** se elaboró de acuerdo a la pregunta principal que posibilitó la realización de la presente tesis: ¿Cuál es el efecto de la sustitución de agregado reciclado grueso en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$? **Los problemas específicos** planteados fueron **PE1**: ¿Qué características tienen los agregados a utilizar?; **PE2**: ¿Cuál es el diseño de mezcla patrón para concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$?; **PE3**: ¿Cuál es el diseño de mezcla para concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado reciclado grueso de 10%, 20% y 50%?; **PE4**: ¿Cuál es el efecto de la sustitución de agregado reciclado grueso al 10%, 20% y 50%, en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$? Por lo que, la presente investigación **se justifica socialmente** porque el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto con agregado grueso reciclado generará que la población tenga infraestructuras que protejan la integridad física, además **se justifica económicamente** porque optimiza recursos económicos por contribuir a la reducción de costos para la elaboración de concreto. Asimismo, **se justifica ambientalmente** porque la alternativa de usar agregado grueso reciclado ayuda a mitigar un impacto ambiental negativo. **El objetivo general** de esta investigación fue: Determinar el efecto del comportamiento mecánico del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, con la sustitución del agregado reciclado grueso. Así mismo, **los objetivos específicos** planteados fueron, **OE1**: Caracterizar los agregados a utilizar; **OE2**: Diseñar la mezcla patrón de concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$; **OE3**: Diseñar la mezcla de concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado reciclado grueso de 10%,20% y 50%; **OE4**: Determinar el efecto de la sustitución de agregado reciclado grueso al 10%, 20% y 50%, en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$. En cuanto a **la hipótesis general** utilizado para predecir

el resultado concluyente fue que habría un efecto favorable en la sustitución de agregado reciclado grueso en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280$ kg/cm²-Huaraz.

II. MARCO TEÓRICO

Se cuenta con una serie de investigaciones previas, dentro de las cuales se encuentra, en los **antecedentes internacionales** a **Kim J, Sung, Jeon Lee y Kim H. (2019)** en su estudio de investigación titulada: “A study on the properties of recycled aggregate concrete and its production facilities”, ejecutado en Konkuk University, Korea, en él buscaron caracterizar las propiedades mecánicas del concreto que utiliza agregados reciclados, para ello se requirió que la investigación fuera de tipo aplicada cuantitativa y el diseño de investigación fuera experimental, la población y la muestra escogida por los autores fueron 80 probetas de concreto. Se determinó que la muestra de concreto convencional tuvo una resistencia a la compresión promedio de 255.95 Kg/cm², mientras que el concreto con sustitución de 60% y 100% de agregados grueso reciclado tuvieron una resistencia a la compresión promedio de 268.19 Kg/cm² y 201.90 Kg/cm² respectivamente, lo que le permitieron concluir que la resistencia a la compresión aumenta con el reemplazo del 60% del agregado reciclado, pero disminuye a con el reemplazo al 100% de agregado grueso natural por agregado grueso reciclado. En Landmark University Omu-Aran, Nigeria, **Atoyebi, Gana, Longe (2020)** desarrollaron su artículo científico titulado: “Strength assessment of concrete with waste glass and bankoro (Morinda Citrifolia) as partial replacement for fine and coarse aggregate”, en el que tuvieron como finalidad evaluar la resistencia del concreto con residuos de vidrio y bankoro (Morinda Citrifolia) como reemplazo parcial de agregados finos y gruesos. La investigación fue de tipo aplicada cuantitativa y el diseño de investigación fue experimental, para ello la población y la muestra fueron 60 probetas de concreto. Tuvieron como resultado con el concreto patrón una resistencia a la compresión promedio de 204.04 Kg/cm², con el concreto con 5% de vidrio y 5% de bankoro disminuye la resistencia a la compresión promedio a 188.34 Kg/cm², el concreto con 10% de vidrio y 10% de bankoro disminuye más la resistencia a la compresión promedio a 181.40 Kg/cm², el concreto con 15% de vidrio y 15% de bankoro la resistencia a la compresión promedio decrece a 157.44 Kg/cm², y finalmente, el concreto con 20% de vidrio y 20% de bankoro aminora la resistencia a la compresión promedio a 155.40 Kg/cm². Por lo que demostraron que el desecho de vidrio y el bankoro se pueden usar como reemplazo parcial de agregado fino y grueso, especialmente en áreas con escasos materiales agregados de concreto, el

reemplazo del 5% al 15% dio un resultado positivo de asentamiento, factor de compactación y resistencia a la compresión. De otro lado, en Jinhua Polytechnic, China, en el artículo científico de **Zheng, Lou, Du, Li X. Liu y Li L. (2018)** titulado: “Mechanical properties of recycled concrete with demolished waste concrete aggregate and clay brick aggregate”, indagaron el efecto en las resistencias a la compresión del concreto endurecido con el reemplazo de agregado grueso natural por agregado de concreto reciclado y el agregado de ladrillo de arcilla reciclado, para ello fue necesario que la investigación sea de tipo aplicada con enfoque cuantitativo y el diseño de investigación fuera experimental, la población y la muestra del estudio fueron 120 probetas de concreto conformada por 24 probetas por cada tipo de mezcla. La muestra patrón de concreto tuvo como resistencia a la compresión promedio de 520.05 Kg/cm², mientras que las muestras de concreto con 25%, 50%, 75% y 100% de agregado grueso reciclado redujeron la resistencia a la compresión a 252.89 Kg/cm², 244.73 Kg/cm², 241.67 Kg/cm² y 239.63 Kg/cm² con 28 días de edad respectivamente, por lo que pusieron en manifiesto que la resistencia a la compresión del concreto disminuye con el mayor reemplazo de agregado grueso natural por agregado de concreto reciclado y agregado de ladrillo de arcilla reciclado y, en general, el concreto con agregado de concreto reciclado tiene un mejor rendimiento que el concreto con agregado de ladrillo de arcilla reciclado. **Ostrowski (2017)** en su estudio de investigación titulada: “The influence of coarse aggregate shape on the properties of high-performance, self-compacting concrete”, ejecutado en University of Science and Technology, Polonia, buscó determinar el impacto de la forma del agregado grueso en las propiedades de la mezcla de concreto fresco y la resistencia del concreto autocompactante de alto rendimiento, la investigación fue de tipo aplicada cuantitativa y el diseño de investigación fue experimental en el que la población y la muestra fueron 12 probetas de concreto, el autor estableció que la resistencia a la compresión promedio del concreto hecho de agregado grueso reciclado de forma regular fue de 1021.76 Kg/cm², el concreto hecho de agregado grueso reciclado de forma irregular tuvo una resistencia a la compresión promedio de 940.18 Kg/cm², mientras que con la muestra de concreto hecho de agregado grueso reciclado con 50% de forma regular y con 50% de forma irregular obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 1282.803 Kg/cm², por lo que evidenció que mediante el uso de

agregados debidamente seleccionados, es posible obtener un hormigón autocompactante de muy alto rendimiento (resistencia a la compresión superior a 1200 Kg/cm^2) con parámetros reológicos muy favorables en lo que respecta al asentamiento y la viscosidad plástica. Mientras que en Vinh University, Vietnam, en el estudio de investigación de **Phan y Nguyen (2021)** titulada: "The influence of fly ash on the compressive strength of recycled concrete utilizing coarse aggregates from demolition Works", exploraron el efecto de las cenizas volantes sobre la resistencia a la compresión del concreto con agregados reciclados de obras de demolición, la investigación fue de tipo aplicada cuantitativa y el diseño de investigación fue experimental en el que la población y la muestra fueron 18 probetas de concreto. Descubrieron que el concreto con 50% de agregado reciclado grueso con 28 días de edad tuvo una resistencia a la compresión promedio de 132.56 Kg/cm^2 , mientras que el concreto con 50% de agregado reciclado y ceniza volante tuvo la resistencia a la compresión promedio fue de 146.13 Kg/cm^2 , de ese modo acreditaron que es posible utilizar cenizas volantes en concentraciones más altas para asegurar la resistencia a la compresión del hormigón reciclado. Por otro lado en los **antecedentes nacionales** en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, **Bazalar y Cadenillas (2019)** que en su estudio de investigación: "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", exploraron el impacto ambiental que el concreto con agregado grueso reciclado de las construcciones de concreto genera con el fin de realizar comparaciones frente a concretos convencionales, la investigación fue de tipo aplicada cuantitativa y el diseño de investigación fue experimental en el que la población fue el distrito de Jesús María y la muestra fue el distrito de Jesús María, se determinó que la muestra patrón de concreto tuvo una resistencia a la compresión promedio de 343.32 Kg/cm^2 , mientras que la muestra de concreto con 25%, 30% y 50% de agregado reciclado redujo la resistencia a la compresión promedio a 315.95 Kg/cm^2 , 342.04 Kg/cm^2 y 283.78 Kg/cm^2 respectivamente, sin embargo con el 40% de agregado reciclado aumentó a 349.96 Kg/cm^2 , lo que les permitió concluir que es viable el uso de la mezcla de concreto con 40% de agregados de concreto reciclado en construcción, ya que tiene un comportamiento similar en comparación con el concreto de control con agregados naturales, esto

debido a que la resistencia a la compresión es mayor en 2.91 %. Por otro lado en la Universidad Ricardo Palma, Perú, **Caycho y Espinoza (2019)** en su estudio de investigación: “Mezcla de concreto con agregado grueso reciclado usando cemento portland tipo HS para cimentaciones, distrito La Molina, año-2019”, buscaron optimizar las propiedades del concreto reciclado para cimentaciones mediante una mezcla de concreto con cemento portland tipo HS y con agregado grueso reciclado, la investigación fue de tipo longitudinal, explicativa, aplicada con enfoque cuantitativo y el diseño de investigación fue experimental en el que la población fueron compuestas por el concreto para las cimentaciones con agregado grueso reciclado ubicadas en Perú que tienen una edad de 1 a 5 años, y la muestra fueron 60 vigas y 240 probetas de concreto, tuvieron como resultado con la muestra patrón de concreto una resistencia a la compresión promedio de 35.6 Kg/cm², mientras que con la muestra de concreto con 25%, 50%, 75% y 100% de agregado grueso reciclado la resistencia a la compresión promedio fue de 35.8 Kg/cm², 32.0 Kg/cm², 32.0 Kg/cm² y 30.0 Kg/cm² respectivamente, por lo que evidenciaron que hay un aumento del 1% de resistencia a la compresión para el diseño con 25% de agregado grueso reciclado y una reducción de 5%, 11% y 16% de la resistencia con 50%, 75% y 100% de agregado grueso reciclado respectivamente, haciendo uso de diseño de concreto patrón con una relación a/c de 0.53. **Erazo (2018)** en su estudio de investigación: “Evaluación del diseño de concreto $f'c=175$ kg/cm² utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales”, realizado en la Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, tuvo el propósito de evaluar el diseño de concreto de $f'c = 175$ kg/cm², utilizando agregados reciclados y agregados naturales para su aplicación en elementos no estructurales, la investigación fue de diseño de experimental en el que la población fue la mezcla de concreto y la muestra fueron las probetas de concreto. La resistencia a la compresión del concreto fue 243.49 kg/cm², 39% mayor que la resistencia del diseño ($f'c=175$ kg/cm²), a los 28 días de edad por la utilización de 35% agregado fino reciclado y 65% de agregado fino natural, por lo que probó que los ensayos de resistencia a la compresión a los fueron favorables, obteniéndose un resistencias mayores que las del diseño, lo que nos garantiza que este concreto pueda ser aplicado en la elaboración como sardineles, topellantas, veredas, rampas, etc. ya que son elementos no estructurales. De otro lado en la Universidad

Privada del Norte-Cajamarca, **Rodriguez (2018)** en su estudio: “Resistencia a la comprensión del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado”, tuvo la finalidad de determinar la resistencia a la comprensión del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado, la investigación fue de tipo experimental, la población fue las probetas de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ y la muestra fueron 72 probetas de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, estableció que la muestra patrón de concreto con 28 días de edad tuvo una resistencia a la comprensión promedio de 249.96 Kg/cm², mientras que, la muestra de concreto con 50%, 75% y 100% de agregado grueso reciclado tuvieron una resistencia a la comprensión promedio de 194.70 Kg/cm², 184.45 Kg/cm² y 178.69 Kg/cm² respectivamente, por lo que concluyó que disminuye la resistencia conforme se reemplaza un mayor porcentaje de agregados de concreto reciclado. Mientras que **Cáceres y Valencia (2018)** en su estudio de investigación titulado: “Estudio de la influencia del tipo y porcentaje de reemplazo de los agregados reciclados en las propiedades del concreto, para diseños de $f'c$ 175, 210 y 280 kg/cm², en la ciudad de Arequipa”, realizado en la Universidad Católica de Santa María-Arequipa, exploraron las propiedades del concreto en estado endurecido y fresco, para distintos diseños con el uso de diferentes tipos, tamaños y porcentajes de reemplazo del agregado de concreto reciclado, en la ciudad de Arequipa – Perú, la investigación fue de tipo experimental, la población y la muestra fueron 72 probetas de concreto, descubrieron que la muestra patrón de concreto con 28 días de edad tuvo una resistencia a la comprensión promedio de 224.86 Kg/cm², la muestra de concreto con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado tuvo una resistencia a la comprensión promedio de 209.97 Kg/cm², 176.81 Kg/cm² y 157.27 Kg/cm² respectivamente, los investigadores acreditaron que la resistencia del concreto del cual provengan los agregados reciclados dará como resultado agregados reciclados de: menor peso específico, menor peso unitario suelto y compactado, mayor absorción y menor desgaste e influye directamente a la resistencia a la comprensión al concreto que se desee fabricar. **En los antecedentes locales** tenemos a **Lara (2017)** en su estudio de investigación titulada: “Influencia del concreto reciclado en el comportamiento estructural de un modelo de vivienda económica con muros de ductilidad limitada. - Nuevo Chimbote, 2017”, ejecutado en la Universidad César Vallejo, Perú, indagaron el

comportamiento estructural de un modelo de vivienda económica con muros de ductilidad limitada bajo la influencia del concreto reciclado, el diseño de investigación correlacional - no experimental, en el que la población y la muestra fue modelo de vivienda económica con muros de ductilidad limitada, determinaron que la muestra patrón de concreto tuvo una resistencia a la compresión promedio de 180.04 Kg/cm², mientras que la muestra de concreto sustituido por 20% de agregado reciclado tuvieron la resistencia a la compresión promedio de 176.65 Kg/cm², por lo que se demostró que en el diseño de una vivienda con muros de ductilidad limitada, a pesar de tener un módulo de elasticidad y un peso específico bajo fue influenciada positivamente por el concreto reciclado, cumpliendo con las exigencias de las normas E-030, E-060, E-020 y la E-050. De las revisiones anteriores de los autores citados, se presenta el marco teórico, respecto al concreto, se define como “un material similar a la piedra que, se obtiene al permitir que una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otro agregado grueso y agua que endurezca en las formas y dimensiones de la estructura deseada.” (Darwin, Dolan y Nilson, 2016, p. 1). Además, el concreto, debido a su disponibilidad, fácil preparación y fabricación, es el material de construcción más popular en la actualidad (Kisku et al, citado por Zheng et al., 2018, p. 1317). La versatilidad de la mezcla de concreto, junto con su economía y su fácil preparación y aplicación son las características que dan le dan el primer lugar en la lista a la hora de planificar un proyecto de construcción. El uso de materiales naturales no renovables en el diseño de mezclas de concreto, como los agregados minerales, ha llamado la atención de investigadores que desarrollan proyectos de investigación que buscan la sustitución de agregados minerales por alternativas ecológicas como la implementación de material de desecho de procesos industriales, residuos domésticos, material demolido reciclado, etc. (Hurtado, Cárdenas, Gallardo, 2018, p. 1). La resistencia a la compresión del concreto “es una propiedad esencial que varía con el tiempo de curado y la temperatura de curado junto con otros factores” (Palanisamy y Kumar, 2018, p. 353). Las diferentes temperaturas y humedad de curado tienen una gran influencia en el desempeño en la resistencia del concreto, debido a que afectan el grado de reacción y la velocidad de hidratación de los materiales cementosos. Una temperatura de curado demasiado alta y una humedad de curado demasiado baja dañarán el interior del

concreto. Se recomienda considerar los cambios en el desempeño del concreto causados por el curado en laboratorio y el curado de ingeniería real. Según algunos estudios, la resistencia real del concreto de ingeniería es menor por 20% que el curado en laboratorio (Hu, Tang, Han, 2021, p. 14). Para la producción de concreto, es esencial la utilización de cemento, ya que es el material aglutinante que se utiliza para unir los agregados gruesos y finos mediante un proceso químico conocido como hidratación en presencia de humedad (Tariq, Hussain, Nasir, Tayyab, Gillani, Rafiq, 2017, p. 10). La producción de concreto requiere una cantidad significativa de recursos naturales como arena, piedra y agua. Los agregados son una parte integral del concreto que ocupa alrededor del 80% de su volumen total. Además, el agregado contribuye a su densidad, resistencia y durabilidad. Por lo tanto, los agregados químicamente estables son esenciales para la producción de concreto de buena calidad (Saha et al, 2020, p.1). De igual manera Wu, Hou, Wang, Guo, Meng, Xiong, (2017) indicaron que se requiere que los agregados usados en estructuras de concreto tengan una alta capacidad de resistencia ya que aportan, en gran medida, en la resistencia del concreto (p. 185). Los agregados, generalmente, se producen en condiciones naturales, porque la fuente principal se obtiene de la extracción en canteras o excavación en lechos de ríos, la ventaja de este tipo de obtención es que la calidad está garantizada, pero la desventaja es que estas materias primas no se pueden suministrar en cantidades ilimitadas, inclusive, su desarrollo y producción tienen un gran impacto en el entorno ecológico (Ridho, Ngamkhanong, Wu, Kaewunruen, 2021, p.2). Se recolectan en promedio 40 mil millones de toneladas de agregados naturales en forma fina y gruesa para hacer concreto en todo el mundo (Shahbazpanahi, Tajara, Faraj, Mosavi, 2021, p. 1). Los materiales estándar para la producción de concreto no siguen la tendencia de ser eco amigables. Por el momento existen estudios que han hecho algunos intentos de identificar sustituciones de agregados más respetuosas con el medio ambiente que se utilizarán en su diseño. Entre ellas estudios de elaboración de concreto a base de cenizas volantes y sílice, como reemplazo parcial del cemento Portland, adicionalmente concretos elaborados con conchas marinas, cáscara de almendra de palma aceitera, caucho, escoria de acero, cenizas de fondo y también con agregados de concreto reciclado como sustitutos del agregado natural (Bittencourt, Magalhaes, Tavares, 2020, p. 2). Existen también estudios para encontrar

alternativas de agregado grueso como las de Tang et al (2021) en el que ensayan muestras de concreto con agregado reciclado de caucho, y en el que determinaron que el concreto agregado reciclado cauchutado puede ser una alternativa adecuada al concreto agregado reciclado para su uso en estructuras que requieren resistencia al fuego. (p. 16). Respecto a los agregados reciclados gruesos, estos se diferencian a los agregados naturales por la presencia de viejo cemento o mortero, que están adherido al agregado original presente en el núcleo. (Zheng et al, 2018, p. 1317). Para la obtención de agregado reciclado se rompe bloques de concreto de restos de demolición de estructuras antiguas en pedazos (Kumar G., Kumar K. 2021, p.20). De igual forma Barham, Obaidat y Abdelrahman (2020) expresaron que se pueden generar grandes cantidades de agregados reciclados a partir de la trituración del concreto base producido en la industria de la construcción, denominado agregado de concreto reciclado, o de materiales de pavimento de asfalto demolido de proyectos de reconstrucción de carreteras, denominado agregado de pavimento de asfalto reciclado. Los agregados de concreto reciclado son considerados factibles, ya que, en la actualidad la cantidad total de residuos de construcción son significativas, como por ejemplo en China, que se genera aproximadamente 1,550 millones a 2,400 millones de toneladas de residuos cada año, entre los cuales el contenido de residuos de concreto es superior al 50% (Huang, Zhao, Wang Lin, 2021, p. 1). De igual manera Ostrowski (2017) en el que determinó que es posible obtener un concreto de muy alto rendimiento, con parámetros muy favorables en lo que respecta al asentamiento y la viscosidad plástica, todo esto mediante el uso de agregados reciclados debidamente seleccionados. (p. 32). Por otro lado, los agregados de concreto reciclado fino pueden ser considerados utilizables ya que de acuerdo a Akono, Chen, Zhan, Shah (2020) el agregado de concreto reciclado fino tiene mayores implicaciones para la durabilidad al mortero que con el uso de arena natural. (p. 9). El agregado de concreto reciclado fino está conformado por partículas grisáceas de forma angular que puede alterarse para su distribución de tamaño según los requisitos. Como el agregado de concreto reciclado fino se extrae principalmente de la trituración del concreto de desecho, la mayor parte del agregado de concreto reciclado fino contiene agregado grueso natural triturado, lo que lo hace más pesado y, por lo tanto, con una gravedad específica y densidad aparente relativamente altas. La

mayor absorción de agua del agregado de concreto reciclado fino se debe a la presencia de polvo de cemento hidratado fino en el agregado grueso reciclado triturado (Soni, Shukla, 2020, p.3). Se recomienda la determinación de la composición química, para proporcionar un control en la composición y la contaminación potencial del agregado fino de concreto reciclado (Nedeljkovic, Visser, Nijland, Valcke, Schlangen, 2020, p. 19). El uso de agregados reciclados en concreto es ampliamente estudiado, en el que se realizan, inclusive, ensayos sofisticados, como los de Wang et al (2021) en el que muestran nuevos modelos de elementos finitos para describir el comportamiento mecánico del sistema de concreto con agregado reciclado (p. 15). Sin embargo, investigaciones como las de Dabhade, Chaudari, Gajbhaye (2014) determinaron que la resistencia del concreto disminuye con el aumento del porcentaje de agregado reciclado (p. 40), al igual que Xu, Wang, Li T., Liu, Li B. y Zhou (2020) expresaron que la adición de agregado reciclado grueso disminuye la resistencia a la compresión, la resistencia a la compresión axial y la resistencia a la tracción del concreto (p. 7). Algunos artículos mostraron que los concretos reutilizados con menor relación agua-cemento tienen una mejor eficiencia cuando se exponen a temperaturas más altas que los rangos de temperatura de los concretos ordinarios. Esta realidad debe tenerse en cuenta en el futuro cuando los concretos reutilizados puedan ser utilizados en componentes estructurales que estarán sujetos a esta circunstancia. La sustitución de agregados naturales por agregados reutilizados suele provocar el deterioro de las propiedades del concreto. Habrá una reducción en la trabajabilidad y también al aumentar el número de agregados reutilizados en la mezcla se producirá una disminución tanto de la resistencia a la tracción como a la compresión. Se reduce el comportamiento de adherencia de las armaduras de acero deformadas al hormigón, con la adición de cenizas volantes a la mezcla se puede mejorar la trabajabilidad. Tanto la resistencia a la tracción como a la compresión aumentan con el mayor contenido de cenizas volantes en la mezcla de concreto y también resulta en un aumento en la resistencia de la unión con el acero. Con el aumento en el porcentaje de reemplazo, habrá reducción en la resistencia a la compresión, esto depende principalmente del origen, tipo y tamaño de los agregados reciclados (Ramasamy, Sadasivam, Rajaram, Nithiyanthan, 2021, p.3). A pesar de que se ha demostrado que el concreto con agregado reciclado, producido con el reemplazo

parcial o total de agregados naturales por agregados reciclados en la mezcla de concreto, proporciona importantes beneficios ambientales y económicos (Silva, Delgado, Azevedo, Lima, Vieira, 2021, p.2), aun no existe consenso completo en los resultados de la investigación sobre la cantidad de agregado reciclado grueso que se puede usar en mezclas de concreto. Por lo tanto, el rendimiento del concreto elaborado con agregado grueso reciclado varía según el grado de sustitución. Se ha informado que el reemplazo de agregados gruesos naturales con agregados gruesos reciclados mostró una mejor resistencia a la compresión en algunos casos (Gebremariam et al, 2020, p. 6). Esto conlleva a deducir que existe mucho trabajo de investigación que aún falta hacer en el uso de agregado reciclado de concreto.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

El estudio pertenece a una investigación aplicada, debido a que se usó el conocimiento teórico-práctico de agregado reciclado grueso con el propósito de determinar la influencia en la resistencia a la compresión en un concreto de $f'c=280$ kg/cm² (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.42). La investigación tuvo un enfoque cuantitativo ya que se tuvo la necesidad de determinar datos numéricos a las mediciones de las características estudiadas (Hernández et al, 2014, p. 5).

“Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control” (Hernández et al, 2014, p. 129), es por ello que el diseño de investigación fue experimental porque en nuestro estudio se adulteró intencionalmente con la variable independiente a la variable dependiente en el laboratorio, con el fin de conocer su efecto en ella.

RG ₁	X	O ₁
RG ₂	-	O ₂

Dónde:

RG : Probetas de concreto

X : Sustitución de agregado grueso con concreto reciclado

O : Ensayo a la resistencia compresión.

- : Ausencia de estímulo.

3.2. Variables y operacionalización.

La variable independiente es aquella que al ser manipulada influye directamente sobre el comportamiento y/o reacción de la variable dependiente. Por lo que la variable independiente de la presente investigación fue el agregado reciclado grueso por lo que los indicadores fueron: El tamaño máximo nominal, la absorción, contenido de humedad, peso unitario, peso específico y la sustitución de 10%, 20% y 50% en masa del agregado grueso natural a agregado grueso reciclado.

La variable dependiente es aquel que sufrirá los efectos o consecuencias de la modificación de la variable independiente. Por lo que la variable dependiente de la presente investigación fue el concreto $f'c=280$ Kg/cm², los indicadores fueron: el

tamaño máximo nominal, la absorción, contenido de humedad, peso unitario, peso específico de los agregados naturales y la resistencia a la compresión del concreto. En el anexo 1 se encuentra la tabla de operacionalización de variables.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población: De acuerdo a Niño (2011) “la población que se va a estudiar, constituida por una totalidad de unidades, vale decir, por todos aquellos elementos que pueden conformar el ámbito de una investigación” (p. 55). Es por ello que para el presente proyecto de investigación la muestra fueron 36 probetas realizadas con un diseño de mezcla $f'c$ de 280 Kg/cm² diseñado con agregado grueso convencional y agregado reciclado grueso.

Muestra: “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (Hernández et al, 2014, p. 175). La muestra de la presente investigación fue de tipo censal ya que fue coincidente con la población.

Para esta investigación se elaboró el diseño de mezcla teniendo en cuenta el método del A.C.I. para una resistencia de 280kg/cm², para ello se tomaron 3 testigos para concreto convencional y para cada porcentaje de remplazo de agregado grueso reciclado, para la rotura a los 7, 14 y 28 días.

Tabla 1 Muestra

Días	$f'c$ 280 Kg/cm ²			
	Patrón(convencional)	10% (ACR)	20%(ACR)	50% (ACR)
	N° testigos	N° testigos	N° testigos	N° testigos
7	3	3	3	3
14	3	3	3	3
28	3	3	3	3
Total	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia

Muestreo: Según Hernández et al (2014) existen dos tipos de técnica de muestreo, el probabilístico y el no probabilístico. “La muestra no probabilísticos consiste en la elección de los elementos que no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador” (p. 175). En la presente investigación se empleó el muestreo no probabilístico, puesto que la muestra fue directamente elegida por los investigadores, para este caso las muestra fue las 36 probetas para una resistencia mecánica $f'c$ de 280 kg/cm² de las cuales 09 fueron con agregado grueso convencional, otros 27 con un 10%, 20% y 50% de reemplazo del agregado grueso convencional por agregado reciclado grueso los cuales se han tenido en cuenta la NTP 339.034.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Baena (2017) indicó que “las técnicas se vuelven respuestas al “cómo hacer” y permiten la aplicación del método en el ámbito donde se aplica” (p. 68), es por ello que la técnica de recolección de datos considerada de la presente investigación fue la **observación** para la variable independiente y variable dependiente, ya que la técnica de observación como a la recopilación de información y en el que se recurre directamente a su sentido de observación, además, los instrumentos de recolección de datos fueron las **fichas de laboratorio** elaboradas, ya se le define a los instrumentos como “los apoyos que se tienen para que las técnicas se cumplan su propósito” (Baena, 2017, p.67-72).

Tabla 2 *Técnicas e instrumentos de investigación.*

Variables	Técnica	Instrumento	Fuente
Variable Independiente Agregado reciclado grueso	Observación	Ficha de laboratorio	Laboratorio.
Variable Dependiente Concreto $f'c$ 280 kg/cm ²	Observación	Ficha de laboratorio	Laboratorio

Fuente: Elaboración propia, basado en el método del proyecto

3.5. Procedimiento.

Los procedimientos que se realizaron fueron los siguientes:

Tabla 3 *Procesamiento.*

Pasos	Descripción	Tipo/Normas
Paso 1	Obtención de materiales	Ficha de laboratorio
Paso 2	Procedimientos para recolección de datos	Contenido de humedad ASTM D 2216-17 y NTP 339.127
		Clasificación SUCS y AASHTO/ ASTM D248-17- ASTM D3282
		Peso específico y absorción de agregado grueso y agregado fino NTP 400.022
		Resistencia a la compresión ASTM C39

Fuente: Elaboración propia

Para el paso 1, obtención y recolección de materiales, se recolectó el concreto reciclado del pavimento rígido del Jirón Simón Bolívar – Huaraz - Ancash, luego se trasladó al laboratorio.

Mientras que para el paso 2, procedimiento para la recolección de los datos, se hace seguimiento cabal del ensayo para determinar el Contenido de Humedad gobernada por la norma ASTM D 2216 -71 Y NTP 339.127, de igual manera con el peso unitario regida por la NTP 400.017 en que se haya el peso unitario suelto y peso unitario compactado de los agregados. Asimismo, se hace la clasificación de SUCS Y AASHTO acuerdo al ASTM D2487-17-ASTM D 3282-17. De igual manera el asentamiento del concreto slump regida por la norma MTC E705-2000. Además del ensayo de gravedad específica y absorción de los agregados de acuerdo a la NTP 400. 022. Finalmente, la resistencia a compresión regida por el ASTM C39.

3.6. Métodos de análisis y datos.

Cohen y Gómez (2019) expresaron que “el cierre del proceso de producción de los datos es el procesamiento. En la investigación cuantitativa, el cierre es más absoluto, el resultado de procesar son los datos” (p. 252), es por ello que los datos fueron obtenidos mediante fichas técnicas en el laboratorio fueron analizados a través de fórmulas y software como el Excel para su representación gráfica.

3.7. Aspectos Éticos.

Este trabajo será respaldado por los resultados que obtendremos en el laboratorio. Así como las diversas fuentes de tesis mencionadas respecto a la reutilización del concreto reciclado y todas estas fuentes han sido debidamente referenciados sin manipular o adulterar, para que más adelante pueda usarse para investigaciones.

Los aspectos éticos de la tesis se realizaron empleando la línea de investigación, también se tuvo en cuenta la consideración de la pertenencia intelectual, responsabilidad social, y ética, respeto a la privacidad, honestidad.

Esta investigación fue revisada y orientada bajo los lineamientos establecidos por la Universidad César Vallejo que está sometido bajo los estándares de la SUNEDU. De igual forma se avala la originalidad del contenido de la tesis mediante el programa TURNITIN que ayudó a la corrección técnica del estudio.

IV. RESULTADOS

Resultado 01: Respecto al primer objetivo específico, caracterizar los agregados a utilizar.

Se obtuvo una muestra representativa del agregado grueso en la cantera Tacllan, posteriormente se realizó los ensayos correspondientes cuyos los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4 Características del agregado grueso.

Agregado grueso	
Contenido de humedad	2.22%
Tamaño máximo nominal	3/4"
Peso unitario suelto	1675.00 kg/m ³
Peso unitario compactado	1717.00 kg/m ³
Absorción	0.84%
Peso específico	2.63 gr/cm ³

Fuente: VH Laboratorio

Se determinó que el contenido de humedad del agregado grueso fue de 2.22%, además se realizó el ensayo de análisis granulométrico por el cual se pudo precisar que el tamaño máximo nominal que fue de 3/4", conjuntamente se determinó el peso unitario suelto y peso unitario compactado que fueron 1675.00 Kg/cm³ y 1717.00 Kg/cm³ respectivamente, el peso específico fue de 2.63 gr/cm³ y el porcentaje de absorción fue de 0.84%,

Del mismo modo se muestreó el agregado fino en la cantera Tacllan, para las pruebas respectivas cuyos los resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Características del agregado fino.

Agregado fino	
Contenido de humedad	4.62%
Módulo de fineza	3.06
Peso unitario suelto	1516.00 kg/m ³
Peso unitario compactado	1730 kg/m ³
Peso específico	2.60 gr/cm ³
Absorción	1.25%

Fuente: VH Laboratorio

Se determinó que el contenido de humedad del agregado fino fue de 4.62%, además se realizó el ensayo de análisis granulométrico por el cual se pudo precisar que el módulo de fineza fue de 3.06, conjuntamente se determinó el peso unitario suelto y peso unitario compactado que fueron 1516.00 Kg/cm³ y 1730.00 Kg/cm³ respectivamente, el peso específico fue de 2.60 gr/cm³ y el porcentaje de absorción fue de 1.25%.

Resultado 02: Respecto al segundo objetivo específico, diseñar la mezcla patrón de concreto $f'c=280$ kg/cm².

Con los resultados de las propiedades de los agregados se procedió a realizar el diseño de mezcla de concreto $f'c=280$ kg/cm² con el método ACI, cuyo procedimiento se plasma en el anexo 4, la dosificación de los pesos de los materiales a utilizar para la 1 m³ de concreto se muestran en la tabla 6.

Tabla 6 Dosificación de concreto patrón.

Dosificación de mezcla $f'c=280$ kg/cm ²	
Proporción para 1 m ³	
Cemento	360.92 kg
Agregado Fino	698.92 kg
Agregado Grueso	1030.20 kg
Agua	205.00 lt.

Fuente: VH Laboratorio

Se interpreta de la anterior tabla que para la fabricación de 1 m³ de concreto con los agregados de la cantera Tacllan se requiere de 360.92 Kg de cemento, 698.92 Kg de agregado fino, 1030.20 kg de agregado grueso y 250 lt. de agua, cabe señalar que los pesos indicados anteriormente son en estado seco de los agregados.

Resultado 03: Respecto al tercer objetivo específico, diseñar la mezcla de concreto $f'c=280$ kg/cm² con sustitución de agregado reciclado grueso de 10%,20% y 50%. Con los datos de dosificación del concreto patrón se procedió a determinar la dosificación de los pesos de los materiales a utilizar para la mezcla de 1 m³ de concreto con sustitución de 10% 20% y 50% de agregado reciclado grueso, que se plasman en las tablas 7, 8, y 9 respectivamente.

Tabla 7 Dosificación de concreto sustituido con 10% de agregado reciclado grueso.

Dosificación de mezcla $f'c=280$ kg/cm ² , sustituido con 10% de agregado reciclado grueso	
Proporción para 1 m ³	
Cemento	360.92 kg
Agregado reciclado grueso	103.02 kg
Agregado Fino	698.92 kg
Agregado Grueso	927.18 kg
Agua	205.00 lt.

Fuente: VH Laboratorio

Se estableció que para la fabricación de 1 m³ de concreto con sustitución de 10% de agregados reciclado grueso se requiere de 360.92 Kg de cemento, 103.02 Kg de agregado reciclado grueso, 698.92 Kg de agregado fino, 927.18 Kg de agregado grueso y 205.00 lt de agua.

Tabla 8 Dosificación de concreto sustituido con 20% de agregado reciclado grueso.

Dosificación de mezcla $f'c=280$ kg/cm², sustituido con 20% de agregado reciclado grueso	
Proporción para 1 m³	
Cemento	360.92 kg
Agregado reciclado grueso	206.04 kg
Agregado Fino	698.92 kg
Agregado Grueso	824.16 kg
Agua	205.00 lt.

Fuente: VH Laboratorio

Se interpreta de la tabla anterior que se requiere de 360.92 Kg de cemento, 206.04 Kg de agregado reciclado grueso, 698.92 Kg de agregado fino, 824.16 Kg de agregado grueso y 205.00 lt de agua para 1 m³ de concreto con sustitución de 20% de agregados reciclado grueso.

Tabla 9 Dosificación de concreto sustituido con 50% de agregado reciclado grueso.

Dosificación de mezcla $f'c=280$ kg/cm², sustituido con 50% de agregado reciclado grueso	
Proporción para 1 m³	
Cemento	360.92 kg
Agregado reciclado grueso	515.1 kg
Agregado Fino	698.92 kg
Agregado Grueso	515.1 kg
Agua	205.00 lt.

Fuente: VH Laboratorio

Se determinó que para la realización de 1 m³ de concreto con sustitución de 50% de agregados reciclado grueso se requiere de 360.92 Kg de cemento, 515.10 Kg de agregado reciclado grueso, 698.92 Kg de agregado fino, 515.1 Kg de agregado grueso y 205.00 lt de agua.

Resultado 04: Respecto al cuarto objetivo específico, determinar el efecto de la sustitución de agregado reciclado grueso al 10%, 20% y 50%, en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Se realizó el moldeo de probetas con las dosificaciones correspondientes para cada mezcla, en la tabla 10 se muestran los resultados a la resistencia a la compresión a los 7 días de edad las muestras de concreto.

Tabla 10 Resistencia a la compresión con 7 días de edad.

N°	Sustitución de agregado reciclado grueso	Área cm^2	Edad días	Carga Kg	$f'c$ Kg/cm^2	$f'c$ promedio Kg/cm^2
1	Patrón	176.7	7	46200	261.46	274.46
2		176.7	7	53110	300.57	
3		176.7	7	46180	261.35	
4	10%	176.7	7	60320	341.37	302.23
5		176.7	7	51140	289.42	
6		176.7	7	48750	275.89	
7	20%	176.7	7	43960	248.78	260.27
8		176.7	7	49540	280.36	
9		176.7	7	44470	251.67	
10	50%	176.7	7	41320	233.84	221.79
11		176.7	7	38280	216.64	
12		176.7	7	37970	214.88	

Fuente: VH Laboratorio

Se interpreta de la anterior tabla que se realizó tres ensayos a la compresión por cada combinación a los 7 días de edad, el concreto patrón tuvo una resistencia a la compresión promedio de 274.46 Kg/cm^2 , mientras que los concretos con 10%, 20% y 50% de sustitución de agregado grueso por agregado reciclado grueso tuvieron una resistencia a la compresión promedio de 302.23 Kg/cm^2 , 260.27 Kg/cm^2 y 221.76 Kg/cm^2 respectivamente.

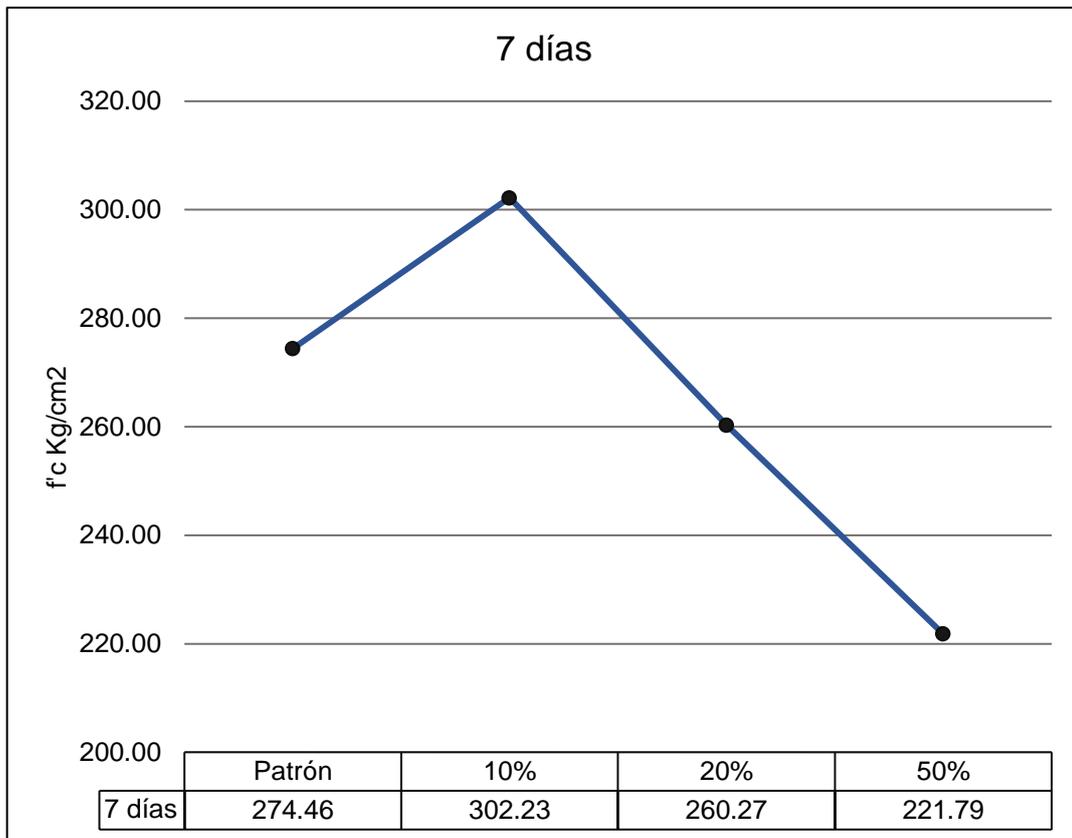


Figura 1 Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de edad.

Se interpreta la de figura anterior que a los 7 días de edad la resistencia a la compresión del concreto patrón fue de 274.46 kg/cm² y es superada por el concreto con sustitución al 10 % de agregado reciclado grueso por tener una resistencia a la compresión de 302.33 kg/cm², sin embargo, los concretos en el que se sustituyeron 20% y 50% tuvieron una resistencia a la compresión de 260.27 kg/cm² y 221.76 kg/cm² siendo menores que las dosificaciones anteriores. Resalta el hecho de que el concreto con sustitución al 10 % de agregado reciclado grueso es el que tiene mayor resistencia a la compresión que otra dosificación estudiada, se aprecia, también, una abrupta caída en la resistencia cuando se incrementa la sustitución del agregado natural por el agregado reciclado grueso.

En la tabla 11 se muestran los resultados a la resistencia a la compresión a los 14 días de edad las muestras de todas las dosificaciones.

Tabla 11 Resistencia a la compresión con 14 días de edad.

N°	Sustitución de agregado reciclado grueso	Área cm ²	Edad días	Carga Kg	f'c Kg/cm ²	f'c promedio Kg/cm ²
1	Patrón	176.7	14	71280	403.396	396.79
2		176.7	14	70370	398.246	
3		176.7	14	68690	388.738	
4	10%	176.7	14	65010	367.912	389.36
5		176.7	14	69180	391.511	
6		176.7	14	72210	408.659	
7	20%	176.7	14	43750	247.595	278.19
8		176.7	14	51040	288.851	
9		176.7	14	52680	298.132	
10	50%	176.7	14	56390	319.128	327.45
11		176.7	14	58680	332.088	
12		176.7	14	58510	331.126	

Fuente: VH Laboratorio

A los 14 días de edad, el concreto patrón tuvo una resistencia a la compresión promedio de 396.79 Kg/cm², mientras que los concretos con 10%, 20% y 50% de sustitución de agregado grueso por agregado reciclado grueso tuvieron una resistencia a la compresión promedio de 389.36 Kg/cm², 278.19 Kg/cm² y 327.45 Kg/cm² respectivamente.

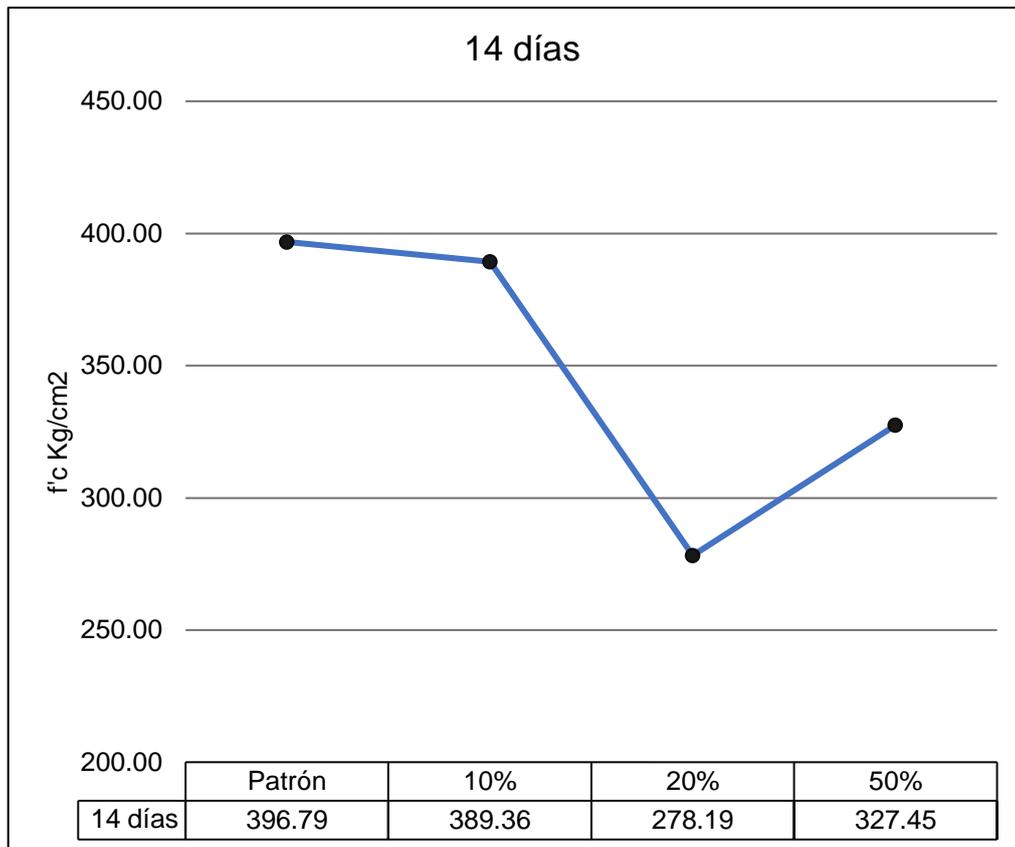


Figura 2 Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de edad.

Se presenta en la figura 2 que a los 14 días de edad la resistencia a la compresión del concreto patrón fue de 396.79 kg/cm², y el concreto con sustitución al 10 % de agregado reciclado grueso tuvo una resistencia a la compresión ligeramente menor por ser 389.36 kg/cm², el concreto con sustitución de 20% tuvo la menor resistencia a la compresión con 278.19 kg/cm² y el concreto con sustitución de 50% aumenta la resistencia con 327.45 kg/cm². Resalta el hecho de que el concreto disminuye su resistencia a la compresión al aumentar el porcentaje de sustitución, sin embargo, logra recuperar su resistencia con la sustitución al 50% pero no supera la resistencia del concreto patrón.

En la tabla 12 se muestran los resultados a la resistencia a la compresión a los 28 días de edad las muestras de todas las dosificaciones.

Tabla 12 Resistencia a la compresión con 28 días de edad.

N°	Sustitución de agregado reciclado grueso	Área cm ²	Edad días	Carga Kg	f'c Kg/cm ²	f'c promedio Kg/cm ²
1	Patrón	176.7	28	83400	471.99	427.98
2		176.7	28	75810	429.03	
3		176.7	28	67660	382.91	
4	10%	176.7	28	74650	422.47	426.96
5		176.7	28	77860	440.63	
6		176.7	28	73820	417.77	
7	20%	176.7	28	65460	370.46	370.85
8		176.7	28	58100	328.81	
9		176.7	28	73030	413.30	
10	50%	176.7	28	53160	300.85	275.34
11		176.7	28	48100	272.21	
12		176.7	28	44700	252.97	

Fuente: VH Laboratorio

A los 28 días de edad, el concreto patrón tuvo una resistencia a la compresión promedio de 427.98 Kg/cm² superando por gran magnitud a la resistencia a la compresión de diseño que fue de 280 Kg/cm², mientras que los concretos con 10%, 20% y 50% de sustitución de agregado grueso por agregado reciclado grueso tuvieron una resistencia a la compresión promedio de 302.23 Kg/cm², 260.27 Kg/cm² y 221.76 Kg/cm² respectivamente.

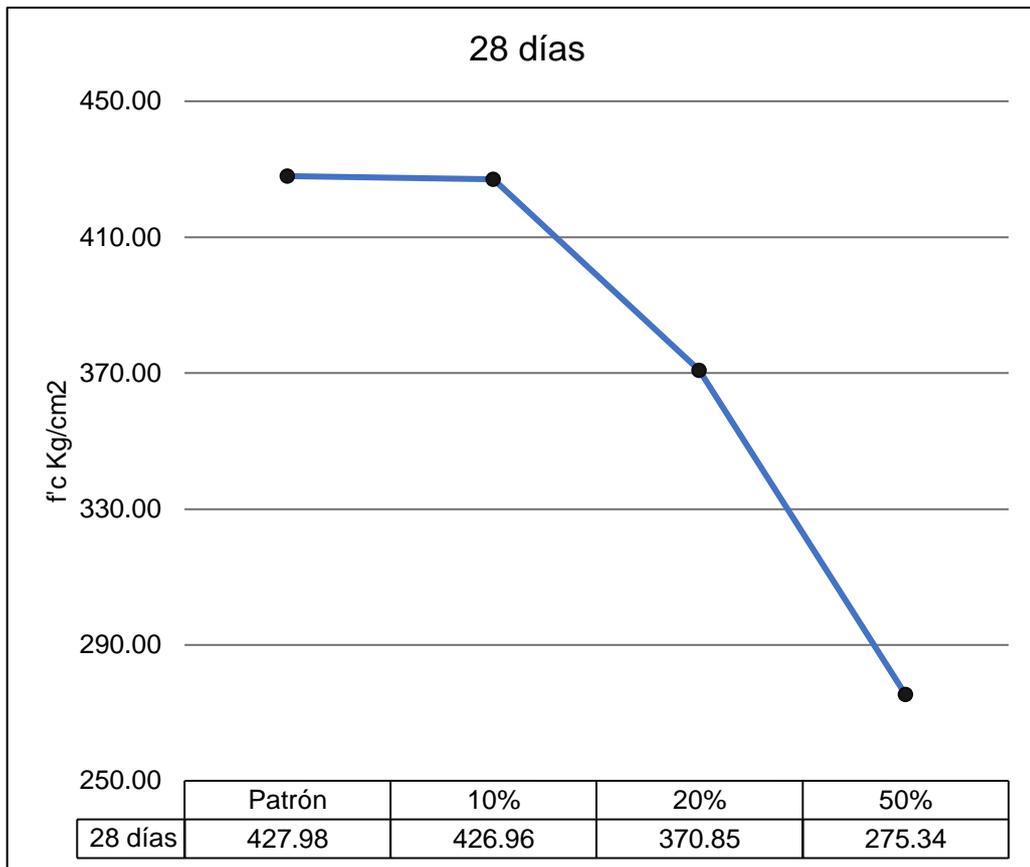


Figura 3 Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de edad

En la figura 3 se interpreta que a los 28 días de edad la resistencia a la compresión del concreto patrón fue de 427.98 kg/cm², el concreto con sustitución al 10 % de agregado reciclado grueso tuvo una resistencia a la compresión cercana pero menor por ser 426.96 kg/cm², la resistencia a la compresión del concreto cae con la sustitución de 20% y 50 % ya que fueron 370.85 kg/cm² y 275.34 kg/cm² respectivamente. Resalta el hecho de que el concreto a los 28 días de edad disminuye su resistencia a la compresión al aumentar el porcentaje de sustitución.

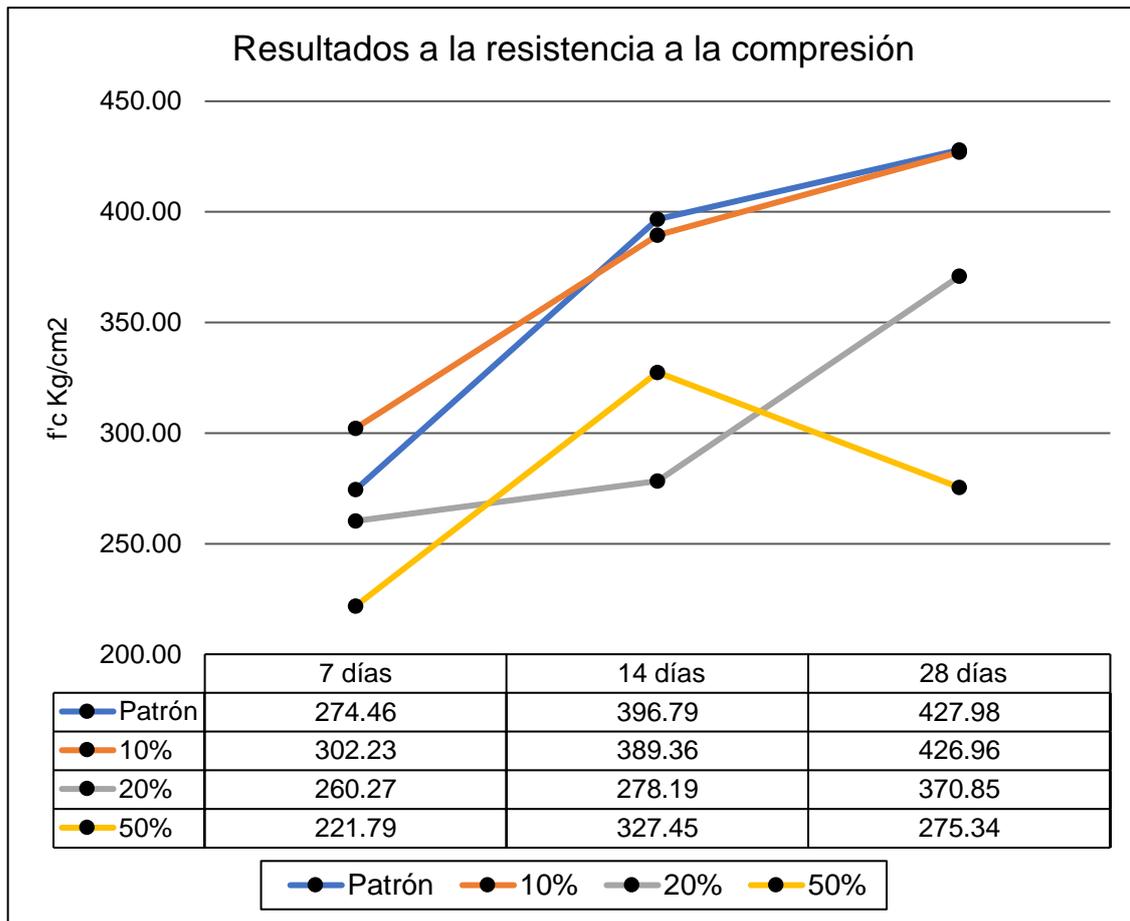


Figura 4 Comparación de la resistencia a la compresión de la combinación de concreto

En la figura 4 se puede apreciar que a los 7 días de edad el concreto que tuvo sustitución del 10% tuvo la mayor resistencia, seguido por la resistencia del concreto patrón, le continúa el concreto sustituido al 20% y finalmente está el concreto con 50% de sustitución. Para los 14 días el concreto patrón es el que obtiene la mayor resistencia de las 4 dosificaciones, el concreto con 10% de sustitución está ligeramente más bajo que al concreto patrón, el concreto con 50% de sustitución aumenta en gran magnitud su resistencia que supera con gran ventaja al concreto con 20% de sustitución. A los 28 días de edad el concreto patrón es el que aun posee la resistencia mayor, el concreto con 10% de sustitución tiene una resistencia menor pero muy cercana, con una diferencia mínima, el concreto con 50% de sustitución reduce su resistencia, siendo menor que el de los 14 días de edad, y fue superado ampliamente por el concreto con 20% de sustitución.

V. DISCUSIÓN

Al determinar las características físicas del agregado fino en la presente investigación se determinó que tuvo un contenido de humedad de 2.22%, mientras que los autores Cáceres y Valencia (2018) precisaron en su estudio de que su agregado fino estudiado tuvo un contenido de humedad menor por tener 1.40%, el módulo de fineza de la presente investigación fue de 3.06, mientras que de los autores tuvo un valor inferior por tener 2.64, el peso unitario suelto y peso unitario compactado de la actual investigación fueron de 1516.00 kg/m³ y 1730 kg/m³ respectivamente, mientras que de los autores fueron valores menores, 1508.66 kg/m³ y 1637.99 kg/m³ respectivamente. El peso específico del agregado fino determinado en la presente investigación fue de 2.60 gr/cm³ mientras que en el estudio de Cáceres y Valencia (2018) fue un valor inferior por tener el peso específico de 2.53 gr/cm³, finalmente la absorción del agregado fino en este estudio fue de 1.25%, mientras que de los autores fue de un valor mayor, ya que tuvo una absorción de 1.87%.

En este estudio se determinó que el agregado grueso que tuvo un contenido de humedad de 2.22%, mientras que el agregado grueso estudiado por los autores Cáceres y Valencia (2018) fue de 0.38%, el tamaño máximo nominal son iguales en los dos estudios porque los dos agregados gruesos tuvieron un valor de 3/4", el peso unitario suelto y peso unitario compactado del agregado grueso del presente estudio fue de 1675.00 kg/m³ y 1717.00 kg/m³, mientras que de los autores tuvieron valores inferiores, de 1540.80 kg/m³ y 1668.57 kg/m³ respectivamente, el porcentaje de absorción del agregado grueso de la presente investigación fue de 0.84%, mientras que de los autores fue de 0.98%, finalmente el peso específico del agregado grueso de esta investigación fue de 2.63 gr/cm³ y de los autores fue de una magnitud mayor por tener un peso específico de 2.75 gr/cm³. Por lo que se induce que las características de los agregados son diferentes, lo que reafirma la necesidad de realizar los ensayos correspondientes cada vez que se desee realizar un diseño de mezcla de concreto.

En la presente investigación se determinó las masas requeridas para la elaboración de 1 m³ de concreto de $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ que fueron de 360.92 Kg de cemento, 698.92 Kg de agregado fino, 1030.20 kg de agregado grueso y 250 lt. de agua. Sin embargo, en la investigación realizada por Bazalar y Cadenillas (2019) determinaron mediante su diseño de mezcla que, para la realización de 1 m³ de concreto de $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ se necesita mayor masa de cemento con 439.91 Kg, mayor agregado fino por requerir 744.10 Kg, menor agregado grueso con 905.58 kg y menor agua por necesitar 200 lt. De igual forma en el estudio realizado por Caycho y Espinoza (2019) en el que determinaron mediante su diseño de mezcla que, para la realización de 1 m³ de concreto de $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ se requiere de una masa mucho mayor de cemento por requerir 434 Kg, mayor masa de agregado fino por requerir de 805 Kg, menor masa de agregado grueso por requerir 707 kg y mayor cantidad de agua con 233 lt. Además, se puede distinguir que en el estudio realizado por Zheng et al (2018) también se requiere diferentes masas en los materiales para la elaboración de 1 m³ de concreto de $f'c=280\text{Kg/cm}^2$, ya que se requiere de mayor cemento con 436 Kg, menor agregado fino con 616 Kg, similar masa de agregado grueso con 1143 kg y menor cantidad de agua con 243 lt. Por lo que se discrepa con los autores en cuanto en la cantidad de materiales a usar, esto es debido a que los estudios requieren de diferentes requisitos en la de mezcla de concreto como: el revenimiento, el control de dosificación en campo y características físicas de los agregados.

Por otro lado, se coincide con los autores Bazalar y Cadenillas (2019) y Zheng et al (2018), ya que la distribución porcentual del agregado natural y el agregado reciclado sin determinadas de la misma manera que en la presente investigación, sin embargo, los pesos de estos agregados son distintos a consecuencia de que el diseño original es diferente como se muestra en la siguiente explicación: En la investigación realizada por Bazalar y Cadenillas (2019) indicaron que para la elaboración de 1 m³ concreto con 25% de agregado reciclado grueso se requiere de 679.19 kg de agregado grueso natural y 225.91 kg de agregado reciclado, en la dosificación de concreto de 1 m³ con 30% de agregado reciclado grueso se requirió de 633.91 kg de agregado grueso y 271.09 kg de agregado reciclado, en la dosificación de concreto de 1 m³ con 40% de agregado reciclado grueso se requirió

de 543.35 kg de agregado grueso y 361.46 kg de agregado reciclado, en la dosificación de concreto de 1 m³ con 50% de agregado reciclado grueso se requirió de 452.79 kg de agregado grueso y 451.81 kg de agregado reciclado. En la investigación realizada por Zheng et al (2018) determinaron en el diseño de mezcla de 1 m³ concreto con 25% de agregado reciclado grueso que se requiere de 857.25 kg de agregado grueso y 285.75 kg de agregado reciclado, en la dosificación de concreto de 1 m³ con 50% de agregado reciclado grueso se requirió de 571.50 kg de agregado grueso y 571.5 kg de agregado reciclado, en la dosificación de concreto de 1 m³ con 75% de agregado reciclado grueso se requirió de 285.75 kg de agregado grueso y 857.25 kg de agregado reciclado, en la dosificación de concreto de 1 m³ con 100% de agregado reciclado grueso se requirió de solo 1259 kg de agregado reciclado. En la presente investigación se determinó que para 1 m³ concreto con 10% de agregado reciclado grueso se requirió de 927.18 kg de agregado grueso y 360.92 kg de agregado reciclado, para 1 m³ concreto con 20% de agregado reciclado grueso se requirió de 824.16 kg de agregado grueso y 206.04 kg de agregado reciclado y para 1 m³ concreto con 50% de agregado reciclado grueso se requirió de 515.10 kg de agregado grueso y 515.10 kg de agregado reciclado.

La resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto patrón fue de 427.98 kg/cm², y reduce a 426.96 kg/cm² y 370.85 kg/cm² por la sustitución de 10% y 20% de agredo reciclado grueso, lo que representa una reducción de 0.24% y 13.35% de resistencia, sin embargo, en la investigación de Zheng et al (2018) con el concreto patrón tuvo una resistencia a la compresión promedio de 254.93 Kg/cm², y se redujo a 252.89 Kg/cm² por la sustitución de 25% de agredo reciclado grueso, lo que representa una reducción de 0.80% de resistencia. Se puede apreciar que en la presente investigación la sustitución de 10% no tuvo un gran impacto en la reducción de la resistencia al igual que Zheng et al (2018) con la sustitución de con 25% de sustitución, sin embargo se discrepa con el autor porque con la sustitución con porcentaje de 20%, que es cercana a la del autor, sí tuvo un impacto significativo en la resistencia.

De igual manera se discrepa con el autor respecto a los resultados de resistencia a la compresión por la sustitución de 50% ya que en la presente investigación se

redujo a 275.34 kg/cm², lo que representa una reducción de 35.66% de resistencia, mientras que en la investigación de Zheng et al (2018) la resistencia a la compresión de su concreto se redujo a 239.63 Kg/cm² por la sustitución de 50% de agredo reciclado grueso lo que representa una reducción de 4.0% de resistencia. Se evidencia que según el autor la sustitución de 50% no influye en la reducción significativa en la resistencia del concreto como sí se demuestra en esta investigación.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que el agregado grueso tuvo un contenido de humedad de 2.22%, tamaño máximo nominal 3/4", peso unitario suelto de 1675.00 kg/m³, peso unitario compactado de 1717.00 kg/m³, absorción de 0.84% y peso específico de 2.63 gr/cm³, mientras que el agregado fino tuvo un contenido de humedad de 2.22%, módulo de fineza de 3.06, peso unitario suelto de 1516.00 kg/m³ peso unitario compactado de 1730 kg/m³ y peso específico de 2.60 gr/cm³ y absorción de 1.25%.
2. Se determinó que para la realización de 1 m³ de concreto con los agregados obtenidos se requiere de 360.92 Kg de cemento, 698.92 Kg de agregado fino, 1030.20 kg de agregado grueso y 250 lt. de agua.
3. Se determinó que para la realización de 1 m³ de concreto con sustitución de 10% de agregados reciclado grueso se requiere de 360.92 Kg de cemento, 103.02 Kg de agregado reciclado grueso, 698.92 Kg de agregado fino, 927.18 Kg de agregado grueso y 205.00 lt de agua. Se determinó que para la realización de 1 m³ de concreto con sustitución de 20% de agregados reciclado grueso se requiere de 360.92 Kg de cemento, 206.04 Kg de agregado reciclado grueso, 698.92 Kg de agregado fino, 824.16 Kg de agregado grueso y 205.00 lt de agua. Se determinó que para la realización de 1 m³ de concreto con sustitución de 50% de agregados reciclado grueso se requiere de 360.92 Kg de cemento, 515.10 Kg de agregado reciclado grueso, 698.92 Kg de agregado fino, 515.1 Kg de agregado grueso y 205.00 lt de agua.
4. Se determinó que la resistencia a la compresión a los 7 días de edad del concreto patrón fue de 274.46 kg/cm², y aumenta a 302.23 kg/cm² por la sustitución de 10% de agredo reciclado grueso, y reduce a 260.27 kg/cm² y a 221.76 kg/cm² por la sustitución de 20% y 50% de agredo reciclado grueso respectivamente. La resistencia a la compresión a los 14 días de edad del concreto patrón fue de 396.79 kg/cm², y reduce a 389.36 kg/cm² 278.19 kg/cm² y a 327.45 kg/cm² por la sustitución de 10%, 20% y 50% de agredo

reciclado grueso respectivamente. La resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto patrón fue de 427.98 kg/cm², y reduce a 426.96 kg/cm², 370.85 kg/cm² y a 275.34 kg/cm² por la sustitución de 10%, 20% y 50% de agredo reciclado grueso respectivamente. Por lo que el efecto del agregado reciclado grueso es perjudicial en la resistencia a la compresión del concreto, sin embargo, la sustitución de 10% no reduce la resistencia en gran magnitud, siendo la sustitución más viable a su uso.

VII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el uso del agregado reciclado grueso en el concreto que no sean de uso estructural, puesto que el agregado reciclado grueso no contribuiría en el aumento de la resistencia a la compresión del concreto.
2. Realizar la caracterización de agregados reciclados gruesos de diferentes lugares de donde se obtengan concreto demolido, y determinar la influencia de tamaño del agregado en el concreto.
3. Determinar las características físicas, mecánicas y químicas del agregado reciclado grueso y escoger el idónea para la utilización en el concreto.

VIII. REFERENCIAS

1. A novel treatment method for recycled aggregate and the mechanical properties of recycled aggregate concrete por Xianfeng Wang [et al]. Journal of Materials Research and Technology [en línea]. 30 de diciembre de 2020, volumen 10. [fecha de consulta: 28 de mayo 2021].
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785420321712>
ISSN: 2238-7854
2. A study on the properties of recycled aggregate concrete and its production facilities por Jung-Ho Kim [et al]. Infrastructures [en línea]. 10 de mayo de 2019, volumen 9, n. ° 9. [fecha de consulta: 19 de mayo 2021].
Disponible en <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/9/1935>
ISSN: 2076-3417
3. ANALYSIS of coarse aggregate performance based on the modified Micro Deval abrasion test por WU, Jiangfeng [et al]. International journal of pavement research and technology [en línea]. 16 de octubre de 2017, volumen 11, n. ° 2. [fecha de consulta: 09 de junio 2021].
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416301961>
ISSN: 1996-6814
4. ASOCIACIÓN de productores de cemento. ASOCEM. 2016. Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/archivo/files/Vision%20General%20de%20la%20Industria%20del%20Cemento%20y%20sus%20Principales%20Actores.pdf>
5. ATOYEBI, O. D., GANA, A. J., LONGE, J. E. Strength assessment of concrete with waste glass and bankoro (Morinda Citrifolia) as partial replacement for fine and coarse aggregate. Results in Engineering [en línea]. 27 de marzo de 2020, volumen 6. [fecha de consulta: 01 de junio de 2021].
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259012302030030X>
ISSN: 2590-1230
6. AXIAL Compressive Behavior of Steel Fiber-Reinforced Recycled Coarse Aggregate Concrete-Filled Short Circular Steel Columns por Qiao-Huan

- Wang [et al]. Advances in Materials Science and Engineering [en línea]. 5 de abril de 2021, volumen 2021. [fecha de consulta: 25 de mayo 2021]. Disponible en <https://www.hindawi.com/journals/amse/2021/5516893/> ISSN: 1687-8434
7. BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación [en línea]. 3.a ed. Mexico: Grupo Editorial Patria, 2017 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].
Disponible en http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
 8. BARHAM, Wasim, OBAIDAT, Yasmeeen Taleb, ABDELRAHMAN, Bahaa. Experimental study on bond behavior between heat-damaged recycled asphalt pavement concrete and NSM-CFRP strips. Case Studies in Construction Materials [en línea]. 10 de diciembre de 2020, volumen 14. [fecha de consulta: 22 de junio de 2021].
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521000589> ISSN: 2214-5095
 9. BASIC creep and fracture response of fine recycled aggregate concrete por Ange-Therese Akono [et al]. Construction and Building Materials [en línea]. 23 de octubre de 2020, volumen 266. [fecha de consulta: 26 de mayo 2021].
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820331111> ISSN: 0950-0618
 10. BAZALAR, Luis y CADENILLAS, Miguel. Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras aporcadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental. (Tesis Pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. 2019.
 11. BITTENCOURT, Susana Viana, MAGALHAES, Margareth Da Silva, TAVARES, Maria Elizabeth. Mechanical behavior and water infiltration of pervious concrete incorporating recycled asphalt pavement aggregate. Case

Studies in Construction Materials [en línea]. 2020, volumen 14. [fecha de consulta: 28 de mayo de 2021].

Disponible en
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520301455>
ISSN: 2214-5095

12. CÁCERES, Edson y VALENCIA, Víctor. Estudio de la influencia del tipo y porcentaje de reemplazo de los agregados reciclados en las propiedades del concreto, para diseños de $f'c$ 175, 210 y 280 kg/cm², en la ciudad de Arequipa. (Tesis pregrado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú 2018.
13. Campus ultra. 06 de marzo de 2020. Disponible en:
<https://campusultra.com/proyeccion-positiva-para-produccion-de-cemento-y-concreto-en-colombia/#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%202019%2C%20la,9%20miles%20de%20metros%20c%C3%BAbicos.>
14. CAYCHO, Teresa y ESPINOZA, Diego. Mezcla de concreto con agregado grueso reciclado usando cemento portland tipo HS para cimentaciones, distrito la molina. (Tesis Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. 2019.
15. COHEN, Néstor y GÓMEZ, Gabriela. Metodología de la Investigación, ¿Para qué? [en línea]. 1.a ed. Buenos Aires: Editorial Teseo, 2019 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].
Disponible en
http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_que.pdf
ISBN: 9789877231908
16. COMPREHENSIVE study on the most sustainable concrete design made of recycled concrete, glass and mineral wool from C&D wastespor Gebremariam, Abraham [et al]. Construction and Building Materials [en línea]. 19 de diciembre de 2020, volumen 273. [fecha de consulta: 21 de junio de 2021].
Disponible en
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820337016>

ISSN: 0950-0618

- 17.** DABHADE, A. CHAUDARI, S. GAJBHAYE, A. Effect of fly ash on recycle coarse aggregate concrete. International Journal of Civil Engineering Research. [en línea]. 2014, volumen 5, n. ° 1. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2021].
Disponibile en http://www.ripublication.com/ijcer_spl/ijcerv5n1spl_06.pdf
ISSN: 2278-3652
- 18.** DARWIN, David, DOHAN, Charles, NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto. 15.a ed. New York: McGraw-Hill Education, 2016. 1pp. ISBN: 9780073397946
Disponibile en <http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsd/collect/clacso/index/assoc/D1532.dir/sautu2.pdf>
ISBN: 9871183321
- 19.** EL consumo de cemento en España cierra el 2019 con un crecimiento del 5,9% [en línea]. Canales Sectoriales interpresa. España. 07 de febrero de 2020. [fecha de consulta: 31 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/264480-El-consumo-de-cemento-en-Espana-cierra-el-2019-con-un-crecimiento-del-5-9-porciento.html>
- 20.** ERAZO, Nilo. Evaluación del diseño de concreto $f'c=175$ kg/cm² utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales. (Tesis pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú 2018.
- 21.** EXPERIMENTAL and theoretical investigation on the thermo-mechanical properties of recycled aggregate concrete containing recycled rubber por Yunchao Tang [et al]. Frontiers in Materials [en línea]. 05 de abril de 2021, volumen 8. [fecha de consulta: 25 de mayo 2021].
Disponibile en <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2021.655097/full>
ISSN: 2296-8016
- 22.** EXPERIMENTAL study on strength and durability of cement and concrete by partial replacement of fine aggregate with fly ash por Tariq Waheed [et

al]. Earth Sciences Pakistan [en línea]. 07 de noviembre de 2017, volumen 1, n. ° 2. [fecha de consulta: 11 de junio 2021].

Disponible en <https://www.zibelinepub.com/experimental-study-on-strength-and-durability-of-cement-and-concrete-by-partial-replacement-of-fine-aggregate-with-fly-ash/>

ISSN: 2521-2907

- 23.** HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar; Metodología de la Investigación [en línea]. 6.ª ed. Mexico: Mc Graw Hill, 2014 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].

Disponible en https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

ISBN: 9781456223960

- 24.** HU, Shi; TANG, Huaming; HAN, Shenyao. Energy Absorption Characteristics of PVC Coarse Aggregate Concrete under Impact Load International Journal of Concrete Structures and Materials [en línea]. 12 de mayo 2021, volumen 15, n. ° 1. [fecha de consulta: 11 de junio de 2021].

Disponible en <https://ijcsm.springeropen.com/articles/10.1186/s40069-021-00465-w>

ISSN: 1976-0485

- 25.** HURTADO, CÁRDENAS, GALLARDO. Resistance to compression of conventional concrete alleviated through partial substitution of coarse aggregate for expanded polystyrene. Journal of Physics: Conference Series [en línea]. Septiembre de 2018, volumen 1126. [fecha de consulta: 09 de junio de 2021].

Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1126/1/012040/meta>

ISSN: 1742-6596

- 26.** INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática INEI. 01 de marzo de 2021. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/consumo-interno-de-cemento-crecio-2112-en-enero-del-2021-12763/>

- 27.** INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática INEI. Perú: Anuario de estadística ambientales 2019 [en línea]. Lima, 2019 [fecha de consulta: 31 de mayo de 2021].
Disponibile en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf
- 28.** KUMAR, GS, KUMAR, KA. An Experimental Study On the Strength Properties of Graphene Oxide Concrete with Partial Replacement of Coarse Aggregate by Recycled Coarse Aggregate, International Journal of Research in Engineering, Science and Management [en línea]. 4 de abril de 2021, volumen 4, n. ° 4. [fecha de consulta: 22 de junio de 2021].
Disponibile en <https://www.journals.resaim.com/ijresm/article/view/629>
ISSN: 2581-5792
- 29.** LARA, Manuel. Influencia del concreto reciclado en el comportamiento estructural de un modelo de vivienda económica con muros de ductilidad limitada. - Nuevo Chimbote, 2017. (Tesis Pregrado). Universidad César Vallejo, Nuevo Chimbote, Perú. 2017.
- 30.** MECHANICAL properties and pore structure of recycled aggregate concrete made with iron ore tailings and polypropylene fibers por Xu, Fan [et al]. Journal of Building Engineering [en línea]. 30 de junio de 2020, volumen 33. [fecha de consulta: 22 de junio de 2021].
Disponibile en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710220311426>
ISSN: 1757-9881
- 31.** MECHANICAL properties of recycled concrete with demolished waste concrete aggregate and clay brick aggregate por Chaocan Zheng [et al]. Results in Physics [en línea]. 27 de abril de 2018, volumen 9. [fecha de consulta: 01 de junio 2021].
Disponibile en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211379718308283>
ISSN: 2211-3797
- 32.** MECHANICAL properties test and strength prediction on basalt fiber reinforced recycled concrete por Min Huang [et al]. Advances in Civil

Engineering [en línea]. 17 de marzo de 2021, volumen 2021. [fecha de consulta: 09 de junio 2021].

Disponible en <https://www.hindawi.com/journals/ace/2021/6673416/>

ISSN: 1687-8094

- 33.** MODELING the Failure Pattern of Prenotched Recycled Aggregate Concrete Using FEM on Complementary Energy Principle por Yao Wang [et al]. Mathematical Problems in Engineering [en línea]. 8 de febrero de 2021, volumen 2021. [fecha de consulta: 25 de mayo 2021].

Disponible en <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2021/6621530/>

ISSN: 1563-5147

- 34.** NIÑO. Víctor. Metodología de la Investigación [en línea]. 1.a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 18 de mayo de 2021].

Disponible en

https://www.academia.edu/35258714/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_DISENO_Y_EJECUCION

ISBN: 9789588675947

- 35.** NON-DESTRUCTIVE prediction of strength of concrete made by lightweight recycled aggregates and nickel slag por SILVA, Saha, Ashish Kumer, et al. [et al]. Journal of Building Engineering [en línea]. 06 de julio de 2020, volumen 33. [fecha de consulta: 22 de junio de 2021].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710219325501>

ISSN: 2352-7102

- 36.** OSTROWSKI, Krzysztof. The influence of coarse aggregate shape on the properties of high-performance, self-compacting concrete. Technical Transactions [en línea]. 26 de septiembre de 2017, volumen 114, n. ° 5. [fecha de consulta: 01 de junio de 2021].

Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/317603085_The_influence_of_coarse_aggregate_shape_on_the_properties_of_high-performance_self-compacting_concrete

ISSN: 2353-737X

- 37.** PALANISAMY, P., KUMAR, P. Suresh. Effect of molarity in geo polymer earth brick reinforced with fibrous coir wastes using sandy soil and quarry dust as fine aggregate.(Case study). Case studies in construction materials. [en línea]. Junio 2018, volumen 8. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2021].
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509517301894>
ISSN: 2214-5095
- 38.** PHAN, V. y NGUYEN, T. The Influence of Fly Ash on the Compressive Strength of Recycled Concrete Utilizing Coarse Aggregates from Demolition Works. Engineering, Technology & Applied Science Research [en línea]. Junio de 2021, volumen 11, n. ° 3. [fecha de consulta: 21 de junio de 2021].
Disponible en <http://www.etasr.com/index.php/ETASR/article/view/4145>
ISSN: 1792-8036
- 39.** PHYSICAL, chemical and mineralogical characterization of Dutch fine recycled concrete aggregates: A comparative study por Nedeljkovic Marija [et al]. Construction and Building Materials [en línea]. 24 de noviembre de 2020, volumen 270. [fecha de consulta: 26 de mayo 2021].
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820334796>
ISSN: 0950-0618
- 40.** PRELIMINARY analysis of the use of construction waste to replace conventional aggregates in concrete por SILVA, Fernando [et al]. Buildings [en línea]. 25 de febrero de 2021, volumen 11, n. ° 3. [fecha de consulta: 21 de junio de 2021].
Disponible en <https://www.mdpi.com/2075-5309/11/3/81>
ISSN: 2075-5309
- 41.** RECYCLED aggregates concrete compressive strength prediction using artificial neural networks (ANNs) por Mohamad Ali Ridho [et al]. Infrastructures [en línea]. 23 de enero de 2021, volumen 6, n. ° 2. [fecha de consulta: 19 de mayo 2021].
Disponible en <https://www.mdpi.com/2412-3811/6/2/17>
ISSN: 2412-3811

- 42.** REVIEW on Bond Strength of Recycled Aggregates in Concrete. por Ramasamy, Krishnaraja Ammapalayam [et al]. Materials Science and Engineering [en línea]. 26 de marzo de 2021, volumen 1145. [fecha de consulta: 22 de junio de 2021].
Disponibile en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1145/1/012108/meta>
ISSN: 1757-9881
- 43.** RODRIGUEZ, Gianmarco. Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=175$ kg/cm² con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado. (Tesis pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú 2018.
- 44.** SONI, Nancy, SHUKLA, Dharmendra Kumar. Analytical study on mechanical properties of concrete containing crushed recycled coarse aggregate as an alternative of natural sand., Construction and Building Materials [en línea]. 1 de octubre de 2020, volumen 266. [fecha de consulta: 22 de junio de 2021].
Disponibile en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820326003>
ISSN: 0950-0618
- 45.** STUDYING the C–H crystals and mechanical properties of sustainable concrete containing recycled coarse aggregate with used nano-silica por Shahriar, Shahbazpanahi [et al]. Crystals [en línea]. 27 de enero de 2021, volumen 11, n. ° 2. [fecha de consulta: 21 de junio de 2021].
Disponibile en <https://www.mdpi.com/2073-4352/11/2/122>
ISSN: 2073-4352

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 13 Operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
Variable independiente: Agregado grueso reciclado	Zheng et al. (2018) expresaron que el agregado grueso reciclado es aquel que tiene cemento y/o mortero viejo adherido al agregado natural presente en el núcleo. (p. 1317).	Será definido a través de sus propiedades mecánicas y a través de su dosificación.	Agregado reciclado	Tamaño máximo nominal	Razón
				Absorción	Razón
				Contenido de humedad	Razón
				Peso unitario	Razón
				Peso específico	Razón
			Dosificación del agregado reciclado	Porcentaje a dosificar <ul style="list-style-type: none"> • 10% • 20% • 50% 	Razón
Variable dependiente: concreto $f'c=280$ kg/cm ²	Neville y Brooks (1998) define al concreto como “un producto o masa conformada por un medio aglutinador. Generalmente este medio es el producto de la relación entre cemento hidráulico y agua” (p. 10).	Se definirá a través de las propiedades del agregado natural y la resistencia compresión del concreto.	Agregado grueso	Tamaño máximo nominal	Razón
				Absorción	Razón
				Contenido de humedad	Razón
				Peso unitario	Razón
				Peso específico	Razón
				Granulometría	Intervalo
			Compresión	Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

Tabla 14 Matriz de consistencia

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cuál es el efecto de la sustitución de agregado reciclado grueso en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$?	Determinar el efecto del comportamiento mecánico del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, con la sustitución del agregado reciclado grueso	Habría un efecto favorable en la sustitución de agregado reciclado grueso en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ -Huaraz		
Problemas específicos	Objetivos específicos		Variable independiente (x): Agregado reciclado grueso.	Tipo: aplicada con enfoque cuantitativa Diseño: experimental
1. ¿Qué características tiene el agregado grueso y agregado fino a utilizar?.	1. Caracterizar el agregado grueso y agregado fino a utilizar.			
2. ¿Cuál es el diseño de mezcla patrón para concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$?	2. Diseñar la mezcla patrón de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.		Variable dependiente (y): Concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	Población y muestra La población y muestra se encuentra conformada por 36 probetas de concreto $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$.
3. ¿Cuál es el diseño de mezcla para concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado reciclado grueso de 10%,20% y 50%?	3. Diseñar la mezcla de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado reciclado grueso de 10%,20% y 50%.			
4. ¿Cuál es el efecto de la sustitución de agregado reciclado grueso al 10%, 20% y 50%, en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ -Huaraz?	4. Determinar el efecto de la sustitución de agregado reciclado grueso al 10%, 20% y 50%, en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.			

Fuente: elaboración propia

Anexo 3 Certificados



VH
Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodríguez, Ángel Miguel

TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO AL 10%,20% y 50 % EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'C =280 kg/cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2021 "

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : TACLLAN

F'C : 280 Kg/cm2

N°	TESTIGO	F'C kg/cm2	SLUMP (")	FECHA		ÁREA cm2	EDAD DIAS	Carga kg	FC	FC/F'C (%)
	ELEMENTO			MOLDEO	ROTURA					
1	CONCRETO PATRON	280	3.5	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	46200	261.46	93
2	CONCRETO PATRON	280	3.5	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	53110	300.57	107
3	CONCRETO PATRON	280	3.5	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	46180	261.35	93
4	CONCRETO CON A.R. AL 10 %	280	3.5	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	60320	341.37	122
5	CONCRETO CON A.R. AL 10 %	280	3.5	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	51140	289.42	103
6	CONCRETO CON A.R. AL 10 %	280	3.5	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	48750	275.89	99
7	CONCRETO CON A.R. AL 20 %	280	3	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	43960	248.78	89
8	CONCRETO CON A.R. AL 20 %	280	3	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	49540	280.36	100
9	CONCRETO CON A.R. AL 20 %	280	3	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	44470	251.67	90
10	CONCRETO CON A.R. AL 50 %	280	3	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	41320	233.84	84
11	CONCRETO CON A.R. AL 50 %	280	3	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	38280	216.64	77
12	CONCRETO CON A.R. AL 50 %	280	3	17/4/2021	23/4/2021	176.7	7	37970	214.88	77
13	CONCRETO PATRON	280	3.5	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	71280	403.40	144
14	CONCRETO PATRON	280	3.5	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	70370	398.25	142
15	CONCRETO PATRON	280	3.5	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	68690	388.74	139
16	CONCRETO CON A.R. AL 10 %	280	3.5	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	65010	367.91	131
17	CONCRETO CON A.R. AL 10 %	280	3.5	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	69180	391.51	140
18	CONCRETO CON A.R. AL 10 %	280	3.5	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	72210	408.66	146
19	CONCRETO CON A.R. AL 20 %	280	3	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	43750	247.59	88
20	CONCRETO CON A.R. AL 20 %	280	3	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	51040	288.85	103
21	CONCRETO CON A.R. AL 20 %	280	3	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	52680	298.13	106
22	CONCRETO CON A.R. AL 50 %	280	3	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	56390	319.13	114
23	CONCRETO CON A.R. AL 50 %	280	3	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	58680	332.09	119
24	CONCRETO CON A.R. AL 50 %	280	3	17/4/2021	30/04/2021	176.7	14	58510	331.13	118
25	CONCRETO PATRON	280	3.5	17/4/2021	29/04/2021	176.7	28	83400	471.99	169
26	CONCRETO PATRON	280	3.5	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	75810	429.03	153
27	CONCRETO PATRON	280	3.5	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	67660	382.91	137
28	CONCRETO CON A.R. AL 10 %	280	3.5	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	74650	422.47	151
29	CONCRETO CON A.R. AL 10 %	280	3.5	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	77860	440.63	157
30	CONCRETO CON A.R. AL 10 %	280	3.5	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	73820	417.77	149
31	CONCRETO CON A.R. AL 20 %	280	3	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	65460	370.46	132
32	CONCRETO CON A.R. AL 20 %	280	3	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	58100	328.81	117
33	CONCRETO CON A.R. AL 20 %	280	3	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	73030	413.30	148
34	CONCRETO CON A.R. AL 50 %	280	3	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	53160	300.85	107
35	CONCRETO CON A.R. AL 50 %	280	3	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	48100	272.21	97
36	CONCRETO CON A.R. AL 50 %	280	3	17/4/2021	14/05/2021	176.7	28	44700	252.97	90



VICTOR HUGO VILLANUEVA RODRIGUEZ
TECNICO LABORATORISTA EN
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Reg. 62839





* U.I.B. Villalba Miguel de Cisneros S.A. Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : FUD 943 809712 - RPM 948004338

RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

REG. INDECORI CERTIF. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO

SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodriguez, Angel Miguel

TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO AL 10%,20% y 50 % EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'c =280 kg/Cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2021 "

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : HUARAZ

MATERIAL : AGREGADO RECICLADO GRUESO

FECHA : 14 DE MAYO DEL 2021

A	:Peso de material saturado	1080.0	1100.5	1120.0
B	: Peso de material saturado	643.9	622.5	659.2
C = A - B	: volumen de masa - volumen de vacios	436.1	478.0	460.8
D	: Peso de material seco en el horno	1048.0	1060.5	1044.0
E = C - (A-D)	: Volumen de masa	404.1	438.0	384.8
ABSORCION (%) : $(((A-D)/D) \times 100)$		3.05	3.77	7.28
ABS. PROM. (%) :		4.70		

PROMEDIO				
P.e. Bulk (Base seca)	= D/C	2.40	2.22	2.27
P.e. Bulk (Base saturada)	= A/C	2.48	2.30	2.43
P.e. Aparente (Base seca)	= D/E	2.59	2.42	2.71

PROMEDIO	
P.e. Bulk (Base seca)	2.30
P.e. Bulk (Base saturada)	2.40
P.e. Aparente (Base seca)	2.58


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 N.º 40217


 Victor Hugo Villanueva Barreto
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 82639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PESOS UNITARIOS -AGREGADO RECICLADO GRUESO

SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodriguez, Ángel Miguel
TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO AL 10%,20% y 50
% EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'c =280 kg/Cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ -
2021 "
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : HUARAZ
MATERIAL : AGREGADO RECICLADO GRUESO
FECHA : 14 DE MAYO DEL 2021

PESO DE MATERIAL SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + Muestra	30500	30510	30545
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	23029	23039	23074
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1678	1679	1681
Peso unitario prom.	1679Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + Muestra	31000	31015	31020
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	23529	23544	23549
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1714	1716	1716
Peso unitario prom.	1715Kg/m3		

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Alberto Villarueva Medina
INGENIERO CIVIL
CIP. 30277

Hugo Villarueva Barreto
TÉCNICO LABORATORISTA EN
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Reg. 82839



* Urb. Villa San Miguel de Chitrey S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : F/UO 043 608712 - RPM 949004338

RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

REG INDECOPI CERTF. 95138



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PESOS UNITARIOS -AGREGADO GRUESO

SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodríguez,

Ángel Miguel

TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO AL
10%,20% y 50 % EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'C =280 kg/Cm2 EN
LA CIUDAD DE HUARAZ - 2021 "

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : TACLLAN

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

FECHA : 14 DE MAYO DEL 2021

PESO DE MATERIAL SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + Muestra	30530	30520	30345
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	23059	23049	22874
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1680	1679	1667
Peso unitario prom.	1675Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + Muestra	31020	31045	31020
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	23549	23574	23549
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1716	1718	1716
Peso unitario prom.	1717Kg/m3		

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Aberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
CIP. 36217

Victor Hugo Villanueva NGAYTO
TECNICO LABORATORISTA EN
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Reg. 62839



* Urb. Villa San Miguel de Cisney S/N. Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : F.UJO 043 809712 - RPM 949004338

RUC : 20600954173

E-mail: vvhlaboratorio@gmail.com

REG. INDECOPI CERTF. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PESOS UNITARIOS-AGREGADO FINO

SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodríguez, Ángel Miguel
TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO REICLADO GRUESO AL 10%,20% y 50 % EN EL
COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'c =280 kg/Cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2021 "
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 14 DE MAYO DEL 2021

PESO DE MATERIAL SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + Muestra	7925	7930	7925
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4505	4510	4505
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1623	1624	1623
Peso unitario prom.	1623Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + Muestra	8220	8225	8225
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4800	4805	4805
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1729	1731	1731
Peso unitario prom.	1730Kg/m3		

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Alberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
ICP: 30217

Victor Hugo Villanueva Barreto
TÉCNICO LABORATORISTA EN
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Reg. 62639

SUELO CONCRETO
LABORATORIO

* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : FLOJ 043 809712 - RPM 849004338

RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

REG. INDECOPI CERTF. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach Barreto Rodríguez, Ángel Miguel
TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO AL 10%,20% y 30 % EN EL
 COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'c =280 kg/Cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2021 "
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 14 DE MAYO DEL 2021

A	:Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1018.0	1093.5	1152.0
B	: Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	633.9	682.0	719.2
C = A - B	: volumen de masa - volumen de vacios	384.1	411.5	432.8
D	: Peso de material seco en el horno	1008.0	1084.5	1144.0
E = C - (A-D)	: Volumen de masa	374.1	402.5	424.8
ABSORCION (%) : $[(A-D)/D] \times 100$		0.99	0.83	0.70
ABS. PROM. (%) :		0.84		

		PROMEDIO		
P.e. Bulk (Base seca)	= D/C	2.62	2.64	2.64
P.e. Bulk (Base saturada)	= A/C	2.65	2.66	2.66
P.e. Aparente (Base seca)	= D/E	2.69	2.69	2.69

		PROMEDIO	
P.e. Bulk (Base seca)		2.63	
P.e. Bulk (Base saturada)		2.66	
P.e. Aparente (Base seca)		2.69	


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Alberto Villanueva Nudina
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 12217


 Victor Hugo Villanueva Katarra
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 82639





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodriguez, Ángel M.
TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO AL 10%, 20% y 50 %
EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'c=280 kg/Cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ -
2021 "
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 14 DE MAYO DEL 2021

A	:Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	300.0
B	: Peso de frasco + agua	669.9
C = A + B	: Peso frasco + agua + material	969.9
D	: Peso de material + agua en frasco	856
E = C - D	: Volumen de masa + volumen de vacio	113.9
F	: Peso material seco en horno	296.3
G = E - (A - F)	: Volumen de masa	-110.20
ABSORCION (%) : $[(A-F)/F] \times 100$		1.25
ABS. PROM. (%) :		1.25

PROMEDIO		
P.e. Bulk (Base seca)	= F/E	2.60
P.e. Bulk (Base saturada)	= A/E	2.63
P.e. Aparente (Base seca)	= F/G	-2.69

PROMEDIO	
P.e. Bulk (Base seca)	2.60
P.e. Bulk (Base saturada)	2.63
P.e. Aparente (Base seca)	-2.69


Victor Hugo Villanueva Narro
TECNICO LABORATORISTA EN
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Reg. 82839


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Alberto Villarreal Medina
INGENIERO CIVIL
CIP. 48217





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ANALISIS GRANULOMETRICO RECICLADO GRUESO

SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodriguez, Ángel Miguel

TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO AL 10%,20% y 50 % EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'C=280 kg/Cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2021 "

LUGAR : HUARAZ

FECHA : 14/05/21

CANTERA : HUARAZ

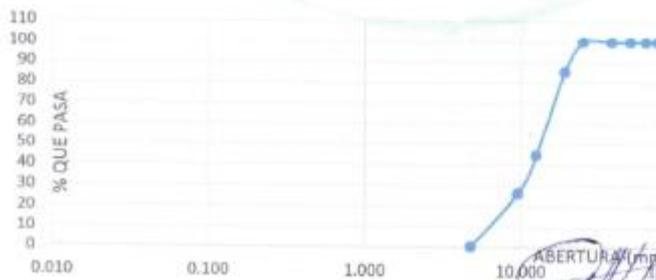
MATERIAL : AGREGADO R. GRUESO

PESO SECO INICIAL	10416.00
PESO SECO LAVADO	10416.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0

TAMIZ N°	ABERT. (mm)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				100.00
2 1/2"	63.000				100.00
2"	50.000				100.00
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.000				100.00
3/4"	19.000	1526.50	14.66	14.66	85.34
1/2"	12.500	4235.00	40.66	55.32	44.68
3/8"	9.500	1906.00	18.30	73.62	26.38
Ni 4	4.750	2715.00	26.07	99.68	0.32
N° 8	2.360	33.50	0.32	100.00	
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	
PLATO					
TOTAL		10416.00	100.00		

TAMAÑO MAX. NOMINAL 3/4"
MODULO DE FINEZA 6.88
HUMEDAD 3.60%

CURVA GRANULOMETRICA



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Alberto Villandeva Medina
INGENIERO CIVIL
CIP. 20217

Victor Hugo Villandeva Roldán
TÉCNICO LABORATORISTA EN
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rég. 62839

SUELO CONCRETO
LABORATORIO

* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : F.LJO 043 600712 - R.P.M 848004335
RUC - 20800854173

E-mail: vnlaboratorio@gmail.com
REG. INDECOPI CERT. 95126



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodriguez, Ángel Miguel

TESIS : *EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO AL 10%,20% y 50 % EN EL

COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'c =280 kg/Cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2021 *

LUGAR : HUARAZ

FECHA : 14/05/21

CANTERA : TACLLAN

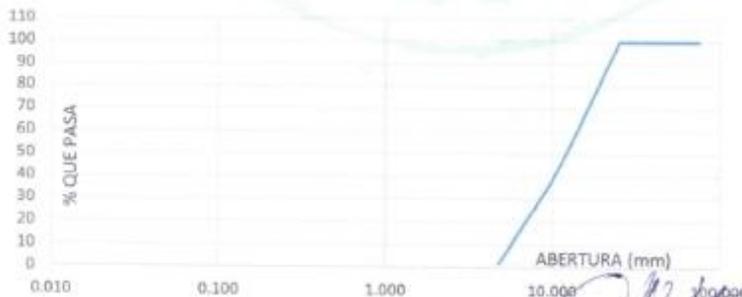
MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	15995
PESO SECO LAVADO	15995.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N° 3"	75.000				100.00
2 1/2"	63.000				100.00
2"	50.000				100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	3074.50	19.22	19.22	80.78
1/2"	12.500	4524.00	28.28	47.50	52.50
3/8"	9.500	2634.50	16.47	63.97	36.03
N° 4	4.750	5490.00	34.32	98.30	1.70
N° 8	2.360	272.00	1.70	100.00	
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	
PLATO		0.00	0.00	100.00	
TOTAL		15995.00	100.00		

TAMAÑO MAXI. NOMINAL 3/4"
MODULO DE FINEZA 6.81
HUMEDAD 2.22%

CURVA GRANULOMETRICA



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Alberto Villalobos Medina
INGENIERO CIVIL
CP. 00217

Victor Hugo Alanuaya Naranjo
TÉCNICO LABORATORISTA EN
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Reg. 02880

SUELO CONCRETO LABORATORIO

* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz
Telefono : Fijo 043 009712 - RPM 949004338 E-mail: vhlaboratorio@gmail.com
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERT. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

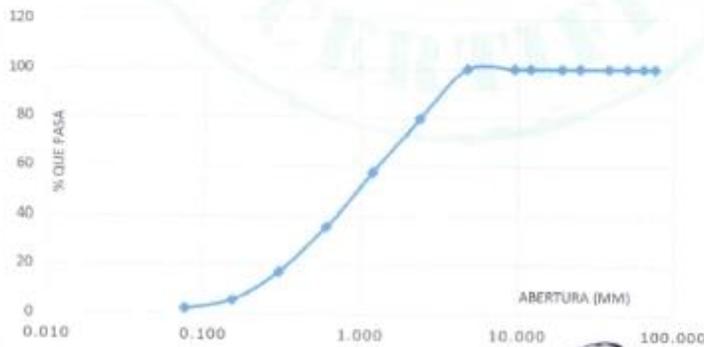
SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodríguez, Ángel Miguel
 TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO AL 10%,20% y 50 % EN EL
 COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'c =280 kg/Cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2021 "
 LUGAR : HUJARAZ
 FECHA : 14/05/21 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2098.5
PESO SECO LAVADO	2054.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	44.00

TAMIZ N°	ABERT. (mm)	PESO RETEN. RETEN.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	436.50	20.80	20.80	79.20
N° 16	1.180	460.50	21.94	42.74	57.26
N° 30	0.600	461.00	21.97	64.71	35.29
N° 50	0.300	384.50	18.32	83.04	16.96
N° 100	0.150	237.00	11.29	94.33	5.67
N° 200	0.075	75.00	3.58	97.90	2.10
PLATO		44.00	2.10	100.00	0.00
TOTAL		2098.50	100.00		

TAMAÑO MAX. NOMINAL n°8
 MODULO DE FINEZA 3.06
 HUMEDAD 4.62%

CURVA GRANULOMETRICA



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Abg. Víctor Hugo Villanueva Harro
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 14217

VICTOR HUGO VILLANUEVA HARRO
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 82839

SUELO CONCRETO
 LABORATORIO

* Urb. Villa San Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz
 Telefono : Fijo 043 609712 - RPM 949004338 E-mail: vhlaboratorio@gmail.com
 RUC : 20000954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO RECICLADO GRUESO AL 10%,20% y 50 % EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'c =280 kg/Cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2021 "
SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodríguez, Ángel Miguel
DISTRITO : HUARAZ
PROVINCIA : HUARAZ
FECHA : 14 DE MAYO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

CANtera : HUARAZ
MUESRTRA : AGREGADO RECICLADO GRUESO

AGREGADO RECICLADO GRUESO

N° TARRO		2	19	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1102.00	1215.00	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1067.7	1180.9	
PESO DE AGUA	(g)	34.30	34.10	
PESO DEL TARRO	(g)	168.50	163.90	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	899.20	1017.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.81	3.35	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)		3.6	


Víctor Hugo Villanueva Barrio
TÉCNICO LABORATORISTA EN
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Reg. 02839


COLEGO DE INGENIEROS DEL PERU
Gaby Gissela
Ingeniero Civil
CIP. 35217



* Urb. Villa San Miguel de Chiclayo S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz
Telefono : FIJO 043-809712 - RPM 849004338 E-mail: vhlaboratorio@gmail.com
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

TESIS : "EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO REICLADO GRUESO AL 10%,20% y 50 % EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F'c=280 kg/Cm2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2021 "

SOLICITAN : Bach. Haro Ramirez, Gaby Gissela y Bach. Barreto Rodríguez, Ángel Miguel

DISTRITO : HUARAZ

PROVINCIA : HUARAZ

FECHA : 14 DE MAYO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TACLLAN

MUESRTRA : AGREGADO GRUESO ,AGREGADO FINO

AGREGADO GRUESO

N° TARRO		6	19		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1276.50	1244.5		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1251.40	1221.9		
PESO DE AGUA	(g)	25.10	22.60		
PESO DEL TARRO	(g)	164.10	163.9		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1087.30	1058.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.31%	2.14%		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			2.22%	

AGREGADO FINO

N° TARRO		8	49		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	948.7	948.6		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	914.2	914.1		
PESO DE AGUA	(g)	34.50	34.50		
PESO DEL TARRO	(g)	167.20	167.1		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	747.00	747.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4.62	4.6		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			4.62	


VICTOR HUGO RODRIGUEZ RAMIREZ
 TÉCNICO LABORATORISTA EN
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Reg. 62839


 COLEGO DE INGENIEROS DEL PERU
Ziberio Villalobos Medina
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 4627



* Urb. Villa San Miguel de Chirrey S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FJO 043 609712 - RPM 949004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173

REG. INDECOPI CERTIF. 86136

Anexo 4 Diseño de mezcla

ESPECIFICACIONES.

I. APORTACIÓN DEL AGREGADO RECICLADO.

Porcentaje de aportación del agregado reciclado

1.1. REQUERIMIENTOS.

Resistencia de diseño a los 28 días $f'c = 280\text{kg/cm}^2$

1.2. MATERIALES.

1.2.1. Cemento

Tipo de cemento = cemento sol tipo I

Peso específico = 3.15 gr/cm^2

1.2.2. Características físicas de la arena: Arena - cantera Tacllan.

Peso específico seco = $2,601\text{ kg/m}^3$.

Absorción = 1.25% .

Contenido de Humedad = 4.62% .

Módulo de fineza = 3.06

Peso Unitario Compactado = $1,730\text{kg/cm}^3$

1.2.3. Características físicas de la piedra.

Canto rodado-cantera tacllan

Tamaño máximo nominal = $3/4"$.

Peso específico = $2,630\text{ kg/m}^3$.

Absorción = 0.84% .

Contenido de Humedad = 2.22% .

Peso Unitario suelto = $1,675\text{kg/m}^3$.

Peso Unitario Compactado = $1,717\text{kg/cm}^3$

1.2.4. Agregado reciclado Agregado grueso reciclado triturado-cantera reciclado de obra.

Tamaño máximo nominal = 3/4".

Absorción = 4.70 %

Peso Unitario suelto = 1679 kg/cm³

Contenido Humedad = 3.60%

Peso Unitario compactado = 1715 kg/cm³

Peso específico = 2.30 kg/cm³

1.2.5. Agua

Agua potable de la zona

II. SECUENCIA DE DISEÑO

2.0. Volumen de agua

De la tabla del ACI se obtiene que la cantidad de agua a utilizar para un agregado grueso de 3/4" de TMN y sin incorporación de aire es:

$$205 \text{ kg}/1000 \text{ kg/m}^3 = 0.205\text{m}^3$$

2.1. Volumen de cemento.

De la tabla se obtiene la relación A/C =0.568, lo que implica.

$$\text{Cemento} = 205 \text{ kg}/0.568 = 360.92\text{Kg.}$$

$$\text{Cemento} = 360.92 \text{ kg}/3150 = 0.114\text{m}^3$$

2.2. Volumen de agregado grueso.

De la tabla en base al módulo de fineza de arena fina se obtiene un valor de 0.60 m³ compactado, que, para transformarlo en volumen absoluto, se multiplicara por el peso unitario y dividir por el peso específico.

$$\{0.60 \text{ m}^3 \times 1717\text{kg/m}^3\} / 2630\text{kg/m}^3 = 0.392\text{m}^3.$$

2.3. Volumen de aire.

De la tabla, se estima el volumen de aire = 2%=0.020m³

2.4. Suma de los volúmenes calculados hasta aquí.

Volumen de Aire = 0.020m³

Volumen de agregado grueso = 0.392m³.

Volumen de cemento = 0.114m³

Volumen de agua = 0.205m³

TOTAL = 0.731 m³

2.5. Se resta el valor obtenido en 2.4. de 1m³ para obtener el volumen de agregado fino.

$$1.000\text{m}^3 - 0.731\text{m}^3 = 0.269 \text{ m}^3$$

2.6. Se calculan los pesos en base a los volúmenes obtenidos multiplicándolos por sus pesos específicos.

Tabla 15 *Diseño de mezcla por m³.*

Elemento	Volumen Absoluto m ³	Peso específico en kg/m ³	Peso en kg.
Agua	0.205	1,000	205 .00
Cemento	0.114	3,150	360.92
Agregado fino	0.269	2,601	698.92
Agregado grueso	0.392	2,630	1030.20
Aire	0.02	-	0
Total	1.000		2295.04

Fuente: Elaboración propia

2.7. Se corrige por absorción y humedad.

Agregado grueso húmedo pesará: $1030.2\text{kg} \times 1.0222 = 1053.1 \text{ kg.}$

Agregado fino húmedo pesará: $698.92\text{kg} \times 1.0462 = 731.21\text{kg.}$

Balance de agua en A.G: $0.0222 - 0.0084 = 0.0138$

Balance de agua en A.F: $0.0462 - 0.0125 = 0.0337$

Contribución agua en A.G: $1053.1\text{kg} \times 0.0138 = 14.532 \text{ kg.}$

Contribución agua en A.F: $731.21\text{kg} \times 0.0337 = 24.642 \text{ kg}$

Agua final= $205\text{kg} - 14.532\text{kg} - 24.642\text{kg} = 165.826\text{kg}$

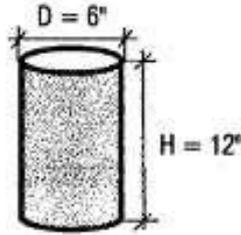
Tabla 16 Corrección de *diseño de mezcla por m³*.

Elemento	Peso en kg.
Agua	165.83
Cemento	360.915
Agregado fino	1053.07
Agregado grueso	731.212
Total	2311.02

Fuente: Elaboración propia

2.8. Diseño final de concreto: para 06 unid probeta

Volumen de una probeta:



$$V_p = A \times H \times 6$$

$$V_p = 31808.63 \text{ cm}^3$$

$$V_p = 0.0318086 \text{ m}^3$$

2.9. Diseño con 0% de agregado grueso reciclado.

F'c 280 kg/cm²

% reciclado = 0%

Cantidad de probetas = 6

$$A.F = 1053.07 \text{ kg/m}^3 \times 0.0318086 \text{ m}^3$$

$$= 33.50 \text{ kg por tanda.}$$

$$A.G = 731.21 \text{ kg/m}^3 \times 0.0318086 \text{ m}^3$$

$$= 23.26 \text{ kg por tanda.}$$

$$\text{Cemento} = 360.915 \text{ kg/m}^3 \times 0.0318086 \text{ m}^3$$

$$= 11.48 \text{ kg por tanda}$$

$$\text{Agua} = 165.83 \text{ kg/m}^3 \times 0.0318086 \text{ m}^3$$

$$= 5.27 \text{ kg por tanda}$$

2.10. Diseño con 10% agregado grueso reciclado.

F'c 280 kg/cm²

% reciclado =10%

Tabla 17 Diseño de mezcla por m³ con sustitución de 10% de agregado reciclado grueso.

Elemento	Peso en kg.
Agua	205 .00
Cemento	360.92
Agregado fino	698.92
Agregado grueso	927.18
Agregado reciclado grueso	103.02
Total	2295.04

Fuente: Elaboración propia

corrección por absorción y humedad

Agregado grueso húmedo pesará: $927.18\text{kg} \times 1.0222 = 947.76 \text{ kg.}$

Agregado fino húmedo pesará: $698.92\text{kg} \times 1.0462 = 731.21\text{kg.}$

Agregado grueso R. húmedo pesará: $103.2\text{kg} \times 1.036 = 106.73 \text{ kg.}$

Balance de agua en A.G: $0.0222 - 0.0084 = 0.0138$

Balance de agua en A.F: $0.0462 - 0.0125 = 0.0337$

Balance de agua en A.R. G: $0.036 - 0.047 = -0.011$

Contribución agua en A.G: $947.76 \text{ kg} \times 0.0138 = 13.08 \text{ kg.}$

Contribución agua en A.F: $731.21\text{kg} \times 0.0337 = 24.642 \text{ kg}$

Contribución agua en A.R.G.: $106.73 \text{ kg} \times -0.011 = -1.17 \text{ Kg}$

Agua final= $205\text{kg} - 13.08 \text{ kg} - 24.642\text{kg} + 1.17\text{kg} = 168.45 \text{ kg}$

Cantidad de probetas = 6

A.F = $731.21 \times 0.0318086 = 23.26$ kg por tanda.

A.G = $947.76 \times 0.0318086 = 30.15$ kg por tanda

Reciclado = $106.73 \times 0.0318086 = 3.39$ kg por tanda

Cemento = $360.92 \times 0.0318086 = 11.48$ kg por tanda

Agua = $168.45 \times 0.0318086 = 5.36$ kg por tanda

2.11. Diseño con 20% agregado reciclado.

F'c 280 kg/cm²

% reciclado = 20%

Tabla 18 *Diseño de mezcla por m³ con sustitución de 20% de agregado reciclado grueso.*

Elemento	Peso en kg.
Agua	205
Cemento	360.92
Agregado fino	698.92
Agregado grueso	824.16
Agregado reciclado grueso	206.04
Total	2295.04

Fuente: Elaboración propia

corrección por absorción y humedad

Agregado grueso húmedo pesará: $824.16 \text{ kg} \times 1.0222 = 842.46 \text{ kg.}$

Agregado fino húmedo pesará: $698.92 \text{ kg} \times 1.0462 = 731.21 \text{ kg.}$

Agregado grueso R. húmedo pesará: $206.04 \text{ kg} \times 1.036 = 213.46 \text{ kg.}$

Balance de agua en A.G: $0.0222 - 0.0084 = 0.0138$

Balance de agua en A.F: $0.0462 - 0.0125 = 0.0337$

Balance de agua en A.R. G: $0.036 - 0.047 = -0.011$

Contribución agua en A.G: $842.46 \text{ kg} \times 0.0138 = 11.63 \text{ kg.}$

Contribución agua en A.F: $731.21 \text{ kg} \times 0.0337 = 24.642 \text{ kg}$

Contribución agua en A.R.G.: $213.46 \text{ kg} \times -0.011 = -2.35 \text{ Kg}$

Agua final= $205 \text{ kg} - 11.63 \text{ kg} - 24.642 \text{ kg} + 2.35 \text{ kg} = 171.08 \text{ kg}$

Cantidad de probetas = 6

A.F $= 731.21 \times 0.0318086 = 23.26 \text{ kg por tanda.}$

A-G- $= 842.46 \times 0.0318086 = 26.80 \text{ kg por tanda}$

Reciclado $= 213.46 \times 0.0318086 = 6.79 \text{ kg por tanda}$

Cemento $= 360.92 \times 0.0318086 = 11.48 \text{ kg por tanda}$

Agua $= 168.45 \times 0.0318086 = 5.44 \text{ kg por tanda}$

2.12. Diseño con 50%. la sustitución de agregado reciclado grueso.

F'c 280 kg/cm²

% reciclado =50%

Tabla 19 *Diseño de mezcla por m³ con sustitución de 50% de agregado reciclado.*

Elemento	Peso en kg.
Agua	205
Cemento	360.92
Agregado fino	698.92
Agregado grueso	515.1
Agregado reciclado grueso	515.1
Total	2295.04

Fuente: Elaboración propia

corrección por absorción y humedad

Agregado grueso húmedo pesará: $515.1 \text{ kg} \times 1.0222 = 526.54 \text{ kg.}$

Agregado fino húmedo pesará: $698.92 \text{ kg} \times 1.0462 = 731.21 \text{ kg.}$

Agregado grueso R. húmedo pesará: $515.1 \text{ kg} \times 1.036 = 533.64 \text{ kg.}$

Balance de agua en A.G: $0.0222 - 0.0084 = 0.0138$

Balance de agua en A.F: $0.0462 - 0.0125 = 0.0337$

Balance de agua en A.R. G: $0.036 - 0.047 = -0.011$

Contribución agua en A.G: $526.54 \text{ kg} \times 0.0138 = 7.27 \text{ kg.}$

Contribución agua en A.F: $731.21 \text{ kg} \times 0.0337 = 24.642 \text{ kg}$

Contribución agua en A.R.G.: $533.64 \text{ kg} \times -0.011 = -5.87 \text{ Kg}$

Agua final= $205 \text{ kg} - 7.27 \text{ kg} - 24.642 \text{ kg} + 5.87 \text{ kg} = 178.96 \text{ kg}$

Cantidad de probetas = 6

A.F = $731.21 \times 0.0318086 = 23.26$ kg por tanda.

A-G- = $526.53 \times 0.0318086 = 16.75$ kg por tanda

Reciclado = $533.64 \times 0.0318086 = 16.97$ kg por tanda

Cemento = $360.92 \times 0.0318086 = 11.48$ kg por tanda

Agua = $168.45 \times 0.0318086 = 5.44$ kg por tanda

Anexo 5 Panel fotográfico



Figura 5 Agregado natural grueso



Figura 6 Agregado natural fino



Figura 7 Tamizado de agregado grueso



Figura 8 Toma de muestra para ensayo de contenido de humedad



Figura 9 Ensayo de peso unitario de agregado grueso natural



Figura 10 Ensayo de peso específico y porcentaje de absorción de agregado grueso natural



Figura 11 Agregado fino



Figura 12 Ensayo de peso unitario del Agregado fino



Figura 13 Secado de los agregados



Figura 14 Ensayo de peso específico del Agregado fino



Figura 15 Lugar de recolección de agregado reciclado



Figura 16 Recolección de agregado reciclado



Figura 17 Tamizado de agregado reciclado grueso



Figura 18 Tamices utilizados



Figura 19 Agregado grueso reciclado



Figura 20 Moldeo de probetas de concreto



Figura 21 Curado de moldes de concreto