



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseño de concreto durable 210 kg/cm² para elementos
estructurales incorporando vidrio molido a los agregados,
Jaén - 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Bach: Bautista Huamán, Roy (ORCID: 0000-0001-9457-4686)

Bach: Leyva Requejo, Alin Deivis (ORCID: 0000-0001-8423-9761)

ASESOR:

Mg. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Estructural

CALLAO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Roy Bautista Huamán

Se la dedico al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña y me levanta de mi continuo tropiezo, al creador de mis padres y de las personas que más amo, con mi más sincero amor.

Alin Deivis Leyva Requejo

AGRADECIMIENTO

agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mi familia por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Roy Bautista Huamán

Agradezco a Dios y por brindarme seguir con vida por darme la segunda oportunidad y permitirme llegar hasta este momento.

La ayuda que me has brindado ha sido sumamente importante, estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo, siempre fuiste muy motivadora y esperanzadora, me decías que lo lograría muy perfectamente.

Me ayudaste hasta donde te era posible, incluso más que eso. Muchas gracias, Mamá y hermanos.

Alin Deivis Leyva Requejo

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1. Justificación.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2. Problemática.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3. Problema General.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.1. Problemas Específicos.....	¡Error! Marcador no definido.
1.4. Objetivos.....	¡Error! Marcador no definido.
1.4.1. Objetivo General.....	¡Error! Marcador no definido.
1.4.2. Objetivos Específicos.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5. Hipótesis.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.1. Hipótesis General.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.2. Hipótesis Específicos.....	¡Error! Marcador no definido.
II. MARCO TEÓRICO.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Antecedentes.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1. Nacional.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2. Internacionales.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2. Bases Teóricas.....	¡Error! Marcador no definido.
III. METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.1. Según su finalidad.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.2. Según su diseño.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.3. Según su enfoque.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2. Variables y operacionalización:.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1. Variable dependiente:.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2. Variable independiente:.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.3. Operacionalización de variables.....	¡Error! Marcador no definido.

3.3.	Población, muestra y muestreo	.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.1.	Población	.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.2.	Muestra	.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3.	Muestreo	.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4.1.	Técnica	.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4.2.	Instrumentos	.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5.	Procedimientos	.....	¡Error! Marcador no definido.
3.6.	Método de análisis de datos	.....	¡Error! Marcador no definido.
3.7.	Aspectos éticos	.....	¡Error! Marcador no definido.
IV.	RESULTADOS	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.	Selección de los materiales	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1.	Agua	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.2.	Cemento	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.3.	Agregado fino	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.4.	Agregado grueso	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.5.	vidrio	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.6.	Ensayo de los agregados	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.	Diseño de mezcla según ACI 211	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.1.	Resistencia promedio requerido	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.2.	Selección del asentamiento	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.3.	Contenido de aire	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.4.	Contenido de agua	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.5.	Relación agua / cemento	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.6.	Cantidad de cemento	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.7.	Contenido de agregado grueso	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.8.	Volumen absoluto	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.9.	Volumen del agregado fino	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.10.	Peso del agregado fino seco	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.11.	Valores de diseño en estado seco	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.12.	Corrección por humedad del agregado	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.13.	Aporte de agua a la mezcla	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.14.	Cálculo de agua efectiva	.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.15.	Pesos de los materiales corregidos por humedad	.....	¡Error! Marcador no definido.

4.2.16.	Proporcionamiento de diseño en peso de los agregados	¡Error! Marcador no definido.
4.2.17.	Pesos por tanda de una bolsa.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.18.	Dosificación del vidrio molido.	¡Error! Marcador no definido.
V.	DISCUSIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
VI.	CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
VII.	RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
	REFERENCIAS.....	68
	ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Matriz de Operacionalización de Variable	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 2: Cantidad de testigos a fabricar	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 3: Cantidad de muestras de concreto con adición de vidrio molido.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 4: Porcentaje Granulométrico que pasa por los tamices.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 5: Porcentaje que pasa por los tamices normalizados.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 6: Ensayos de los agregados.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 7: Granulometría del Agregado Fino.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 8: Granulometría del Agregado Grueso.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 9: Resumen de ensayos de los agregados (Agregado Fino)	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 10: Resumen de ensayos de los agregados (Agregado Grueso)	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 11: Resistencia promedio requerido (F'_{cr}).....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 12: Selección del asentamiento.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 13: Contenido de aire atrapado	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 14: Volumen unitario del agua	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 15: Relación W/C en función de F'_{cr}	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 16: Interpolación para la relación W/C.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 17: Peso del agregado grueso seco por unidad de volumen de concreto.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 18: Interpolación del contenido del agregado grueso. .	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 19: Materiales en peso seco por bolsa.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 20: Materiales con corrección por humedad.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 21: Determinación de los pesos por tanda de una bolsa.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 22: Cantidades de vidrio y arena fina.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 23: Dosificación del concreto con adición del 5% vidrio molido en reemplazo del agregado fino.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 24: Dosificación del concreto con adición del 10% vidrio molido en reemplazo del agregado fino.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 25: Dosificación del concreto con adición del 15% vidrio molido en reemplazo del agregado fino.	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 26: Resultados de la resistencia a la compresión de las muestras de concreto patrón $F'_{c}=210$ kg/Cm ² , a los 7, 14, 21 y 28 días.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 27: Resultados de la resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días, de las muestras de concreto patrón $F'_{c}=210$ kg/Cm ² con adición de 5% de vidrio molido....	¡Error! Marcador no definido.

TABLA 28: Resultados de la resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días, de las muestras de concreto patrón $F'c=210\text{kg/Cm}^2$ con adición de 10% de vidrio molido. **¡Error! Marcador no definido.**

TABLA 29: Resultados de la resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días, de las muestras de concreto patrón $F'c=210\text{kg/Cm}^2$ con adición de 15% de vidrio molido. **¡Error! Marcador no definido.**

TABLA 30: Slump inicial promedio. **¡Error! Marcador no definido.**

TABLA 31: Fallas comunes de roturas de probetas **¡Error! Marcador no definido.**

TABLA 32: Análisis de costos. **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Diseño de investigación **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 2: Molde metálico para las muestras de concreto. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 3: Recolección y trituración del vidrio reciclado. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 4: Agregados del concreto y vidrio molido. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 5: Ensayos del concreto. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 6: Cantera Arenera Jaén (Material Arena fina) **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 7: Cantera Arenera Jaén (Material Piedra Chancada de $\Phi 1/2''$) ... **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 8: Recolección de los envases de botellas de vidrio. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 9: Trituración del vidrio con herramienta manual. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 10: Grafica N°01 Curva Granulometría del Agregado Fino. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 11: Grafica N°02 Curva Granulometría del Agregado Grueso. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 12: Preparación del Concreto $F'c=210\text{Kg/Cm}^2$ en estado fresco, con equipo mezcladora de concreto (tipo Trompo). **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 13: Llenado del cono de Abrams con concreto Patrón $F'c=210\text{KG/Cm}^2$ en estado fresco y medida del asentamiento 4". **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 14: Llenado de las probetas del concreto patrón $F'c=210\text{Kg/Cm}^2$ en estado fresco. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 15: Preparación del con concreto Patrón $F'c=210\text{KG/Cm}^2$ incorporando el 5% de vidrio molido, realizado con equipo mezcladora de concreto (tipo Trompo). **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 16: Llenado del cono de Abrams con concreto Patrón $F'c=210\text{KG/Cm}^2$ incorporando el 5% de vidrio molido y medida del asentamiento 3". **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 17: Preparación del con concreto Patrón $F'c=210\text{KG/Cm}^2$ incorporando el 10% de vidrio molido, realizado con equipo mezcladora de concreto (tipo Trompo). **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 18: Llenado del cono de Abrams con concreto Patrón $F'c=210\text{KG}/\text{Cm}^2$ incorporando el 10% de vidrio molido y medida del asentamiento 3.5". . **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 19: Preparación del con concreto Patrón $F'c=210\text{KG}/\text{Cm}^2$ incorporando el 15% de vidrio molido, realizado con equipo mezcladora de concreto (tipo Trompo)..... **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 20: Llenado del cono de Abrams con concreto Patrón $F'c=210\text{KG}/\text{Cm}^2$ incorporando el 15% de vidrio molido y medida del asentamiento 4". **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 21: Gráfico N°03 Resistencia promedio obtenido en los 7, 14, 21, y 28 días.
..... **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 22: Rotura de las probetas cilíndricas de concreto patrón $F'c=210\text{kg}/\text{Cm}^2$. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 23: Gráfico N°04 Resistencia promedio obtenido en los 7, 14, 21 y 28 días con adición del 5% de vidrio molido. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 24: Rotura de las probetas cilíndricas de concreto patrón $F'c=210\text{kg}/\text{Cm}^2$ con adición de 5% de vidrio molido. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 25: Gráfico N°05 Resistencia promedio obtenido en los 7, 14, 21, y 28 días con adición del 10% de vidrio molido. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 26: Rotura de las probetas cilíndricas de concreto patrón $F'c=210\text{kg}/\text{Cm}^2$ con adición de 10% de vidrio molido. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 27: Gráfico N°06 Resistencia promedio obtenido en los 7, 14, 21, y 28 días con adición del 15% de vidrio molido. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 28: Rotura de las probetas cilíndricas de concreto patrón $F'c=210\text{kg}/\text{Cm}^2$ con adición de 15% de vidrio molido. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 29: Gráfica N°07 Slump inicial promedio. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 30: Gráfica N°08 Comparación de resultados de ensayos. **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA 31: Visita a la cantera "ARENERA JAÉN"- Agregado fino.....73

FIGURA 32: Visita a la cantera "ARENERA JAÉN"- Agregado Grueso (Piedra chacada de 1/2").73

FIGURA 33: Cuarteo de muestra del agregado fino - arena fina.74

FIGURA 34: Cuarteo de la muestra del agregado grueso – piedra Chancada de 1/2"74

FIGURA 35: Peso seco de la muestra del agregado fino para el análisis granulométrico.75

FIGURA 36: Peso seco de la muestra del agregado grueso – piedra Chancada de 1/2" para su análisis granulométrico.....75

FIGURA 37: Secado de la muestra del agregado fino – arena fina en horno.76

FIGURA 38: Secado de muestra del agregado grueso – piedra Chancada de 1/2" en horno.76

FIGURA 39: Compactado de la muestra del agregado grueso – piedra Chancada de 1/2" mediante tres capas, 25 golpes cada capa. Realizado con varilla de acero liso de 5/8" y cuya longitud de 60 Cm.....77

FIGURA 40: Peso de la muestra del agregado grueso – piedra Chancada de 1/2" en un molde metálico de una altura 30 cm y un diámetro de 8".77

FIGURA 41: Análisis granulométrico de la piedra chancada de 1/2" por las mallas normalizadas cumpliendo con la NTP 400.037.	78
FIGURA 42: Secado del agregado fino (arena fina) con herramienta manual secadora eléctrica.....	78
FIGURA 43: Prueba para determinar la humedad superficial.....	79
FIGURA 44: Realizo el ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino por medio del picnómetro más muestra saturada con superficie seca.	79
FIGURA 45: Realizo el ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino por medio del picnómetro más muestra saturada con superficie seca.	80
FIGURA 46: Peso del vidrio molido para las distintas mezclas de concreto en proporciones de 5%, 10% y 15% a los agregados.	80
FIGURA 47: Preparación del concreto del concreto patrón y las distintas mezclas con adición de vidrio molido a los agregados, realizado mediante un equipo mezcladora de concreto.	81
FIGURA 48: Se realiza el llenado de las probetas en tres capas con su respectivo varillado del concreto convencional y las distintas mezclas con adición 5%,10% y 15% de vidrio molido a los agregados.....	81
FIGURA 49: Se observa la ejecución del ensayo Slump en mezclas de concreto convencional y en las distintas proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido a los agregados.	82
FIGURA 50: Se aprecia el enrazado de las probetas de la mezcla de concreto convencional y distintas proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido a los agregados.	82
FIGURA 51: Elaboración de probetas de concreto patrón, y las probetas con proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido.	83
FIGURA 52: Curado de las probetas de concreto patrón y probetas con distintas proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido.	83
FIGURA 53: Rotura de las probetas de concreto patrón y probetas con distintas proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido, mediante el ensayo a la compresión con equipo compresora eléctrica.	84
FIGURA 54: Resultado del ensayo a la compresión de la muestra de concreto patrón y muestras con distintas proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido.	84
FIGURA 55: Efectos y causas del problema	86

RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito realizar el “DISEÑO DE CONCRETO DURABLE 210 KG/CM² PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES INCORPORANDO VIDRIO MOLIDO A LOS AGREGADOS, JAÉN - 2021”; cuyo objetivo es determinar la influencia de vidrio molido en los agregados para un concreto durable 210 kg/cm² en elementos estructurales en Jaén – 2021, mediante el ensayo de resistencia a la compresión de una mezcla de concreto $f'c=210$ Kg/cm² agregando vidrio molido en proporciones de 5%, 10%, 15% en reemplazo del agregado.

Se determinó la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto convencional para comparar las resistencias de tres diseños experimentales. Se

elaboró un concreto patrón de $f'c=210$ Kg/Cm² con el método del ACI; mediante el diseño de mezcla en concretos modificado donde se le incorporo vidrio molido en proporciones de 5%, 10% y 15% en relación al peso de agregados.

El procedimiento se inició elaborando probetas que fueron ensayadas mediante resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días basado en la Norma Técnica Peruana. Cuyos resultados muestran que la adición del vidrio molido a un porcentaje del 10% del peso de agregados, se incrementa un 9.91% de la resistencia respecto al concreto patrón.

PALABRAS CLAVES: Vidrio molido, diseño de mezcla, resistencia a la compresión, adición de vidrio molido, concreto convencional.

ABSTRACT

The purpose of this project is to carry out the "DESIGN OF DURABLE CONCRETE 210 KG / CM² FOR STRUCTURAL ELEMENTS INCORPORATING GROUND GLASS TO THE AGGREGATES, JAÉN - 2021"; whose objective is to determine the influence of ground glass in the aggregates for a durable concrete 210 kg / cm² in structural elements in Jaén - 2021, through the compression resistance test of a concrete mixture $f'c = 210$ Kg / cm² adding ground glass in proportions of 5%, 10%, 15% replacing the aggregate.

The compressive strength of a conventional concrete mix was determined to compare the strengths of three experimental designs. A concrete standard of $f'c =$

210 Kg / Cm² was elaborated with the ACI method; through the modified concrete mix design where ground glass was incorporated in proportions of 5%, 10% and 15% in relation to the weight of aggregates.

The procedure began by developing specimens that were tested by compression resistance at 7, 14, 21 and 28 days based on the Peruvian Technical Standard. Whose results show that the addition of ground glass to a percentage of 10% of the weight of aggregates, increases a 9.91% of the resistance with respect to the standard concrete.

KEYWORDS: ground glass, mix design, compressive strength, ground glass addition, conventional concrete.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

El presente trabajo de investigación tiene justificación en los aspectos académico, tecnológico, económico, social y ambiental. En el aspecto académico, la investigación desarrollará nuevos conocimientos que pueden desarrollarse en el conocimiento académico de la tecnología del concreto impartido en la carrera de ingeniería civil. El aspecto tecnológico se verá favorecido porque es el punto de partida para nuevos métodos de preparación de concreto con mejores propiedades. El análisis económico permite generar nuevos flujos económicos en actividades de generación de nuevos materiales para la industria del concreto. En el aspecto social y ambiental, el uso del vidrio molido en el concreto genera dos efectos positivos como la generación de nuevos puestos de trabajo, así como la reutilización vía reciclaje de un residuo sólido que las ciudades del Perú generan en cantidades significativas.

1.2. Problemática

Actualmente la construcción ha explorado diversos materiales como respuesta para aumentar la resistencia del concreto, nuevos materiales reemplazan parte de las mezclas tradicionales en porcentajes considerables con respecto a los agregados, sin embargo, la mayoría daña y contaminan el medio ambiente y/o son muy costosos.

Por esta razón, se plantea la utilización del vidrio, ya que es uno de los materiales reciclables de mayor importancia, puesto que su descomposición tarda unos 4000 años aproximadamente, asimismo el 90% es de tipo sódico cálcico, (vidrio más común), dentro de ellos tenemos a las botellas, ventanas, vitrinas, etc.

Poseen muy buenas propiedades mecánicas para la construcción de viviendas, especialmente en columnas, el vidrio es un componente alternativo para la preparación del hormigón, aportando mayor resistencia a los 28 días de curado.

En consecuencia, la problemática que enmarca este proyecto de investigación engloba la disminución de los costos unitarios de los materiales que se llegan a implementar en la construcción, disminuyendo los residuos sólidos provocados por el hombre y/o extracción de minerales.

Actualmente las construcciones son las que generan mayor desarrollo en los países, ya que gran parte del crecimiento de una nación se ve por la cantidad de construcciones realizadas.

Cabe resaltar que durante las últimas tres décadas la construcción de edificaciones u obras de infraestructura vial juegan un rol muy importante en la economía y desarrollo del Perú, actualmente es uno de los sectores que ayuda al aumento del PBI, es decir genera una producción positiva e incrementa la inversión pública.

Esto conlleva que los proyectos realicen procesos productivos e innovadores, en su ejecución como también en sus materiales, sin embargo, durante los últimos años se pudo analizar el impacto que generan las construcciones, especialmente la industria del concreto sumándole a esto la sobreproducción de recursos no degradables, implica ser la principal fuente de contaminación en el mundo.

1.3. Problema General

¿Cómo podemos incorporar vidrio molido a los agregados para lograr un concreto durable 210 kg/cm² para elementos estructurales en Jaén – 2021.?

1.3.1. Problemas Específicos

¿Cómo podemos diseñar mezclas de concreto adicionando vidrio molido a los agregados en proporción 5%, 10% y 15% comparando con el concreto convencional 210 kg/cm² en Jaén – 2021?

¿Cómo podemos establecer las propiedades del concreto fresco y el concreto endurecido de importancia al usar vidrio molido al a los agregados para la fabricación de concreto?

¿Cómo podemos determinar un concreto con adición de vidrio molido más económico que el concreto tradicional de $F'c=210$ kg/cm²?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la incorporación de vidrio molido en los agregados para un concreto durable 210 kg/cm² en elementos estructurales en Jaén – 2021.

1.4.2. Objetivos Específicos

Diseñar mezclas de concreto adicionando vidrio molido al agregado en proporción del 5%, 10% y 15%, comparando con el concreto convencional 210 kg/cm².

Establecer las propiedades del concreto fresco y el concreto endurecido de importancia al usar vidrio molido al agregado para la fabricación de concreto.

Determinar si el concreto con adición de vidrio molido es más económico que el concreto tradicional $F'c=210$ kg/cm².

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Al diseñar concreto durable 210kg/cm² para elementos estructurales incorporando vidrio molido a los agregados aumenta a la resistencia a la compresión del concreto.

1.5.2. Hipótesis Específicos

La incorporación de vidrio molido en porcentajes 5%,10% y 15% al agregado afecta considerablemente la resistencia del concreto convencional 210 kg/cm².

Las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido se incrementan al usar vidrio molido como adición al agregado para la fabricación de concreto.

El concreto con adición de vidrio molido es más económico que el concreto tradicional de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacional

De acuerdo al entorno nacional se han desarrollado importantes investigaciones que se encargaron en estudiar la manera de incorporar el vidrio molido a los agregados del concreto, con el fin de encontrar la mejor forma que conlleve a optimizar la resistencia del concreto, ante ello citamos a (GARCIA, 2017), en su tesis de titulación "Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del hormigón $f'c = 210\text{KG/CM}^2$ en la ciudad de Puno" Esta tesis tiene como objetivo principal estudiar la resistencia a la compresión del concreto normal de $f'c = 210\text{KG/CM}^2$ con la adición de fibras de vidrio y análisis del precio producido, cabe resaltar que el porcentaje de fibra de vidrio que se añadió fue de 0.025%, 0.075%, 0.125% como reemplazo de los agregados y se evaluaron las probetas para 7, 14 y 28 días respectivamente.

La investigación se llevó a cabo en Puno, puesto que se ha incrementado en los últimos años la cantidad de construcciones y es necesario la implementación de hormigones con una alta capacidad a la compresión sobre todo en concretos premezclados.

Por otro lado se compararon las resistencias y se concluyó que agregando el vidrio aumentaría la resistencia en 6.65% en 7 días y en 1.26% a los 28 días.

(GIRÓN & VASQUEZ, 2019) Nos indica que uno de los objetivos principales en esta investigación es estudiar el esfuerzo a la compresión del hormigón con diferentes adiciones de vidrio pulverizado, en el trabajo de investigación se trabajó con distintas proporciones de agregado 6%, 4% y 8%. Se llegó a la conclusión que un hormigón patrón de $F'c=210\text{Kg}/\text{Cm}^2$ sin adición de vidrio pulverizado tiene una resistencia media de 204.04Kg/ Cm^2 , 233.28Kg/ Cm^2 y 259.18Kg/ Cm^2 , a los 7, 14 y 28 días. Como resultado la agregación de vidrio en el hormigón genera que las resistencias promedias a una compresión de 28 días dieran un resultado mayor de 4% hasta en 6%

En el trabajo de investigación Diseño del hormigón de $F'c= 210\text{kg}/\text{cm}^2$ con vidrio molido (sódico cálcico) como sustituto del agregado fino, para aumentar la capacidad de resistir a la compresión (RIVERA, 2018) detalla como objetivo principal probar que la implementación del vidrio molido aumenta la capacidad de resistir de un hormigón $F'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$, cabe resaltar que el porcentaje de vidrio molido que se añadió fue 25%, 30%, 35% como reemplazo al agregado fino, con un hormigón patrón $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$. Se llegó a la conclusión de que, con relación a la resistencia a la compresión, el incremento de vidrio molido en el diseño de 25% mejoró las propiedades mecánicas del hormigón, a diferencia del de 30%, que no tuvo gran diferencia, sin embargo, en el 35% disminuye de una forma considerable su resistencia a la compresión. Con respecto a la trabajabilidad se concluye que el incremento de vidrio molido en un 35% y 30% prolongan más la trabajabilidad, sin embargo, el diseño con 25% acorta la trabajabilidad, esto se observa en el asentamiento en diferentes

lapsos de tiempo. Se concluyó, que al utilizar mayor cantidad de vidrio molido al 35% se genera menor gasto por m³ con respecto al concreto patrón, sin embargo, al 25% y 30% no hay gran diferencia en el costo, pero existe menor gasto, cabe resaltar que el diseño de 25% tubo un mejor resultado con respecto a la resistencia a la compresión, la cual aumentó, por lo que resulta conveniente el uso de este tipo de concreto en el diseño.

En el trabajo de investigación Análisis, diseño y elaboración de mortero $f'c=210$ Kg/ cm² adicionando vidrio reciclado molido como agregado fino según norma ACI 211. Lima 2019 (POMA, 2019) demuestra que añadiendo vidrio molido en el hormigón aumenta significativamente la propiedad del concreto a recibir cargas axiales (mayor $f'c$) a medida que va aumentando el porcentaje de vidrio agregado, también aumenta su resistencia.

Según el autor (ROJAS, 2015). En su tesis por la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título de ingeniería civil, con el título “análisis experimental para incrementar la resistencia del concreto de $f'c=210$ kg/ cm² adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico”. Dicha investigación quiere aumentar El $F'c$ del concreto agregando materiales económicos y de fácil accesibilidad, es por ello que se agregara a la mezcla de hormigón el vidrio molido, la cual tuvo resultados positivos ya que aumento la resistencia en 12% a los 28 días.

2.1.2. Internacionales

Según el autor (SILVESTRE, 2017, pág. 65) La mezcla ideal para muestras con vidrio esmerilado añadido es una mezcla que contenga un 5% en peso y cuando se usa vidrio granulado como agregado, la composición ideal se logra en una relación en peso del 5%.

(CORTEZ, 2017), Confirmando que el porcentaje de dosificación apropiado de carbonato de sodio, como el vidrio triturado, es del 10% y el 20% en peso de piedra triturada (0,19 kg, 0,38 kg) en comparación con la mezcla de hormigón convencional.

En su trabajo de investigación Resistencia y durabilidad del hormigón agregado reciclado que contiene vidrio molido como sustituto parcial del hormigón de tesis doctoral (Nassar, 2016) estudió la influencia que tiene el vidrio molido a nivel microescala, o sea un polvo muy fino, similar al cemento portland, con el objetivo de reemplazarlo parcialmente. se logró establecer que el vidrio molido logra reaccionar formando un hidrato de silicato de calcio secundario, muy similar al que forman los compuestos silíceos del concreto portland, especialmente la alita y la velita, además interviene disminuyendo las reacciones álcali, por lo que es muy favorable frente a este inconveniente. Estos resultados son concluyentes y muy favorables para el uso del vidrio molido de diversos colores, y adicionados como polvo muy fino en reemplazo del cemento portland, para lograr una mejora en sus propiedades tanto mecánicas como físicas.

En su trabajo de investigación Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al usar vidrio reciclado molido en sustitución parcial del agregado fino (PEÑAFIEL, 2016) tiene como objetivo principal estudiar la resistencia a la compresión para una

dosificación de 210kg/cm² añadiendo vidrio reciclado para reemplazar el agregado fino. Se determinó las propiedades del nuevo componente para la mezcla, posteriormente se recolecto el vidrio adecuado para la molienda y la nueva dosificación de las mezclas para un FC = 210kg/cm², elaborándose así 45 probetas de 10% 20%, 30 % y 40% respectivamente como reemplazo de la arena, comparando los resultados obtenidos con las de las probetas convencionales.

En su trabajo de investigación Principios de básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de concretoa (ALMEIDA & TRUJILLO, 2017) tiene como objetivo principal estudiar los principios de la construcción sostenible reutilizando en vidrio y observando su comportamiento para la elaboración de hormigones, los porcentajes de vidrio a utilizar fue de 30, 32 34 36 38 40% contra una resistencia de 210 kg/ cm², el ensayo fue realizado para 7, 14 y 28 días, posteriormente se llega a la comparación el hormigon tradicional con la adición de vidrio. Se observó que de todos los porcentajes el más adecuado fue el de 36% con 210kg/cm² en 7 días, como reemplazo de agregado fino, ya que mejoro la trabajabilidad y adherencia a sus componentes, asimismo la resistencia del hormigón se ve incrementada al aumentar la edad del concreto.

2.2. Bases Teóricas

Concreto

Según (WALHOFF, 2017) Los principales componentes del hormigón son: cemento, grava, arena y agua. Su durabilidad depende de la calidad y proporciones de sus elementos, también como de la condición de humedad y temperatura durante la producción, compactación y fraguado, asimismo, la mezcla de hormigón tiene que cumplir con los siguientes requerimientos:

- La mezcla recién hecha debe tener una trabajabilidad, adherencia y consistencia la cual permita la correcta instalación en el encofrado. No debe haber segregación y sangrado mínimo en esta mezcla.
 - La mezcla ya endurecida debe tener determinadas propiedades en función del uso propuesto para la estructura.
 - El monto de una unidad cúbica de hormigón endurecido debe tener una mínima compatibilidad con la calidad que se desea.
- (Pág. 14)

Estos criterios permiten obtener, las proporciones de materiales que componen una unidad cúbica de hormigón. Las cuales, independientemente del método utilizado para determinarlas,. La elección de las proporciones de hormigón debe permitir alcanzar la resistencia a la compresión media seleccionada en 28 días o en la edad seleccionada. (RIVVA, 2010, pág. 53) .

Los agregados

El autor (ENRIQUEZ & SHIMABUKURO, 2019, pág. 22) se trata de materiales duros de diversas formas y tamaños que se extraen mecánicamente de las canteras. Constituyen un gran porcentaje de hormigón, por lo que deben ser de buena calidad, deben estar limpios, bien clasificados y libres de materiales orgánicos u otras sustancias destructivas para el cemento u hormigón. Es obvio concluir que la

condición o característica de un agregado afectan de una forma directa las propiedades finales del hormigón, como densidad, resistencia, tamaño, forma, porosidad, etc. Según su tamaño nominal, los agregados se dividen:

AGREGADO FINOS: El agregado fino es definido como el que pasa a través del tamiz de 9,51mm. (malla de 3/8) y se retiene en la malla 200. El agregado puede ser arena natural o artificial, o ambos juntos. Deberán ser limpias sus partículas, preferiblemente angulares, duras, compactadas y estables. (ZEÑA, 2016)

AGREGADO GRUESO: Según norma NTP 400.011, es aquel que se retiene en un tamiz de 4.76 mm (# 4), como resultado de la destrucción natural o mecánica de las rocas. (ZEÑA, 2016)

En la Norma NTP 400.011. Sus propiedades están determinadas por las características tanto de las partículas individuales como de las características del material combinado y se describen, a su vez, en de acuerdo con sus características físicas, químicas y mecánicas.

Funciones del agregado

- Asegure el llenado adecuado de la pasta reduciendo su contenido y reduciendo así el precio de producción.
- Brinda una masa de partículas que pueda soportar la tensión mecánica, el desgaste o la intemperie que pueda atacar el hormigón.

Cemento

(CASTILLO & . QUISPE, 2019, pág. 12) El cemento está conformado por materiales como la piedra caliza, arcilla u otros materiales que tienen óxidos de silicio, alúmina o hierro, procesadas a grandes temperaturas y mezclados con yeso.

El cemento en combinación con otros agregados como la piedra, arena y agua tiene la facultad de endurecerse hasta obtener la apariencia de una roca. (MAESTRO CONSTRUCTOR, pág. 17)

Según (MORAN & RODRIGUEZ, 2020, pág. 08) la variedad de cemento que existen según las condiciones de su uso se clasifica mediante sus características, entre estas tenemos: El tipo I es el más común siendo de uso general sin tener en sus propiedades otros tipos de funciones, el tipo II es moderado con o sin calor a la hidratación y contra los sulfatos tiene una resistencia media. Por otro lado, tiene 9 una resistencia temprana el tipo III y tipo IV

Se informa que el cemento geopolímero logra un endurecimiento rápido y, después de 4 h de fabricación a 20 °C, alcanza una resistencia a la compresión en un rango de 20 MPa, mientras que después 28 días, gana tenacidad a la compresión de 70 a 100 MPa. (Mahmood & Noman, 2021, pág. 04)

Vidrio

El vidrio ordinario (también llamado vidrio de cuarzo, arena y sosa) es, con mucho, el tipo más utilizado para una amplia variedad de aplicaciones, como ventanas, puertas, particiones, recipientes para botellas, alimentos, medicamentos y muchos otros artículos.

La sílice es parte de la principal materia prima, el sodio le confiere cierta facilidad de fusión y el calcio le proporciona estabilidad química. Se hacen botellas de vidrio plano, los frascos son verdes debido al hierro de la materia prima, hay poco vidrio en ellos.

Composición:

Sílice -----	70% - 75%
Sodio-----	12% - 18%
Potasio-----	0% - 1%
Calcio-----	5% - 14%
Aluminio-----	0.5% - 3%
Magnesio-----	0% - 4% (GERARDO, 2015)

Según el autor (Kumar, Manisha, & Sadula, 2020) “El hormigón de alto rendimiento y fibra de vidrio soporta juntas de gran desplazamiento sin crear grietas más anchas en comparación con las juntas de HPC de hormigón, que exponen una plasticidad excesiva a las juntas de HPC, que tienen propiedades vitales en las juntas de viga a columna..”

Vidrio en el concreto

El vidrio como material reciclado da un nuevo contexto al hormigón, ya que se le dará el nombre de hormigón ecológico, ya que se utiliza como material reciclado para su producción y reduce la contaminación por un producto elaborado con este material, ya que no solo es beneficioso al medio ambiente, si no, que por sus propiedades tiene características que mejoran las propiedades del hormigón.. (LOAYZA & MELENDRES, 2020)

Concreto endurecido

Cuando el hormigón pierde plasticidad, entra en un estado en el que no conserva sus características originales de trabajabilidad, ya que muestra una pérdida obvia de flujo, pero no se endurece por completo. (MANRIQUE, 2019)

Probetas

Las muestras son muestras específicas que se utilizan para pruebas mecánicas. Se suelen fabricar en módulos cilíndricos con diámetro y altura ya establecida, lo cual nos va a ayudar a realizar el ensayo a la compresión (BORJA, 2018)

Rotura de probeta (NTP 339.034)

(CASTRO & PAREDES, 2018) Esta prueba se basa en la aplicación de una carga de compresión axial a los núcleos, estos núcleos mostrarán fallas cuando alcancen su límite de diseño. Esto se determinará en función de la carga axial aplicada durante la prueba de sección transversal.

Agua

El agua permite que el cemento desarrolle su cabida aglomerante por lo que se le considera un componente esencial en la mezcla de hormigón. Así mismo, existe una cantidad adecuada para cada cuantía de cemento y así lograr su hidratación, el resto de agua total de lo agregado influye para incrementar la fluidez de la pasta y lubrica al resto de agregados para obtener en las mezclas frescas una mejor manejabilidad. (GONZALES & MONTENEGRO, 2020)

Aire

El aire que se encuentra en la mezcla de hormigón se debe al proceso de mezclado. Este aire se libera cuando se realiza el proceso de compactación al que se somete el hormigón. (VASQUEZ, 2019)

Resistencia a compresión

Es un ensayo al cual se le aplica cargas axiales a una probeta de hormigón y con esto mediremos el esfuerzo a la compresión de un elemento y esto se expresa por fuerza de unidad y unidad de una sección transversal (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 2005)

Trabajabilidad

Básicamente, es la facilidad que tiene el hormigón al desplazamiento y colocación durante el proceso de vaciado de un elemento horizontal y vertical. (CODINA, 2018)

Segregación

Esto ocurre cuando los agregados grandes, como la piedra triturada, se separan de otros materiales en el concreto. Es importante controlar la segregación excesiva para precaver la mala calidad de la mezcla. (BUSTAMANTE & DIAZ, 2014)

Exudación

Esto ocurre cuando la mezcla tiende a subir a la superficie, esto obedece a que los sólidos no puede retener el agua del concreto cuando se asienta (TERREROS & CARVAJAL, 2016)

Resistencia

Modificado con polvos de vidrio puede atribuirse a la mejora de la microestructura en la resistencia mecánica, que surge de la propiedad puzolánica de los polvos de vidrio. (Jurczak, Szmatuła, Rudnicki, & Korentz, 2021)

Compacidad

Este es el factor característico de trabajabilidad y está asociado con la compactibilidad, y es una propiedad que todo hormigón debe tener para que la mayor cantidad de agregado grueso y la mayor cantidad de pasta quepan en un volumen fijo. En estas condiciones se podrá obtener un hormigón muy denso de alta resistencia y mayor impermeabilidad, es decir, muy estable durante su endurecimiento. (CORONADO & ZEVALLOS, 2020)

Fraguado

Se entiende por fraguado al paso de la masa de concreto, en estado fluido o plástico a uno sólido. Hay que tener en cuenta que la pasta adquiere un porcentaje de resistencia. (GERARDO, 2015, pág. 29).

Curado

El hormigón debe almacenarse a temperaturas superiores a 10 ° C y en condiciones húmedas durante al menos los primeros 7 días después de la colocación. (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 2005)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

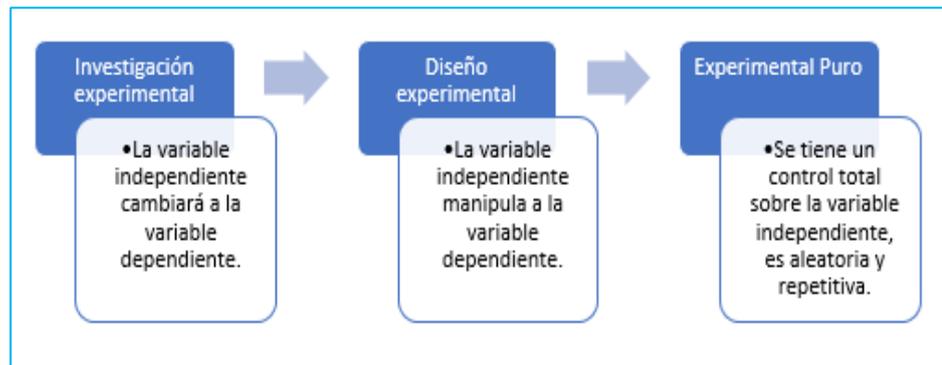
3.1.1. Según su finalidad

Es aplicada, porque su propósito es aplicar las bases teóricas en la práctica para dar proponer soluciones a los problemas existentes de manera que beneficia a la sociedad al plantear la adición de vidrio molido a un concreto durable 210 kg/cm².

3.1.2. Según su diseño

Este es un estudio puramente experimental porque la variable independiente (vidrio esmerilado) controla todas las variaciones en el porcentaje utilizado y se opera la dependiente para ver sus efectos.

FIGURA 1: Diseño de investigación



3.1.3. Según su enfoque

Se considera que tiene un enfoque cuantitativo ya que cuenta con procesos rigurosos, continuos y objetivos; así como la recopilación de datos para las pruebas, las cuales se entrega para generar calculo numérico o un análisis estadístico

3.2. Variables y operacionalización:

3.2.1. Variable dependiente:

Diseño de Concreto Durable 210 kg/cm².

3.2.2. Variable independiente:

Vidrio Molido.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

(SALAZAR & DEL CASTILLO, 2017) este es un grupo que incluye a todos los elementos cuyas características requerimos analizar; en otras palabras, es el conjunto completo al que se desea describir.

Para esta investigación la población de estudio está regida por las probetas de concreto, las cuales se les agregara el vidrio molido .

3.3.2. Muestra

Es el subconjunto de la población, es decir la muestra será representativa en relación a la población siendo este el grupo de individuos que se estudiará. (ICART, PULPÓN, & FUENTELESAZ, 2006)

Fueron elaboradas 32 probetas de muestras con adición de 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio molido, de las cuales 8 de cada grupo.

3.3.3. Muestreo

En este sentido, el presente estudio no es probabilístico, sino de la disponibilidad o juicio del investigador, estudio realizado en 32 probetas analizadas en 7, 14, 21 periodos. y 28 días con el estándar.

El número de Testigos de concreto a fabricar es de 32, calculado de la siguiente manera:

TABLA 1: Cantidad de testigos a fabricar

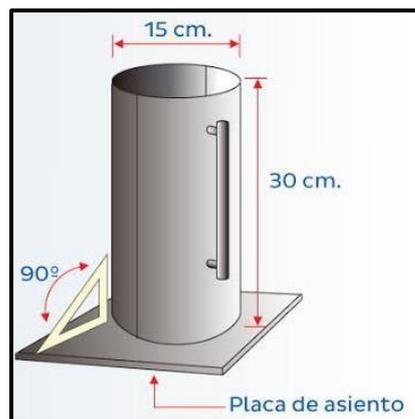
CONCRETO CONVENCIONAL (PATRON F'C=210Kg/Cm2)		
		FACTOR
% VIDRIO	= 0%	1
F'C	= 210 kg/Cm2	1
RELACION W/C	= Trabajable	1
PERIODOS	= 7, 14, 21 Y 28	4
N° DE MUESTRAS DE ENSAYO	= 2	2
TOTAL N° DE PROBETAS	= 1X1X1X4X2	8

CONCRETO EMPLEANDO VIDRIO MOLIDO PARA F'C=210Kg/Cm2		
		FACTOR
% VIDRIO	= 5%, 10% Y 15%	3
F'C	= 210 kg/Cm2	1
RELACION W/C	= Trabajable	1
PERIODOS	= 7, 14, 21 Y 28	4
N° DE MUESTRAS DE ENSAYO	= 2	2
TOTAL N° DE PROBETAS	= 3X1X1X4X2	24

Σ TOTAL DE PROBETAS	=	32
----------------------------	---	----

Para la elaboración de las muestras del proyecto de investigación, se usará moldes cilíndricos metálicos que cumpla las siguientes dimensiones: altura de 30 cm y diámetro 15 centímetros.

FIGURA 2: Molde metálico para las muestras de concreto.



Reglamento Nacional de Edificaciones E-60.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica.

Observación

Técnica ampliamente utilizada para la obtención de los resultados de las pruebas que se propone en el estudio se basa en el registro y selección de los resultados en formatos estandarizados de forma sencilla y fiable.

Análisis de documentos.

Se basa en la obtención de información de diversas fuentes bibliográficas científicas que contribuyan al estudio de las características y propiedades de nuestra variable independiente.

3.4.2. Instrumentos.

Formatos.

Son las fuentes normativas para la recolección de datos de las pruebas que se realizarán en los sitios de investigación, en las que se reflejarán en los formatos estandarizados en los que se basarán estos formatos de recolección de datos:

- Análisis granulométrico de los Agregados (ASTM C136 Y Norma NTP 400.012 - 400.037).
- Determinación del contenido de humedad (N.T.P 339.127).
- Absorción y peso específico de los agregados (Norma NTP 400.022 - 400.021).
- Peso unitario de los agregados (NTP 400.017).
- Diseño de mezcla (Método ACI -211).
- Método para la medición del asentamiento (NTP-339.035-1998).
- Peso unitario del concreto (ASTM –C318).
- Ensayo de resistencia de compresión (ASTM C-39).

3.5. Procedimientos

I Fase: Toma de muestra.

Para obtener material experimental se recolectará vidrio, como (botellas, vidrieras, plaquetas), partiendo de nuestras casas, discotecas, centros comerciales, calles, vertederos y otros, obteniendo así un material desechable.

Una vez que se obtiene el material de la muestra de vidrio, se limpiará y triturará para producir partículas muy finas idénticas al cemento, como se muestra en la Fotografía N°03.

FIGURA 3: Recolección y trituración del vidrio reciclado.



II Fase: Proceso de muestra.

Durante el proceso de muestreo, los agregados de hormigón y material de vidrio triturado serán probados para determinar las características físicas de acuerdo con el procedimiento de las regulaciones que regulan la obtención de resultados confiables, ver fotografía N°04.

FIGURA 4: Agregados del concreto y vidrio molido.



Posteriormente se realiza la mezcla, utilizando la metodología del ACI-211. Está basado en la obtención del proporcionamiento de la cantidad de materiales de acuerdo a la resistencia de diseño.

Para el estudio se realizará el diseño de un concreto durable $f'c = 210$ kg/cm² para elementos estructurales el cual se diseñarán 32 probetas como muestras con adición de 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio molido, de las cuales 8 de cada grupo.

III Fase: Ensayo de muestra.

En esta etapa, se deben considerar formatos estandarizados para la recolección de datos al ensayar concreto en estado fresco y endurecido, con el fin de observar el comportamiento del grupo experimental en relación al grupo de control, propiedades en el estado fresco del concreto. Y posteriormente propiedades en estado endurecido. Ver fotografía N°05.

FIGURA 5: Ensayos del concreto.



IV Fase: Resultados.

Tras las pruebas se recogerán datos o valores para el análisis del grupo de control y del grupo experimental utilizando Microsoft Excel para que podamos testear la hipótesis planteada.

3.6. Método de análisis de datos

Para la investigación, el proceso de recolección de datos utilizará formatos estandarizados para NTP, ASTM y ACI para registrar los valores de las pruebas realizadas en el laboratorio; Se utilizará Microsoft Excel para brindar información para probar y validar las hipótesis planteadas, las estadísticas se presentarán de forma explicativa al presentar comparaciones de tablas, organizaciones y gráficos..

TABLA 3: Cantidad de muestras de concreto con adición de vidrio molido.

NUMERO DE MUESTRAS DE CONCRETO CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO		
PERIODO DE ROTURA	% DE VIDRIO	CANTIDAD DE PROBETAS
7 DIAS	0%	2
	5%	2
	10%	2
	15%	2
14 DIAS	0%	2
	5%	2
	10%	2
	15%	2
21 DIAS	0%	2
	5%	2
	10%	2
	15%	2
28 DIAS	0%	2
	5%	2
	10%	2
	15%	2

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Aspectos éticos

Se tendrá la veracidad de los resultados que se obtuvieron en campo, por otro lado, se tendrá en cuenta la correcta referencia de las citas las cuales fueron citadas según la norma ISO 690 y 690-2, también se utilizara las herramientas Turnitin la cual validara los aspectos éticos del trabajo de investigación,

IV. RESULTADOS

Se detalla los resultados para el objetivo N°01, empezando de la siguiente manera:

4.1. Selección de los materiales

4.1.1. Agua

Para la presente investigación el agua utilizada es potable que fue dotada por la EPS Marañón – Jaén,

4.1.2. Cemento

Se utilizó cemento Portland tipo I, con peso específico de 3.15 gr/cm³.

4.1.3. Agregado fino

Los agregados utilizados para la elaboración del mortero se obtuvieron de la cantera: “Arenera Jaén”, se encuentra ubicado en la región de Jaén-Cajamarca, se realizó los ensayos granulometricos para ver si cumple con los parámetros granulométricos en los tamices número 4, 8, 16, 30, 50 y 100 de la serie de Tyler que se muestra en la Tabla N°04. Concluido la evaluación, y verificando su conformidad, se procede a realizar los ensayos correspondientes.

TABLA 4: Porcentaje Granulométrico que pasa por los tamices.

MALLA	% QUE PASA
N°04	95 a 100
N°08	80 a 100
N°16	50 a 85
N°30	25 a 60

FIGURA 6: Cantera Arenera Jaén (Material Arena fina)



4.1.4. Agregado grueso

pedra chancada de Φ 1/2", se obtuvo de la cantera: "Arenera Jaén" Ubicado en Cajamarca. El tamaño máximo nominal del agregado grueso utilizado fue de 1/2" (12.5 mm), según la normatividad (NTP 400.037).

TABLA 2: Porcentaje que pasa por los mallas.

N° ASTM	Tamaño Nominal	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4")	90 mm (3 ½")	75 mm (3")	63 mm (2 ½")	50 mm (2")	37.5 mm (1 ½")	25 mm (1")	19 mm (¾")	12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	1.18 μ m (N° 50)
1	90 a 37.5 mm (3 ½" a 1 ½")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	63 a 37.5 mm (2 ½" a 1 ½")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 a 25 mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	50 a 4.75 mm (2" a N° 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	37.5 a 19 mm. (1 ½" a ¾")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5				
467	37.5 a 4.75 mm. (1 ½" a N° 4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
5	25 a 12.5 mm (1" a ½")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
56	25 a 9.5 mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	25 a 4.75 mm (1" a N° 4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		
6	19 a 9.5 mm (¾" a 3/8")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	19 a 4.75 mm (¾" a N° 4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
7	12.5 a 4.75 mm (1/2" a N° 4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	9.5 a 2.36 mm (3/8" a N° 8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
8.9	9.5 a 1.18 mm (3/8" a N° 16)									100	90 a 100	25 a 55	50 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 a 1.18 mm (4" a N° 16)										100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Normatividad peruana NTP 400.037.

FIGURA 7: Cantera Arenera Jaén (Material Piedra Chancada de $\Phi 1/2''$)



Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. vidrio

La adición de vidrio molido en porcentajes de 5%, 10% y 15%.

Se reciclaron un promedio de 240 botellas de vidrio trituradas manualmente con herramienta manual comba, utilizando los equipos de protección personal como son: mascarillas, guantes, careta facial.

FIGURA 8: Recolección de los envases de botellas de vidrio.



Se presenta el vidrio triturado con herramienta manual comba de 5 kg, además se utilizaron los equipos de protección personal como son: protector facial y lentes de seguridad, guantes, mascarillas.

FIGURA 9: Trituración del vidrio con herramienta manual.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Ensayo de los agregados

Se realizó la extracción y preparación de muestras para los ensayos en base a la ASTM C136 y NTP 400.037, los ensayos realizados fueron el laboratorio mecánico de suelos “**LABSUC**”, contando con certificados vigentes de calibración de los equipos e instrumentos. En la Tabla N°06 se muestran los ensayos a realizar.

TABLA 3: Ensayos de los agregados.

ENSAYOS	NORMAS
Análisis Granulométrico de los Agregados.	ASTM. C136 Y NTP 400.037
Determinación del Contenido de Humedad.	N.T.P 339.127
Absorción y Peso Específico de los Agregados.	NTP 400.022 - 400.021
Peso Unitario de los Agregados.	ASTM C29 - NTP 400.017

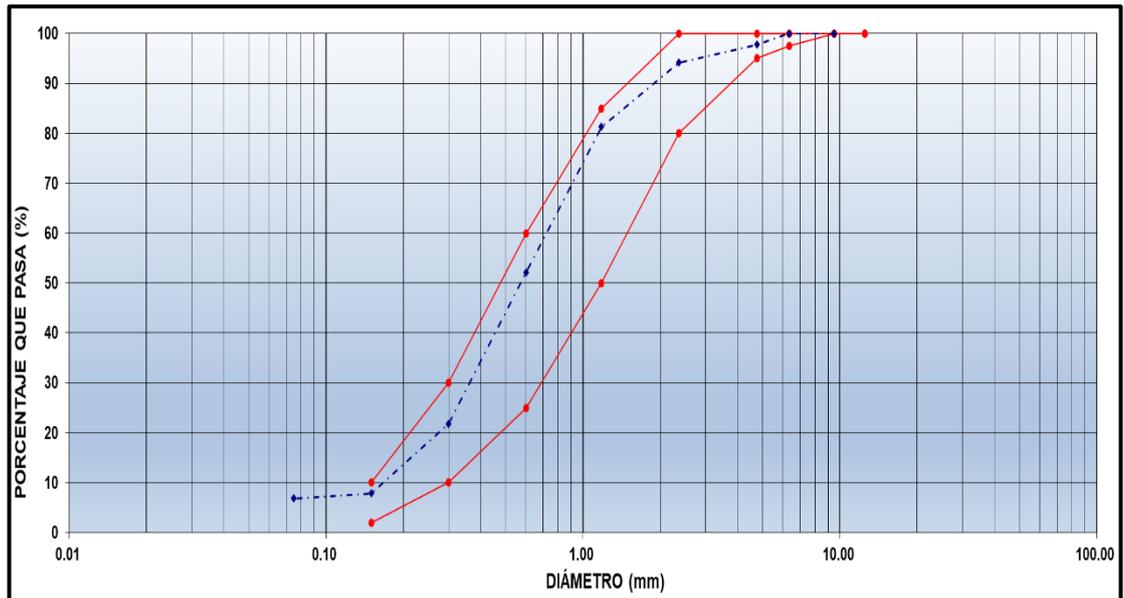
Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 7: Granulometría del Agregado Fino.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Pulgadas	mm.				
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8 "	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4 "	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.75	21.54	2.21	2.21	97.79
N° 08	2.36	35.62	3.65	5.86	94.14
N° 16	1.18	125.30	12.84	18.69	81.31
N° 30	0.60	285.52	29.25	47.94	52.06
N0° 50	0.30	295.00	30.22	78.17	21.83
N° 100	0.15	136.52	13.99	92.15	7.85
N° 200	0.075	9.58	0.98	93.14	6.86
BANDEJA	0.00	67.00	6.86	100.00	0.00
TOTAL		976.08			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos "LABSUC"

FIGURA 10: Grafica N°01 Curva Granulometría del Agregado Fino.



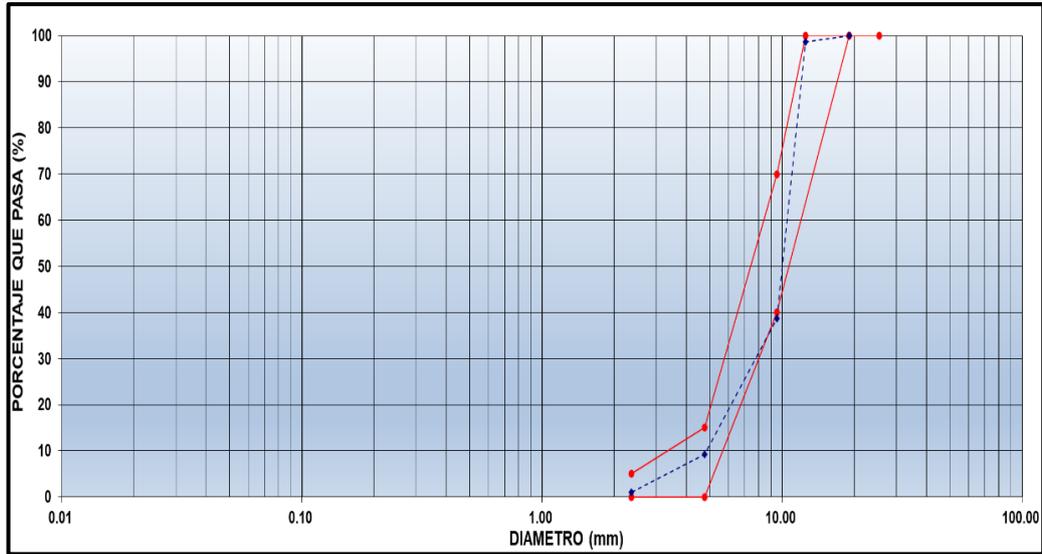
Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos "LABSUC"

TABLA 8: Granulometría del Agregado Grueso.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Pulg.	mm.				
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	56.00	1.31	1.31	98.69
3/8 "	9.50	2,564.00	60.00	61.31	38.69
N° 04	4.75	1,256.00	29.39	90.70	9.30
N° 08	2.36	356.00	8.33	99.04	0.96
N° 16	1.18	0.30	0.01	99.04	0.96
N° 30	0.60	0.10	0.00	99.05	0.95
N° 50	0.30	0.30	0.01	99.05	0.95
N° 100	0.15	0.50	0.01	99.06	0.94
N° 200	0.075	8.00	0.19	99.25	0.75
BANDEJA	0.00	32.00	0.75	100.00	0.00
TOTAL		4273.20			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos "LABSUC"

FIGURA 11: Grafica N°02 Curva Granulometría del Agregado Grueso.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos “LABSUC”

4.2. Diseño de mezcla según ACI 211

El ACI (American Concrete Institute) tiene un procedimiento mediante el cual se puede realizar un cálculo de mezcla. Este método consta de una serie de tablas derivadas empíricamente que permiten determinar las cantidades requeridas de cada uno de los materiales presentes para obtener el concreto adecuado para una aplicación particular.

TABLA 4: Resumen de ensayos de los agregados

ENSAYOS	RESULTADOS
Peso Específico del Cemento Portland tipo I Pacasmayo	3.15 g/Cm ³
Tamaño de la Grava	-----
Contenido de Humedad Natural	3.98 %
Peso Unitario Suelto Seco	1520 kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado	1693 kg/m ³
Peso Especifico	2.56 gr/cm ³
Absorción	3.82 %
Módulo de Finura (Mf)	2.45

TABLA 5: Resumen de ensayos de los agregados (Agregado Grueso)

ENSAYOS	RESULTADOS
Peso Específico del Cemento Portland tipo I Pacasmayo	3.15 gr/Cm ³
Perfil	Angular y Sub Angular
Tamaño de la Grava	1/2"
Contenido de Humedad Natural	0.55 %
Peso Unitario Suelto Seco	1466 kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado	1619 kg/m ³
Peso Específico de Masa	2.61 gr/cm ³
Absorción	1.60 %
Módulo de Finura (Mg)	7.08
Abrasión a los Ángeles	25

4.2.1. Resistencia promedio requerido

El cálculo promedio de la resistencia requerida se encuentra por tres métodos, para este estudio se aplicará el método de desviación estándar; debido a la falta de datos previos a los resultados y teniendo en cuenta la calidad del hormigón. Para nuestro trabajo se aplicará el segundo método, como se explicó anteriormente, ya que no hay datos previos para las muestras, por lo que se utilizará la estimación F'_{cr} de las siguientes Tabla N°10.

TABLA 11: Resistencia promedio requerido (F'_{cr}).

Resistencia específica a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio requerida a la compresión (kg/ cm ²)
< 210	$F'_c + 70$
210 a 350	$F'_c + 84$
> 350	$F'_c + 98$

Fuente: Confeccionado por el comité 211 del ACI.

Nuestro proyecto de investigación contará con una resistencia $F'_c=210$ Kg/ Cm² de un concreto convencional, debido a que se desconoce la desviación estándar "s", donde se encuentra en el

intervalo de $F'c=210$ Kg/Cm² a $F'c=350$ Kg/Cm², entonces aplicamos la siguiente formula:

$$\begin{aligned}
 F'_{cr} &= F'c + k \\
 F'_{cr} &= 210+84 \\
 F'_{cr} &= 294
 \end{aligned}$$

Logrando obtener resistencia promedio requerido de $F'_{cr}=294$ Kg/Cm².

4.2.2. Selección del asentamiento

La mezcla debe tener una buena consistencia plástica trabajable y asentamiento del concreto de 3" - 4" para poder usar en diferentes elementos estructurales:

TABLA 6: Selección del asentamiento.

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP	
	MÁXIMO	MINIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzadas	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

4.2.3. Contenido de aire

El porcentaje de aire atrapado se determinó de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso.

TABLA 13: Contenido de aire atrapado

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente: Confeccionado por el comité 211 del ACI.

Para el diseño de nuestra muestra de, se consideró un tamaño máximo nominal de agregado (piedra chancada de 1/2"), según el ACI 211 nos indica que tendrá el 2.5% de aire incorporado.

4.2.4. Contenido de agua

Es el elemento principal en la preparación del hormigón. La cantidad de agua requerida para lograr el asentamiento SLUMP deseado, depende del tamaño nominal máximo del agregado grueso y si el concreto es incorporador de aire o no. La siguiente tabla muestra el volumen específico de agua según la norma del comité ACI 211.

TABLA 7: Volumen unitario del agua

VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA						
Tamaño máximo nominal	Volumen unitario de agua expresado en L/m ³					
	Slump 1" a 2"		Slump 3" a 4"		Slump 6" a 4"	
	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	152	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	205	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

El tamaño máximo nominal es de 1/2" con un asentamiento de 3" a 4" de agregado angular; entonces el volumen de agua es 216 L/m³.

4.2.5. Relación agua / cemento

En la elaboración de un concreto convencional de buena calidad, la normatividad del comité ACI 211 nos proporciona los parámetros de relación agua/cemento en función a su resistencia promedio a la compresión.

TABLA 15: Relación W/C en función de F'_{cr}

RELACION W/C EN PESO		
F'_{cr} (Kg/Cm ²)	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: Confeccionado por el comité 211 del ACI.

Como el parámetro de resistencia promedio requerida es de $F'_{cr}=294$ Kg/Cm², se aprecia en la tabla anterior que dicho valor se encuentra entre el intervalo $F'_{cr}=250$ Kg/Cm² - $F'_{cr}=300$ Kg/Cm², por ende, se procede a realizar la interpolación para hallar el valor de la relación W/C.

TABLA 16: Interpolación para la relación W/C.

INTERPOLACION RELACION W/C	
RELACION W/C	F'_{cr}
0.62	250
X	294
0.55	300

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{0.55 - 0.62}{x - 0.62} = \frac{300 - 250}{294 - 250}$$

$$\frac{-0.07}{x - 0.62} = \frac{50}{44}$$

$$-0.07(44) = 50(x - 0.62)$$

$$-3.08 = 50x - 31$$

$$x = 0.558$$

Donde se obtiene el valor de la relación W/C=0.558 para la resistencia promedio requerida de $F'_{cr}=294 \text{ Kg/Cm}^2$, según los cálculos realizados en la interpolación.

4.2.6. Cantidad de cemento

$$\text{Cantidad de cemento} = \frac{\text{Agua de mezclado} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)}{\text{relacion} \frac{W}{C} \text{ (para } F'_{cr} \text{)}}$$

$$\text{Cantidad de cemento} = \frac{216 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}{0.558}$$

$$\text{Cantidad de cemento} = 387.097 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Cantidad de cemento} = 387.097 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ Bol}}{42.5 \text{ Kg}}$$

$$\text{Cantidad de cemento} = 9.11 \frac{\text{Bol}}{\text{m}^3}$$

Mediante el cálculo realizado se obtiene la cantidad de cemento de 9.11 bolsas por unidad de volumen de concreto.

4.2.7. Contenido de agregado grueso

Primero se determina la unidad de volumen, depende de su tamaño máximo nominal y del módulo de finura del agregado fino.

Los volúmenes de agregado grueso son consistentes con las directrices del Comité ACI 211 como se muestra en la tabla.

TABLA 8: Peso del agregado grueso seco por unidad de volumen de concreto.

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO (Para diversos módulos de fineza del agregado fino)				
Tamaño máximo nominal	2,4	2,6	2,8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Agregado grueso, su tamaño máximo nominal es 1/2 pulgada, y su módulo de agregado fino de 2.45 se cruza, y se realiza una interpolación para determinar el contenido de agregado grueso.

TABLA 9: Interpolación del contenido del agregado grueso.

INTERPOLACION DEL CONTENIDO DEL AGREGADO GRUESO	
CONTENIDO AGREGADO	MODULO DE FINEZA
0.59	2.40
X	2.45
0.57	2.60

$$\frac{0.57 - 0.59}{x - 0.59} = \frac{2.60 - 2.40}{2.45 - 2.40}$$

$$\frac{-0.02}{x - 0.59} = \frac{0.20}{0.05}$$

$$-0.02 = (x - 0.59) * 4$$

$$-0.02 = 4x - 2.36$$

$$x = 0.585$$

Realizando los cálculos de la interpolación obtenemos un resultado de 0.585m³, y para obtener la cantidad en peso del agregado grueso en unidad de volumen del concreto se realiza mediante la multiplicación del contenido de agregado grueso por su peso seco compactado.

$$\text{Peso del AG} = 0.585 \text{ m}^3 * 1619 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 947.115 \text{ Kg}$$

4.2.8. Volumen absoluto

El volumen absoluto ocupado en el hormigón por cualquier material es igual a su peso dividido por su peso específico.

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso específico}}$$

$$\text{cemento} = \frac{387.097 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}{3.15 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} * 1000} = 0.123 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{216}{1000} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{2.5\%}{100} = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{947.115}{2.61 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} * 1000} = 0.363$$

La Suma Total de los volúmenes conocidos es = 0.715 m3.

4.2.9. Volumen del agregado fino

$$\text{Volumen del Agregado Fino} = 1 - 0.727 = 0.273 \text{ m}^3$$

4.2.10. Peso del agregado fino seco

Para su determinación se multiplica la suma total de los volúmenes absolutos conocidos con el peso específico.

$$\text{Peso del AF seco} = 0.273 \text{ m}^3 \times 2.56 \frac{\text{gr}}{\text{Cm}^3} * 1000 = 698.88 \text{ Kg/m}^3$$

4.2.11. Valores de diseño en estado seco

Determinación de los valores de diseño en estado seco:

$$\text{cemento} = 387.10 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Diseño} = 216 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino seco} = 698.88 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso seco} = 947.12 \text{ Kg/m}^3$$

4.2.12. Corrección por humedad del agregado

$$\text{Agregado Grueso} = 947.115 \times \left(1 + \frac{3.98\%}{100}\right) = 726.70 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} = 698.88 \times \left(1 + \frac{0.55\%}{100}\right) = 952.32 \text{ Kg/m}^3$$

4.2.13. Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Agua del Agregado Grueso} = \frac{947.115 \times (0.55\% - 1.60\%)}{100} = -9.945 \text{ l}$$

$$\text{Agua del Agregado Fino} = \frac{698.88 \times (3.98\% - 3.82\%)}{100} = 1.118 \text{ l}$$

La Suma Total de aporte de agua de mezcla es = -8.826 l

$$\text{Aporte de Agua de agregados} = 216 - (-8.826) = 224.83 \text{ l}$$

4.2.14. Cálculo de agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = 216 \text{ l} - (-8.826 \text{ l}) = 224.83 \text{ l/m}^3$$

4.2.15. Pesos de los materiales corregidos por humedad

Los pesos de los materiales corregidos por humedad de los agregados son:

$$\text{cemento} = 387.10 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Efectiva} = 224.83 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino húmedo} = 726.70 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso húmedo} = 952.32 \text{ Kg/m}^3$$

4.2.16. Proporcionamiento de diseño en peso de los agregados

- ❖ La proporción de los materiales sin corrección por humedad del agregado son:

TABLA 10: Materiales en peso seco por bolsa.

CEMENTO	AGR, FINO	AGR. GR	AGUA	EN PESO SECO POR BOLSA
387.10	698.88	947.12	216.00	
387.10	387.10	387.10	9.11	
1	1.81	2.45	23.72	

- ❖ La proporción de los materiales sin corrección por humedad del agregado son:

TABLA 11: Materiales con corrección por humedad.

CEMENTO	AGR, FINO	AGR. GR	AGUA	EN PESO HUMEDO POR BOLSA
387.10	726.70	952.32	224.83	
387.10	387.10	387.10	9.11	
1	1.88	2.46	24.68	

$$\text{Relacion agua / cemento de diseño} = \frac{216}{387.10} = 0.56$$

$$\text{Relacion agua / cemento efectiva} = \frac{224.83}{387.10} = 0.58$$

4.2.17. Pesos por tanda de una bolsa.

Para determinar el peso de un lote de saco, se obtiene multiplicando la fracción del peso de los materiales, corregido por el contenido de humedad de los áridos, por el peso del saco de cemento.

TABLA 21: Determinación de los pesos por tanda de una bolsa.

DETERMINACION DE LOS PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA				
CEMENTO	: 1 x 42.5	=	42.50	kg / pie ³
AGUA EFECTIVA	: -----	=	24.68	Lt / pie ³
AGR FINO HUMEDO	: 1 x 1.88	=	79.79	kg / pie ³
AGR GUESO HUMEDO	: 1 x 2.46	=	104.56	kg / pie ³

Fuente: Elaboración propia.

Donde: 1 BOLSA = 1 pie³

4.2.18. Dosificación del vidrio molido.

Obtenido el resultado del diseño patrón del concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$, se procede a realizar el diseño del concreto con adición de vidrio molido en proporciones de 5%, 10% y 15%, para la elaboración de probetas mediante una regla de tres simple.

TABLA 12: Cantidades de vidrio y arena fina.

PESOS DE VIDRIO MOLIDO Y ARENA FINA			
DESCRIPCIÓN	5%	10%	15%
VIDRIO MOLIDO	36.34	72.67	109.01
ARENA FINA	690.365	654.03	617.695

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla los resultados para el objetivo N°02 de, trata de la ejecución de los ensayos.

La dosificación evaluada para el concreto patrón $F'c=210\text{Kg/Cm}^2$ se elaboraron 8 probetas, donde se usaron moldes cilíndricos metálicos con las siguientes dimensiones: altura de 30cm y diámetro 15 centímetros, para luego ser ensayados a los 7,14, 21 y 28 días respectivamente.

Del ensayo del concreto patrón en estado fresco utilizando el cono de abrams y con la dosificación obtenida se obtuvo el asentamiento del concreto para estado fresco según la normatividad nacional peruana se logró un resultado de 3", que según la normatividad american concrete institute 211 indica consistencia plástica trabajable aplicable a elementos estructurales.

FIGURA 12: Preparación del Concreto $F'c=210 \text{ Kg/ Cm}^2$ en estado fresco, con equipo mezcladora de concreto (tipo Trompo).



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 13: Llenado del cono de Abrams con concreto Patrón $F'c=210 \text{ KG/Cm}^2$ en estado fresco y medida del asentamiento 4”.



Fuente: Elaboración propia.

Terminando el ensayo del asentamiento del Slump se procedió a realizar el llenado de 8 probetas del concreto patrón 210 Kg/Cm^2 para ello se cuenta con los moldes metálicos limpios y en buen estado, se procede con el llenado en 3 capas siendo compactadas con 25 golpes por cada capa con una varilla de acero liso de diámetro $5/8$ pulgadas y una longitud de 60cm, así mismo se realiza 10 golpes por cada capa alrededor del molde metálico de la probeta con un martillo de goma. Ya llenado las probetas se deja reposar un

lapso de 24 horas para su desencofrado, y ser curado con agua en un cilindro durante los periodos de 7, 14, 21, 28 días.

FIGURA 14: Llenado de las probetas del concreto patrón $F'c=210\text{Kg/Cm}^2$ en estado fresco.



Se procede a realizar la fabricación de 8 probetas para cada diseño sumando un total de 24 testigos, en cuanto a la rotura se hará mediante el ensayo de la resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente.

La dosificación utilizada en el concreto patrón será la misma que contiene el vidrio molido, con la finalidad de comparar los resultados, y verificar si aumenta o disminuye su resistencia a la compresión, el proceso del asentamiento, llenado y curado será el mismo procedimiento del concreto patrón.

Para la fabricación de las 8 probetas con adición de vidrio molido en reemplazo del agregado fino en proporción del 5%, las cantidades de los resultados obtenidos serán expresadas mediante la siguiente tabla.

TABLA 13: Dosificación del concreto con adición del 5% vidrio molido en reemplazo del agregado fino.

DISEÑO DE CONCRETO CON ADICION DE 5% DE VIDRIO MOLIDO		
MATERIAL	PESO	DOSIFICACION
CEMENTO PORTLAND TIPO I	16.41	1
PIEDRA CHANCADA Φ 1/2"	40.38	2.46
AGUA	9.53	24.68
ARENA FINA	29.27	1.58
VIDRIO MOLIDO	1.54	0.09

Fuente: Elaboración propia.

El asentamiento del concreto en estado fresco NTP 339.035, el Slump fue realizado mediante el ensayo cono de abrams, se logra obtener un resultado de 3", y según la normatividad ACI comité 211 indica que tiene una buena consistencia plástica trabajable, encontrándose en el rango de 3" - 4", lo cual es aplicable en elementos estructurales.

FIGURA 15: Preparación del concreto Patrón $F'c=210\text{KG}/\text{Cm}^2$ incorporando el 5% de vidrio molido, realizado con equipo mezcladora de concreto (tipo Trompo).



FIGURA 16: Llenado del cono de Abrams con concreto Patrón F'c=210KG/ Cm2 incorporando el 5% de vidrio molido y medida del asentamiento 3".



Fuente: Elaboración propia.

Utilizando 10% para la fabricación de 8 probetas con adición de vidrio molido en proporción del indicada, las cantidades de los resultados obtenidos serán expresadas mediante la siguiente tabla.

TABLA 14: Dosificación del concreto con 10% vidrio molido.

DISEÑO DE CONCRETO CON ADICION DE 10% DE VIDRIO MOLIDO		
MATERIAL	PESO	DOSIFICACION
CEMENTO PORTLAND TIPO I	16.41	1
PIEDRA CHANCADA $\Phi 1/2''$	40.38	2.46
AGUA	9.53	24.68
ARENA FINA	27.73	1.69
VIDRIO MOLIDO	3.08	0.19

Fuente: Elaboración propia.

El asentamiento del concreto fue realizado mediante el ensayo cono de abrams, se logra obtener un resultado de 3.5", y según la normatividad ACI comité 211 indica que tiene una buena consistencia plástica trabajable,

encontrándose en el rango de 3" - 4", lo cual es aplicable en elementos estructurales como son: columnas, vigas, etc.

FIGURA 17: Preparación del con concreto Patrón $F'c=210\text{KG}/\text{Cm}^2$ incorporando el 10% de vidrio molido, realizado con equipo mezcladora de concreto (tipo Trompo).



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 18: Llenado del cono de Abrams con concreto Patrón $F'c=210\text{KG}/\text{Cm}^2$ incorporando el 10% de vidrio molido y medida del asentamiento 3.5".



Fuente: Elaboración propia.

Para la fabricación de las 8 probetas con vidrio molido en proporción del 15%, las cantidades de los resultados obtenidos serán expresadas mediante la siguiente tabla.

TABLA 15: Dosificación del concreto con adición del 15% vidrio molido.

DISEÑO DE CONCRETO CON ADICION DE 15% DE VIDRIO MOLIDO		
MATERIAL	PESO	DOSIFICACION
CEMENTO PORTLAND TIPO I	16.41	1
PIEDRA CHANCADA $\phi 1/2"$	40.38	2.46
AGUA	9.53	24.68
ARENA FINA	26.19	1.60
VIDRIO MOLIDO	4.62	0.28

Mediante el ensayo cono de abrams, se logra obtener un resultado de 4", y según la normatividad ACI comité 211 indica que tiene una buena consistencia plástica trabajable, encontrándose en el rango de 3" - 4", lo cual es aplicable en elementos estructurales.

FIGURA 19: Preparación del con concreto Patrón $F'c=210\text{KG}/\text{Cm}^2$ incorporando el 15% de vidrio molido, realizado con equipo mezcladora de concreto (tipo Trompo).



FIGURA 20: Llenado del cono de Abrams con concreto Patrón $F'c=210\text{KG/Cm}^2$ con 15% de vidrio molido y medida del asentamiento 4”.



Fuente: Elaboración propia.

Para el ensayo de la resistencia a la compresión 210 Kg/Cm^2 . Se realizó el curado y rotura de las muestras en el laboratorio, donde fueron retiradas del agua las 8 probetas cilíndricas de 30cm de altura y 15cm de diámetro donde fueron curadas a los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente y se dejó secar a temperatura ambiente, para posteriormente medir su diámetro de la muestra de concreto para obtener su área, luego se coloca en la prensa hidráulica automática para poder lograr los resultados de su fuerza que se requiere para su respectiva rotura, una vez obtenido el dato se procede a realizar el cálculo de la resistencia a la compresión.

$$F'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

$F'c$ = Resistencia a la compresión.

P = Carga máxima alcanzada durante el ensayo.

A = Área de la sección de la probeta.

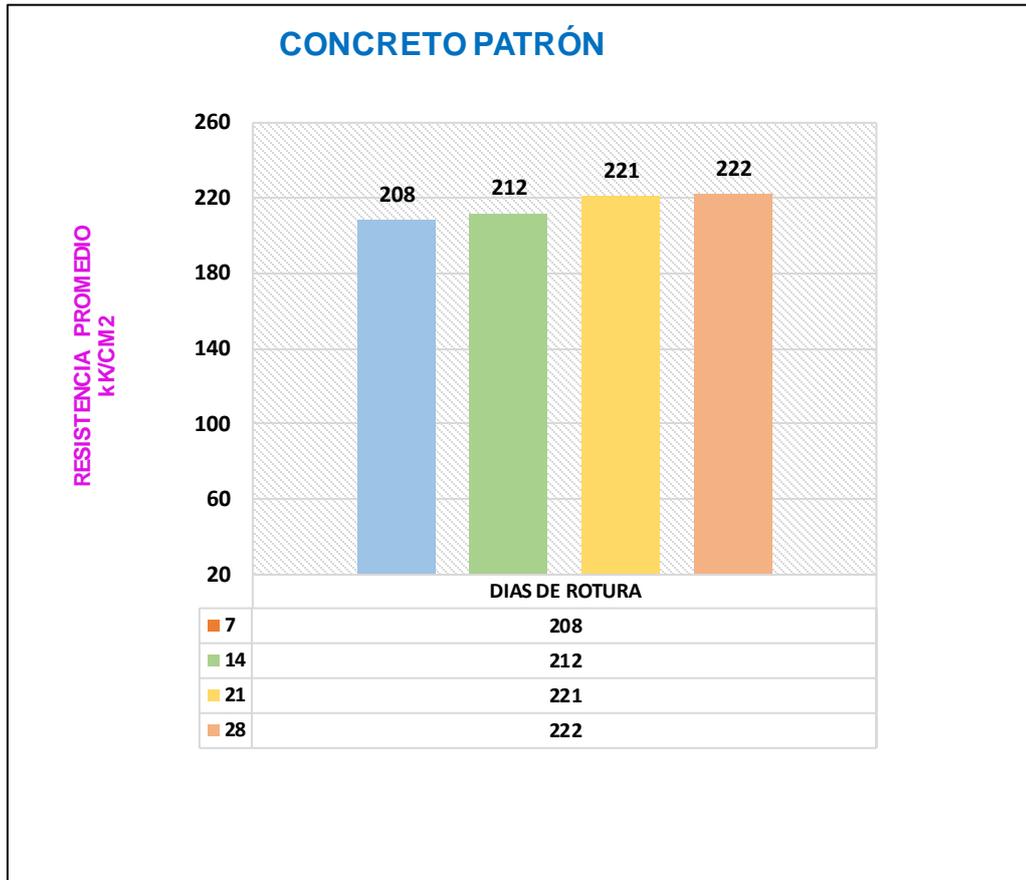
A continuación, se muestran los resultados en la tabla N°24.

TABLA 16: Resultados de la resistencia a la compresión de las muestras de concreto patrón $F'c=210$ kg/Cm², a los 7, 14, 21 y 28 días.

RESULTADOS DEL ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PATRON $F'c=210$ Kg/Cm ²									
N° de muestra	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Edad	diámetro (mm)	Área (Cm ²)	Carga Rotura en (Kg)	Resistencia (Kg/Cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/Cm ²)	F'c - Diseño (Kg/Cm ²)
1	4/06/2021	10/06/2021	7	150	176.71	37290	211.02	208	210
2	4/06/2021	10/06/2021		150	176.71	36240	205.08		210
3	4/06/2021	17/06/2021	14	150	176.71	39540	223.75	212	210
4	4/06/2021	17/06/2021		150	176.71	35380	200.21		210
5	4/06/2021	24/06/2021	21	150	176.71	37980	214.92	221	210
6	4/06/2021	24/06/2021		150	176.71	40080	226.81		210
7	4/06/2021	1/07/2021	28	150	176.71	38210	216.22	222	210
8	4/06/2021	1/07/2021		150	176.71	40210	227.54		210

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos "LABSUC"

FIGURA 21: Gráfico N°03 Resistencia promedio obtenido en los 7, 14, 21, y 28 días.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 22: Rotura de las probetas cilíndricas de concreto patrón $F'c=210\text{kg/Cm}^2$.



Fuente: Elaboración propia.

Para el Curado y Rotura de las muestras de concreto Patrón 210kg/Cm² con adición de vidrio molido a los agregados en porcentajes de 5, 10 y 15% se ensayaron 24 muestras cilíndricas de 30cm de altura y 15cm de diámetro, 8 por cada dosificación, donde fueron curadas a los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente, luego se dejó secar a temperatura ambiente, para posteriormente medir su diámetro de la muestra de concreto para obtener su área, donde se colocó en la prensa hidráulica automática para poder lograr los resultados de su fuerza que se requiere para su respectiva rotura,.

$$F'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

F'c = Resistencia a la compresión.

P = Carga máxima alcanzada durante el ensayo.

A = Área de la sección de la probeta.

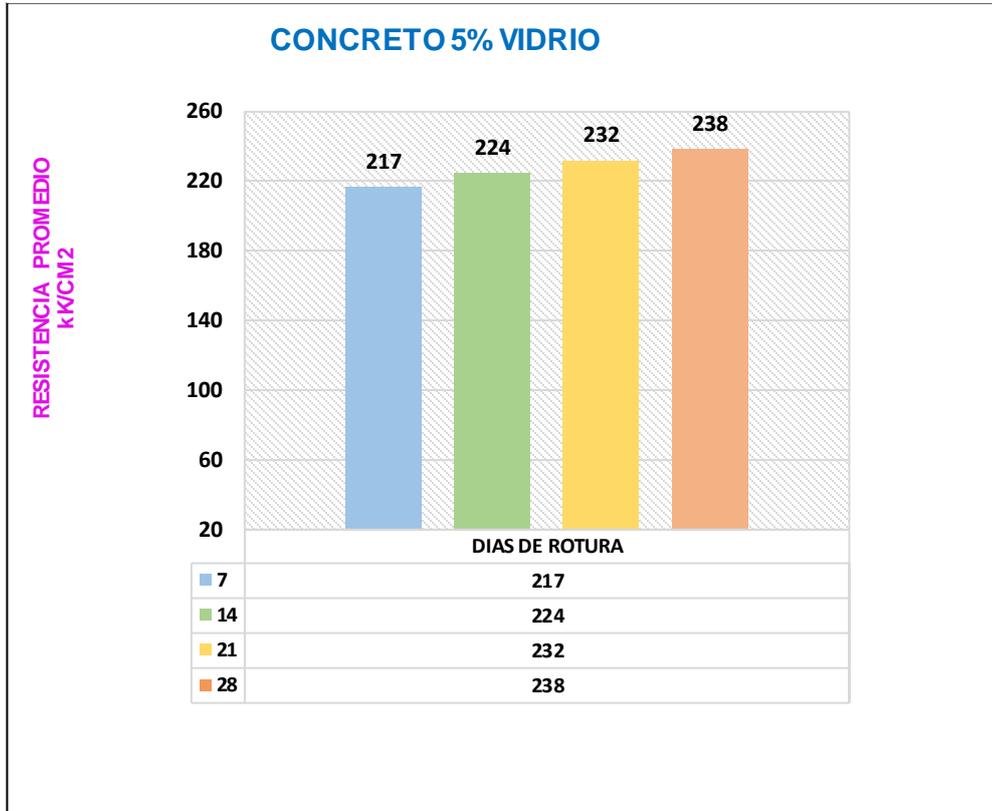
En la tabla N°27, N°28 y N°29 se muestran los resultados de dichos ensayos de análisis de la resistencia a la compresión permitiendo obtener los resultados promedios con su respectivo porcentaje de resistencia que deben alcanzar a los 7, 14, 21 y 28 días.

TABLA 17: Resultados de la resistencia a la compresión, con adición de 5% de vidrio molido.

RESULTADOS DEL ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON ADICION DE 5% VIDRIO MOLIDO									
N° de muestra	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Edad	diámetro (mm)	Área (Cm2)	Carga Rotura en (Kg)	Resistencia (Kg/Cm2)	Resistencia Promedio (Kg/Cm2)	F'c - Diseño (Kg/Cm2)
1	04/06/21	10/06/21	7	150	176.71	37290	211.02	217	210
2	04/06/21	10/06/21		150	176.71	39240	222.05		210
3	04/06/21	17/06/21	14	150	176.71	40113	226.99	224	210
4	04/06/21	17/06/21		150	176.71	39230	222.00		210
5	04/06/21	24/06/21	21	150	176.71	41230	233.31	232	210
6	04/06/21	24/06/21		150	176.71	40835	231.08		210
7	04/06/21	01/07/21	28	150	176.71	42020	237.78	238	210
8	04/06/21	01/07/21		150	176.71	42200	238.80		210

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos "LABSUC"

FIGURA 23: Gráfico N°04 Resistencia promedio.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 24: Rotura de las probetas cilíndricas de concreto patrón $F'c=210\text{kg}/\text{Cm}^2$ con adición de 5% de vidrio molido.



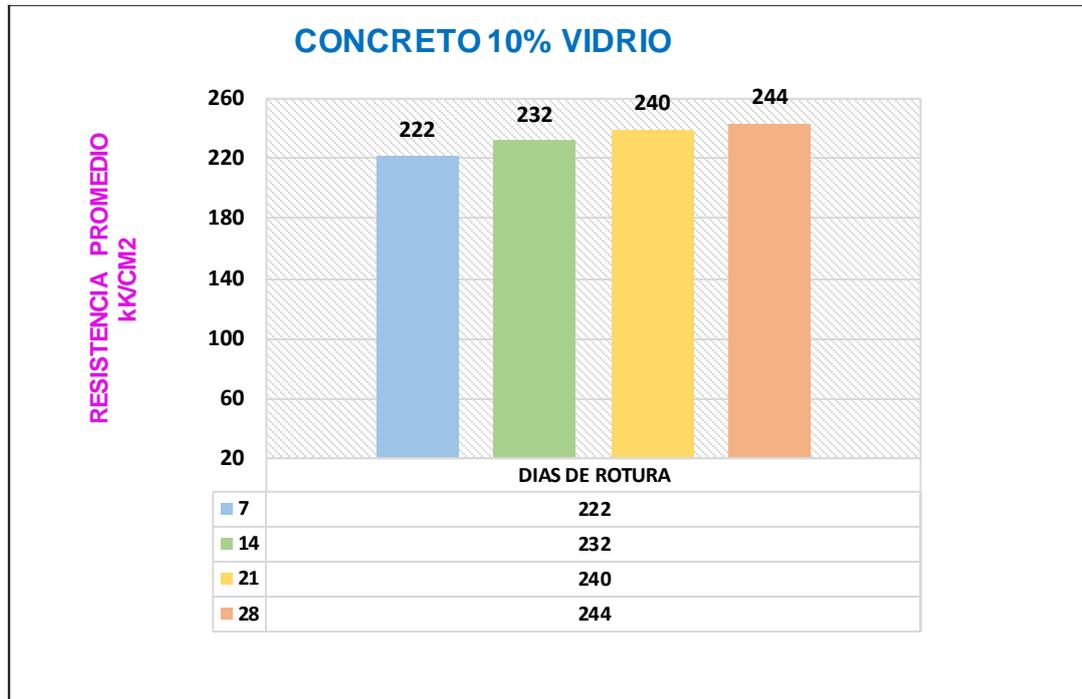
Fuente: Elaboración propia.

TABLA 18: Resultados de la resistencia a la compresión con adición de 10% de vidrio molido.

RESULTADOS DEL ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON ADICION DE 10% VIDRIO MOLIDO									
N° de muestra	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Edad	diámetro (mm)	Área (Cm2)	Carga Rotura en Kg	Resistencia (Kg/Cm2)	Resistencia Promedio (Kg/Cm2)	F'c - Diseño (Kg/Cm2)
1	04/06/21	10/06/21	7	150	176.71	38560	218.20	222	210
2	04/06/21	10/06/21		150	176.71	39980	226.24		210
3	04/06/21	17/06/21	14	150	176.71	41820	236.65	232	210
4	04/06/21	17/06/21		150	176.71	40210	227.54		210
5	04/06/21	24/06/21	21	150	176.71	42670	241.46	240	210
6	04/06/21	24/06/21		150	176.71	42021	237.79		210
7	04/06/21	01/07/21	28	150	176.71	42980	243.22	244	210
8	04/06/21	01/07/21		150	176.71	43210	244.52		210

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos "LABSUC".

FIGURA 25: Gráfico N°05 Resistencia promedio con adición del 10% de vidrio molido.



fuelle: Elaboración propia.

FIGURA 26: Rotura de las probetas cilíndricas de concreto patrón $F'c=210\text{kg/Cm}^2$ con adición de 10% de vidrio molido.



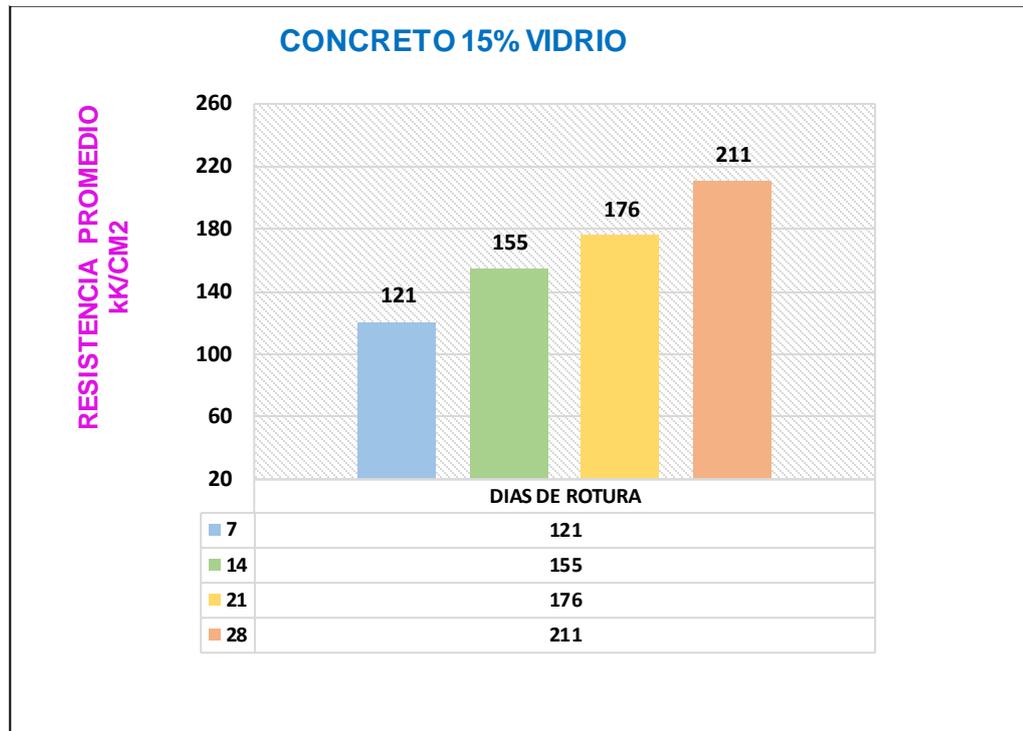
Fuente: Elaboración propia.

TABLA 19: Resultados de la resistencia a la compresión con adición de 15% de vidrio molido.

RESULTADOS DEL ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON ADICION DE 15% VIDRIO MOLIDO									
N° de muestra	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Edad	diámetro (mm)	Área (Cm2)	Carga Rotura en Kg	Resistencia (Kg/Cm2)	Resistencia Promedio (Kg/Cm2)	F'c - Diseño Kg/Cm2
1	04/06/21	10/06/21	7	150	176.71	24130	136.55	121	210
2	04/06/21	10/06/21		150	176.71	18620	105.37		210
3	04/06/21	17/06/21	14	150	176.71	27800	157.32	155	210
4	04/06/21	17/06/21		150	176.71	26960	152.56		210
5	04/06/21	24/06/21	21	150	176.71	31078	175.87	176	210
6	04/06/21	24/06/21		150	176.71	31060	175.76		210
7	04/06/21	01/07/21	28	150	176.71	36721	207.80	211	210
8	04/06/21	01/07/21		150	176.71	37870	214.30		210

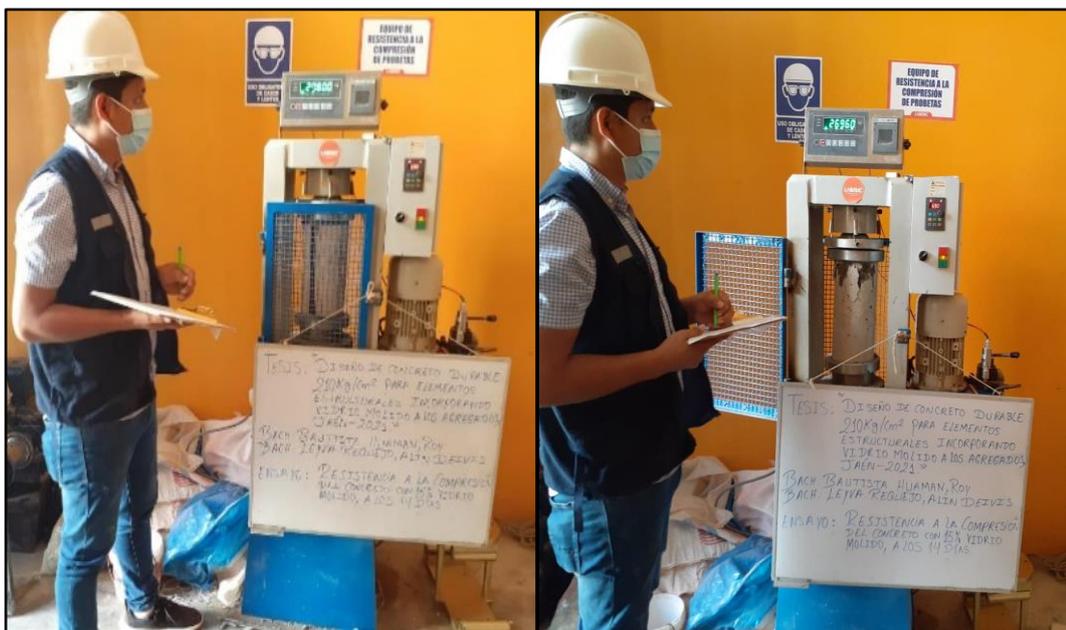
Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos "LABSUC".

FIGURA 27: Gráfico N°06 Resistencia promedio con adición del 15% de vidrio molido.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 28: Rotura de las probetas cilíndricas de concreto patrón $F'c=210\text{kg/Cm}^2$ con adición de 15% de vidrio molido



Fuente: Elaboración propia.

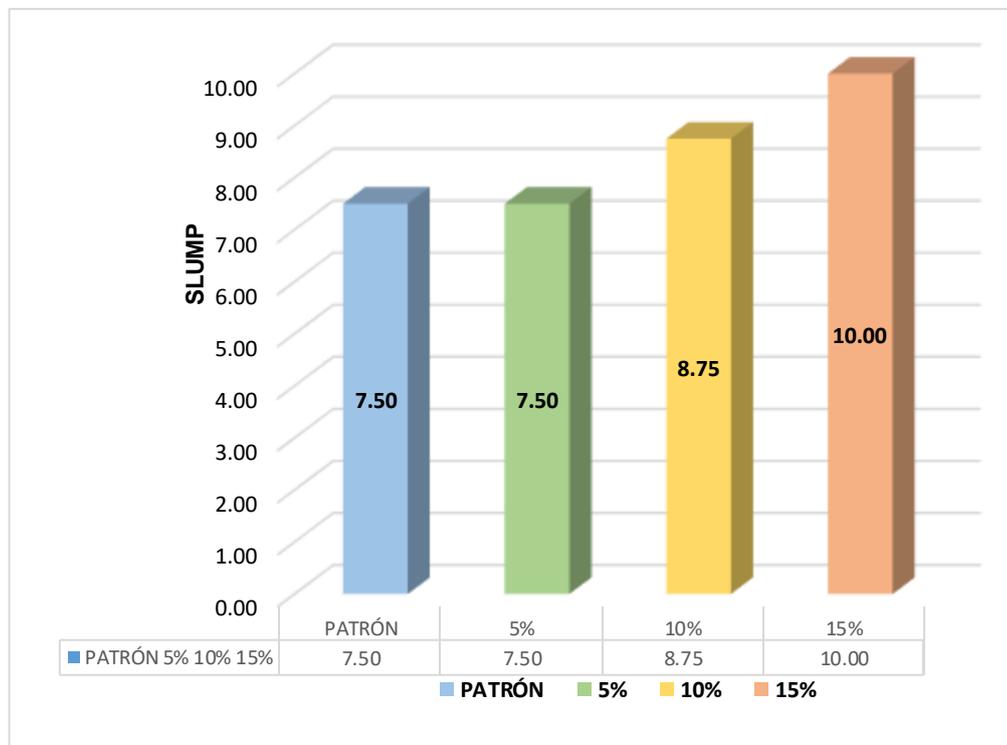
Se elaboró los cuadros comparativos de trabajabilidad mostrados en el cuadro N°30, donde se presenta el asentamiento a los 7, 14, 21, y 28 días del concreto patrón y las proporciones de adición del 5%, 10% y 15% de vidrio molido. (SLUMP inicial promedio).

TABLA 20: Slump inicial promedio.

	tiempo (min)	SLUMP (Cm)
PATRÓN	inicial	7.50
5%	inicial	7.50
10%	inicial	8.75
15%	inicial	10.00

Fuente: Elaboración propia.

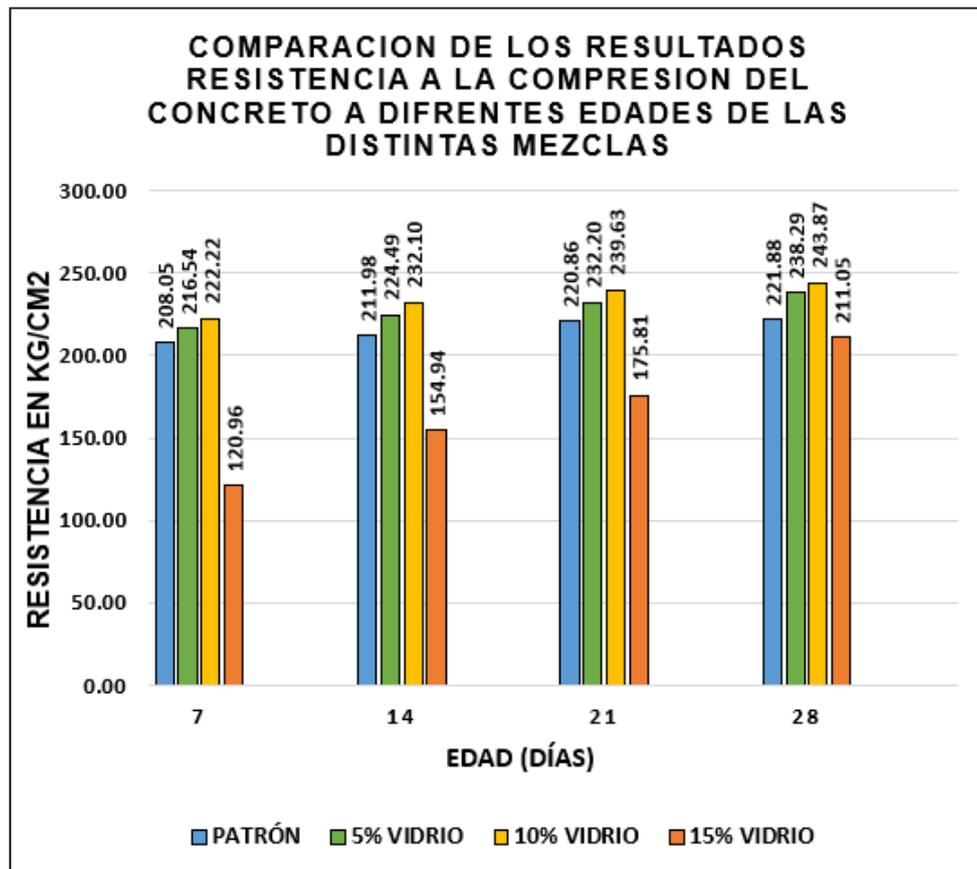
FIGURA 29: Grafica N°07 Slump inicial promedio.



Fuente: Elaboración propia

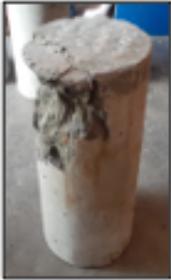
se presenta cuadros comparativos de la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades de las distintas mezclas.

FIGURA 30: Gráfica N°08 Comparación de resultados de ensayos.



De la gráfica N°08 se observa que a los 7 días la mayor resistencia a la compresión es el concreto con 10% adición de vidrio molido (222.22 Kg/Cm²), a los 14 días la mayor resistencia que supera al diseño patrón y al 5% es el de 10% adición de vidrio molido (232.10 Kg/Cm²), y a los 28 días la mayor resistencia es del diseño de 10% de vidrio molido (243.87 Kg/Cm²).

TABLA 21: Fallas comunes de roturas de probetas

Fotografía de Fallas Comunes	Fallas	Observación
	TIPO 2	conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro
	TIPO 3	fisuras verticales en columnas a través de ambos extremos, cono mal formados.
	TIPO 5	fractura en los lados en las partes superior (ocurre) comúnmente con cabezales no adheridos.
	TIPO 5	fractura en los lados en las partes inferior (ocurre) comúnmente con cabezales no adheridos

A continuación, se detalla los resultados para el objetivo N°03, tratándose del análisis de costos, representada en la siguiente tabla.

TABLA 22: Análisis de costos.

ANÁLISIS DE COSTOS										
CONCEPTO	UND	PU(S/)	PATRÓN		ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO 5%		ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO 10%		ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO 15%	
			Cantidad	S/. Por M3	Cantidad	S/. X m3	Cantidad	S/. X m3	Cantidad	S/. X m3
Cemento Portland Tipo I	Kg	S/ 0.59	387.10	S/ 228.39	387.10	S/ 228.39	387.10	S/ 228.39	387.10	S/ 228.39
Agregado Fino	Kg	S/ 0.03	726.70	S/ 21.80	690.37	S/ 20.71	654.03	S/ 19.62	617.70	S/ 18.53
Agregado Grueso	Kg	S/ 0.03	952.32	S/ 28.57	952.32	S/ 28.57	952.32	S/ 28.57	952.32	S/ 28.57
Agua	Lts	S/ 0.01	224.83	S/ 2.25	224.83	S/ 2.25	224.83	S/ 2.25	224.83	S/ 2.25
Vidrio Molido	Kg	S/ ---		S/ ---	36.34	S/ ---	72.67	S/ ---	109.01	S/ ---
Propiedades										
Relación Agua/Cemento			0.58		0.58		0.58		0.58	
Costo de Cemento			S/ 228.39		S/ 228.39		S/ 228.39		S/ 228.39	
Costo de Agua			S/ 2.25		S/ 2.25		S/ 2.25		S/ 2.25	
Costo de Agregados			S/ 50.37		S/ 49.28		S/ 48.19		S/ 47.10	
Costo de Vidrio			S/ 0.00		S/ 0.00		S/ 0.00		S/ 0.00	
Costo Total de Insumos			S/ 281.01		S/ 279.92		S/ 278.83		S/ 277.74	
Ahorro Por Optimización Respecto al Patrón					S/ 1.09		S/ 2.18		S/ 3.27	

V. DISCUSION DE RESULTADOS

En la presente tesis tuvo como objetivo general Determinar la incorporación de vidrio molido en los agregados para un concreto durable 210 kg/cm² en elementos estructurales en Jaén – 2021, en la cual se llevó a cabo cuatro ensayos de resistencia con un concreto patrón y con adición de 5, 10 y 15% de vidrio molido a los agregados que tubo resultados mediante ensayos a compresión demostrando así una mayor resistencia que se obtuvo adicionando 10% del vidrio molido reciclado a diferencia de la muestra patrón, 5% y 15% de vidrio.

Sin embargo, contrastando con Girón - Vásquez en su investigación ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIDRIO PULVERIZADO, EN LA CIUDAD DE JAÉN, indica que incluyó 4, 6 y 8% de vidrio con los cuales obtuvo resultados positivos para todos, no obstante, ninguno con un resultado ideales, pero existe una tendencia que la resistencia aumenta, a medida que se agrega el vidrio con lo cual el estudio permanece abierta a la expansión con adiciones superiores al 8%, lo que concordaría con los resultados y así confirmaría la hipótesis, ya que la adición de vidrio molido a los agregados aumenta la resistencia a la compresión del concreto con una adición ideal de 5 y 10% de vidrio por lo detallado se valida la hipótesis general al diseñar concreto durable 210kg/cm² para elementos estructurales incorporando vidrio molido a los agregados aumentan la resistencia a la compresión del concreto.

En cuanto al primer objetivo específico es Diseñar mezclas de concreto adicionando vidrio molido al agregado en proporción del 5%, 10% y 15%, comparando con el concreto convencional 210 kg/cm², de acuerdo a resultados de laboratorio se obtiene que para el concreto convencional el diseño es 387.10 kg de cemento, 726.70 kg/m³ de agregado fino, 952.32 kg/m³ de agregado grueso y 224.83 litros de agua; para un concreto con adición de 5% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino el diseño es 387.10 kg de cemento, 690.37 kg/m³ de agregado fino, 952.32 kg/m³ de agregado grueso, 224.83 litros de agua y 36.34 kg de vidrio molido; para un

concreto con 10% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino el diseño es 387.10 kg de cemento, 654.03 kg/m³ de agregado fino, 952.32 kg/m³ de agregado grueso, 224.83 litros de agua y 72.67 kg de vidrio molido; para un concreto con 15% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino el diseño es 387.10 kg de cemento, 617.70 kg/m³ de agregado fino, 952.32 kg/m³ de agregado grueso, 224.83 litros de agua y 109.01 kg de vidrio molido por lo expuesto se valida la hipótesis específica N°01 la incorporación de vidrio molido en porcentajes 5%,10% y 15% al agregado afecta considerablemente la resistencia del concreto 210 kg/cm².

en cuanto al segundo objetivo específico es Establecer las propiedades del concreto fresco y endurecido de importancia al usar vidrio molido al agregado para la fabricación de concreto, en relación a las propiedades el concreto fresco la trabajabilidad se obtuvo como resultado de las pruebas, la muestra convencional es de 7.5 cm a diferencia al adicionar vidrio molido con 5%, 10% y 15% su trabajabilidad varía entre 7.5 cm, 8.75 cm y 10 cm; Por lo tanto, podemos decir que las muestras realizadas están dentro del rango que es de 3 – 4” para elementos estructurales considerándose una mezcla de consistencia plástica (según la ASTM C 143); y las propiedades de la resistencia a la compresión en estado endurecido de las pruebas realizadas a los 28 días la muestra convencional es de $f'c = 222 \text{ kg/cm}^2$ a diferencia al adicionar vidrio molido con 5%, 10% y 15% su resistencia varía entre $f'c = 238 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 244 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 211 \text{ kg/cm}^2$ por lo expuesto se valida la hipótesis específica N°02 las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido se incrementan al usar vidrio molido como adición al agregado para la fabricación de concreto.

En cuanto al tercer objetivo específico es Determinar si el concreto con adición de vidrio molido es más económico que el concreto tradicional $F'c=210\text{kg/cm}^2$, Respecto al costo de producción de concreto convencional y de concreto con porcentajes de 5, 10, 15% vidrio molido como adición a los agregados, se obtuvo un menor costo para el concreto con porcentajes de vidrio molido en todos sus porcentajes estudiados, por lo que se cumple

lo que se propuso en la hipótesis de la investigación, cabe mencionar que el uso de vidrio reciclado es muy beneficioso y hace un gran aporte al medio ambiente al reducir los contaminantes de efecto invernadero que por tanto se ven afectados, por lo expuesto se valida la hipótesis específica N°03 el concreto con adición de vidrio molido es más económico que el concreto tradicional de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

VI. CONCLUSIONES

Para el objetivo general “Determinar la incorporación de vidrio molido en los agregados para un concreto durable $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales en Jaén – 2021”, se concluye que obteniendo un concreto convencional $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ como base y un concreto con adición de 5%, 10% y 15% de vidrio molido a los agregados, aumenta significativamente la resistencia a la compresión en el concreto que contiene el 5% y 10% de vidrio molido, en cambio el concreto con adición del 15% la resistencia a la compresión es negativa.

Para el objetivo específico 01 “Diseñar mezclas de concreto adicionando vidrio molido al agregado en proporción del 5%, 10% y 15%, comparando con el concreto convencional 210 kg/cm^2 ”, se concluye que para el:

- concreto convencional: el diseño es 387.10 kg de cemento, 726.70 kg/m³ de agregado fino, 952.32 kg/m³ de agregado grueso y 224.83 litros de agua; y la resistencia a la compresión a los 28 días es de $f'c=222\text{ kg/cm}^2$
- concreto con adición de 5% de vidrio molido: el diseño es 387.10 kg de cemento, 690.37 kg/m³ de agregado fino, 952.32 kg/m³ de agregado grueso, 224.83 litros de agua y 36.34 kg de vidrio molido; y la resistencia a la compresión a los 28 días es de $f'c = 238\text{ kg/cm}^2$
- concreto con adición de 10% de vidrio: el diseño es 387.10 kg de cemento, 654.03 kg/m³ de agregado fino, 952.32 kg/m³ de agregado grueso, 224.83 litros de agua y 72.67 kg de vidrio molido; y la resistencia a la compresión a los 28 días es de $f'c = 244\text{ kg/cm}^2$

- concreto con adición de 15% de vidrio molido: el diseño es 387.10 kg de cemento, 617.70 kg/m³ de agregado fino, 952.32 kg/m³ de agregado grueso, 224.83 litros de agua y 109.01 kg de vidrio molido: y la resistencia a la compresión a los 28 días es de $f'c = 211 \text{ kg/cm}^2$

obteniendo como base el concreto convencional, afecta considerablemente la resistencia a la compresión con respecto al concreto con 5% de adición vidrio molido en una cantidad positiva de 16 kg/m², con respecto al concreto con 10% de adición de vidrio molido en una cantidad positiva de 22 kg/cm² y con respecto al concreto con 15% de adición de vidrio molido en una cantidad negativa de 11 kg/cm².

Para el objetivo específico 02 “Establecer las propiedades del concreto fresco y el concreto endurecido de importancia al usar vidrio molido al agregado para la fabricación de concreto” se concluye que:

- que la propiedad del concreto en estado fresco como es la trabajabilidad se midió mediante la prueba (SLUMP) se obtuvo que la muestra convencional es de 7.5 cm a diferencia que al adicionar vidrio molido con 5%, 10% y 15% su trabajabilidad varía entre 7.5 cm, 8.75 cm y 10 cm; Por lo tanto, podemos decir que hay un incremento mediante vas utilizando vidrio molido.
- la propiedad del concreto en estado endurecido que es la resistencia a la compresión de las pruebas realizadas a los 28 días la muestra convencional es de $f'c = 222 \text{ kg/cm}^2$ a diferencia al adicionar vidrio molido con 5%, 10% y 15% su resistencia varía entre $f'c = 238 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 244 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 211 \text{ kg/cm}^2$; por lo tanto, podemos indicar que hay un incremento positivo en el concreto con adición de 5% y 10 % de vidrio molido, y una disminución al usar 15% de vidrio molido.

Para el objetivo 03 “Determinar si el concreto con adición de vidrio molido es más económico que el concreto tradicional $F'c=210\text{kg/cm}^2$ ”, Se concluye que:

- el costo de fabricación para un metro cubico de concreto convencional y de concreto con porcentajes de 5%, 10%, 15% vidrio molido es s/ 281.01, s/ 279.92, s/ 279.83, s/ 277.74.
- Con referencia al concreto convencional al utilizar vidrio molido en porcentaje de 5% disminuye el costo de 1.09 soles por m³, al utilizar 10% de vidrio molido el costo disminuye en 2.18 soles por m³ y al utilizar 15% de vidrio molido disminuye en 3.27 soles por m³.

VII. RECOMENDACIONES

No añadir más de 15% de vidrio molido ya que la resistencia a la compresión disminuye, se debe usar agregados de calidad según la normatividad peruana NTP para conseguir mejores resultados.

Para los resultados del objetivo N ° 01, se recomienda utilizar proporciones adecuadas de adición de vidrio mate para obtener un concreto con alta resistencia, la obtención de concreto normal como base afecta significativamente la resistencia a la compresión en relación al concreto con una adición de 5% de suelo. Vidrio en una cantidad positiva de 16 kg / m², en relación al hormigón con una adición del 10% de vidrio esmerilado en una cantidad positiva de 22 kg / cm² y en relación al hormigón con una adición del 15% de vidrio esmerilado en una cantidad negativa de 11 kg. / cm².

Formular las mezclas de acuerdo con el ACI para que al calcular la cantidad de vidrio triturado, se creen las condiciones correctas, así como crear las condiciones adecuadas para triturar, triturar, teniendo especial cuidado, en el vidrio por su composición con un alto contenido de sílice, que cuando se inhala en grandes cantidades puede ser nocivo para la salud.

Se anima a los siguientes investigadores, que utilizan estos resultados como referencia, a realizar nuevos grupos de control con porcentajes de vidrios de adición de tierra del 10% al 15% para saber exactamente cuánta resistencia del hormigón se puede lograr.

Este proyecto se realizó con agregados de la provincia de Jaén, Cajamarca, Perú, con lo cual se desconoce si se obtendrán los mismos resultados utilizando agregados de otras localidades, por lo que se deberán realizar estudios agregados para futuras investigaciones.

Cualquier persona natural o pública o privada asociada al sector de la construcción tiene la oportunidad de reciclar vidrio o comprar máquinas que puedan triturar vidrio para utilizarlas como un porcentaje, agregando al concreto, con el fin de contribuir también al cuidado del medio ambiente.

REFERENCIAS

- ABRIGO, C. L. (2018). *RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO EN PROPORCIONES DE 2%, 4% Y 6%*. Tesis para optar el título profesional, UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, CAJAMARCA, PERU.
- ACEROS AREQUIPA, M. (2017). *Construye seguro manual del maestro constructor*. PERÚ: Aceros Arequipa.
- ALMEIDA, B. J., & TRUJILLO, V. C. (2017). *RINCIPIOS BÁSICOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZANDO VIDRIO TRITURADO EN LA ELABORACIÓN DE HORMIGONES*. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, QUITO, ECUADOR.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. (Enero de 2005). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05). USA.
- APAZA, I. K., & YSARBE, R. J. (2016). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y características físicas del concreto patrón y concreto reciclado, evaluando su comportamiento en estado fresco y endurecido*. Tesis para optar el título de Ingeniería Civil, UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, LIMA, PERÚ.
- BORJA, S. M. (2018). *CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA REAL DEL CONCRETO Y EL ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA PARA MUESTRAS DE CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE*. PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN: GERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCIÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO GUIZ GALLO, LAMBAYEQUE, PERU.
- BUSTAMANTE, M. D., & DIAZ, S. C. (2014). *EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ALIVIANADO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO REICLADO*. TESIS PARA OPTAR EL TITULO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN, AREQUIPA, PERU.
- CANO, C. J., & CRUZ, P. C. (2017). *ANÁLISIS DE MEZCLAS DE CONCRETO CON PROPORCIONES DE VIDRIO MOLIDO, TAMIZADO Y GRANULAR COMO ADITIVO, A FIN DE AUMENTAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN*. UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA, 75.
- CASTILLO, R. W., & . QUISPE, C. J. (2019). *PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO Y*

- CUARCITA. Tesis para optar el título, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA, LIMA.
- CASTRO, C. A., & PAREDES, V. C. (2018). *Diseño de concreto estructural de resistencia mayores a 210 kg/cm² / con materiales reciclados de concreto, San Juan de Lurigancho, 2018*. Tesis para optar el título, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS, LIMA, PERU.
- CHINCHAYHUARA, V. C. (2020). *Adición de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm², La Libertad – 2020*. Tesis para optar el título, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS, LIMA, PERU.
- CODINA, R. R. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=210$ kg/cm² con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado*. Tesis para optar el título, UNIVERSIDAD SAN PEDRO, Huaraz, PERU.
- CÓRDOVA, S. C. (2018). *ANÁLISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICIÓN PARA CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO, UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, LAMBAYEQUE, PERU.*
- CORONADO, G. J., & ZEVALLOS, C. J. (2020). *Efecto del costo y la resistencia en el diseño del concreto de $F_c=210$ kg/cm² con la introducción de fibra de vidrio en la ciudad de Tarapoto*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO, SAN MARTIN, LIMA.
- CORTEZ, P. E. (2017). *ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO $f_c = 175$ kg/cm² SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO*. Tesis para optar el título, UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, HUANCAYO, PERU.
- ENRIQUEZ, V. J., & SHIMABUKURO, G. K. (2019). *DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $F'_{CR} 210$ KG/CM² MEDIANTE LA ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO REICLADO EN REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO TIPO I EN LIMA - PERÚ*. Para optar el título profesional, UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS (UPC), LIMA.
- ESPINOZA, R. E. (2017). *Estudio de Vidrio Reciclado como componente para la Elaboración de Cementos Terciarios*. Proyecto final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA, COSTA RICA.

- FLORES, A. A. (2016). *ESTUDIO DE UN CONCRETO FLUÍDICO DE $f_c=250$ kg/cm² CON SUPERPLASTIFICANTE PARA ESTRUCTURAS EN LA CIUDAD DE JAÉN*. Tesis para optar el título, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, Cajamarca, Peru.
- GARCIA, C. B. (2017). *EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² EN LA CIUDAD DE PUNO*. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, PUNO, LIMA.
- GERARDO, A. R. (2015). *CONCRETO SIMPLE*. CAUCA, COLOMBIA: UNIVERSIDAD DEL CAUCA.
- GIRÓN, G. Y., & VASQUEZ, S. Y. (2019). *ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ADICION DE VIDRIO PULVERIZADO*. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL, UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN, CAJAMARCA, PERÚ.
- GONZALES, F. A., & MONTENEGRO, P. L. (2020). *Influencia en la resistencia mecánica a la compresión del concreto $f_c= 175$ kg/cm² con incorporación del vidrio reciclado molido para elementos no estructurales, Moyobamba - 2020*. Tesis para optar el título, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS, PERU.
- HERNÁNDEZ, S. R., FERNÁNDEZ, C. C., & BAPTISTA, L. P. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION* (Vol. Sexta edición). MEXICO: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- ICART, I. M., PULPÓN, S. A., & FUENTELESAZ, G. C. (2006). *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina*. España: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.
- LOAYZA, S. J., & MELENDRES, Q. K. (2020). *Análisis de la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto $f_c= 210$ kg/cm² con la adición de vidrio reciclado - Lima 2020*. Tesis para optar el título, Universidad Cesar Vallejos, LIMA, PERU.
- MAESTRO CONSTRUCTOR, m. (s.f.). *Contruye Seguro Manual del Maestro Constructor*. 122. LIMA.
- MANRIQUE, P. J. (2019). *Diseño y prueba de mezclas de concreto con baja pérdida de trabajabilidad en el tiempo*. Tesis para optar el Título, UNIVERSIDAD DE PIURA, PIURA, PERU.
- MORALES, C. D. (2017). *INFLUENCIA DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DE 1/2" Y 1" DEL AGREGADO GRUESO DEL RIO AMOJÚ EN EL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA $F'c= 250$*

KG/CM². ESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, CAJAMARCA, PERU.

MORAN, S. C., & RODRIGUEZ, L. J. (2020). *Comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=210$ Kg/cm² al sustituir el agregado fino por vidrio triturado en 5%, 15% y 25% Chimbote - 2020*. Tesis para obtener el título, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS, ÁNCASH, PERÚ.

NORABUENA, D. R., & CRUZ, T. J. (2020). *Efectos de las formas de los agregados angulares en la resistencia del concreto*. Tesis para optar el título, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS, LIMA, PERU.

OCHOA, T. L. (2018). *EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO EN PAVIMENTO URBANO*. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL, UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN, LAMBAYEQUE, PIMENTEL.

PEÑAFIEL, C. D. (2016). *ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN AL EMPLEAR VIDRIO RECICLADO MOLIDO EN REEMPLAZO PARCIAL DEL AGREGADO FINO*. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, AMBATO, ECUADOR.

POMA, A. J. (2019). *ANÁLISIS Y DISEÑO PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² ADICIONANDO VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO AGREGADO FINO SEGÚN LA NORMA ACI 211*. LIMA 2019. TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL, UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, LIMA, LIMA.

RIVERA, B. A. (2018). *DISEÑO DE CONCRETO $F'c=210$ Kg/Cm² CON VIDRIO MOLIDO (SÓDICO CÁLCICO) COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO, PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN*. TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS, LIMA, PERÚ.

RIVVA, L. E. (2010). *CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA* (Vol. I). LIMA, Mexico: ICG.

ROJAS, L. J. (2015). *ESTUDIO EXPERIMENTAL PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO DE $F'c=210$ KG/CM² ADICIONANDO UN PORCENTAJE DE VIDRIO SÒDICO CÁLCICO*. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL, UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, PERU.

- SALAZAR, C., & DEL CASTILLO, S. (2017). *FUNDAMENTOS BASICOS DE ESTADISTICA*. ECUADOR: Quito: sin editorial. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13720>
- SILVESTRE, G. A. (2017). *ANÁLISIS DE MEZCLAS DE CONCRETO CON PROPORCIONES DE VIDRIO MOLIDO, TAMIZADO Y GRANULAR COMO ADITIVO A FIN DE AUMENTAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN*. TESIS PARA OPTAR EL TITULO, UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA, COLOMBIA.
- SUMARI, R. J. (2016). *Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento Portland Tipo I*. UNIVERSIDAD DE LIMA, LIMA. PERU: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5379>
- TERREROS, R. L., & CARVAJAL, C. I. (2016). *ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL ADICIONANDO FIBRA DE CÁÑAMO*. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, Bogota, COLOMBIA.
- VASQUEZ, D. A. (2019). *INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, TRUJILLO 2019*. Tesis para optar el título profesional, UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, LA LIBERTAD, TRUJILLO.
- WALHOFF, T. G. (2017). *INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO Y COSTOS DE FABRICACIÓN, COMPARADO CON EL CONCRETO CONVENCIONAL, BARRANCA -2016*. Tesis para optar el titulo, UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO, Huaraz , Peru.
- ZEÑA, S. J. (2016). *RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS CON EPÓXICOS ADHERENTES*. TESIS PARA OBTENER EL TITULO, UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, LAMBAYEQUE, PERU.

ANEXOS

En las siguientes fotografías se presentan las canteras de los agregados y el desarrollo de la elaboración del proyecto de tesis, donde se realizó todos los ensayos correspondientes al diseño de mezcla de concreto durable $F'c=210\text{Kg/Cm}^2$ con incorporación de vidrio molido a los agregados, en el laboratorio de mecánica de suelos y concreto "LABSUC".

FIGURA 31: Visita a la cantera "ARENERA JAÉN"- Agregado fino



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 32: Visita a la cantera "ARENERA JAÉN"- Agregado Grueso (Piedra chacada de 1/2").



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 33: Cuarteo de muestra del agregado fino - arena fina.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 34: Cuarteo de la muestra del agregado grueso – piedra Chancada de 1/2"



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 35: Peso seco de la muestra del agregado fino para el análisis granulométrico.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 36: Peso seco de la muestra del agregado grueso – piedra Chancada de 1/2" para su análisis granulométrico.



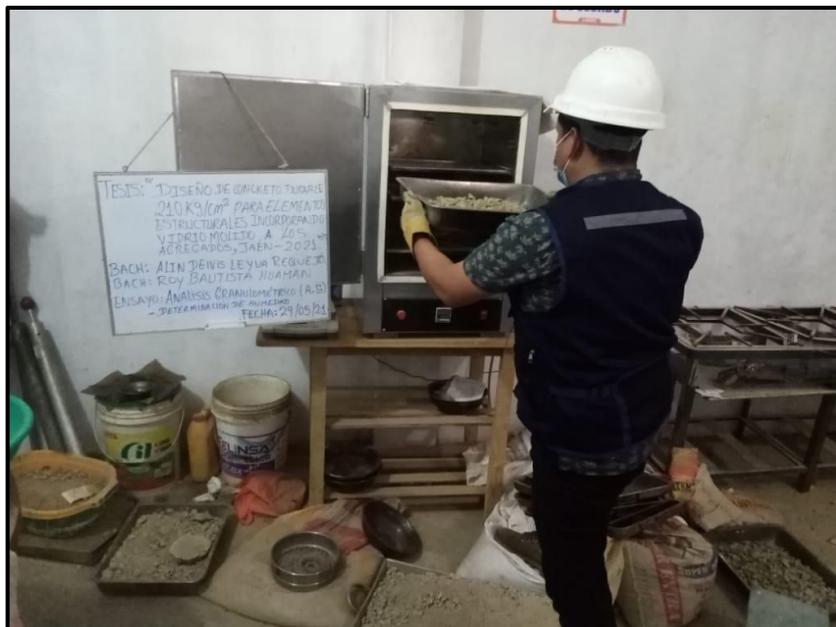
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 37: Secado de la muestra del agregado fino – arena fina en horno.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 38: Secado de muestra del agregado grueso – piedra Chancada de 1/2" en horno.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 39: Compactado de la muestra del agregado grueso – piedra Chancada de 1/2" mediante tres capas, 25 golpes cada capa. Realizado con varilla de acero liso de 5/8" y cuya longitud de 60 Cm.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 40: Peso de la muestra del agregado grueso – piedra Chancada de 1/2" en un molde metálico de una altura 30 cm y un diámetro de 8".



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 41: Análisis granulométrico de la piedra chancada de 1/2" por las mallas normalizadas cumpliendo con la NTP 400.037.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 42: Secado del agregado fino (arena fina) con herramienta manual secadora eléctrica.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 43: Prueba para determinar la humedad superficial



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 44: Realizo el ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino por medio del picnómetro más muestra saturada con superficie seca.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 45: Realizo el ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino por medio del picnómetro más muestra saturada con superficie seca.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 46: Peso del vidrio molido para las distintas mezclas de concreto en proporciones de 5%, 10% y 15% a los agregados.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 47: Preparación del concreto del concreto patrón y las distintas mezclas con adición de vidrio molido a los agregados, realizado mediante un equipo mezcladora de concreto.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 48: Se realiza el llenado de las probetas en tres capas con su respectivo varillado del concreto convencional y las distintas mezclas con adición 5%, 10% y 15% de vidrio molido a los agregados.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 49: Se observa la ejecución del ensayo Slump en mezclas de concreto convencional y en las distintas proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido a los agregados.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 50: Se aprecia el enrazado de las probetas de la mezcla de concreto convencional y distintas proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido a los agregados.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 51: Elaboración de probetas de concreto patrón, y las probetas con proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 52: Curado de las probetas de concreto patrón y probetas con distintas proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 53: Rotura de las probetas de concreto patrón y probetas con distintas proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido, mediante el ensayo a la compresión con equipo compresora eléctrica.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 54: Resultado del ensayo a la compresión de la muestra de concreto patrón y muestras con distintas proporciones de 5%, 10% y 15% de vidrio molido.



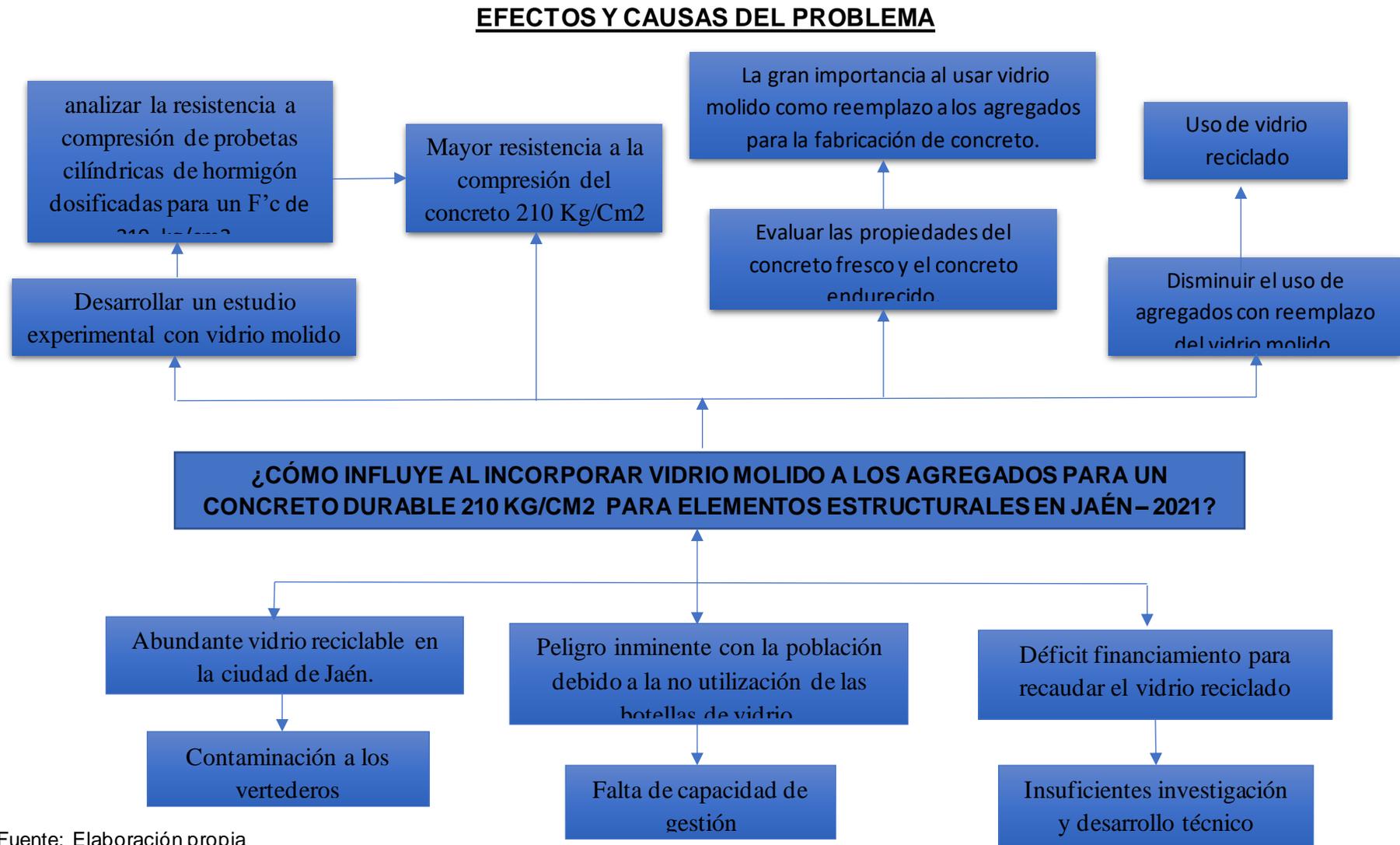
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°33: Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES		METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Tipo de Investigación
¿Cómo podemos incorporar vidrio molido a los agregados para lograr un concreto durable 210 kg/cm ² para elementos estructurales en Jaén – 2021.?	Determinar la incorporación de vidrio molido en los agregados para un concreto durable 210 kg/cm ² en elementos estructurales en Jaén – 2021.	Al diseñar concreto durable 210kg/cm ² para elementos estructurales incorporando vidrio molido a los agregados aumenta a la resistencia a la compresión del concreto.	VARIABLE INDEPENDIENTE Diseño de Concreto Durable 210 kg/cm ²	Ensayo en estado fresco del Concreto	Enfoque de investigación: cuantitativo Diseño de investigación: Experimental.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		Ensayo en estado endurecido del Concreto		Tipo de investigación: Aplicada Población: probetas de concreto f'c 210 kg/cm^{2} a las cuales se les incorporara vidrio molido.
¿Cómo podemos diseñar mezclas de concreto adicionando vidrio molido a los agregados en proporción 5%, 10% y 15% comparando con el concreto convencional 210 kg/cm ² en Jaén – 2021?	Diseñar mezclas de concreto adicionando vidrio molido al agregado en proporción del 5%, 10% y 15%, comparando con el concreto convencional 210 kg/cm ² .	La incorporación de vidrio molido en porcentajes 5%,10% y 15% al agregado afecta considerablemente la resistencia del concreto convencional 210 kg/cm ² .	VARIABLE DEPENDIENTE Vidrio Molido	Adición de 5%, 10% y 15% de vidrio molido	Muestra: 48 probetas de concreto f'c=210Kg/Cm ² con adición de vidrio molido en diferentes porcentajes. Muestreo: No probabilística
¿Cómo podemos establecer las propiedades del concreto fresco y el concreto endurecido de importancia al usar vidrio molido a los agregados para la fabricación de concreto?	Establecer las propiedades del concreto fresco y el concreto endurecido de importancia al usar vidrio molido al agregado para la fabricación de concreto.	las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido se incrementan al usar vidrio molido como adición al agregado para la fabricación de concreto.		Propiedades mecánicas	
¿Cómo podemos determinar un concreto con adición de vidrio molido más económico que el concreto tradicional de F'c=210 kg/cm ² .?	Determinar si el concreto con adición de vidrio molido es más económico que el concreto tradicional F'c=210kg/cm ² .	El concreto con adición de vidrio molido es más económico que el concreto tradicional de F'c=210kg/cm ² .			

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 55: Efectos y causas del problema



Fuente: Elaboración propia