

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de resistencia del concreto a flexión $f'c=210\text{kg/cm}^2$
utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado –
Huaraz – Ancash – 2020**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Albino Lliuya, Joel Miguel

Asesor:

Mejía Oncoy, Elencio Melchor

Huaraz – Perú

2020

Palabras clave

Tema	Concreto
Especialidad	Tecnología del concreto

Keywords

Subject	Concrete strenght evaluation
Specialty	Concrete technology

Línea de investigación	Construcción y Gestión de la construcción
Área	Ingeniería
Sub área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería de la construcción

Titulo

**Evaluación de resistencia del concreto a flexión $f'c=210\text{kg/cm}^2$
utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado –
Huaraz – Ancash – 2020.**

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de la sustitución en la resistencia a flexión del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, se utilizó la metodología siguiente, tipo de investigación aplicada, y un diseño de investigación experimental, población de 27 viguetas, afronta el problema de falta de conocimiento de la resistencia a la flexión cuando se le sustituye 4% y 7% de residuos de concreto. El objetivo general planteado consiste en evaluar la resistencia del concreto a flexión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020, la hipótesis planteada indica que la evaluación de la resistencia del concreto a flexión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020 aumenta en ambos porcentajes. El tipo de investigación es aplicada con un diseño de investigación experimental. La población lo constituye la cantidad de 27 viguetas de concreto a ser analizada en la fuerza de resistencia a la flexión. Se espera que la evaluación de la resistencia del concreto a flexión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020 aumente en ambos porcentajes.

Se realizaron 27 ensayos de rotura de la resistencia a flexión de las vigas a los 7, 14 y 28 días de curado de concreto, sustituyendo el residuo de concreto en 4% y 7% del volumen del concreto realizando las comparaciones con una viga patrón con 3 ensayos de cada uno. Los resultados favorables fueron para la sustitución de 4% y 7 % de residuo de concreto en los 7, 14 y 28 días. A los 7 y 14 días la sustitución de 4% de residuo de concreto alcanzo una resistencia a flexión por encima del concreto patrón y del 7% de sustitución de residuo de concreto y a los 28 días la sustitución de 7% de residuo de concreto alcanzo una resistencia a flexión por encima de concreto patrón y el 4% de sustitución de residuo de concreto.

Abstract

The objective of this research work was to evaluate the effect of the flexural strength of concrete $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, the following methodology was used, type of applied research, and an experimental research design, population of 27 specimens, faces the problem of lack of knowledge of flexural strength when 4% and 7% of concrete residues are replaced. The general objective proposed consists of evaluating the resistance of concrete to flexure $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ using concrete residues in 4% and 7% as aggregate - Huaraz - Ancash – 2020, the general hypothesis proposed indicates that the evaluation of the resistance of concrete in flexure $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ using concrete residues in 4% and 7% as aggregate – Huaraz – Ancash – 2020 increases in both percentages. The type of research is applied with an experimental research design. The population is made up of the number of 27 concrete joists to be analyzed for flexural strength. It is expected that the evaluation of concrete flexural strength $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ using concrete residues in 4% and 7% as aggregate – Huaraz – Ancash – 2020 will increase in both percentages.

27 tests of failure of the resistance to bending of the beams were carried out at 7, 14 and 28 days of concrete curing, substituting the concrete residue in 4% and 7% of the volume of the concrete, making comparisons with a standard beam with 3 trials of each. The favorable results were for the replacement of 4% and 7% of concrete residue in 7, 14 and 28 days. At 7 and 14 days the replacement of 4% of concrete residue reached a flexural strength above the standard concrete and 7% of replacement of concrete residue and at 28 days the replacement of 7% of concrete residue reached a flexural strength concrete and 4% replacement of concrete residue.

Índice	
Palabras clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA	20
III. RESULTADOS	24
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	52
V. CONCLUSIÓN	54
VI. RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
AGRADECIMIENTO	60
ANEXO Y APÉNDICE	61

Lista de Tablas

Tabla 1: Distribución de la muestra ensayada	21
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de investigación	22
Tabla 3: Granulometría de agregado fino	23
Tabla 4: Granulometría de agregado fino reciclado	25
Tabla 5: Granulometría de agregado grueso.....	26
Tabla 6: Granulometría de agregado grueso reciclado	27
Tabla 7: Peso específico y absorción de agregado fino (según norma ASTM C-127)	28
Tabla 8: Peso específico y absorción de agregado fino reciclado (según norma ASTM C-127).....	28
Tabla 9: Peso específico y absorción de agregado grueso (Según Norma ASTM C-127)	28
Tabla 10: Peso específico y absorción de agregado grueso reciclado (Según Norma ASTM C-127).....	28
Tabla 11: Peso unitario de agregado fino	29
Tabla 12: Peso unitario de agregado fino reciclado	29
Tabla 13: Peso unitario de agregado grueso	30
Tabla 14: Peso unitario de agregado grueso reciclado	30
Tabla 15: Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)	31

Tabla 16: Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216).....	31
Tabla 17: Contenido de humedad agregado grueso (ASTM D-2216).....	32
Tabla 18: Contenido de humedad agregado grueso reciclado (ASTM D-2216).....	32
Tabla 19: Cantidad total de material para el concreto patrón para 9 viguetas.....	33
Tabla 20: Cantidad de material para el concreto con sustitución de residuo de concreto como agregado en 7%.....	33
Tabla 21: Cantidad de material para el concreto con sustitución de residuo de concreto como agregado en 4%.....	33
Tabla 22: Medida de asentamientos	36
Tabla 23: Resultados resistencia a la flexión concreto patrón a los 7 días.....	37
Tabla 24: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 7 días	37
Tabla 25: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 7 días	39
Tabla 26: Resultados resistencia a la flexión concreto patrón a los 14 días.....	40
Tabla 27: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 14 días	41
Tabla 28: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 14 días	42
Tabla 29: Resultados resistencia a la flexión concreto patrón a los 28 días.....	43
Tabla 30: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 28 días	44

Tabla 31: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 28 días	45
Tabla 32: Promedio de resistencia a la flexión de concretos a los 7 días	46
Tabla 33: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 7 días....	47
Tabla 34: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días	48
Tabla 35: Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días	49
Tabla 36: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días	50
Tabla 37: Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 28 días	51

Lista de Figuras

Figura 1: Granulometría del agregado fino	24
Figura 2: Granulometría del agregado fino reciclado	25
Figura 3: Granulometría del agregado grueso.	26

Figura 4: Granulometría del agregado grueso reciclado	27
Figura 5: Medida de asentamientos	36
Figura 6: Resultados Resistencia a la flexión concreto patrón a los 7 días.....	37
Figura 7: Resultados Resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 7 días	38
Figura 8: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 7 días	39
Figura 9: Resultados resistencia a la flexión concreto patrón a los 14 días	40
Figura 10: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 14 días	41
Figura 11: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 14 días	42
Figura 12: Resultados resistencia a la flexión concreto patrón a los 28 días	43
Figura 13: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 28 días	44
Figura 14: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 28 días	45
Figura 15: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 7 díaS...	46
Figura 16: Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 7 días	47

Figura 17: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días	48
Figura 18: Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días	49
Figura 19: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días	50
Figura 20: Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 28 días	51

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas de las construcciones y edificaciones son elaboradas en base al concreto, justificando su uso debido a su adecuado comportamiento en la puesta en obra, permitiendo cumplir con los diseños y especificaciones requeridas en la fase de proyecto; así mismo posee una serie de propiedades mecánicas con respecto a las resistencias a diferentes esfuerzos como el impacto, su carácter ignífugo, variación del clima, entre otros.

Es por ello que se estudió a autores internacionales tales como Montilla et al (2016), en su trabajo de investigación titulado, *“Análisis del concreto con agregados grueso reciclado en obras civiles de Venezuela en un periodo de quince años”*, abordó la investigación sobre el estudio del concreto con agregado grueso reciclado de obras civiles de Venezuela por periodo de quince años, se plantearon el objetivo de realizar el análisis de los procesos en el logro de dicho agregado reciclado de los residuos de derribamiento de paredes , columnas, escaleras y otros elementos de construcción. Llegando a la conclusión de aquellos agregados que se lograron obtener por medio de la reutilización de escombros de las demoliciones presentaron disconformidades sobre ciertas propiedades y características, sin embargo fueron capaces de ser utilizados como materias primas de componentes para un nuevo material de construcción.

Por su parte Agreda & Moncada (2015), en sus trabajos de investigación titulado, *“Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados”*, trataron de fabricar composiciones de concreto a partir de varias porcentualidades de contenido de agregado grueso reciclado, con la finalidad de valorar su conducta física y mecánica en prefabricados. Concluyeron que la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas, en función a los ensayos ejercidos, se encontró que la resistencia a la compresión en los tres tipos de mezcla resultó adecuada. La cual se logró demostrar que la probeta que mayor resistencia presentó fue aquella con un 70% de su totalidad de agregado grueso reciclado. En ese sentido, la dosificación encontrada para la producción de nuevos concretos. Que la observación de los resultados de cada una de las

muestras de laboratorio evidenció que la muestra con 25% presentó valores de resistencia más bajos que los alcanzados por la mezcla patrón.

Así mismo se revisó la investigación de Yapuchura (2019), en su trabajo de investigación titulado, *“Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f_c=210$ kg/cm² utilizando agregado de cantera Arunta – Catac”*. Estableció el objetivo de determinar la influencia de la ceniza volante como reemplazo porcentual del cemento sobre el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f_c =210$ kg/cm². El tipo de investigación fue no experimental de diseño correlacional. Concluyó que la resistencia a flexión se encontró en los porcentajes de 2.5% a 10% siendo el 5% el más adecuado para su uso. Que la resistencia a flexión con 0% de reemplazo de ceniza volante con el cemento fue de 34.47kg/cm² a los 28 días y para un 5% de reemplazo de ceniza volante con el cemento fue de 36.81 kg/cm² a los 28 días, esto se reflejó en un incremento de 6.8% del valor de su resistencia a flexión lo cual indicó un cambio favorable para el diseño de mezclas y su uso en losas de concreto.

Además, en el ámbito nacional según Flores y Mamani (2018), en sus trabajos de investigación titulado, *“Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra sika cho 65-35-NB y con fibra Sika fiber Force PP-48”*, se planteó como objetivo general establecer la mejor alternativa al evaluar el concreto normal, concreto con fibra metálica y concreto con fibra de polipropileno, y establecer la mejor resistencia a la flexión. El tipo de investigación fue comparativo de diseño descriptivo y aplicativo. Concluyeron que la adición de fibra metálica en el diseño mejoró considerablemente su resistencia a la flexión (Módulo de ruptura), la adición de fibra de polipropileno mejoró la resistencia a flexión. Que la adición de fibra metálica en el concreto mejoró considerablemente la resistencia a la flexión en 30.06% utilizando una dosificación de 50kg/m³ de concreto en comparación al concreto normal. Que la adición de fibra de polipropileno incrementó el costo unitario de materiales de 18.87 % hasta 84.91 %, pero la mejor opción de adición fue de fibra metálica o Sika Fiber, lo cual incrementó el costo unitario de 80.20 % hasta un 200.49 %; la resistencia a flexión fue de 27.60 kg/cm² y que el CFP-7 tuvo una aceptable resistencia a flexión de 30.88 kg/cm².

También es su investigación Carrillo y Rojas (2017), en sus trabajos de investigación titulado, “*Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón $f_c=210$ kg/cm² y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac*”, se plantearon como objetivo general realizar el análisis y la comparación de la resistencia a compresión y flexión del concreto en estudio. El tipo de investigación fue experimental de diseño pre experimental. Concluyeron que se comprobó parcialmente que la sustitución Dramix 3D en porcentualidades de 1, 2, 3 y 4% en función al volumen de agregado fino mejoró en 20% las características de la resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón, que sobre la flexión los porcentajes de 2%, 3% aumentaron en 20.49% y 22.08% individualmente, por otro lado, los porcentajes de 1% y 4% aumentaron en un 2.02% y 17.69% en función al concreto patrón. Que se demostró parcialmente que la cantidad en peso para un diseño de mezcla patrón agregado con fibras de acero tuvo relación de 1:2:3; en cemento y agregados fino y grueso. Que la dosis óptima de Dramix propició la mayor resistencia a compresión y estuvo entre el 2 y 3% en función al volumen del agregado fino. Que la dosis óptima de Dramix 3D generó mayor resistencia a flexión, la cual estuvo entre el 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino.

Además, Tafur (2015), en su trabajo de investigación titulado, “*Estudio del comportamiento físico-mecánico del concreto diseñado y elaborado con agregado grueso reciclado en la ciudad de Cajamarca*”, se planteó como objetivo general estudiar la conducta física y mecánica del concreto estructurado con agregado reciclado. El tipo de investigación fue experimental de diseño pre experimental, Concluyó que el porcentaje de aumento en la resistencia a la compresión, de un concreto diseñado con agregado grueso reciclado fue de 4.15% superior que la resistencia del concreto diseñado con agregado nativo, también se obtuvo un concreto particularidades similares. El módulo de elasticidad diferencial a los 28 días del concreto elaborado con agregado natural fue menor en 5.30 kg/cm². De acuerdo con los resultados procedentes, concluyó que el agregado grueso reciclado no influyó negativamente en la resistencia mecánica del nuevo concreto.

Y por último en el ámbito local se tiene al investigador Aguilar (2017), en su trabajo de investigación titulado, “*Estudio comparativo de resistencia a la flexión de un concreto $f_c=210$ kg/cm² elaborado y curado en agua potable a temperatura ambiente: Catac-Caraz-Ancash*”, se planteó como objetivo general determinar y comparar la resistencia a la flexión de un concreto $f_c=210$ kg/cm². El tipo de investigación fue no experimental, de diseño comparativo. Presentó como resultados que la resistencia a la flexión se redujo en un 3.8%. Concluyó que hubo diferencia de resistencia de flexión en las vigas de concreto calculados en los días de curado en 7, 14 y 28 días. Que el concreto presentó propiedades establecidas físicas y químicas de sus componentes, pudiendo ser mejor estudiadas en el análisis de la naturaleza del concreto. Que estos entornos afectaron negativamente la calidad del concreto, ello contribuyó en la aceleración de la velocidad de fraguado, redujo la resistencia y ocasionó resquebrajaduras en el estado plástico o endurecido.

Según Ruiz (2018) se planteó como objetivo general determinar y comparar la resistencia a la flexión de un concreto $f_c=210$ kg/cm². El tipo de investigación fue no experimental, de diseño comparativo. Presentó como resultados que la resistencia a la flexión se redujo en un 3.8%. Concluyó que hubo diferencia de resistencia de flexión en las vigas de concreto calculados en los días de curado en 7, 14 y 28 días. Que el concreto presentó propiedades establecidas físicas y químicas de sus componentes, pudiendo ser mejor estudiadas en el análisis de la naturaleza del concreto. Que estos entornos afectaron negativamente la calidad del concreto, ello contribuyó en la aceleración de la velocidad de fraguado, redujo la resistencia y ocasionó resquebrajaduras en el estado plástico o endurecido.

También Girio (2015) en la tesis de grado tuvo como objetivo general determinar las propiedades del agregado reciclado para su uso en la elaboración de concreto de resistencia a la compresión 210 y 280 Kg/cm² y determinar la diferencia de costos respecto al concreto elaborado con agregado natural. En base a los resultados obtenidos llegó a la conclusión de que las dosificaciones de 25%, 50% y 100 % influyen sobre peso del agregado grueso natural, el cual se sustituye por agregado grueso reciclado para la resistencia a la compresión, en lo concerniente al concreto elaborado con piedra

zarandeada con cierta resistencia definida, se reporta que las resistencia a la compresión reduce las edades de 7, 14, 21 y 28 días en las resistencia 210 y 280 kg/cm², lo cual se presenta como la sustitución más óptima al 25 % del agregado natural por agregado reciclado y siendo el concreto de mayor costo el elaborado con agregado reciclado 100%.

De las revisiones anteriores de los distintos autores se presenta el marco teórico, según Reyes y Rodríguez (2010), La resistencia a la flexión es un factor muy significativo en el estudio de las estructuras de concreto simple, en este caso, el concreto patrón es sometido a flexión, la resistencia a la flexión hace referencia al módulo de rotura, que corresponde a los laboratorios de vigas de concreto con la finalidad de establecer mayor esfuerzo a flexión.

Según Carbajal (2014), manifiestan que la resistencia a la flexión corresponde a las cargas que llegados a su máximo valor doblan a la viga en los ejes verticales a su eje prolongado. La flexión es generada por la operación de carga de los momentos sobre la estructura, ello genera tracciones diferenciadas en varias zonas del concreto.

En la construcción civil, la resistencia a la flexión es entendida como un tipo de deformación que presenta el concreto cuando es estirado en la orientación perpendicular a su eje horizontal. El alargamiento es aplicado para casos de existencia de una dimensión es dominante respecto a las otras. Las vigas de concreto son un caso típico, elemento estructural de construcción de edificaciones las cuales tienen un diseño adecuado enfocado en la flexión. El esfuerzo de flexión puro o simple es logrado en caso se aplican sobre el concreto en forma de viga pares de fuerzas perpendiculares a su eje longitudinal, ello va a provocar un giro en las secciones transversales (Neville, 1999).

De acuerdo con la literatura científica, la resistencia a flexión de cierto concreto patrón corresponde al valor numérico de resistencia a las fuerzas que actúan sobre su eje. Es un valor numérico que se interpreta medida de la resistencia de losa o viga de concreto ciclópeo. La medida es realizada asignando cargas a la viga de concreto de forma de un prisma de 6" x 6" (150 x150 mm) con un corte transversal y con luz de como mínimo el

triple del espesor. La resistencia a la flexión se le denomina también como módulo de rotura (MR) y puede ser expresada en libras por pulgadas (MPa) y, su valor se calcula en laboratorio por el método conocido como ensayo ASTM C78 o ASTM C293 (Terreros y Carvajal, 2016).

La resistencia del concreto simple a flexión se mide realizando por medio del ensayo de vigas, para ello, el concreto es sometido a fuerzas de compresión y a fuerzas de tensión. Siendo esta resistencia a la flexión representada mediante el módulo de ruptura, la cual es esencial en el momento de diseñar y controlar la calidad estructural del concreto. Este ensayo se realiza en el laboratorio bajo la estricta aplicación de la norma ASTM C-78, la misma que recomienda usar vigas de 6x6x21 pulgadas, el máximo valor de la resistencia se da cuando la viga falla (Harmsen, 2005).

La resistencia nominativa de una viga de sección transversal está sometido a resistencia a la flexión o a la acción combinada de flexión y carga axial se fundamenta en el equilibrio y en la concurrencia de imperfecciones. La resistencia nominal de cualquier tipo de sección de un concreto con determinada cantidad y distribución del refuerzo. (Serrano, 2010).

La cantidad porcentual mínima de acero en cualquier área en donde la resistencia a la flexión tiene que igualar la resistencia de cierta viga determinada debe ser cercanamente a 1.5 veces más que la fuerza que genera las fisuras y grietas, computado con el módulo de ruptura del concreto como también, asumiendo que la sección transversal de la viga no esté agrietada. Las normas internacionales y nacionales suelen explicar porcentualidades mínimas cercanos para casos individuales, conseguidos con base en consideraciones parecidas (Gonzales y Álvaro, 2004).

El módulo de rotura o también denominado resistencia a la flexión se determina mediante la siguiente formula, considerando que la falla se manifieste en el tercio medio de la luz libre de la viga de concreto:

$$Fr = \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2}$$

En donde: Fr= Módulo de rotura, MPa. P= Carga de rotura, en N.

L= Luz entre apoyos extremos, en milímetros. B= ancho de la viga, en milímetros.

D= Altura de la viga en milímetros.

En el momento en que sucede la ocurrencia de la grieta más allá del tercio medio de la viga, pero a menor distancia del 5% de la luz libre, el módulo de rotura es determinada mediante la siguiente formula, en el caso de que la distancia resulte mayor al 5%, el ensayo tiene que ser repetido.

$$Fr = \frac{3.P.a}{b.d^2}$$

Donde a, es la distancia entre la línea de rotura y el apoyo más próximo, medida en milímetros.

La resistencia a la flexión es un indicador generalmente aplicado en los proyectos de edificaciones, especialmente en edificios que contienen vigas, se aplica también en losas para carreteras y pistas de aeropuertos. Un método bastante aplicado en el cómputo de la resistencia a la flexión del concreto consiste en la utilización de vigas en forma de prisma de 15 cm x 15 cm de sección y 50 cm de largo, esta viga es medida cuando se realiza el laboratorio de vigas, el cual está normado internacionalmente, este procedimiento consiste en asignar una carga a la viga de forma de prisma en los tercios medios, a una velocidad entre 0.86 MPa/min y 1.21 MPa/min (125 psi/min y 175 psi/min), hasta el punto de rotura (Serrano y Pérez, 2010).

La resistencia a flexión consiste en apoyar una viga con pesos en las zonas indicadas, también se puede aplicar la técnica de la viga en voladizo, asimismo, el de la viga sencillamente descansada con carga en el centro de la viga; las respuestas logradas pueden diferir según la técnica aplicada. El ensayo simple apoyo y con carga en los tercios de la luz se lleva a cabo en concordancia con la norma técnica peruana NTP 1377 o ASTM C78 (STAFF PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1991).

La resistencia a flexión se conceptúa como la razón del momento flector (M), producida por la carga máxima (FM) asignada, y el momento de resistencia del material (W).

$$RF = M / W$$

Las dimensiones de las vigas deben tener forma rectangular, hechas y vueltas más duras con el eje mayor en posición horizontal. Los moldes, por norma, tienen que cumplir las siguientes exigencias:

Longitud ≥ 3 profundidades en posición de laboratorio + 5cm.

Ancho / profundidad ≤ 1.5 .

Extensión menor de la sección rectangular ≥ 3 tamaño máximo del agregado (cuando TM >5 cm).

Los modelos con más uso presentan una sección de 15.2 * 15.2 cm y una longitud de 55.8 cm y, se aplican en diseño de concretos con agregados grueso de tamaño máximo ≤ 5 cm. Se puede usar modelos de otros tamaños, pero en este caso, debe cumplirse los aspectos normativos.

Los equipos y aparatos de prueba, el laboratorio o ensayo para establecer la resistencia a la flexión de diseños de concreto se necesita de una máquina adecuada para determinar la resistencia a la flexión, esta máquina ejerce la fuerza con velocidad constante y, también contribuye con la obtención gráfica de la relación esfuerzo – deformación (Torre, 2004). La máquina utilizada tiene que cumplir necesariamente con lo normado por la norma NMX – C – 0 83 – ONNCCE.

El proceso se hizo con la finalidad de establecer la resistencia a la flexión del concreto, la viga se posiciona de forma simétrica sobre dos soportes de apoyo, entre dos soportes se aplica la fuerza centrada y distribuida de manera uniforme en el ancho de la viga. La fuerza de la máquina se aplica a velocidad constante hasta que se presenta la rotura. La rotura debe ocurrir antes de los 60 segundos de aplicado la fuerza. En promedio se considera adecuada alrededor de 90 segundos.

El cálculo de la resistencia a la flexión se puede expresar en diversas unidades, tal como en kg/cm² o N/mm², el cálculo se realiza aplicando la fórmula siguiente.

$$RF = M / W = F_{max} (L_c) / a (e^2) = N / cm^2$$

RF: Resistencia a flexión (Kg/cm²)

F_{max}: Fuerza de rompimiento (kg)

Lc: Claro entre soporte (cm)

e: Espesor del tablero medido al centro de la vigueta (cm)

a: Ancho de la vigueta (cm)

Fundamento teórico del concreto patrón y concreto reciclado

Concreto: El concreto es considerado como una materia mezclada entre cemento, el líquido elemento y aditivos, que cumple una función de aglomerante, intrínsecamente se combinan partículas del agregado (Carino, 1994; Serrano y Pérez, 2010). En este caso se aplica un tipo de cemento hidratado, agua, agregado triturado y Arena (ASTM, 1994) y en ciertos casos, se adiciona aditivos que le otorgan propiedades especiales al concreto.

Al concreto se le entiende como una materia cuya composición porcentual o proporcional de cemento, agua y opcionalmente agregados o aditivos, que primeramente se manifiesta como una estructura plástica y trabajable, y que a continuación logra una estructura muy compacta, con propiedades aislantes y resistentes, estas propiedades hacen del concreto un elemento constructivo adecuado para la edificación civil (Díaz, 2010).

Se considera al concreto como una mezcla de componentes de materia de tipo granular fino y grueso (arena fina y agregado grueso, aunque puede contener otros materiales) incrustado en un componente de material cohesionador (material cementicio o aglomerante), éste material cubre los espacios vacíos de la mezcla haciendo que cohesionen cuando pierde agua.

Con las enunciaciones indicadas se define que el concreto es el resultado de mezclar elementos de concreto en función a un determinado diseño con atributos normados, sobre todo en la resistencia a la flexión, son las manifestaciones de las contribuciones que propician las reacciones tanto físicas como químicas en donde intervienen los componentes del concreto.

Características del concreto: Las particularidades del concreto suelen presentar variaciones por niveles significativos, ejerciendo un adecuado control mediante el diseño de su composición de mezcla conveniente de un tipo de cemento, de agregado fino

seleccionado, agregado adecuadamente seleccionado y agua potable. En ese sentido, se busca lograr una mezcla con resistencias adecuadas y con costo económico y que tenga las propiedades esperadas o diseñadas (Osorio, 2013).

Trabajabilidad: Es una propiedad importante del concreto, consiste en una característica que consiste en que el concreto es manipulable en el proceso constructivo. Particularmente, consiste en la habilidad con la cual pueden combinar los componentes y la mezcla de salida puede manipularse, ser transportado y ser colocado con escasa pérdida de homogéneo (Torre, 2004).

Durabilidad: El concreto se caracteriza por ser durable, en promedio 100 años más o menos, resiste las fuerzas de la naturaleza, la intemperie, la acción de los productos químicos, así como los desgastes que provoca la corrosión, a los cuales siempre está sometido durante la vida útil del concreto.

Impermeabilidad: Es la propiedad más importante del concreto y que se tiene en cuenta en el diseño, esta característica se mejora cuando se minimiza la cantidad de agua sin afectar las otras propiedades importantes del concreto como la resistencia y las que va estar sometida.

Resistencia: se refiere a la capacidad de que el concreto soporte una carga, fuerza o tensión aplicada de diversas formas a su estructura. Usualmente se calcula en función a la firmeza de una vigueta en el caso de resistencia a la flexión. El concreto tiene la capacidad de prolongar su resistencia en función del paso del tiempo desde que se origina la mezcla, esto es a los siete, catorce y veintiocho días.

De acuerdo con los fundamentos teóricos de la tecnología del concreto, los principales atributos del concreto fresco lo constituyen la trabajabilidad, la consistencia, la compacidad, segregación, exudación, contracción, peso unitario, contenido de aire, porcentaje de humedad, etc. Mientras que en el estado endurecido el concreto presenta propiedades muy requeridas, tales como, resistencia a la compresión, flexión, tensión, extrusión, durabilidad, impermeabilidad, estabilidad volumétrica, elasticidad, etc. (Reyes y Rodríguez, 2010).

Diseño de mezcla

La mezcla se diseña de diversas formas, ello depende de las características o propiedades de estado fresco o endurecido del concreto que se desea lograr, para ello, es necesario que se realice una adecuada relación entre sus componentes con la finalidad de lograr trabajabilidad adecuada, resistencia de diseño, durabilidad y bajo costo (Céspedes, 2003).

Dosificación de una mezcla: dosificar la mezcla consiste en determinar adecuadas cantidades de elementos de mezcla denominada relación entre estos materiales, así se tiene agua cemento, esto indica que se debe de establecer una adecuada cantidad de agua y cemento con la finalidad de equilibrar las características que se dese que el concreto tenga en estado fresco y endurecido. Con la finalidad de comprobar los resultados del diseño, al concreto se les somete necesariamente a ensayos de laboratorio para confirmar y comparar los datos del diseño y de laboratorio.

Estos resultados pueden o no ser similares, si lo son, el concreto es aplicado al proceso constructivo, pero si son diferente, se debe de realizar necesariamente otro diseño de mezcla ya que no cumple con la calidad de las propiedades requeridas, en este caso, en el diseño se reajustan las proporciones de los elementos de mezcla hasta que se logre los resultados esperados de diseño y de laboratorio.

Materiales y ensayos: Para realizar los ensayos se requiere de materiales de calidad, estos son los agregados grueso y fino, cemento, agua, y otros. Los principales materiales de mezcla de diseño de concreto con la cual se va a realizar el ensayo son los siguientes:

Agregados: Los agregados constituyen uno de los componentes predominantes del concreto en peso y volumen, el agregado debe ser seleccionado sistemáticamente mediante normas y procesos establecidos, se debe tener en cuenta la granularidad, porcentaje de humedad, formas, tamaños, todo ello con la finalidad de que resistan las fuerzas del contexto, tales como, calor, frio, humedad, fuerzas externas, (Céspedes, 2003).

Los agregados deben ser extraídos de canteras de confianza, aun así, deben ser sometidos a análisis sistemático, los agregados ocupan generalmente las tres cuartas partes del

volumen del concreto, se utiliza para reducir los costos, constituir resistencia de diversos tipos, minimizar la filtración de humedad y la acción perjudicial de factores exógenos.

Los agregados hacen referencia a los materiales granulares como la arena, la grava, piedra triturada, también se denomina así a los residuos de hierro de los hornos, generalmente aplicados con material cementante para elaborar concretos o morteros (ASTM C125). La relación proporcional de agregados fluctúa porcentualmente de setenta a ochenta por ciento de la mezcla que se elabore (Serrano, 2010). La presentación en cuanto a forma, textura y angularidad de los agregados, entre otras características del material como granularidad influyen en la capacidad de resistencia y la duración del concreto (Al-Rousan, Masad, Tutumluer & Pan, 2007; Serrano, 2010).

Los agregados están presentes en mayor cantidad en una mezcla de concreto, los agregados deben ser adecuadamente seleccionados en cantidad, forma, tamaño para que resistan las situaciones del medio ambientales, además, los agregados deben estar exentos de materiales ajenos a la constitución del concreto y puedan presentar influencia nociva al concreto. Para que el cemento tenga eficiencia en las reacciones con el agregado y el agua, es provechoso que la medida de los agregados sea uniforme (Céspedes, 2003).

Los agregados finos y gruesos pueden provenir del uso de canteras de confianza cuyos agregados ya han sido analizados, estos pueden ser depósitos fluviales o de glaciales. Los agregados en estado natural se pueden aprovechar en su estado natural, otra forma es la artificial. La cual consiste en la trituración mecánica, de acuerdo a las descripciones necesitadas, dependiendo del tipo de agregado que se quiere para el diseño de mezcla.

Clasificación de los agregados

De acuerdo con, Abanto (2009) quien manifiesta que los agregados son clasificados comúnmente como grueso y fino en función de tamaño y granularidad.

Agregado fino Para Abanto (2009), el agregado se ha formado como resultado de la desintegración natural o artificial de las rocas, se considera agregado fino cuando pasa el tamiz 9.51mm. (3/8") y no pasa el tamiz 7.4 mm (Nº 200), estos tamices han sido normados por la NTP 400.037. mientras que Abanto (2009) señala que el agregado fino es tal cuando cumple los requerimientos: Procedencia natural o manufacturada, ser una combinación de ambas, que estén limpias, que presenten un perfil angular de preferencia,

que sea duro, compacto y resistente. El agregado debe tener procedencia natural y libre de polvo, tierra, partículas extrañas, rocas extrañas, compuestos químicos extraños, materia orgánica, sales, u otras sustancias perjudiciales y que atenten a las propiedades del concreto. Debe ser tamizado en función a los límites estipulados en la NTP 400.037. La norma recomienda que la granulometría escogida debe ser continua de preferencia, con cantidades que no pasan las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100. El agregado no debe retener más del 45% en dos tamices consecutivos. En general, también se recomienda que la granulometría se encuentre dentro de los límites alcanzados por la NTP 400.037.

La resistencia del concreto está en función de la relación de la cantidad de cemento, del aporte de fuerza del agregado grueso, y de la resistencia que otorga la dualidad cemento y agregado. Existen evidencias marcadas que ayudan a confirmar que esta dualidad constituye el aspecto más débil del concreto en función de diseño (Céspedes, 2003).

Con la finalidad de aprovechar los materiales existentes en la naturaleza o los artificiales, y cimentándose en las normativas actuales como ASTM, se establecen las propiedades constructivas de los agregados tales como: contenido orgánico, peso específico y absorción, contenido de humedad, deterioro a la absorción y granulometría.

El agregado fino no debe presentar más del 45% de agregado que pasa todos los tamices y, debe ser retenido en el siguiente número de tamiz de aquellos indicados, además el Módulo de Finura debe ser mayor que 2,3 ni menor que 3,1.

Peso específico y absorción del agregado fino: El peso específico del agregado fino es un valor sin dimensiones o escalar, se consigue de la relación entre la propia densidad con la del líquido elemento. Esta variable es calculada después de un proceso de secado adecuado del agregado. En el análisis de los agregados se calculan después de saturar los agregados en agua durante un periodo establecido.

A la absorción se le entiende como el aumento de la masa del agregado como resultado de la captación de agua por los poros de las partículas del agregado, no se tiene en cuenta el agua superficial o que se encuentra encima del agregado, se expresa como un porcentaje de la masa seca. La absorción es una variable muy importante, su importancia radica en

que el contenido de agua en los poros puede afectar a la resistencia del concreto, esto afecta, a su vez, a la durabilidad del concreto ya que se está alterando la relación a/c. (Céspedes, 2003). La densidad y la absorción son calculados después de saturar los agregados en agua por un espacio de tiempo establecido normativamente.

Densidades aparentes: También conocido como masa unitaria o peso volumétrico que presenta el agregado, conceptualmente es el peso que requiere el agregado para ocupar un volumen unitario especificado, éste volumen es el que ocupa el agregado y también los vacíos entre las partículas de dichos agregados. El peso del volumen de agregado varía en función a su compactación, en ese sentido, se hace necesario tener los datos exactos de la densidad suelta y compactada, estas densidades son usadas en varios métodos de selección de dosificaciones de diseños de mezclas de concreto (Harmsen, 2005).

Contenido de humedad Se conceptúa como la relación entre el peso de agua existente en una muestra, el contenido de agua puede ser superficial o los que se encuentran en los poros del agregado, y el peso seco de la misma. Es expresado en porcentajes. La cantidad de humedad es usada para la corrección de la cantidad de agua de la mezcla y el peso de material requerido para elaborar un concreto con resistencia previamente diseñada y con propiedades específicas y, de esta manera, evitar la reducción de la resistencia o que el fraguado se acelere.

La capacidad de los agregados para contener humedad está en función del tamaño, esto es, a menor tamaño del agregado retiene más agua.

Resistencia a la abrasión

Es un tipo de ensayo en donde se trata de establecer la dureza del concreto, la cantidad de resistencia al desgaste del mismo, la rotura de las partículas en contacto con o sujetos a cuerpos abrasivos, para ello se usa una máquina apropiada, la resistencia a la abrasión se relaciona con las propiedades de la roca madre y, se considera como un indicador de calidad del agregado utilizado (Harmsen, 2005).

Agregado grueso

Se denomina agregado grueso al material que es retenido en el tamiz de 4.75 mm. o N° 4, este agregado debe de cumplir con los límites normados por la NTP 400.037. Este tipo de agregado contiene grava natural o triturada, piedra partida, e incluso, aunque no es común, incluir agregados metálicos de procedencia natural o artificial. Se utiliza en la elaboración de concretos de menor resistencia, puede tener origen natural o elaborada por el hombre. (Abanto, 2009) manifiesta que la NTP 400.011 manifiesta que el agregado grueso pasa del 95% al 100%. La abertura de la malla menor indicado por norma, también señala que, el agregado grueso tiene que contener partículas limpias, disponer de perfil angular de preferencia, duras, compactas, resistentes, tener textura comúnmente rugosa. Las partículas del agregado deben ser químicamente estables y tienen que estar exentos de partículas escamosas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materiales de procedencia biológica, sales u otras sustancias que afecten posteriormente a las propiedades del concreto. Se recomienda considerar lo estipulado en la norma NTP400.037 o la ASTM C33. Con referencia a la granulometría del agregado esta debe ser continua, asimismo la granulometría debe permitir lograr una máxima densidad del concreto, aportar requerida y aceptable trabajabilidad y consistencia del concreto, todo ello, en relación a condiciones de diseño de mezcla. La granulometría a considerar debe tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4.

Hormigón: Es un elemento constructivo que contiene grava y arena de procedencia natural. Debe estar exento de cantidades considerables de tierra, polvo, partículas con escamas, sales, compuestos químicos perjudiciales, materia de procedencia biológica, u otras sustancias que dañen los atributos del concreto. La granulometría del hormigón debe comprender el intervalo de la malla de 2" como máximo y la malla N°100 como mínimo. Debe presentar facilidad de manejo y manipulación, de transporte y almacenamiento, ello va a garantizar la ausencia de contaminación con otros materiales que podrían afectar las características constructivas del concreto. (Abanto, 2009).

Agua: Este líquido elemental tiene el rol de realizar las reacciones químicas de hidratación del cemento, su calidad es importante para que estas reacciones químicas sean las más

adecuadas. Es el agua quien le asigna al concreto los niveles de trabajabilidad adecuada para realizar el proceso constructivo. Repone agua que se pierde como consecuencia de las reacciones exotérmicas, también cumple con la refrigeración del concreto (proceso de curación).

Cemento: Es el elemento más importante en el proceso de elaboración del concreto, se utiliza por su capacidad de dar cohesión a los demás elementos y así formar el concreto, para aglutinar las partículas de los componentes del concreto, contribuye en el logro de la cohesión de los materiales pétreos formando un material resistente y compacto. Existen varios tipos de concretos, cada uno de ellos con específicas características, tales como resistentes al frío, a la humedad, al calor, a la salinidad, baja temperatura de hidratación, etc. Estos tipos de material cementicio son los siguientes:

TIPO I: El cemento tipo I se aplica en usos generales: estructuras, pavimentos, bloques, tubos de hormigón, específicamente en procesos constructivos con hormigón en condiciones normales.

TIPO II: Este tipo de cemento se usa en obras hidráulicas debido al calor de hidratación moderado y su regular, así como, a la significativa resistencia a los sulfatos.

TIPO III: El cemento tipo II tiene como característica una alta resistencia en poco tiempo, se recomienda a veces sustituir al cemento tipo I en obras que se requieren terminar en menos tiempo; esta resistencia es lograda en condiciones similares, no obstante, se recomienda usar cemento tipo I en la tercera parte del tiempo.

TIPO IV: El cemento tipo IV se caracteriza por presentar bajo calor, se utiliza en los grandes proyectos de construcción, tal como, construcción de represas debido a que su calor de hidratación es muy bajo.

TIPO V: Este tipo de cemento presenta alta resistencia a los sulfatos, por lo tanto, se usa en edificaciones con terrenos salitrosos, en general es proyectos de construcción con presencia de aguas sulfatadas y agresivas.

Residuos de concreto: Se denomina residuos de concreto a aquellos materiales procedentes de los procesos constructivos, de procesos de rehabilitación, de procesos de restauración, procesos de remodelación y actividades de demolición de edificaciones y de cualquier proyecto constructivo en general y que haya utilizado el concreto como material importante. (Artículo 6 del Decreto Supremo N.º 003-2013-VIVIENDA). Residuo de

concreto son los escombros provenientes de los procesos que permiten su generación, tal como demolición, rehabilitación o modificaciones.

Residuos peligrosos de la construcción y demolición: Lo constituyen la madera, latas o galones de pintura, envases de removedores de grasa, adherentes, líquidos para remoción de pintura, maderas contraplacadas, restos de tubos de fluorescentes, residuos de plástico PVC, residuos de planchas de fibrocemento con asbesto, pisos artificiales, envases de disolvente, restos cerámicos, residuos de concreto, envases de lubricantes, etc. (Cadena, 1995).

Residuos de la construcción y demolición en obras menores: Se consideran residuos, en este caso, a los residuos formados en procesos constructivos menores, y que en la zona de estudio abundan dado la economía del sector. Generalmente la población en la zona de estudio, realizan pequeñas modificaciones, rehabilitaciones, generando residuos de concreto, los cuales se votan en espacios no adecuados ocasionando contaminación ambiental, en ese sentido, con la presente investigación se busca determinar la resistencia a la flexión de un diseño de concreto con sustitución porcentual de residuo de concreto, y de esta manera, establecer si se pueden utilizar en las construcciones de estos tipos de viviendas.

Obra de ampliación, Se consideran obras de ampliación a aquellas obras que permiten la ampliación de una construcción ya existente, en este proceso se realizan actividades de demolición de rehabilitación, por lo tanto, se generan residuos de concreto, es otra fuente en donde se puede obtener el material para la presente investigación. Las obras de ampliación se pueden dar en pequeños y grandes proyectos de construcción civil. (Norma G.040 Reglamento Nacional de Edificaciones).

Obra de remodelación: Este proceso constructivo consiste en el rediseño o modificación de la distribución del objeto constructivo con la finalidad de realizar adecuaciones con nuevas funcionalidades o incorporación de mejoras significativas dentro de un proyecto de construcción existente sin modificar gran parte de la edificación ya existente. (Norma G.040 Reglamento Nacional de Edificaciones).

Obra de refacción: Se denomina así a los procesos constructivos de mejora o de transformación de instalaciones, equipos y otros instrumentos de la construcción civil sin cambiar su uso, la losa aligerada, tampoco las unidades estructurales de la edificación actual. (Norma G.040 Reglamento Nacional de Edificaciones). Este proceso constructivo también es fuente de generación de residuos sólidos, etc. (Ordenanza N.º 1915, Ordenanza que modifica la Ordenanza N.º 1778. Gestión Metropolitana de Residuos Sólidos Municipales).

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en correspondencia con la Ley General de Residuos Sólidos, tiene competencia para reglamentar, valorar, controlar, fiscalizar y castigar la administración y la manipulación de los residuos sólidos provenientes de las demoliciones, sin menoscabo de las capacidades y ocupaciones ejercidas por otros organismos gubernamentales. El Ministerio de Vivienda, aprobó el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición mediante el Decreto Supremo N.º 003-2013-VIVIENDA (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016).

De lo anterior se puede justificar la investigación a nivel científico porque ,aplicando los fundamentos teóricos, científicos y de ingeniería sobre el uso del concreto en el diseño del nuevo concreto así como la aplicación de los conocimientos científicos de la resistencia a la flexión del nuevo concreto, luego a nivel social porque con la reutilización del concreto que generalmente es desechado en el diseño de un nuevo concreto con resistencia a la flexión adecuada para la construcción de edificaciones para viviendas de la población económicamente no muy favorecida, en ese sentido, una cantidad considerable de un 30% de la población se vería beneficiada con este tipo de concreto, a nivel ambiental se puede disminuir el impacto negativo que estas generan al ser desechadas en los márgenes de los ríos y en el nivel económico se justifica porque con la reutilización del concreto que generalmente es desechado en el diseño de un nuevo concreto, el costo del nuevo concreto y la resistencia a la flexión adecuada van a permitir que la población de menores recursos puedan tener acceso a este tipo de tecnología de la construcción de viviendas seguras y adecuadas los beneficiarios serán las empresas constructoras y la población en general.

Con lo que puede formular el problema a solucionar ¿Cuál es el efecto de sustituir residuos de concreto en 4% y 7% por agregado en la resistencia del concreto a flexión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Huaraz – Ancash - 2020?, para ello se planteó la siguiente hipótesis la utilización de residuo de concreto en 4% y 7% como agregado incrementa la resistencia del concreto a flexión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Huaraz – Ancash – 2020, con lo que se planteó el objetivo general evaluar la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020 y los objetivos específicos; Diseñar la mezcla para un concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020, Elaborar las viguetas de concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020, Determinar la resistencia a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020 y Analizar los resultados obtenidos en las dos dosis utilizadas en la resistencia a la flexión las y propiedades físicas del concreto $F'c 210 = \text{kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020.

II. METODOLOGÍA

2.1. Tipos y diseño de investigación

Según Hernández, Fernández & Baptista (2010), definieron al tipo de investigación aplicada, la cual utiliza las teorías relacionadas al tema de investigación para aplicarlos en la solución de problemas reales es por ello que la presente investigación fue del tipo aplicada, y de diseño experimental debido a que se realizó la manipulación de la variable de estudio.

La manipulación de la variable de residuos de concreto se realizó al 4% y 7% para luego observar de qué manera varía la resistencia a la flexión del concreto patrón y en los diseños de concreto con sustituciones entre 4% y 7% de residuo de concreto. Se trabajó con una sola variable y se aplicó la estadística descriptiva para conocer el estado situacional de la variable.

2.2. Población, muestra y muestreo

Según Hernández, Fernández y Batista (2010), se define población al grupo de unidades de estudio, de las cuales se estudian ciertas características pertinentes a la investigación,

siendo de utilidad para poder hallar datos que contribuyan a obtener los resultados y conclusiones necesarias en el proceso investigativo. En el caso de la población, fue constituida todas las viguetas que fueron sometidos al análisis de la resistencia a la flexión del concreto patrón $f^c=210\text{kg/cm}^2$ y el concreto con sustitución de residuo de concreto al 4% y 7%.

Según Hernández, Fernández y Batista (2010), la población se define como el subgrupo de la muestra que da representación a este durante el proceso de investigación. En la investigación se tuvo una muestra estuvo conformada por 9 viguetas de $f^c=210\text{kg/cm}^2$ del concreto patrón (sin sustitución de residuo de concreto), 9 de concreto con sustitución de concreto en 4% con respecto a los agregados y 9 viguetas con sustitución de 7% de residuos de concreto, para su ruptura a flexión para los 7 días, 14 días y 28 días. Para lo cual se utilizó un diseño en bloque completamente aleatorio.

Tabla 1: Distribución de la muestra ensayada

Distribución de las muestras a ensayar			
Días de curado	Sin sustitución 0%	Con sustitución 4%	Con sustitución 7%
7	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 
14	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 
28	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 
Flexión	9 	9 	9 
Viguetas		27 	

Fuente: Elaboración propia

La técnica empleada en la presente fue la observación de las mediciones de la resistencia a flexión de cada una de las viguetas de los diseños de mezcla, la misma que tendrá coherencia con la matriz de operacionalización de variables.

Las técnicas e instrumentos empleados en la presente fueron:

Tabla 2: Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas de Recolección de Información	Instrumento
La Observación científica.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ GUÍA DE OBSERVACIÓN ✓ RESUMEN ✓ FICHAS TECNICAS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

Fuente: Elaboración propia

Para lo cual se emplearon los ensayos listados a continuación:

- Ensayo granulométrico
- Ensayo de pesos específicos de arena
- Ensayo de peso unitario de arena
- Contenido de humedad
- Módulo de fineza
- Ensayo de peso específico del agregado grueso natural
- Ensayo de peso unitario del agregado grueso natural
- Contenido de humedad del agregado grueso natural
- Ensayo de peso específico del agregado grueso reciclado
- Ensayo de peso unitario del agregado grueso reciclado
- Contenido de humedad del agregado grueso reciclado
- Diseño de mezcla
- Cono de Abrams
- Elaboración de las viguetas
- Ensayo a flexión a los 7, 14 y 28 días

En cuanto a la validación de los instrumentos, se realizó la consulta a profesionales con conocimientos sobre el tema de investigación para determinar su correspondencia.

Inicialmente se realizó la verificación de la guía de observación en cuanto a las características observables en relación a la variable, desarrollándose la corrección descrita por el validador, de tal manera que se logró obtener la guía de observación validada por lo cual firmaron para su presentación.

El procesamiento de datos se desarrolló mediante los programas Excel 2016 y SPSS v. 25, para lo cual se emplearon pruebas de normalidad, varianza, pruebas de hipótesis, tablas y gráficos.

III. RESULTADOS

3.1. Diseñar la mezcla para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020

Tabla 3: Granulometría de agregado fino

MALLA	ABERTURA	PESO RETENIDO (GR)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
N°4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.380	286.50	13.18	13.18	86.82
N°16	1.190	421.00	19.36	32.52	67.46
N°30	0.590	523.50	24.08	56.62	43.38
N°50	0.297	452.50	20.81	77.43	22.57
N°100	0.149	281.50	12.95	90.37	9.63
N°200	0.074	106.00	4.88	95.25	3.91
PLATO		103.30	4.75	100.00	0.00
TOTAL		2174.30	100.00		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

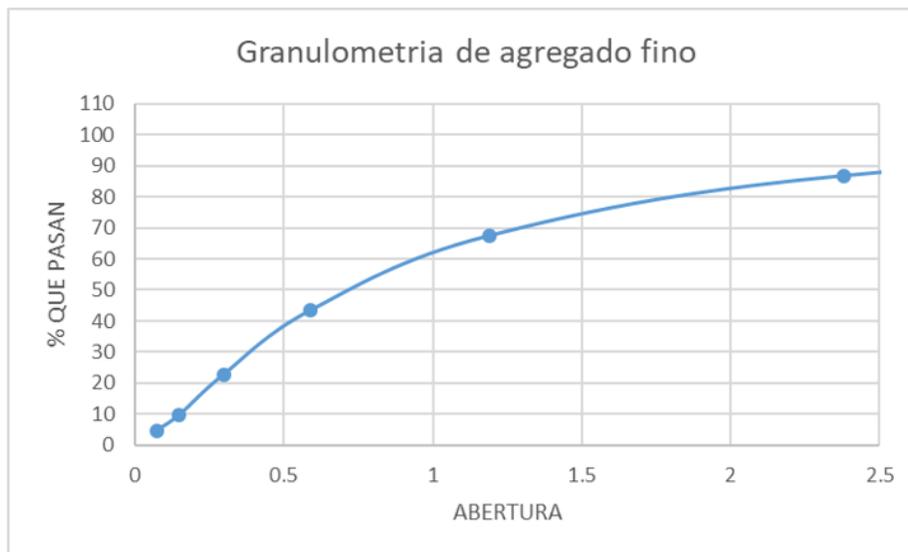


Figura 1: Granulometría del agregado fino

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Granulometría de agregado fino reciclado

MALLA	ABERTURA	PESO RETENIDO (GR)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
Nº4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº8	2.380	488.50	34.51	34.51	65.49
Nº16	1.190	302.50	21.37	55.88	44.12
Nº30	0.590	199.00	14.06	69.94	30.06
Nº50	0.297	149.00	10.53	80.47	19.53
Nº100	0.149	96.00	6.78	87.25	12.75
Nº200	0.074	49.00	3.46	90.71	9.30
PLATO		131.65	9.30	100.00	0.00
TOTAL		1415.65	100.00		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

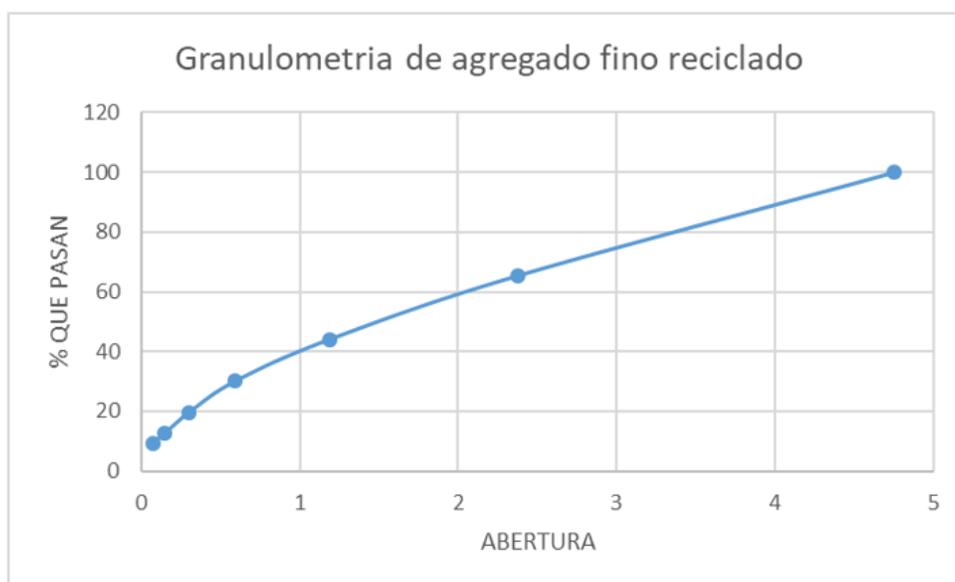


Figura 2: Granulometría del agregado fino reciclado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Granulometría de agregado grueso

MALLA	ABERTURA	PESO RETENIDO (GR)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	10744.00	79.37	79.37	20.63
3/8"	9.500	2295.00	16.95	96.32	3.68
Nº4	4.750	460.00	3.40	99.72	0.28
Nº8	2.380	37.50	0.28	100.00	0.00
PLATO		0.0	0.00		0.00
TOTAL		13536.50	100.00		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

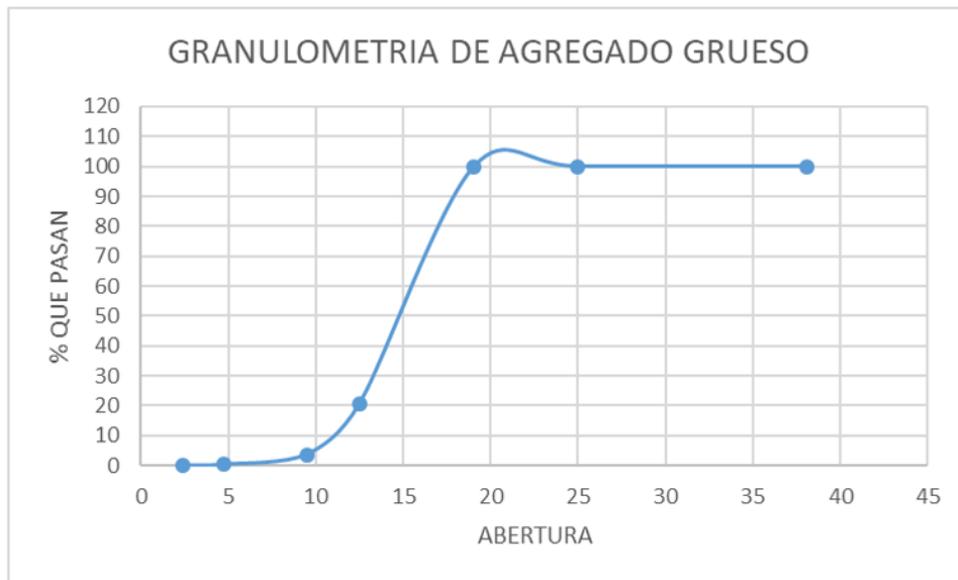


Figura 3: Granulometría del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Granulometría de agregado grueso reciclado

MALLA	ABERTURA	PESO RETENIDO (GR)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	8820.0	57.83	57.83	42.17
3/8"	9.500	2713.0	17.79	75.62	24.38
Nº4	4.750	3419.0	22.42	98.04	1.97
Nº8	2.380	300.0	1.97	100.00	0.00
PLATO		0.0	0.00		0.00
TOTAL		13536.50	100.00		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

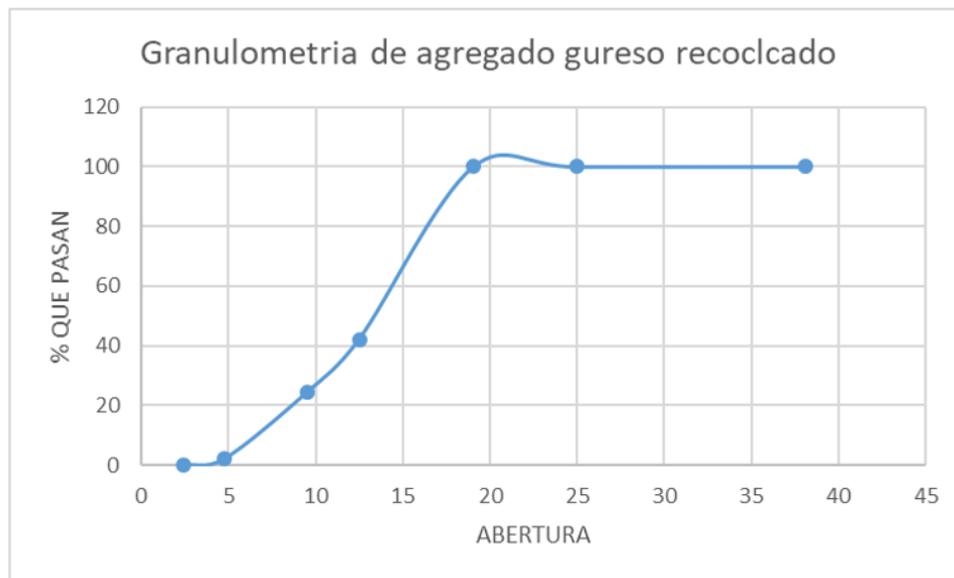


Figura 4: Granulometría del agregado grueso reciclado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Peso específico y absorción de agregado fino (según norma ASTM C-127)

IDENTIFICACION	21
PESO MAT.SAT.SECA(EN AIRE)	300.0
PESO FRASCO +H2O	679.0
PESO DE FRASCO +H2O + MATERIAL	979.0
PESO DEL MAT. +H2O EN EL FRASCO	865.7
VOL. MASA + VOL.DE VACIO	113.3
PESO DEL MAT. SECO EN ESTUFA (105°C)	295.5
VOL. DE MASA	108.8
PE BULK (BASE SECA)	2.61
PE BULK (BASE SATURADA)	2.65
PE APARENTE (BASE SECA)	2.72
% DE ABSORCION	1.52

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 8: Peso específico y absorción de agregado fino reciclado (según norma ASTM C-127)

IDENTIFICACION	31
PESO MAT.SAT.SECA(EN AIRE)	300.0
PESO FRASCO +H2O	679.0
PESO DE FRASCO +H2O + MATERIAL	979.0
PESO DEL MAT. +H2O EN EL FRASCO	858.5
VOL. MASA + VOL.DE VACIO	120.5
PESO DEL MAT. SECO EN ESTUFA (105°C)	291.0
VOL. DE MASA	111.5
PE BULK (BASE SECA)	2.41
PE BULK (BASE SATURADA)	2.49
PE APARENTE (BASE SECA)	2.61
% DE ABSORCION	1.52

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 9: Peso específico y absorción de agregado grueso (Según Norma ASTM C-127)

IDENTIFICACION	13	8	10
PESO MAT.SAT.SECA(EN AIRE)	1119.5	1174.0	1151.5
PESO MAT.SAT.SECA(EN AGUA)	703.0	739.0	725.0
VOL.DE MASAS/VOL.DE VACIOS	416.5	435.0	426.5
PESO MAT.SECA EN ESTUFA (105°C)	1113.0	1163.5	1144.5
VOL. MASA	410.0	424.5	419.5
PE BULK (BASE SECA)	2.67	2.67	2.68
PE BULK(BASE SATURADA)	2.69	2.70	2.70
PE APARENTE (BASE SECA)	2.71	2.74	2.73
% DE ABSORCION	0.58	0.90	0.61

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 10: Peso específico y absorción de agregado grueso reciclado (Según Norma ASTM C-127)

IDENTIFICACION	11	18	46
PESO MAT.SAT.SECA(EN AIRE)	1036.1	1010.1	1047.0
PESO MAT.SAT.SECA(EN AGUA)	602.3	588.5	604.5
VOL.DE MASAS/VOL.DE VACIOS	433.6	421.6	442.5
PESO MAT.SECO EN ESTUFA (105°C)	966.5	948.0	981.5
VOL. MASA	364.0	359.5	377.0
PE BULK (BASE SECA)	2.23	2.25	2.22
PE BULK(BASE SATURADA)	2.39	2.40	2.37
PE APARENTE (BASE SECA)	2.66	2.64	2.60
% DE ABSORCION	7.20	6.55	6.67

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 11: Peso unitario de agregado fino

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
		1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°							
PESO MATERIAL + MOLDE		7835	7815	7825	8015	8035	8025
PESO DEL MOLDE		3420	3420	3420	3420	3420	3420
PESO DEL MATERIAL		4415	4395	4405	4595	4615	4605
VOLUMEN DEL MOLDE		2776	2776	2776	2776	2776	2776
PESO UNITARIO		1590	1583	1587	1655	1662	1659
PESO UNITARIO PROMEDIO			1.587			1.659	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 12: Peso unitario de agregado fino reciclado

TIPO DE UNITARIO	PESO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
		1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°							
PESO MATERIAL + MOLDE		7005	7005	7020	7480	7460	7485
PESO DEL MOLDE		3420	3420	3420	3420	3420	3420
PESO DEL MATERIAL		3585	3585	3600	4060	4040	4065
VOLUMEN DEL MOLDE		2776	2776	2776	2776	2776	2776
PESO UNITARIO		1.291	1.291	1.297	1.463	1.455	1.464
PESO UNITARIO PROMEDIO			1.293			1.460	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 13: Peso unitario de agregado grueso

TIPO DE UNITARIO	PESO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
		1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°							
PESO MATERIAL + MOLDE		26760	26780	26770	28145	28175	28160
PESO DEL MOLDE		7380	7380	7380	7380	7380	7380
PESO DEL MATERIAL		19380	19400	19390	20765	20795	20780
VOLUMEN DEL MOLDE		13724	13724	13724	13724	13724	13724
PESO UNITARIO		1.412	1.414	1.413	1.513	1.515	1.514
PESO UNITARIO PROMEDIO			1.413			1.514	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 14: Peso unitario de agregado grueso reciclado

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	24375	24345	24.360	26.020	26000	26010
PESO DEL MOLDE	7380	7380	7380	7380	7380	7380
PESO MATERIAL DEL	16995	16965	16980	18640	18620	18630
VOLUMEN DEL MOLDE	13724	13724	13724	13724	13724	13724
PESO UNITARIO	1.238	1.236	1.237	1.358	1.357	1.357
PESO UNITARIO PROMEDIO		1.237			1.357	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 15: Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)

RECIPIENTE N°	12	3
PESO RECIP. + SUELO HUMED.	1189.9	1175.1
PESO RECIP. + SUELO SECO.	1165.6	1150.5
PESO RECIPIENTE	167.80	169.3
PESO DEL AGUA	24.30	24.60
PESO SUELO SECO	997.80	981.2
HUMEDAD	2.44	2.5
HUMEDAD PROMEDIO		2.5

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 16: Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)

RECIPIENTE N°	1	36
PESO RECIP. + SUELO HUMED.	963.8	1123.7
PESO RECIP. + SUELO SECO.	947.8	1101.6
PESO RECIPIENTE	162.0	169.6
PESO DEL AGUA	16	22.1
PESO SUELO SECO	785.8	932.0
HUMEDAD	2.1	24
HUMEDAD PROMEDIO		2.25

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 17: Contenido de humedad agregado grueso (ASTM D-2216)

RECIPIENTE N°	1	26
PESO RECIP. + SUELO HUMED.	1309.6	1412.8
PESO RECIP. + SUELO SECO.	1302.9	1404.9
PESO RECIPIENTE	162.00	169.7
PESO DEL AGUA	6.70	7.90
PESO SUELO SECO	1140.90	1235.2
HUMEDAD	0.59	0.64
HUMEDAD PROMEDIO	0.61	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 18: Contenido de humedad agregado grueso reciclado (ASTM D-2216)

RECIPIENTE N°	15	16
PESO RECIP. + SUELO HUMED.	1124.1	1285.6
PESO RECIP. + SUELO SECO.	1110.3	1270.3
PESO RECIPIENTE	164.4	165.9
PESO DEL AGUA	13.8	15.3
PESO SUELO SECO	945.9	1104.4
HUMEDAD	1.5	1.4
HUMEDAD PROMEDIO	1.45	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Para la elaboración del concreto patrón y experimentales se realizaron en cuatro grupos para la obtención de las 27 viguetas a ensayarse en los días 7; 14 y 28.

Para la determinación de la fluidez del concreto se aplicó la NYP 334.0570:2011 CEMENTOS. “Método de ensayo para determinar la fluidez mortero de cemento portland”.

En el caso del concreto se utilizó cemento portland, con una relación A/C = 0.68, 0.69 y 0.70

Tabla 1: Cantidad total de material para el concreto patrón para 9 viguetas

MATERIAL	PESO (KG)
Cemento	39,165424
Piedra chancada	94,817946
Arena	80,733308
Agua	20,904176

Fuente: Propia

Cantidad total de material para el concreto con sustitución de residuo de concreto de 7%

Tabla 2: Cantidad de material para el concreto con sustitución de residuo de concreto como agregado en 7%

MATERIAL	PESO (KG)
Cemento	39,16542375
Piedra chancada	75,08197598
Arena	87,25069001
Agua	20,90417625
Residuo de concreto como agregado grueso	5,65133153
Residuo de concreto como agregado fino	6,567256238

Fuente: Propia

Cantidad total de material para el concreto con sustitución de residuo de concreto de 4%

Tabla 3: Cantidad de material para el concreto con sustitución de residuo de concreto como agregado en 4%

MATERIAL	PESO (KG)
Cemento	39,16542375
Piedra chancada	77,50397520
Arena	90,06522840
Agua	20,90417625
Residuo de concreto como agregado grueso	3,22933230
Residuo de concreto como agregado fino	3,75271785

Fuente: Propia

3.2. Elaborar las viguetas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020

Elaboración de vigas de concreto para muestras de laboratorio

Procedimiento: Se engrasaron los moldes verificándose su adecuado armamento, proceso para el cual se bebió de emplear una brocha y petróleo, esto con el fin de facilitar su desencofrado. Los moldes fueron colocados en un área firme y plana, sobre el cual permanecieron hasta ser desmoldados. Posteriormente se realizó la medición del asentamiento presentado en el concreto, agrupándose en dos capas de manera individual los moldes pertenecientes a la viga, luego de ello se compactó cada uno de estos moldes mediante golpes que atravesaron toda la profundidad de estos. Los moldes fueron colocados en un área firme y plana, para luego ser golpeados con martillo en las paredes entre diez y quince veces, ello con la finalidad de minimizar la cantidad de aire encapsulado en el molde. Así mismo se realizó en enrazado de la parte superior de los moldes mediante el uso de la varilla de compactación badilejo alisándose la superficie, para luego dar un acabado a la superficie, todas las muestras fueron almacenadas durante un día entero en un ambiente cerrado y acondicionado para minimizar la pérdida de humedad de las muestras, que fueron trasladadas a las probetas de concreto.

Elaboración de vigas de concreto con sustitución de residuo de concreto como agregado en 4% y 7%, para los 7, 14 y 28 días.

Procedimiento: Se realizó el engrasado cada uno de los moldes verificándose que se hayan compuesto de manera adecuada, empleándose una brocha y petróleo para facilitar su desencofrado. Se colocaron los moldes en un área firme y plana en el lugar donde quedaron hasta que sean desmoldeadas por acción natural. A pesar el residuo se precedió con el concreto compuesto de un 4% y 7%, con respecto al peso de los agregados este procedimiento se hizo, tanto para 4% y 7% de sustitución de residuo de concreto. Se añadió el residuo de concreto para la preparación de concreto. Se realizó la medición del asentamiento del concreto, llenándose los moldes componiéndose en dos capas similares. Posterior a la colocación de las capas se realizó la compactación mediante la realización de golpes con el uso de una varilla lisa por toda la profundidad del molde. Luego de ello se realizaron entre diez y quince

golpes en la parte externa empleando un martillo de goma, lo cual permitió minimizar el aire encapsulado en el molde y poder distribuir adecuadamente la muestra. Posterior al moldeado cada una de las muestras se almacenó durante 1 día entero en un ambiente cerrado que permitió la conservación de la humedad para luego de ello sacar el molde la probeta de concreto.

Proceso de curado de las muestras

Respecto al curado, el “Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E-60”, refiere: que “El concreto deberá ser curado y mantenido sobre los 10°C por lo menos los 7 primeros días después de su colocación; en el caso de concreto con alta resistencia inicial este tiempo podrá reducirse a 3 días. Si se usa cemento tipo IP o IPM el curado deberá mantenerse como mínimo los primeros 10 días”.

Asó mismo que los moldes deben de extraerse pasado 24 horas del vaciado, lo cual es descrito en la Norma ASTM C, así mismo estas serán embebidas por agua, en el caso se decidió que el agua empleada en el curado sea aquella proveniente de la red de agua potable disponible en la ciudad de Huaraz.

Enseguida del desencofrado las muestras fueron ingresadas dentro de la poza de curado en espera de llegar a la rotura, siendo posteriormente pasadas a ensayos de flexión en los días 7, 14 y 28.

Ensayo de flexión

El Módulo de Rotura (M_r) representa a la resistencia a la flexión, la cual tiene como procedimiento el apoyo de una probeta de sección prismática de 150mm x 150mm y 500 sobre 2 soportes y la aplicación de una carga en el punto central de la luz de la viga midiendo e identificando el momento en que la viga presenta fallas. Este proceso sirve para establecer cual es el cambio de la resistencia del concreto en el pasar de cierto periodo de tiempo, estos ensayos se hacen en viguetas con un secado de días de 7, 14 y 28.

Procedimiento: Los testigos empleados en el ensayo de flexión fueron de elaboración en vigas (mediante vaciado) con una resistencia 210 kg/cm² de concreto, mientras que aquellas que emplearon residuos de 4% y 7% fueron de medidas de

15cmx15cmx50cm. Procediéndose con la medición de la longitud, ancho y peralte de las muestras que luego se promediaron a fin de determinar el módulo de rotura para dichas muestras. Los ensayos de flexión fueron realizados aplicada solo una carga puntual al centro de su luz, colocándose la viga sobre encima del equipo de flexión, y la carga puntual la centro de la luz, para posteriormente ensayar los especímenes a la esperar a que se produzcan fallas para luego de ello registrar las máxima carga aplicada.

Tabla 4: Medida de asentamientos

Concreto	Medida de asentamientos (Slump)		Trabajabilidad
	cm.	pulg.	
Concreto patrón	10,4	4,09	Trabajable
Concreto con sustitución de residuo de concreto en 4%	10,1	3,98	Trabajable
Concreto con sustitución de residuo de concreto en 7%	9,8	3,86	Trabajable

Fuente: Elaboración propia

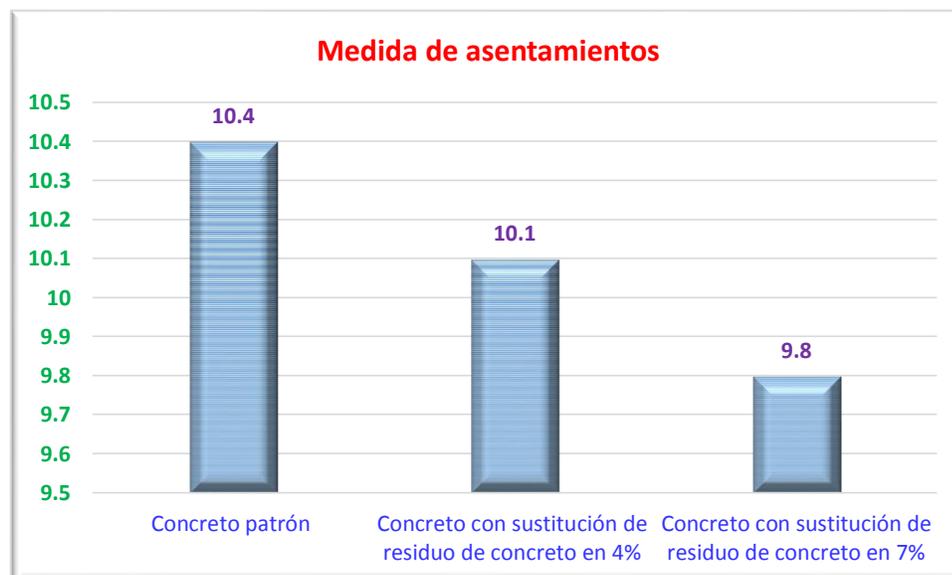


Figura 1: Medida de asentamientos

Tal como se puede observar en la tabla y figura, mientras el porcentaje de residuo de concreto se va incrementando, la trabajabilidad del concreto fresco disminuye

considerablemente, la trabajabilidad pasó de 10.4 cm sin residuo de concreto a 10.1 cm con sustitución de residuo de concreto al 4%, y a 9.8 cm con sustitución de residuo de concreto al 7%.

3.3. Determinar la resistencia a la flexión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020

Para lograr el cumplimiento del objetivo específico 3, se han determinado las resistencias a la flexión en función a los tiempos de endurecido de los concretos.

Tabla 23: Resultados resistencia a la flexión concreto patrón a los 7 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Vigueta 1	36,66
Vigueta 2	32,93
Vigueta 3	38,48
Promedio	36,02

Fuente: Propia

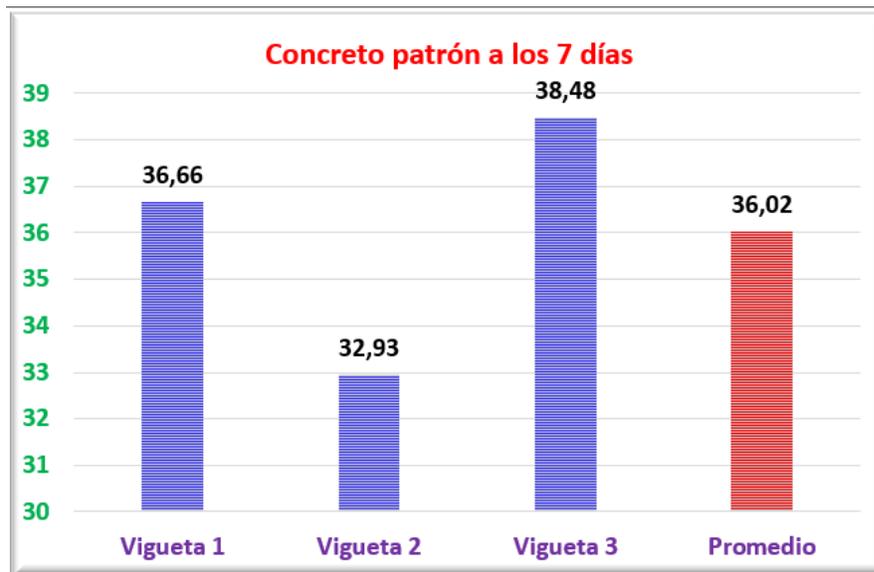


Figura 6: Resultados Resistencia a la flexión concreto patrón a los 7 días

Observándose que, a los 7 días, la vigueta 1 del concreto patrón tuvo una resistencia a la flexión de 36.66 kg/cm². La vigueta 2 tuvo una resistencia a la flexión de 32.93 kg/cm². La vigueta 3 tuvo una resistencia a la flexión de 38.48 kg/cm². El promedio de la resistencia a la flexión de las tres viguetas fue de 36.02 kg/cm².

Resultados de resistencia a la flexión de concreto con sustitución 4% a los 7 días

Tabla 24: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 7 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Vigueta 4	50,62
Vigueta 5	48,62
Vigueta 6	50,97
Promedio	50,09

Fuente: Propia

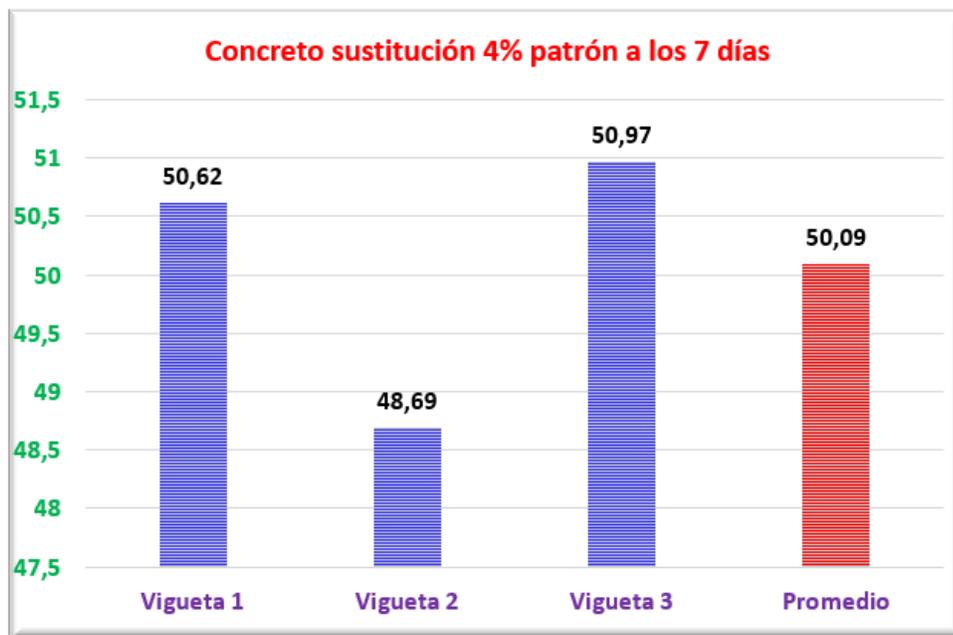


Figura 7: Resultados Resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 7 días

Observándose que, a los 7 días, la vigueta 1 del concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto por agregado en peso tuvo una resistencia a la flexión de 50.62 kg/cm². La vigueta 2 tuvo una resistencia a la flexión de 48.69 kg/cm². La vigueta 3 tuvo una resistencia a la flexión de 50.97 kg/cm². El promedio de la resistencia a la flexión de las tres viguetas fue de 50.09 kg/cm².

Resultados de resistencia a la flexión de concreto con sustitución 7% a los 7 días

Tabla 25: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 7 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Vigueta 4	42,10
Vigueta 5	43,79
Vigueta 6	46,56
Promedio	44,15

Fuente: Propia

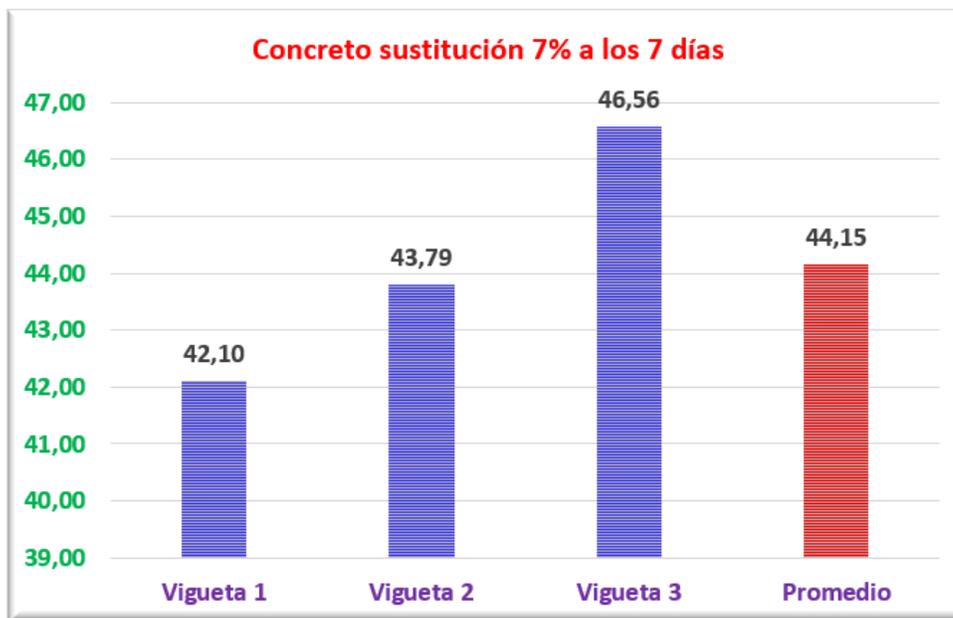


Figura 8: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 7 días

Observándose que, a los 7 días, la vigueta 1 del concreto con sustitución de 7% de residuo de concreto por agregado en peso tuvo una resistencia a la flexión de 42.10 kg/cm². La vigueta 2 tuvo una resistencia a la flexión de 43.79 kg/cm². La vigueta 3 tuvo una resistencia a la flexión de 46.56 kg/cm². El promedio de la resistencia a la flexión de las tres viguetas fue de 44.15 kg/cm².

Resultados de resistencia a la flexión de concreto patrón a los 14 días

Tabla 26: Resultados resistencia a la flexión concreto patrón a los 14 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Vigueta 4	46,74
Vigueta 5	46,43
Vigueta 6	46,13
Promedio	46,43

Fuente: Propia

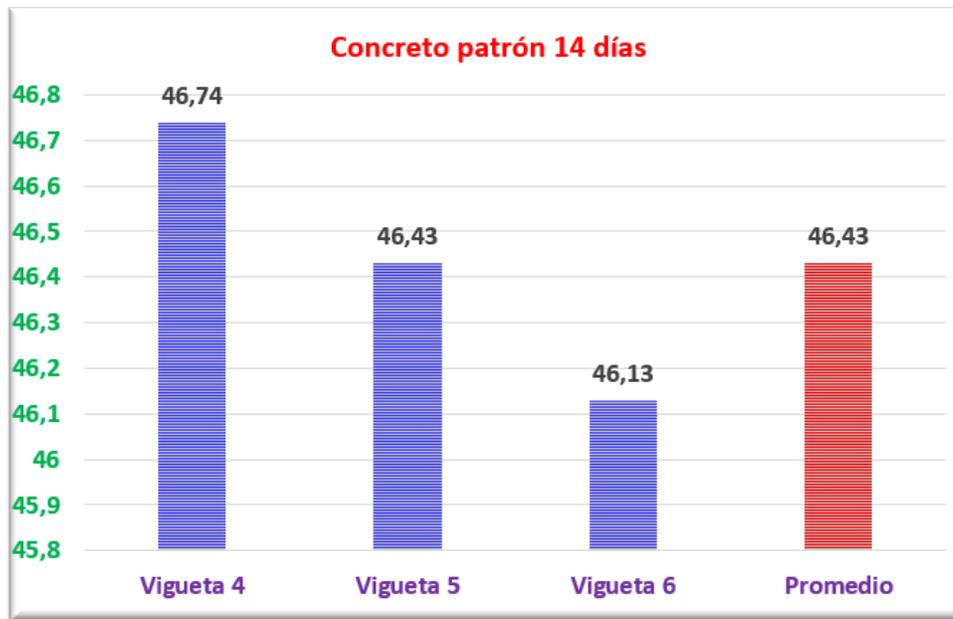


Figura 9: Resultados resistencia a la flexión concreto patrón a los 14 días

Se observa que, a los 14 días, la vigueta 4 del concreto patrón tuvo una resistencia a la flexión de 46.74 kg/cm². La vigueta 5 tuvo una resistencia a la flexión de 46.43 kg/cm². La vigueta 6 tuvo una resistencia a la flexión de 46.13 kg/cm². El promedio de la resistencia a la flexión de las tres viguetas fue de 46.43 kg/cm².

Resultados de resistencia a la flexión de concreto con sustitución 4% a los 14 días

Tabla 27: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 14 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Vigueta 4	50,57
Vigueta 5	49,61
Vigueta 6	50,32
Promedio	50,17

Fuente: Propia

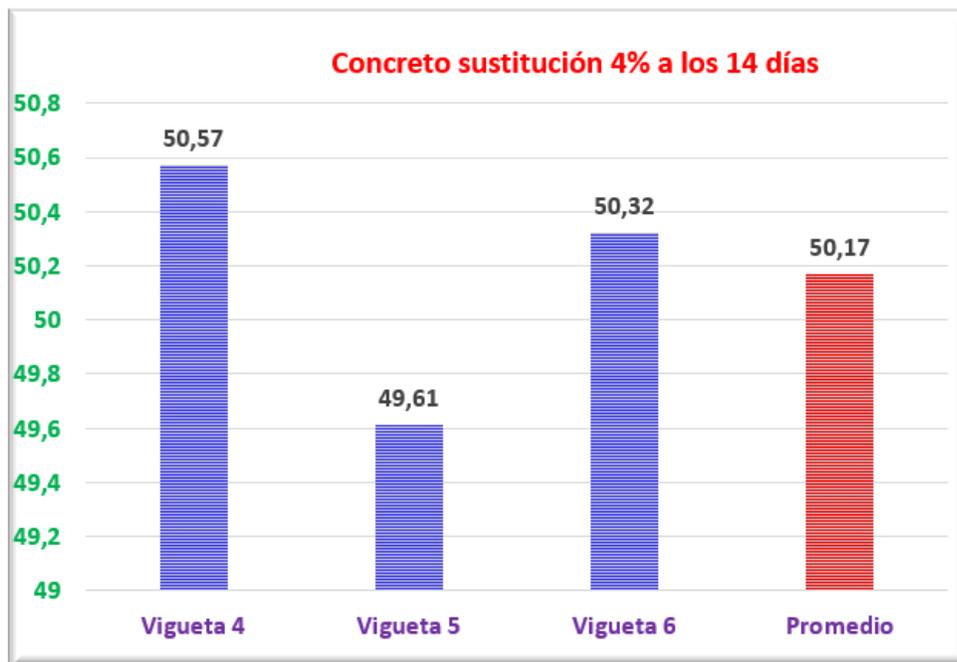


Figura 10: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 14 días

Se observa que, a los 14 días, la vigueta 4 del concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto por agregado en peso tuvo una resistencia a la flexión de 50.57 kg/cm². La vigueta 5 tuvo una resistencia a la flexión de 49.61 kg/cm². La vigueta 6 tuvo una resistencia a la flexión de 50.32 kg/cm². El promedio de la resistencia a la flexión de las tres viguetas fue de 50.17 kg/cm².

Resultados de resistencia a la flexión de concreto con sustitución 7% a los 14 días

Tabla 28: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 14 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Vigueta 4	46,28
Vigueta 5	47,72
Vigueta 6	49,80
Promedio	47,93

Fuente: Propia

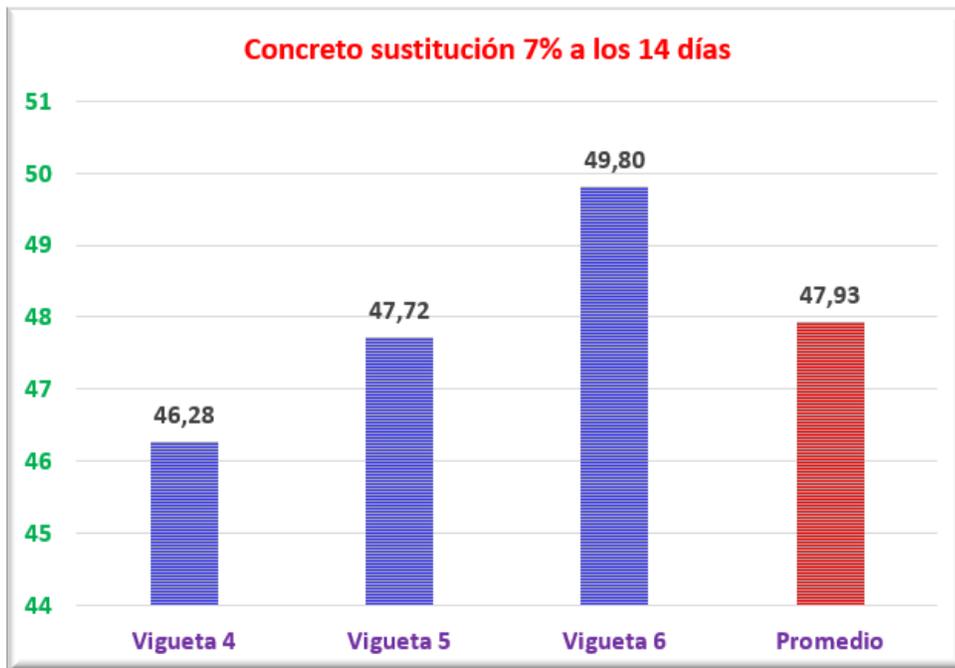


Figura 11: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 14 días

Se observa que, a los 14 días, la vigueta 4 del concreto con sustitución de 7% de residuo de concreto por agregado en peso tuvo una resistencia a la flexión de 46.28 kg/cm². La vigueta 5 tuvo una resistencia a la flexión de 47.72 kg/cm². La vigueta 6

tuvo una resistencia a la flexión de 49.80 kg/cm². El promedio de la resistencia a la flexión de las tres viguetas fue de 47.93 kg/cm².

Resultados de resistencia a la flexión de concreto patrón a los 28 días

Tabla 29: Resultados resistencia a la flexión concreto patrón a los 28 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Vigueta 7	46,45
Vigueta 8	49,48
Vigueta 9	47,56
Promedio	47,83

Fuente: Propia

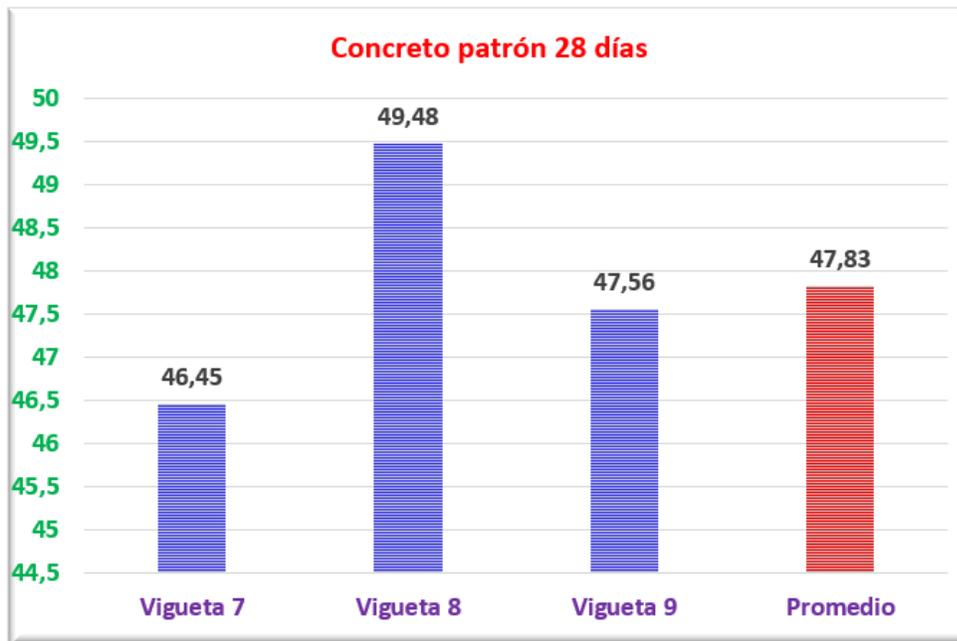


Figura 12: Resultados resistencia a la flexión concreto patrón a los 28 días

Se observa que, a los 28 días, la vigueta 7 del concreto patrón tuvo una resistencia a la flexión de 46.45 kg/cm². La vigueta 8 tuvo una resistencia a la flexión de 49.48 kg/cm². La vigueta 9 tuvo una resistencia a la flexión de 47.56 kg/cm². El promedio de la resistencia a la flexión de las tres viguetas fue de 47.83 kg/cm².

Resultados de resistencia a la flexión de concreto con sustitución 4% a los 28 días

Tabla 30: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 28 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Vigueta 7	50,67
Vigueta 8	49,16
Vigueta 9	53,83
Promedio	51,22

Fuente: Propia

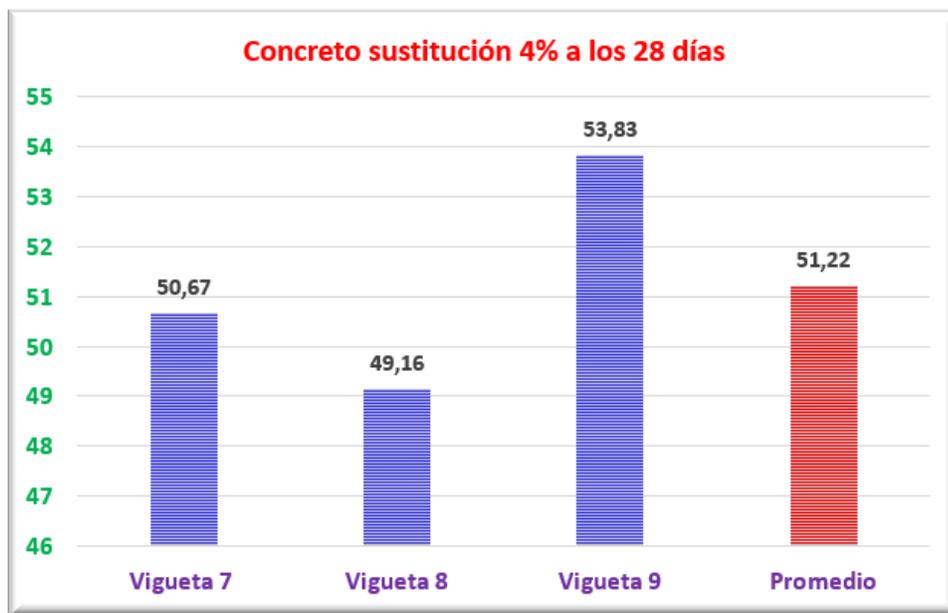


Figura 13: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 4% a los 28 días

Se observa que, a los 28 días, la vigueta 7 del concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto por agregado en peso tuvo una resistencia a la flexión de 50.67

kg/cm². La vigueta 8 tuvo una resistencia a la flexión de 49.16 kg/cm². La vigueta 9 tuvo una resistencia a la flexión de 53.83 kg/cm². El promedio de la resistencia a la flexión de las tres viguetas fue de 51.22 kg/cm².

Resultados de resistencia a la flexión de concreto con sustitución 7% a los 28 días

Tabla 31: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 28 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Vigueta 7	52,46
Vigueta 8	51,18
Vigueta 9	51,93
Promedio	51,86

Fuente: Propia

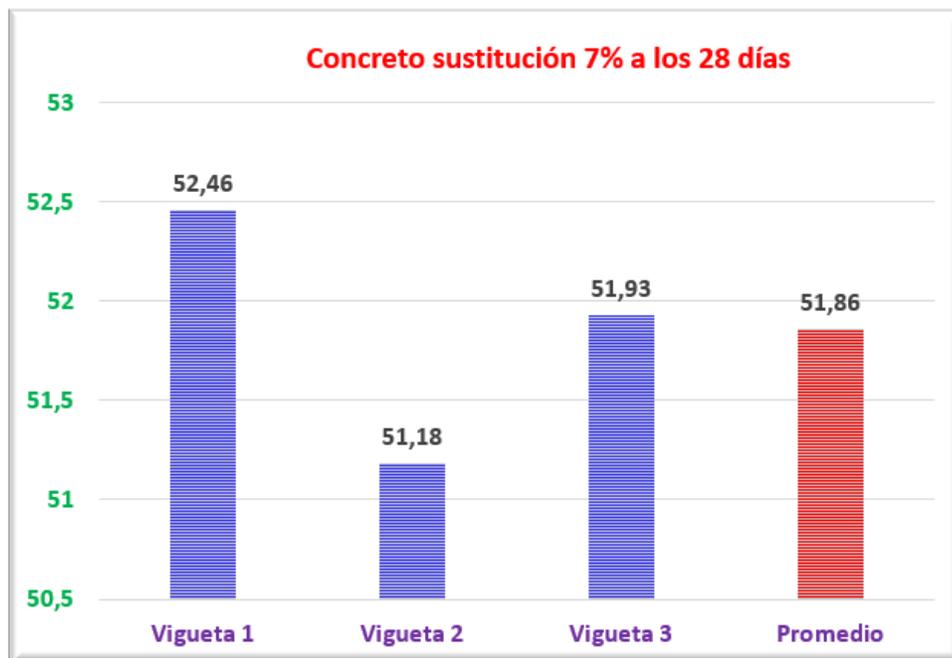


Figura 14: Resultados resistencia a la flexión concreto con sustitución 7% a los 28 días

Se observa que, a los 28 días, la vigueta 7 del concreto con sustitución de 7% de residuo de concreto por agregado en peso tuvo una resistencia a la flexión de 52.46

kg/cm². La vigueta 8 tuvo una resistencia a la flexión de 51.18 kg/cm². La vigueta 9 tuvo una resistencia a la flexión de 51.93 kg/cm². El promedio de la resistencia a la flexión de las tres viguetas fue de 51.86 kg/cm².

3.4. Analizar los resultados obtenidos de las dos dosis utilizadas en la resistencia a la flexión y las propiedades físicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm² utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado – Huaraz – Ancash – 2020.

Para lograr el cumplimiento del objetivo específico 4, se han analizado los datos resultantes y relacionados a la resistencia a la flexión de los tres tipos de concreto.

Resultados de resistencia a la flexión de concreto patrón a los 7 días

Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 7 días

Tabla 32: Promedio de resistencia a la flexión de concretos a los 7 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Concreto patrón	42,10
Sustitución 4%	43,79
Sustitución 7%	46,56

Fuente: Propia

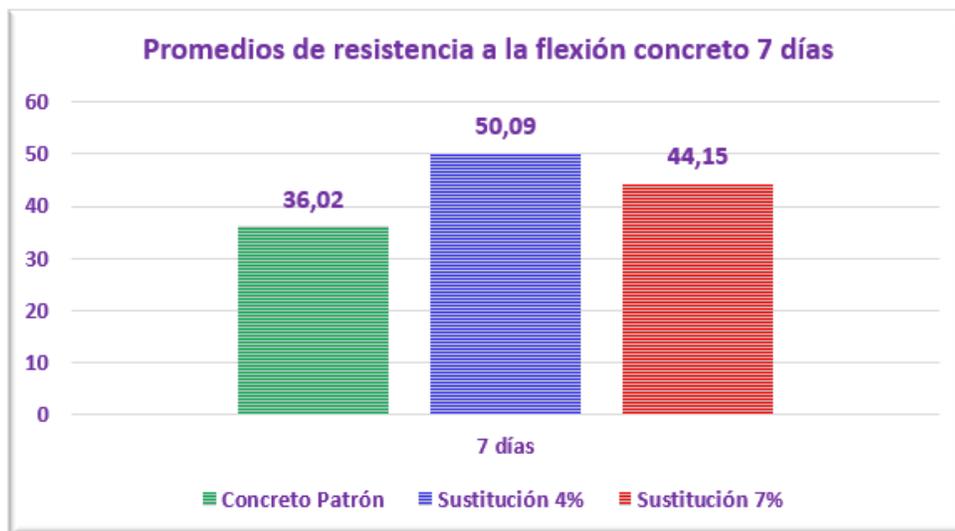


Figura 15: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 7 días

El promedio de resistencia a la flexión de los concretos en cantidad, a los 7 días, se observa que, el concreto patrón tuvo una resistencia de 36.02 kg/cm². La resistencia a la flexión del concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto al 4% por agregado en peso fue de 50.09 kg/cm². La resistencia a la flexión del concreto con sustitución de 7% de residuo de concreto por agregado en peso fue de 44.15 kg/cm². Se evidencia que, a los 7 días, el concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto presentó mayor promedio de resistencia a la flexión. El incremento de la resistencia a la flexión fue de 14.07 kg/cm² para el concreto con sustitución de 4% y para el concreto con sustitución al 7% 8.13 kg/cm².

Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 7 días

Tabla 33: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 7 días

VIGUETA	RESISTENCIA (%)
Concreto patrón	100,00
Sustitución 4%	139,06
Sustitución 7%	122,57

Fuente: Propia



Figura 16: Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 7 días

El promedio de resistencia a la flexión de las muestras de concreto en porcentaje, a los 7 días, se puede observar que, el concreto patrón tuvo un porcentaje de 100.00%. El concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto al 4% por agregado en peso tuvo un porcentaje de 139.06%. El concreto con sustitución de 7% de residuo de concreto al 4% por agregado en peso tuvo un porcentaje de 122.57%. Se evidencia que, a los 7 días, el concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto presentó mayor promedio porcentual de resistencia a la flexión, el incremento fue de 39.06 %. Para el concreto con sustitución al 7%, promedio de la resistencia a la flexión se incrementó en 22.57%

Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días

Tabla 34: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Concreto patrón	46,43
Sustitución 4%	50,17
Sustitución 7%	47,93

Fuente: Propia

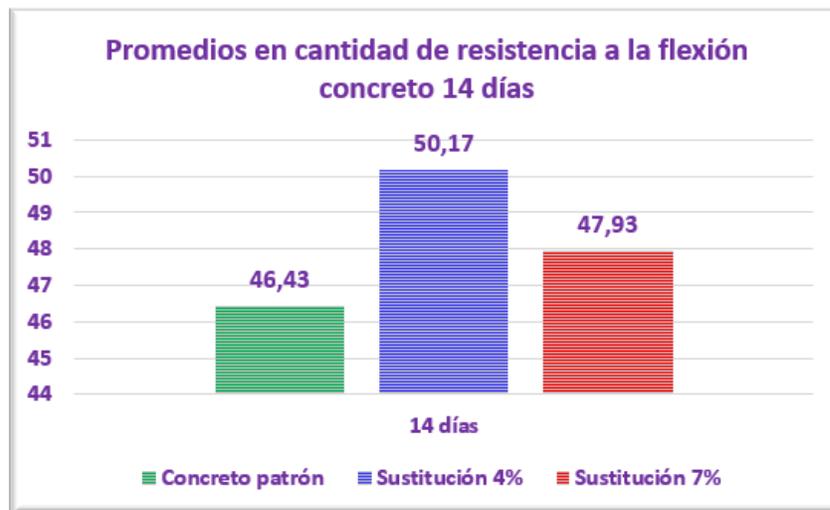


Figura 17: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días

El promedio de resistencia a la flexión de las muestras de concreto en cantidad, a los 14 días, se observa que, el concreto patrón tuvo una resistencia de 46.43 kg/cm². La resistencia del concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto al 4% por

agregado en peso fue de 50.17 kg/cm². La resistencia del concreto con sustitución de 14% de residuo de concreto por agregado en peso fue de 44.15 kg/cm². Se evidencia que, a los 14 días, el concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto presentó mayor promedio de resistencia a la flexión. El incremento de la resistencia a la flexión fue de 3.74 kg/cm² para el concreto con sustitución de 4% y para el concreto con sustitución al 7% 1.5 kg/cm².

Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días

Tabla 35: Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días

VIGUETA	RESISTENCIA (%)
Concreto patrón	100,00
Sustitución 4%	108,06
Sustitución 7%	103,23

Fuente: Propia

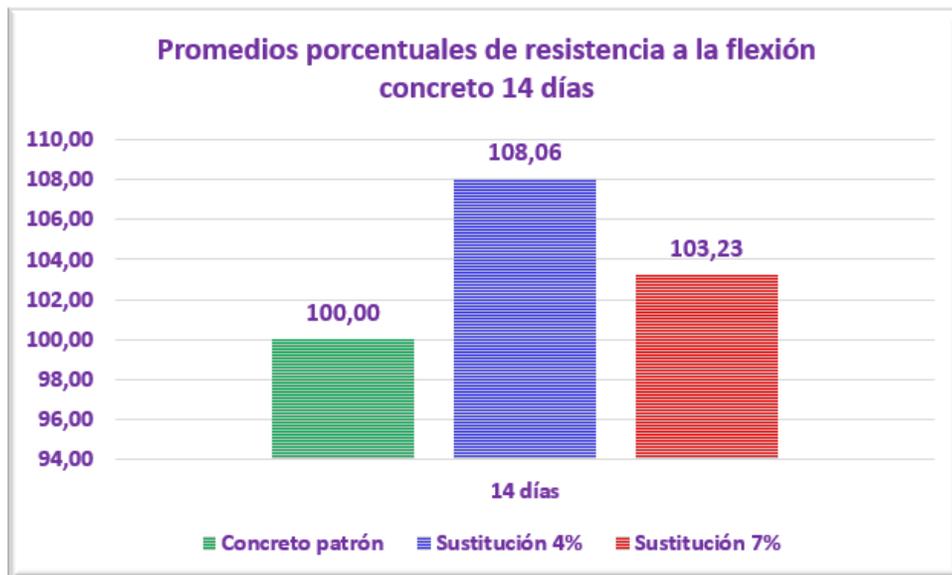


Figura 18: Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días

El promedio de resistencia a la flexión de las muestras de concreto en porcentaje, a los 14 días, se puede observar que, el concreto patrón tuvo un porcentaje de 100.00%. El concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto al 4% por agregado en peso tuvo un porcentaje de 108.06%. El concreto con sustitución de 7% de residuo de concreto por agregado en peso tuvo un porcentaje de 103.23%. Se evidencia que, a

los 14 días, el concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto presentó mayor promedio porcentual de resistencia a la flexión. La resistencia a la flexión se incrementó en 8.06% respecto al promedio de resistencia a la flexión del concreto patrón para el concreto con 4% de sustitución. Para el concreto con sustitución al 7%, el promedio de la resistencia a la flexión se incrementó en 3.23%

Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 28 días

Tabla 36: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días

VIGUETA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Concreto patrón	47,83
Sustitución 4%	51,22
Sustitución 7%	51,86

Fuente: Propia

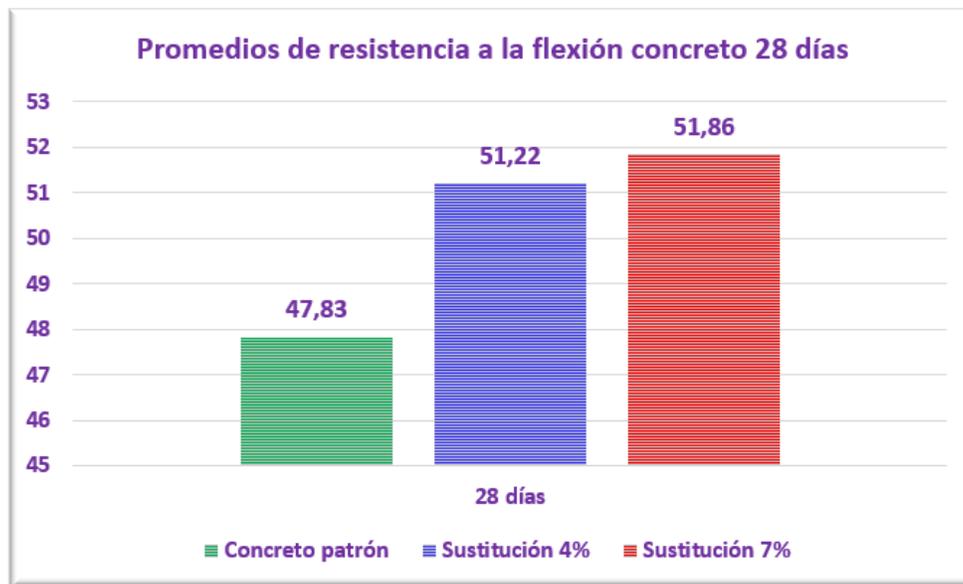


Figura 19: Promedio en cantidad de resistencia a la flexión de concretos a los 14 días

El promedio de resistencia a la flexión de las muestras de concreto en cantidad, a los 28 días, se observa que, el concreto patrón tuvo una resistencia de 47.83 kg/cm². La resistencia del concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto al 4% por agregado en peso fue de 51.22 kg/cm². La resistencia del concreto con sustitución de 7% de residuo de concreto por agregado en peso fue de 51.86 kg/cm². Se evidencia que, a los 28 días, el concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto presentó

mayor promedio de resistencia a la flexión. El incremento de la resistencia a la flexión fue de 3.74 kg/cm² para el concreto con sustitución de 4% y para el concreto con sustitución al 7% 1.5 kg/cm².

Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 28 días

Tabla 37: Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 28 días

VIGUETA	RESISTENCIA (%)
Concreto patrón	100,00
Sustitución 4%	108,06
Sustitución 7%	103,23

Fuente: Propia

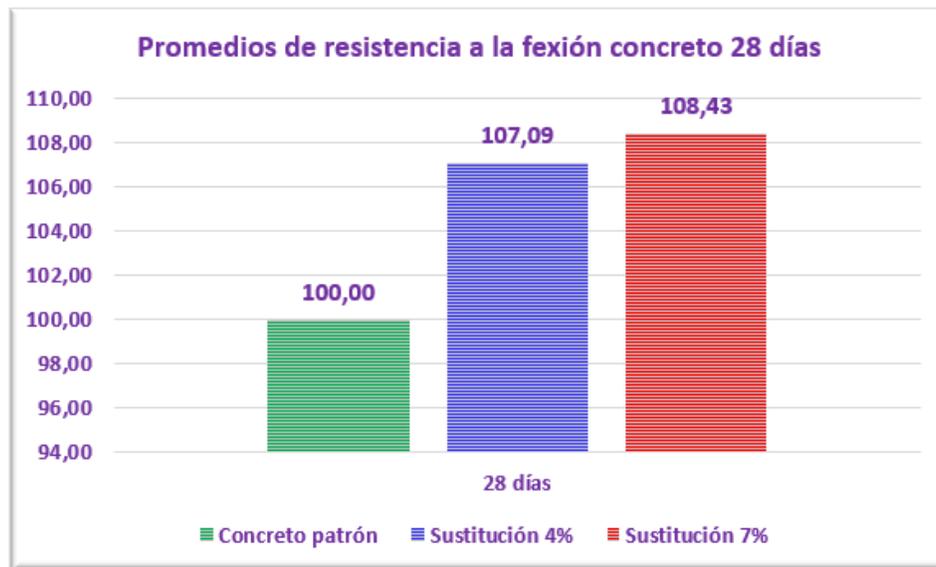


Figura 20: Promedio en porcentaje de resistencia a la flexión de concretos a los 28 días

El promedio de resistencia a la flexión de las muestras de concreto en porcentaje, a los 7 días, se puede observar que, el concreto patrón tuvo un porcentaje de 100.00%. El concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto al 4% por agregado en peso tuvo un porcentaje de 139.06%. El concreto con sustitución de 7% de residuo de concreto al 4% por agregado en peso tuvo un porcentaje de 122.57%. Se evidencia que, a los 7 días, el concreto con sustitución de 7% de residuo de concreto presentó mayor promedio porcentual de resistencia a la flexión. La resistencia a la flexión se

incrementó en 7.09% respecto al promedio de resistencia a la flexión del concreto patrón para el concreto con 4% de sustitución. Para el concreto con sustitución al 7%, el promedio de la resistencia a la flexión se incrementó en 8.43%.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto a la contrastación con los antecedentes hallados, se tiene que:

Además, Tafur (2015), en su trabajo de investigación titulado, “*Estudio del comportamiento físico-mecánico del concreto diseñado y elaborado con agregado grueso reciclado en la ciudad de Cajamarca*”, se planteó como objetivo general estudiar de que manera se comporta en el aspecto físico y mecánico el concreto estructurado compuesto por cierto porcentaje de agregado grueso reciclado. El tipo de investigación fue experimental de diseño pre experimental, Concluyó que el porcentaje de aumento sobre la resistencia a la compresión, tras la aplicación del agregado grueso reciclado sobre el concreto permitió un incremento de 4.15% en comparación a la mezcla sin este agregado, obteniéndose las mismas características en ambos casos. En lo que respecta al módulo de elasticidad, se halló que tras el secado por veintiocho días se tiene una menor elasticidad al no adicionar el agregado grueso reciclado, motivo por el que se afirma que la muestra patrón posee características aceptables, en el caso de las viguetas trabajadas de 4% y 7% de sustitución de residuo de concreto, se halló un incremento de resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días por encima del testigo patrón, los 7 y 14 días el testigo del 4% de residuo de concreto por encima del concreto patrón y 7% de residuo de concreto. A diferencia de los 28 días, donde el testigo con 7% de residuo de concreto es mayor al concreto patrón y al 4% de residuo de concreto, pero siempre superior el 4% y el 7% de sustitución de residuo de concreto que al concreto patrón.

En base al procesamiento de datos se logró una aceptación parcial de la hipótesis general: “La utilización de residuos de concreto en 4% y 7% como agregado incrementa la resistencia del concreto a flexión $f^c=210\text{kg/cm}^2$ Huaraz – Ancash – 2020” debido a que las resistencias resultantes en las muestras que contenían residuos de concreto tuvieron un valor mayor de resistencia a la flexión en comparación al concreto de mezcla normal.

En la sustitución del agregado natural por residuo de concreto en edad de 7 días apreciándose el incremento de la resistencia a la flexión. Esta última en promedio alcanzó 50.09% con sustitución de 4% de residuo de concreto y un 44.15% con sustitución de 7% de residuo de concreto respecto al concreto patrón.

Para una sustitución de agregado natural por residuo de concreto en edad de 14 días se obtuvo un incremento de la resistencia a la flexión. Teniendo esta un promedio de 50.17% con sustitución de 4% de residuo de concreto y un 47.93% con sustitución de 7% de residuo de concreto respecto al concreto patrón.

Para una sustitución de agregado natural por residuo de concreto en 28 días se obtuvo un incremento de la resistencia a la flexión. Teniendo esta un promedio de 51.22% con sustitución de 4% de residuo de concreto y un 51.86% con sustitución de 7% de residuo de concreto respecto al concreto patrón.

En base a los ensayos efectuados se logró demostrar que para emplear residuos de concreto en la mezcla del concreto, se requiere de una cantidad mayor de agua, debido a la porosidad y capacidad absorción propia de los residuos de concreto.

La propiedad física en el residuo de concreto, como lo son el peso unitario y el índice de absorción son determinados por la procedencia del residuo de concreto.

4. CONCLUSIÓN

En base a los datos hallados, el análisis y discusión sobre estos se concluye:

El agregado reciclado tiene mayor porcentaje de absorción y contenido de humedad con relación a los agregados naturales ya que es un material compuesto y son extremadamente alcalinas resultando mayor a la de los agregados naturales.

Mientras el porcentaje de residuo de concreto se incrementa, la trabajabilidad del concreto fresco disminuye considerablemente, la trabajabilidad paso de 10.4 cm sin residuo de concreto a 10.1 cm con una sustitución de 4% y 9.8 cm con sustitución de 7% de residuo de concreto.

En la determinación de las resistencias del concreto a flexión a los primeros 7 días se observó que las viguetas de 4% y 7% de sustitución de residuo de concreto alcanzaron una mayor resistencia a la flexión que la del concreto patrón, el 4% con un promedio de la resistencia a flexión de 50.09kg/cm², la del 7% con un promedio de 44.15 kg/cm² y el concreto patrón con 36.02%, si mismo se hizo el ensayo de la resistencia a flexión a 14 días, que al igual que los 7 días la resistencia con sustitución de 4% y 7% de residuo de concreto alcanzaban un mayor resistencia a flexión que la del concreto patrón, el del 4% con un promedio de 50.17kg/cm², la 7% con promedio de 47.93 kg/cm² y el concreto patrón 46.43kg/cm², en el ensayo a los 28 días al igual que a los 7 y 14 días las viguetas de 4% y 7% con sustitución de residuo de concreto alcanzaron una mayor resistencia a la flexión que la del concreto patrón, con un promedio de 51.22kg/cm² el de 7%, 51.86kg/cm² el de 4% y el concreto patrón con 47.83kg/cm².

En el análisis de los resultados en las dosis utilizadas, se evidencio que a los 7 días el concreto con sustitución de 4% de residuo de concreto presento un mayor promedio de

resistencia a flexión, el incremento de resistencia fue 14.07kg/cm² y 8.13kg/cm² el de 7%, el promedio en porcentaje del concreto patrón fue de 100.00% el de 4% de sustitución de residuo de concreto fue 139.06% y la del 7% fue 122.57%. A los 14 días el incremento de la resistencia a flexión para 4% fue 3.74kg/cm² y para 7% fue de 1.5 kg/cm² el promedio en porcentaje para el concreto patrón fue de 100.00%, para el de 4% de sustitución de residuo de concreto fue de 108.06% y la del 7% fue 103.23%, la resistencia de 4% de sustitución de concreto se incrementó en 8.06% y la de 7% en un 3.23%. Así también se obtuvo la resistencia a flexión a los 28 días, la resistencia a flexión de 4% fue de 51.22 kg/cm² y 51.86 kg/cm² el de 7% se evidencia que los 28 días el concreto con sustitución de 7 % presento mayor promedio de resistencia a flexión, el incremento a la resistencia a flexión fue de 4.0kg/cm² y la de 4% fue de 3.39 kg/cm², el incremento de resistencia en porcentaje fue de 7.09% para el 4% de sustitución de residuo de concreto y 8.43% para 7% de sustitución de residuo de concreto.

5. RECOMENDACIONES

Utilizar residuos de concreto de diferentes tipos de construcción civil lograr ampliar los conocimientos relacionados al estudio de este material con respecto a los parámetros.

Utilizar otros porcentajes de la sustitución de agregados de residuo de concreto, para lograr ampliar los conocimientos relacionados el estudio de este material con respecto a la resistencia a flexión.

Realizar el curado de las viguetas por un tiempo mayor a los 28 días y evaluar el ensayo de resistencia a flexión.

El uso de concreto con agregado de residuo de concreto de 4% y 7% puede ser utilizado en pavimentos rígidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2000). *Tecnología del Concreto*. Lima – Perú: Edición San Marcos.
- Agreda, G. A. y Moncada, G. L. (2015). *Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados*. Tesis de grado. Universidad católica de Colombia.
- Aguilar, J. M. (2017). *Estudio comparativo de resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ elaborado y curado en agua potable a temperatura ambiente: Catac-Caraz- Ancash*. Tesis de grado. Universidad San Pedro. Caraz.
- Al-Rousan T.; Masad, E. Tutumluer, E. & Pan, T. (2007). *Evaluation of image analysis techniques for quantifying aggregate shape characteristics*, Journal of Construction and Building Materials. Vol. 21, pp. 978-990.
- Cadena, A. (1995). *Aspectos técnicos en el manejo de los residuos sólidos. Hacia un pacto limpio. Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje*, Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, pp. 237.
- Carino N.J. (1994). *Nondestructive Testing of Concrete: History and Challenges*, American Concrete Institute, ACI SP-144, Detroit, MI, 1994. pp. 623-678.
- Carrillo, J. R. y Rojas, J. F. (2017). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón $f'c 210\text{kg/cm}^2$ y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac*. Tesis de grado. Universidad Andina del Cusco. Perú.
- Céspedes, M. A. (2003). *Resistencia a la compresión del concreto a partir de la Velocidad de pulsos de Ultrasonido*. Universidad de Piura.

Perú.

- Díaz, M. (2010). *Correlación entre la porosidad y la resistencia del concreto*. Lima, Perú.
- Flores, F. D. y Mamani, R. A. (2018). *Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika fiber cho 65-35-NB y con fibra sika fiber Force PP-48*. Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
- Gonzales, H. y Álvaro, D. H. (2004). *La importancia del método de la selección de materiales*. Revista Scientia et Técnica, Universidad Tecnológica de Pereira. Año X, No. 24, mayo de 2004. pp. 175-180.
- Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto*. 4ta ed. Fondo editorial de la pontificia Universidad Católica, p. 18.
- Hernández, S.R.; Fernández, C. C.; Baptista, M. P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición. México: Mc Graw Hill.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE (2016). *Manejo de residuos de construcción y demolición en obras menores*. Lima. Perú.
- Montilla, K.; Porto, E.; Romero, G.; Zarate, Y. y Viloría, A. (2016). *Análisis del concreto con agregado grueso reciclado en obras civiles de Venezuela en un periodo de quince años*. Caracas, Venezuela.
- Neville, Adam M. (1999). *Tecnología del Concreto*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. México.
- Osorio, J. (2013). *Resistencia Mecánica del Concreto y Resistencia a la Compresión*. Recuperado el 24 de noviembre de 2014, de <http://blog.360-gradosenconcreto.com/resistencia-mecanica-del-concreto-y-resistencia-a-lacompresion/>
- Reyes, J. S. y Rodríguez, Y. A. (2010). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3-4% respecto al peso de la mezcla*. Bucaramanga.: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Serrano M. F. (2010) *La calidad del concreto: responsabilidad del diseñador y del constructor, Innovación y Ciencia*, Volumen XVII, No. 2, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.

- Serrano, M.F. y Pérez, D.D. (2010). *Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto*. *Concreto y Cemento: Investigación y Desarrollo*. Vol. 2, N°. 1, Julio – Diciembre, pp. 17- 30.
- Staff Portland Cement Association (1991). *Proyecto y control de mezclas de concreto*. México, Limusa. Primera edición.
- Tafur, Y (2015) *Estudio del comportamiento físico-mecánico del concreto diseñado y elaborado con agregado grueso reciclado en la ciudad de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca-Perú.
- Terreros, L, E. y Carbajal (2015). *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo*. Tesis de grado. Universidad Católica de Colombia.
- Terreros, L. E. y Carvajal, I. L. (2016). *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo*. Universidad Católica de Colombia.
- Torre, A. (2004). *Curso Básico de Tecnología del Concreto de la Universidad Nacional de Ingeniería*. Lima Perú.
- Yapuchura, R. J. (2019). *Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f_c=210$ kg/cm² utilizando agregado de la cantera Arunta – Tacna*. Tesis de grado. Universidad Privada de Tacna. Perú.

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos a mis padres LLiuya Milla Aquilina y Albino Huane Emiliano, por sus apoyos en el proceso de mi vida profesional basado en los principios morales y amor incondicional y que siempre necesitare en mi vida profesional.

Expresar mi profundo agradecimiento a los distinguidos maestros de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad San Pedro Huaraz, quienes con sus enseñanzas y ejemplos me guiaron y orientaron en mi desarrollo profesional y personal.

Finalmente, a todas aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo para la realización y culminación del presente trabajo de investigación. Gracias.

ANEXO Y APÉNDICE



Figura 1: Recolección de residuo de concreto



Figura 2: Recolección de residuo de concreto



Figura 3: Adquisición de agredo fino



figura 4: Adquisición de piedra chancada



Figura 5: Tamizado de agregado fino



Figura 6: Tamizado de agredo fino



Figura 7: Tamizado de residuo de concreto



Figura 8: Llenado del molde con agregado fino para hallar el peso suelto



Figura 9: Peso unitario del residuo de concreto



Figura 10: Materia a usarse para el preparado del concreto previamente pesados



Figura 11: ensayo de slump



Figura 12: Llenado de las viguetas patrón y a los de ensayo



Figura 13: Curado de las viguetas



Figura 13: Ensayo de resistencia a flexión



Figura 14: Ensayo de viguetas patrón



Figura 15: Ensayo de las viguetas de 4% y 7% de sustitución de residuo de concreto

CONCEPTUACIÓN Y PERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
V1: Residuos de concreto	Son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólidos provenientes de la industria de la construcción, generalmente es concreto y fierro (Neville, 1999).	La variable Residuos de concreto se va a medir en función de cada uno de los indicadores de las dimensiones 4% de peso de residuo de concreto y 7% de peso de residuo de concreto	Propiedades físicas	Granulometría Gravedad Peso específico %Humedad
V2. Resistencia del concreto a la flexión	La resistencia a la flexión es un indicador generalmente aplicado en los proyectos de edificaciones, especialmente en edificios que contienen vigas, se aplica también en losas para carreteras y pistas de aeropuertos (Serrano y Pérez, 2010)	La variable Resistencia del concreto a la flexión se va a medir en función de cada uno de los indicadores de las dimensiones Resistencia a la flexión del concreto patrón, Resistencia a la flexión del concreto con 4% de residuo de concreto y, Resistencia a la flexión del concreto con 7% de residuo de concreto	Propiedades mecánicas Propiedades físicas	Resistencia a la compresión Absorción total en%

Fuente: Elaboración propia, basado en el método del proyecto



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

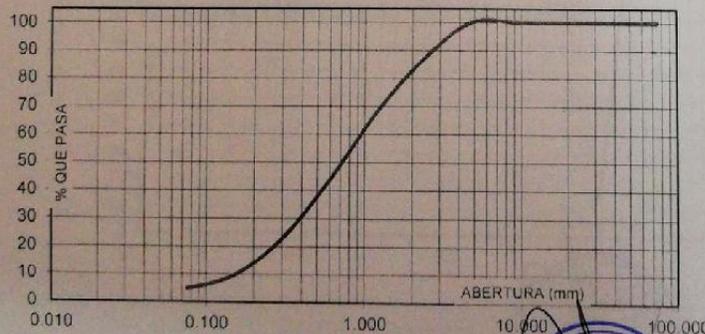
SOLICITA : BACH. ALBINO LLIUYA , Joel Miguel
TESIS : "Evaluacion de Resistencia del Concreto a Flexion $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$
 Utilizando Residuos de Concreto en 4% y 7% como Agregado - Huaraz - Ancash-2020"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 27/04/2020 **CANTERA :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2174.3
PESO SECO LAVADO	2071.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	103.30

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% 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"	38.100	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"	12.500	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	286.50	13.18	13.18	86.82
N° 16	1.180	421.00	19.38	32.54	67.46
N° 30	0.600	523.50	24.08	56.62	43.38
N° 50	0.300	452.50	20.81	77.43	22.57
N° 100	0.150	281.50	12.95	90.37	9.63
N° 200	0.075	106.00	4.88	95.25	4.75
PLATO		103.30	4.75	100.00	0.00
TOTAL		2174.30	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8
 MODULO DE FINEZA : 3.6
 HUMEDAD : 2.50%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FIJAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

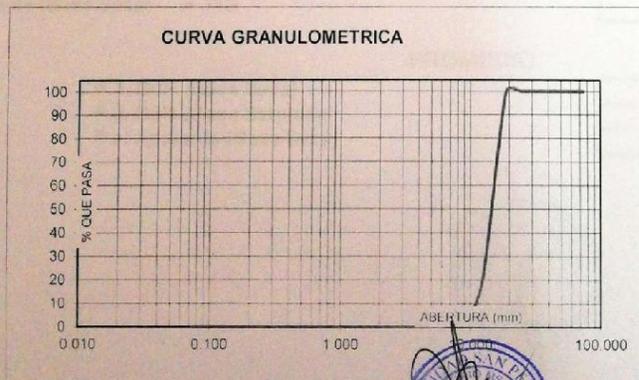
SOLICITA : BACH. ALBINO LLIUYA , Joel Miguel
 TESIS : "Evaluacion de Resistencia del Concreto a Flexion F'c = 210 Kg/Cm2
 Utilizando Residuos de Concreto en 4% y 7% como Agregado - Huaraz - Ancash-2020"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 27/07/2020 CANTERA : TACLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	13536.5
PESO SECO LAVADO	13536.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
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	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	10744.00	79.37	79.37	20.63
3/8"	9.500	2255.00	16.95	96.32	3.68
N° 4	4.750	460.00	3.40	99.72	0.28
N° 8	2.380	37.50	0.28	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		13536.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1"
 MODULO DE FINEZA : 0.24
 HUMEDAD : 0.61%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO-FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
 CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
 Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoyeta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
 OFICINA DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS : "Evaluación de Resistencia del Concreto a Flexión $F_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Utilizando Residuos de Concreto en 4% y 7% como Agregado - Huaraz - Ancash-2020"					
SOLICITA : BACH. ALBINO LLUYA , Joel Miguel					
DISTRITO : HUARAZ			HECHO EN : USP -HUARAZ		
PROVINCIA : HUARAZ			FECHA : 27/07/2020		
PROG. (KM.) :			ASESOR		
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA :					
MUESTRA : AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO					
PROF. (m) :					
AGREGADO GRUESO					
N° TARRO		1	26		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1306.6	1412.8		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1302.9	1404.9		
PESO DE AGUA	(g)	6.70	7.90		
PESO DEL TARRO	(g)	162.00	159.7		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1140.90	1235.2		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.59	0.64		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.61	
AGREGADO FINO					
N° TARRO		12	3		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1189.9	1175.1		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1185.8	1150.5		
PESO DE AGUA	(g)	24.30	24.60		
PESO DEL TARRO	(g)	167.80	169.3		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	997.80	981.2		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.44	2.5		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			2.5	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO -FILIAL HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes
CIP: 70751
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : BACH. ALBINO LLIUYA , Joel Miguel
 TESIS : "Evaluacion de Resistencia del Concreto a Flexion F_c = 210 Kg/Cm²
 Utilizando Residuos de Concreto en 4% y 7% como Agregado - Huaraz - Ancash-2020"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 27/07/2020

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de frasco+ agua
 C = A + B : Peso frasco + agua +material
 D : Peso de material+agua en el frasco
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
 F : Peso Material seco en horno
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

300.0		
679.0		
979.0		
865.7		
113.3		
295.5		
108.8		
1.52		
1.52		

ABSORCION (%) : ((A-F/F)x100)
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

PROMEDIO

2.61		
2.65		
2.72		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.61
2.65
2.72



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENLAZES MATERIALES
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes
 OIP: 70751
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : BACH. ALBINO LLIUYA , Joel Miguel
TESIS : "Evaluacion de Resistencia del Concreto a Flexion F'c = 210 Kg/Cm2
 Utilizando Residuos de Concreto en 4% y 7% como Agregado - Huaraz - Ancash-2020"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 27/07/2020

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
D : Peso de material seco en el horno
E = C - (A - D) : Volumen de masa

1119.5	1174.0	1151.5
703.0	739.0	725.0
416.5	435.0	426.5
1113.0	1163.5	1144.5
410.0	424.5	419.5
0.58	0.90	0.61
0.70		

ABSORCION (%) : ((A-D/D)x100)
ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO

2.67	2.67	2.68
2.69	2.70	2.70
2.71	2.74	2.73

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
P.e. Bulk (Base Saturada)
P.e. Aparente (Base Seca)

2.68
2.70
2.73



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

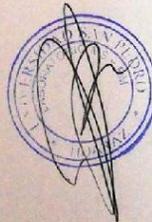
SOLICITA : BACH. ALBINO LLIUYA , Joel Miguel
 TESIS : "Evaluacion de Resistencia del Concreto a Flexion $F_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$
 Utilizando Residuos de Concreto en 4% y 7% como Agregado - Huaraz - Ancash-2020"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 27/07/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7835	7815	7825
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4415	4395	4405
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1590	1583	1587
Peso unitario prom.	1587 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8015	8035	8025
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4595	4615	4605
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1655	1662	1659
Peso unitario prom.	1659 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO-FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYOS DE MATERIALES

 Ing. Jesus Eusebio Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE

PESOS UNITARIOS

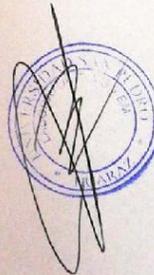
SOLICITA : BACH. ALBINO LLIUYA , Joel Miguel
TESIS : "Evaluacion de Resistencia del Concreto a Flexion $F_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$
 Utilizando Residuos de Concreto en 4% y 7% como Agregado - Huaraz - Ancash-2020"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 27/07/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	26760	26780	26770
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	19380	19400	19390
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1412	1414	1413
Peso unitario prom.	1413 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	28145	28175	28160
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	20765	20795	20780
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1513	1515	1514
Peso unitario prom.	1514 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Jesus Ernesto Sotoelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



D&J S.A.C.

Laboratorio de Mecánica de Suelos.
Topografía Sistemizada

RUC: 20407968272



MTC E 711
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL DE LA LUZ

SOLICITA: Joel Miguel Albino Lliuya

PROYECTO: "Evaluación de resistencia del concreto a flexión $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado - Huaraz - Ancash - 2020"

CANTERA: Tacllan

N°	Descripción	f _c Diseño (Kg/c m ²)	FECHA		Edad Días	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Long. de tramo (mm)	Carga máxima de rotura (N)	Mr (MPa)
			Moldeo	Rotura						
01	Concreto patrón	210	03/08/2020	09/08/2020	7	149.80	147.00	450.00	16775.10	3.50
02	Concreto patrón	210	03/08/2020	09/08/2020	7	148.00	147.00	450.00	15303.60	3.23
03	Concreto patrón	210	03/08/2020	09/08/2020	7	151.00	147.00	450.00	18246.60	3.77
04	Concreto patrón	210	03/08/2020	16/08/2020	14	149.00	148.00	450.00	22170.60	4.59
05	Concreto patrón	210	03/08/2020	16/08/2020	14	150.00	147.50	450.00	22023.45	4.56
06	Concreto patrón	210	03/08/2020	16/08/2020	14	151.00	147.00	450.00	21876.30	4.53
07	Concreto patrón	210	03/08/2020	30/08/2020	28	153.70	152.50	450.00	24132.60	4.56
08	Concreto patrón	210	03/08/2020	30/08/2020	28	152.60	148.60	450.00	24230.70	4.85
09	Concreto patrón	210	03/08/2020	30/08/2020	28	153.20	151.20	450.00	24211.08	4.67

D&J S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE MATERIALES Y PAVIMENTOS
David Azuña Domínguez
GERENTE

LUIS ALBERTO ROBLES
INGENIERO CIVIL
CIP 19331

Jr. Soledad 1345 Huaraz - Perú
(043) 423374 / 959578024 / 943 848823
E-mail: suelomec@hotmail.com / yulian_22@hotmail.com



D&J S.A.C.

Laboratorio de Mecánica de Suelos.
Topografía Sistemizada

RUC: 20407968272



MTCE 711

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL DE LA LUZ

SOLICITA: Joel Miguel Albino Lliuya

PROYECTO: "Evaluación de resistencia del concreto a flexión $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado - Huaraz - Ancash - 2020"

CANTERA: Tacllan

N°	Descripción	f'c Diseño (Kg/c m ²)	FECHA		Edad Días	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Long. de tramo (mm)	Carga máxima de rotura (N)	Mr (MPa)
			Moldeo	Rotura						
01	Residuo de concreto 4%	210	03/08/2020	09/08/2020	7	154.50	149.80	450.00	25506.00	4.49
02	Residuo de concreto 4%	210	03/08/2020	09/08/2020	7	150.00	148.00	450.00	23249.70	4.78
03	Residuo de concreto 4%	210	03/08/2020	09/08/2020	7	154.60	145.90	450.00	24377.85	5.00
04	Residuo de concreto 4%	210	03/08/2020	16/08/2020	14	154.00	146.30	450.00	24230.70	4.96
05	Residuo de concreto 4%	210	03/08/2020	16/08/2020	14	154.40	149.90	450.00	25015.50	4.87
06	Residuo de concreto 4%	210	03/08/2020	16/08/2020	14	153.50	148.10	450.00	24623.10	4.94
07	Residuo de concreto 4%	210	03/08/2020	30/08/2020	28	150.00	149.00	450.00	24525.00	4.97
08	Residuo de concreto 4%	210	03/08/2020	30/08/2020	28	150.30	149.00	450.00	23838.30	4.82
09	Residuo de concreto 4%	210	03/08/2020	30/08/2020	28	152.60	149.50	450.00	26683.20	5.28

D&J S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE MATERIALES Y PAVIMENTOS
David Azúa Domínguez
GERENTE

Luis Alberto Robles
INGENIERO CIVIL
CIP 49331

Jr. Soledad 1345 Huaraz - Perú

☎ (043) 423374 📞 959578024 / 943 848823

✉ E-mail: suelosmec@hotmail.com / yulian_22@hotmail.com



D&J S.A.C.

Laboratorio de Mecánica de Suelos.
Topografía Sistemizada

RUC: 20407968272



MTC E 711

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL DE LA LUZ

SOLICITA: Joel Miguel Albino Lliuya

PROYECTO: "Evaluación de resistencia del concreto a flexión $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ utilizando residuos de concreto en 4% y 7% como agregado - Huaraz - Ancash - 2020"

CANTERA: Tacllan

N°	Descripción	f'c Diseño (Kg/c m ²)	FECHA		Edad Días	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Long. de tramo (mm)	Carga máxima de rotura (N)	Mr (MPa)
			Moldeo	Rotura						
01	Residuo de concreto 7%	210	03/08/2020	09/08/2020	7	150.00	141.00	450.00	18246.60	4.13
02	Residuo de concreto 7%	210	03/08/2020	09/08/2020	7	151.00	140.90	450.00	19080.45	4.30
03	Residuo de concreto 7%	210	03/08/2020	09/08/2020	7	152.10	139.10	450.00	19914.30	4.57
04	Residuo de concreto 7%	210	03/08/2020	16/08/2020	14	150.40	141.00	450.00	20110.50	4.54
05	Residuo de concreto 7%	210	03/08/2020	16/08/2020	14	151.20	141.00	450.00	20846.25	4.68
06	Residuo de concreto 7%	210	03/08/2020	16/08/2020	14	150.00	141.00	450.00	21582.00	4.89
07	Residuo de concreto 7%	210	03/08/2020	30/08/2020	28	152.70	142.50	450.00	23642.10	5.15
08	Residuo de concreto 7%	210	03/08/2020	30/08/2020	28	153.40	139.70	450.00	22268.70	5.02
09	Residuo de concreto 7%	210	03/08/2020	30/08/2020	28	153.10	141.10	450.00	23004.45	5.09

D&J S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE MATERIALES Y FUNDAMENTOS
David Azuña Domínguez
GERENTE

LUIS ALBERTO ITO ROBLES
INGENIERO CIVIL
CIP 18331

Jr. Soledad 1345 Huaraz - Perú
(043) 423374 / 959578024 / 943 848823
E-mail: suelosmec@hotmail.com / yulian_22@hotmail.com