



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio
sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión,
Tarapoto-2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Castre Orbe, Kevin Rafael (ORCID:0000-0003-2916-268X)
López Solís, Cristell Angélica (ORCID: 0000-0001-9580-1780)

ASESOR:

Msc. Paredes Aguilar. Luis (ORCID: 0000-0002-1375-179X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TARAPOTO – PERÚ
2021

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a mis padres por el inmenso sacrificio que hicieron para apoyarme económica y moralmente para poder llegar hasta aquí, a mis hermanos y a mi familia, a mis abuelitos que están en el cielo y sobre todas las cosas a Dios.

Kevin Castre

A Dios fuente de sabiduría y maestro por excelencia, a mis padres porque gracias a sus invalorable enseñanzas y a su ejemplo de trabajo y tenacidad diaria, hacen posible que pueda continuar cumpliendo mi mayor anhelo profesional, a mis abuelos que, gracias a su apoyo moral y material, ayudaron a mi realización profesional, a mis hermanos por su cariño y compañía que me confortan para seguir adelante.

Cristell López

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, la salud y a mi familia, agradezco a mis padres por inculcarme valores para ser una persona de bien, agradezco a mis docentes por el conocimiento que eh adquirido por parte de ellos, agradezco a la universidad cesar vallejo por ayudar a muchos jóvenes a logras sus sueños.

Kevin Castre

Agradezco a la Universidad César Vallejo por brindarnos la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias e ir formando en nosotros profesionales emprendedores, con valores, con sentido humanista y ética. Así mismo agradezco a nuestros docentes por su vocación de servicio al trabajo educativo con el que nos llenaron de muchos saberes necesarios y fundamentales para nuestro futuro como profesional. A todos ellos mi mayor admiración.

Cristell López

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	01
II. MARCO TEÓRICO	04
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variable y operacionalización	11
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimiento.....	16
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Esquema de la investigación	11
TABLA 2: Población y muestra	13
TABLA 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
TABLA 4: Propiedades físicas del vidrio sódico-cálcico.....	21
TABLA 5: Propiedades químicas del vidrio sódico-cálcico	21
TABLA 6: Características del agregado fino	22
TABLA 7: Características del agregado grueso.....	22
TABLA 8: Resultados de ensayo a compresión a las probetas de concreto.....	23
TABLA 9: Diseño óptimo de mezcla del concreto patrón y del concreto óptimo (con 20% de vidrio sódico-cálcico triturado)	24
TABLA 10: Comparación económica entre el concreto patrón y el concreto óptimo (con 20% de vidrio sódico-cálcico)	25

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

GRÁFICO 1: Comparación de las resistencias a compresión del concreto patrón, concreto con 10%, 20% y 30% de vidrio sódico-cálcico. A los 7,14 y 28 días de curado.....	26
GRÁFICO 2: Comparación de la potenciación de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto óptimo a los 7, 14 y 28 días.	26
GRÁFICO 3: Comparación de los costos del concreto patrón y los concreto con vidrio sódico-cálcico al 10%, 20% y 30%.....	27
GRÁFICO 4: Comparación económica entre el concreto patrón (0% de vidrio sódico-cálcico) y el concreto óptimo (20% de vidrio sódico-cálcico).....	27
GRÁFICO 5: Validación de la hipótesis mediante el programa Excel del concreto a los 28 días de curado, tanto el concreto patrón y con la adición de vidrio sódico cálcico al 10%, 20% y 30%.....	28
FIGURA 1: Lavado del agregado fino pasando por el tamiz N°200 para eliminar los limos y arcillas.....	56
FIGURA 2: Granulometría del agregado fino	56
FIGURA 3: Prueba con el cono de arena y el pistón	56
FIGURA 4: Comprobando que el agregado fino alcanzó su humedad óptima	56
FIGURA 5: Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino	57
FIGURA 6: Ensayo de peso unitario varillado del agregado fino.....	57
FIGURA 7: Granulometría del agregado grueso	57
FIGURA 8: Pesando lo que se retenía en cada tamiz de la granulometría del agregado grueso	57
FIGURA 9: Secado superficial del agregado grueso	58
FIGURA 10: Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso	58
FIGURA 11: Peso unitario suelto del agregado grueso.....	58
FIGURA 12: Peso unitario varillado del agregado grueso	58
FIGURA 13: Recolección de las botellas de vidrio sódico-cálcico.....	59
FIGURA 14: Limpieza de las botellas de vidrio sódico-cálcico.....	59
FIGURA 15: Triturado de las botellas de vidrio sódico-cálcico en la máquina de abrasión de los ángeles.....	59
FIGURA 16: Juntado del vidrio sódico-cálcico triturado con todos los EPP	59
FIGURA 17: Granulometría del vidrio sódico-cálcico	60
FIGURA 18: Vidrio sódico-cálcico retenido en el tamiz N°4	60
FIGURA 19: Realizando ensayos para conocer algunas características del vidrio sódico-cálcico	60
FIGURA 20: Preparando los componentes del concreto para realizar las mezclas.	60

FIGURA 21: Mezclando los componentes del concreto	61
FIGURA 22: Añadiendo vidrio sódico-cálcico a la mezcla de concreto	61
FIGURA 23: Verificando la temperatura del concreto.....	61
FIGURA 24: Verificando el asentamiento Slump.....	61
FIGURA 25: Chuseado con la varilla de acero en el moldeado de probetas de concreto.....	62
FIGURA 26: Golpeando con el martillo de goma los moldes de concreto durante el proceso de moldeado de probetas.....	62
FIGURA 27: Ruptura de probetas a compresión	62
FIGURA 28: Ruptura de probetas a compresión a los 28 días.....	62
FIGURA 29: Equipo de trabajo utilizando los EPP	63

RESUMEN

La presente investigación titulada “Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021” tiene como objetivo general determinar si es posible mejorar la resistencia a compresión del concreto aplicando vidrio sódico-cálcico triturado al concreto simple en reemplazo del agregado fino, esta investigación es experimental dado que se manipula la variable independiente: mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado y se analiza cómo afecta a la variable dependiente: mejorar la resistencia a la compresión. El tipo de investigación que se realizó es cuantitativo y experimental. La muestra correspondió a 36 probetas cilíndricas de dimensiones 15cm x30cm considerando 9 probetas por cada diseño (0%, 10%, 20%, 30%); así mismo se utilizaron técnicas e instrumentos para la recolección de datos respectivamente como: la observación, fichas de registros y formatos estandarizados; el procedimiento fue desarrollado por etapas tanto de gabinete para la sistematización de información y datos, como de campo para realizar los ensayos respectivos en laboratorio. En conclusión, después de realizados todos los ensayos se obtuvo que el concreto con 20% de vidrio sódico-cálcico en reemplazo del agregado fino es el que optimiza su resistencia a la compresión.

Palabras clave: Concreto, Vidrio, Compresión.

ABSTRACT

The present investigation entitled "Optimization of a simple concrete mixture using crushed sodium-calcium glass to improve its resistance to compression, Tarapoto-2021" has as a general objective to determine if it is possible to improve the compressive strength of concrete by applying sodium-calcium glass crushed to simple concrete to replace fine aggregate, this research is experimental since the independent variable is manipulated: simple concrete mixture using crushed sodium-calcium glass and it is analyzed how it affects the dependent variable: improve compressive strength. The type of research that was carried out is quantitative and experimental. The sample corresponded to 36 cylindrical specimens of dimensions 15cm x30cm considering 9 specimens for each design (0%, 10%, 20%, 30%); Likewise, techniques and instruments were used for data collection, respectively, such as: observation, record sheets and standardized formats; The procedure was developed in stages both in the office for the systematization of information and data, and in the field to carry out the respective tests in the laboratory. In conclusion, after conducting all the tests, it was found that concrete with 20% sodium-calcium glass replacing fine aggregate is the one that optimizes its resistance to compression.

Keywords: Concrete, Glass, Compression.

I. INTRODUCCIÓN

En la **realidad problemática**, se expone ámbito internacional, en la actualidad se han realizado diversas investigaciones para lograr aprovechar diversos materiales alternativos en la fabricación de mezclas de concreto para poder tener otras alternativas a la gran demanda de producción de concreto que genera un gran consumo de agregados que al extraerse causan daños en el ecosistema del lugar que rodea esos sitios de extracción. Anteriormente se han realizado estudios donde se ha permitido analizar el efecto que produce en las mezclas de concreto adicionar distintos materiales que eran desechados para lograr mejorar las propiedades del concreto, lo cual resulta conveniente si hablamos del presupuesto. (García, 2020). Por otro lado, en el ámbito nacional, actualmente en nuestro país, la población está seriamente perjudicando a nuestro medio ambiente, la problemática de arrojar los residuos en cualquier lugar sigue creciendo ya que gran porcentaje de la sociedad utiliza lugares o espacios no apropiados para arrojar la basura, entre estos desperdicios que contaminan el medio ambiente se encuentra el vidrio sódico cálcico que ocupa el 9% de los desperdicios, este vidrio es el más común utilizándose para la fabricación de botellas, lentes, ventanas, etc., este problema ocasiona incomodidad en las personas ya que frecuentemente se utiliza el cauce de los ríos y a su vez las orillas como botaderos ilícitos arrojando material de desperdicio y generando gran contaminación ambiental. Ante esta situación se propuso realizar proyectos que promuevan reutilizar el vidrio sódico cálcico y poder darle un nuevo uso que acceda a tener beneficios del mismo y de esta manera atenuar el impacto negativo hacia nuestro ambiente. (Rojas, 2015). En el ámbito local, en las industrias y fabricas que procesan materias primas, cuyo proceso es ineficiente y por lo cual quedan residuos de cualquier tipo de material como es el caso del vidrio sódico calcio, que es materia de desperdicio proveniente de las botellas de vidrio, ventanas, entre otros, siendo todo esto un problema ambiental. Dichos desperdicios excedentes contienen propiedades que mejoran las condiciones de resistencia del concreto, y no tiene costo alguno de adquisición. (López, Del Águila, 2020). Luego de haber revisado estos antecedentes y viendo la necesidad de realizar un proyecto con respecto a la utilización del vidrio sódico-cálcico se realizó la siguiente **formulación del**

problema ¿Es posible mejorar la resistencia a la compresión del concreto simple aplicando vidrio sódico-cálcico triturado en la mezcla en reemplazo del agregado fino?, se obtuvo los siguientes **problemas específicos**. ¿Cuáles son las propiedades físicas y la composición química del vidrio sódico-cálcico?, ¿Cuáles son las características de los agregados que componen la mezcla de concreto simple?, ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto simple y de los concretos con aplicación de vidrio sódico-cálcico triturado al 0% 10%, 20% y 30%?, ¿Cuál es el óptimo diseño de mezcla de concreto simple con la aplicación de vidrio sódico-cálcico triturado para elevar su resistencia a la compresión?, ¿Cuál es la diferencia de costos entre un concreto convencional y un concreto reforzado con vidrio sódico-cálcico triturado? Para la investigación se presentó la **justificación teórica** que con el estudio se buscó una nueva opción económica y eco amigable que sirve para mejorar la resistencia a la compresión del concreto, en este caso con la adición de vidrio sódico-cálcico triturado. Además, se basó en el Reglamento Nacional De Edificaciones, Norma E-060 Concreto Armado, donde se especifica las exigencias que se deben cumplir para la elaboración de estructuras de concreto armado, pre esforzado y simple; como **justificación práctica** este proyecto buscó aumentar la resistencia a compresión del concreto para mejorar las condiciones estructurales de las edificaciones y a la vez optimizar las mezclas de concreto, también dio aportes científicos que pueden servir como base a futuras investigaciones sobre la utilización del vidrio sódico-cálcico en mezclas de concreto simple; la **justificación por conveniencia** de este proyecto es que se desarrolló por la necesidad de brindar nuevas ideas para que las construcciones sean más seguras ante fallas por compresión pero sin generar mayor gasto, dado que se utilizó vidrio sódico-cálcico que es comúnmente desechado en las botellas de bebidas, pero que si lo combinamos en el concreto podemos darle un nuevo uso ya que gracias a sus propiedades químicas resultan favorables en la creación de una mezcla de concreto simple; como **justificación social** se orientó a la concientización del cuidado del medio ambiente, tratando de convencer a la población sobre el reciclaje del cristal sódico-cálcico como aditivo sustituyendo parcialmente al agregado fino, así como también se brindó información a constructores e ingenieros para apostar

por este nuevo método de construcción que mejora las condiciones del concreto dándole mayor resistencia y optimizando la mezcla; por último la **justificación metodológica** en este proyecto de investigación se recurrió a diversos aportes científicos como artículos y tesis para utilizarlos como respaldo de la investigación, en la parte técnica se hizo uso de un laboratorio para realizar los análisis de las muestras y comparar las resistencias a la compresión del concreto simple y del concreto con vidrio sódico-cálcico triturado en remplazo del agregado fino al 10% 20% y 30%. Con respecto al **objetivo general** determinar si es posible mejorar la resistencia a compresión del concreto aplicando vidrio sódico-cálcico triturado al concreto simple en reemplazo del agregado fino. A fin de lograr cumplir lo que se pretende se plantea los siguientes **objetivos específicos** Identificar las propiedades físicas y la composición química del vidrio sódico-cálcico mediante la investigación bibliográfica, conocer las características de los agregados finos y gruesos en una mezcla de concreto, comparar la resistencia a compresión del concreto simple y de los concretos con aplicación de vidrio sódico-cálcico triturado al 0%, 10%, 20% y 30%, establecer el óptimo diseño de mezcla de concreto simple con aplicación de vidrio sódico-cálcico triturado para elevar su resistencia a la compresión, comparar el costo un concreto convencional de un concreto reforzado con vidrio sódico-cálcico triturado, Finalmente se presenta la **Hipótesis general** con la aplicación de vidrio sódico-cálcico triturado en reemplazo del agregado fino se mejorará la resistencia a compresión del concreto simple. A su vez se presenta las siguientes **Hipótesis específicas** La investigación bibliográfica permitirá conocer las propiedades físicas y la composición química del vidrio sódico-cálcico. Los ensayos realizados permitirán conocer las características de los agregados. La resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ se potenciará mediante la adición de vidrio sódico-cálcico al 10%, 20% y 30%. El óptimo diseño de la mezcla adicionando vidrio sódico-cálcico triturado potenciará la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. El concreto reforzado con vidrio sódico-cálcico triturado es más económico en comparación con el concreto convencional.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales según: Silvestre A. (2017) En su trabajo de investigación. *Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón.* (Tesis de pregrado). Universidad Libre Seccional Pereira. Colombia. Concluyó: tal como se había planteado en la hipótesis de la investigación, las muestras con incorporación de vidrio triturado superaban en resistencia a los especímenes sin incorporación de vidrio, de esta manera se observó que el diseño óptimo de la mezcla en cuanto a resistencia es cuando se añade 5% en peso de vidrio, por otro lado, se concluye que todas las muestras con vidrio molido tienden a incrementar ligeramente su peso, la cual no es proporcional a su resistencia. Según Peñafiel D. (2016) En su trabajo de investigación *Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino.* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. Culminó: El vidrio molido cumple con los parámetros para la granulometría establecidos en la norma INEM 872, se obtuvo un módulo de fineza de 3.226 inferior al de las arenas gruesas. Por otro lado, se observó que mejora la trabajabilidad del concreto cuando se agrega vidrio triturado, esto sucede gracias a la impermeabilidad del material, pero cuando se agrega demasiado vidrio esto produce un asentamiento que excede los límites debido a la segregación del agua no absorbida. En cuanto al diseño óptimo del hormigón, corresponde al que se agrega 40% de vidrio triturado en sustitución del agregado fino, de tal modo que éste brinda mayores resistencias a partir del día 14. Según Correa D. y Sarraff M. (2016) En su proyecto de investigación *Sustitución parcial del agregado fino por vidrio para la elaboración de hormigón.* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Santo Domingo, República Dominicana. Concluyó: todas las probetas que fueron sometidas a ensayos de compresión cuyo diseño fueron con la incorporación del vidrio molido, arrojaron resultados por debajo de lo esperado, para el concreto de 175 kg/cm² se obtuvo un resultado del 87% de la resistencia esperada, pero para concretos de 220, 280 kg/cm², la pérdida de resistencia fue menos a la de 175 kg/cm², de esta manera se deduce que, a mayor incorporación de vidrio, menor será la pérdida

de resistencia. **Como antecedentes nacionales** se tiene según: León D. y Rázuri D. (2020) En su trabajo de investigación *Resistencia a la compresión de un concreto agregando vidrio reciclado finamente molido*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. Concluyó: El vidrio triturado es un material que cumple con los requisitos estipulados por la ASTM C33, teniendo un módulo de fineza equivalente a 3.26, lo que significa que se puede emplear en la elaboración de concreto. También queda evidenciado que la hipótesis es cierta, ya que reemplazando vidrio molido por la arena se obtiene mayor resistencia a compresión y de esta manera se contribuye al medio ambiente, porque se fomenta el reciclaje del vidrio. Según: Chávez A. (2019) En su investigación *Influencia del tamaño de vidrio molido en la resistencia a compresión del concreto, Trujillo 2019*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú. Concluyó: se analizó la reacción del concreto a compresión y se obtuvo un resultado favorable con vidrio triturado del tamaño de la malla N°8 reemplazando el 60% del agregado fino. Según Huamán A. (2015) En su investigación *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. Concluyó lo siguiente: Es considerable el crecimiento de la resistencia a compresión, obteniendo resultados favorables con un límite de 24.19% de incremento del esfuerzo a compresión con respecto al concreto estándar a los 07 días y 30.74% de incremento a los 28 días. Como se indicó, los valores corresponden a la muestra con mayor porcentaje de fibra de vidrio (0.50% de fibra), y por el otro lado tenemos un máximo de 25.52% de incremento de la capacidad de resistir esfuerzos de compresión respecto de la muestra estándar a los 7 días y 36.20% de incremento a los 28 días. Es decir, que la incorporación de partículas de vidrio es fundamental para el incremento de estas resistencias. Según Torres L. (2020) En su investigación *Adición del vidrio molido reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural $f'c=210$ kg/cm² – 2020* (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Callao, Perú. Culmino que la incorporación de vidrio molido en el concreto mejora la trabajabilidad y las características mecánicas, siendo está la resistencia a la compresión, obteniendo una mayor resistencia al 3% de vidrio triturado en reemplazo parcial de la arena ya que muy aparte de mejorar su resistencia le

da una mejor trabajabilidad a comparación del concreto con 5% de vidrio. Conforme Rivera A. (2018) En su investigación *Diseño del concreto de $f'c= 210$ kg/cm² con vidrio molido (sódico cálcico) como reemplazo del agregado fino, para mejorar la resistencia a la compresión*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Lima, Perú. culminó que adicionando vidrio molido en una mezcla de concreto mayor al 35% se disminuye los costos por m³ con respecto al concreto convencional, pero disminuye la capacidad de resistir a esfuerzos por compresión, en cambio adicionando solo el 25% de vidrio molido en la mezcla se obtiene mejores resultados a la compresión, aunque no resulta muy trabajable. **Como antecedentes regionales.** Según García M. (2020) En su estudio *Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto en comparación del concreto convencional, Tarapoto-2020* (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Perú. Tarapoto, Perú. Culminó que el concreto con 5% de vidrio resulta óptimo ya que potencia su resistencia al 286.69 kg/cm² diferenciándose en 15.15 kg/cm² del concreto patrón que obtuvo 271.54 Kg/cm², cabe mencionar que todos estos resultados se obtuvieron a los 28 días de curado y que al aumentar al 10% y al 15% el vidrio en la mezcla estos bajaron su resistencia significativamente. Conforme Paredes A. (2019) En su proyecto *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de vidrio reciclado molido*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. Culminó: se obtuvo los resultados finales a los 28 días del curado, de esta manera se procedió con el ensayo de compresión, teniendo resultados favorables, el concreto patrón con 213.34 kg/cm², con el 15% de cristal triturado en sustitución parcial de la arena se obtuvo 252.42 kg/cm², con 20% de incorporación 228.20 kg/cm², finalmente con 25% 217.60 kg/cm², es por ello que se concluye observando que a mayor incorporación de vidrio, la curva de resistencia va disminuyendo aproximándose al concreto patrón. Según Bazán L. y Rojas. (2018) En su estudio *Comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210$ kg/cm² para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Moyobamba, Perú. Culminó que la mejor resistencia incorporando vidrio en una muestra de $f'c = 210$ kg/cm² se produce cuando se agrega el 17.65% de vidrio reutilizado sustituyendo parcialmente a la arena

gruesa, finalmente se tiene que la dosificación óptima para la mezcla es de 1 p³ de cemento, 1.64 p³ de arena, 2.71 p³ de piedra, 24.30 L/p³ de agua y 0.35 p³ de vidrio reciclado. Además, se comprobó que con la adición del 15% de vidrio se aumenta un 4.11 kg/cm² los esfuerzos a compresión. **Teorías relacionadas** a la variable independiente cuantitativa: Diseño de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado. Según **Definición conceptual**. Según Harmsen T. (2005). El concreto está compuesto de cemento, piedra chanca, arena y agua. El cemento, el agua y la arena forman la pasta que es la encargada de unir las diversas partículas de la piedra saturando de esta manera los vacíos entre ellas. Para obtener un buen concreto no solo basta contar con materiales de buena calidad combinados en cantidades correctas. Es importante tener en cuenta aspectos como el proceso de mezclado, transporte, colocación o vaciado y curado. **Definición operacional**. Para la fabricación del diseño de concreto se empleará el vidrio sódico-cálcico triturado en proporciones de 10%, 20% y 30% para posteriormente proceder a la elaboración de las probetas. Según García B. 2017. La adición de fibras al concreto, es un método que se ha venido practicando desde hace mucho tiempo, que con el paso del tiempo ha ido obteniendo mayor importancia ya que gracias a características de diversos materiales que pueden ser usados como aditivos brindando mejores propiedades mecánicas al concreto se ha conseguido mitigar el impacto al ambiente que causa la extracción de los agregados y del mismo modo disminuir el costo del concreto. **Dimensiones:** Propiedades físicas y químicas del vidrio sódico-cálcico, propiedades físicas y químicas de los componentes del concreto, proporción óptima del vidrio sódico-cálcico para el diseño. Según Rojas J. (2015). El vidrio al ser triturado cumple con los parámetros establecidos para los agregados finos lo que significa que se puede sustituir parcialmente la arena por vidrio triturado, y está compuesta básicamente por la sílice, así como también el sodio, el potasio, magnesio, calcio y aluminio, generalmente estas mezclas de componentes se encuentran en las botellas de vidrio. Según Pacheco M. (2017). El cemento es un aglomerante con propiedades de adherencia y cohesión, dichas propiedades son las encargadas de actuar con los agregados minerales formando un solo elemento con nuevas características, pero esto no se podría realizar sin la

presencia del agua, porque esta es la encargada de hacer reaccionar químicamente al cemento, dándole trabajabilidad. **Indicadores:** granulometría, composición química, contenido de humedad, peso específico, peso unitario, diseño de mezcla para concreto 210 kg/cm², con 0%, 10%, 20%, y 30% de vidrio sódico-cálcico. Según Osorio J. (2018). Las proporciones adecuadas para los componentes del concreto que cumplan con las expectativas que se requiere, se logran mediante el estudio de los materiales que van a componer el concreto, dentro de las cuales está las granulometrías, peso específico, peso unitario y contenido de humedad de los agregados finos y gruesos, posterior a ello se procede con los cálculos para realizar el diseño de mezcla que finalmente será sometida a prueba de compresión arrojando datos que podrían ser favorable o negativos, de esta manera se analizarán los datos para saber si el diseño es el correcto o falta mejorar. **Variable dependiente cuantitativa:** mejorar la resistencia a la compresión. Según Riva (1998). La resistencia a compresión es la carga que puede soportar una probeta sin quebrarse, este resultado se obtiene dividiendo la carga que se está sometiendo la probeta entre la sección de la misma, el dato arrojado tiene la unidad de kg/cm², de tal manera que estos datos son usados como parámetros de calidad. **Definición operacional:** se empleará vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar la resistencia a compresión del concreto. Según Rojas J. (2015). Se realizó el proyecto de investigación con el fin de crear un concreto que sea resistente y económico, añadiendo materiales que sean de fácil obtención y bajo costo, de esta manera se adicionó el vidrio sódico cálcico, que es el vidrio que encontramos a diario en las calles, este vidrio contiene sílice que brinda mayor resistencia al concreto. **Dimensiones:** resistencia a la compresión con la adición del 0%, 10%, 20% y 30% de vidrio sódico cálcico, comparación de costos entre un concreto convencional y uno reforzado con vidrio sódico cálcico. Según Rojas J. (2015). Concluye en su tesis que, los resultados obtenidos no cumplen con lo que se esperaba, es por eso que deduce que se debió incrementar el porcentaje del vidrio en el diseño, ya que solo se utilizaron porcentajes inferiores al 10%. **Indicadores:** ruptura de las probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días, metrados y costo unitario. Según Rioja J. (2017). Los metrados son cantidades numéricas obtenidas mediante la medición y lectura

de los planos de obra, el costo unitario está definida por la suma de la mano de obra, herramientas y materiales a emplearse.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El diseño de una investigación sirve para poder organizar y conformar un esqueleto de la investigación para poder llegar a las respuestas de las preguntas de un estudio. Es decir, señala la forma de estimar y formular un problema de investigación y darle forma elaborando una estructura que sirva de guía para realizar la experimentación. (Kerlinger, 2002) La investigación presenta un enfoque cuantitativo, ya que sigue una secuencia y es demostrativo también se basó en recolectar datos para comprobar si son ciertas o no las hipótesis en función al control numérico y a los análisis estadísticos, de esta manera se establecieron modelos de comportamiento y se comprobaron las teorías. El tipo de estudio que se le atribuye a la investigación es experimental, porque se manipuló la variable independiente (mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado); para posteriormente realizar un análisis de cómo afecta a la variable dependiente. (Mejorar la resistencia a la compresión). En otras palabras, se manipuló la variable independiente y observó si la dependiente tiende a variar o no. Además, el siguiente estudio corresponde a una investigación tipo aplicada, pues se basó en investigaciones ya aplicadas en donde se propone mejorar la resistencia a la compresión del concreto simple con la aplicación de vidrio sódico-cálcico triturado a la mezcla.

La representación del experimento y la relación de sus variables.

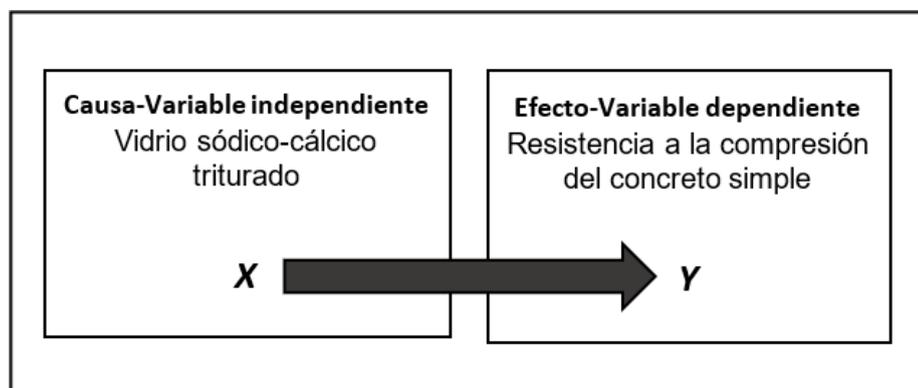


TABLA 1: Esquema de diseño para la investigación

GE (1):	X1 (10%)	O1 _(7d)	X1 (10%)	O2 _(14d)	X1 (10%)	O3 _(28d)
GE (2):	X2 (20%)	O1 _(7d)	X2 (20%)	O2 _(14d)	X2 (20%)	O3 _(28d)
GE (3):	X3 (30%)	O1 _(7d)	X3 (30%)	O2 _(14d)	X3 (30%)	O3 _(28d)
GC (4):	mezcla de concreto simple sin adición de vidrio sódico-cálcico triturado (0%)	O1 _(7d)	mezcla de concreto simple sin adición de vidrio sódico-cálcico triturado (0%)	O2 _(14d)	mezcla de concreto simple sin adición de vidrio sódico-cálcico triturado (0%)	O3 _(28d)

Fuente: Elaboración propia de los tesistas.

La tabla 1 muestra el diseño experimental para la mezcla de concreto simple, donde:

GE: Grupo experimental con adición de vidrio sódico-cálcico triturado

GC: Grupo de control (mezcla de concreto simple sin adición de vidrio sódico-cálcico triturado)

X1: (mezcla de concreto simple con adición al 10% vidrio sódico-cálcico triturado)

X2: (mezcla de concreto simple con adición al 20% vidrio sódico-cálcico triturado)

X3: (mezcla de concreto simple con adición al 30% vidrio sódico-cálcico triturado)

O1, O2, O3: Observación (7 días, 14 días y 28 días)

3.2. Variable y operacionalización

- Variable independiente: Mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado. En cuanto a la operacionalización de variables se encuentra la **definición conceptual** según Portugal (2007). Hoy en día el concreto ha sido definido como una mezcla de 5 elementos las cuales son cemento, arena, piedra, agua y aditivos opcionalmente, estos componentes son los encargados de que se obtenga una pasta homogénea que al secar tiene las características

de una roca. De tal manera la **definición operacional** según Portugal (2007) señala que para el diseño óptimo que se pretende conseguir, se empleará vidrio triturado en proporciones de 10%, 20% y 30% en reemplazo parcial de la arena. Para ello se ha planteado establecer **dimensiones** para esclarecer el objetivo de estudio, entre ellos: **a)** Características físicas y químicas del vidrio, **b)** Propiedades físicas y químicas de los componentes del concreto, **c)** Proporción óptima del vidrio molido para el diseño. Seguidamente se procedió con los **indicadores** los cuales sirven de herramientas para lograr las dimensiones, para eso se plantearon estudios como: Granulometría, composición química, cantidad de humedad, peso específico, peso unitario, diseño de mezcla para concreto 210 kg/cm², con 0%, 10%, 20% y 30% de vidrio sódico cálcico. Finalmente, la **escala de medición** será de Intervalo.

- Variable dependiente: Mejorar la resistencia a compresión del concreto simple. Como **definición conceptual** tenemos según Lujan (2015) la resistencia a compresión se calcula fracturando muestras cilíndricas de concreto en una máquina de ensayo para compresión. Se obtiene dividiendo la fuerza que se aplica entre el área de la sección. Posteriormente se elaboró la **definición Operacional** según Lujan (2015) donde se menciona que se adicionará vidrio sódico-cálcico triturado para aumentar la resistencia a la compresión del concreto. Seguidamente se tiene las **dimensiones** de la variable dependiente las cuales son: **a)** Resistencia a compresión con la adición del 0%, 10%, 20% y 30% de vidrio sódico-cálcico, **b)** Comparación de costos entre un concreto patrón y uno reforzado con vidrio sódico-cálcico. Se continuó con los **indicadores** que son las roturas de las probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días, los metrados y los costos unitarios. Para concluir la **escala de medición** para esta variable también será de Intervalo.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

Grupo formado por personas u objetos con características comunes de los que se pretende conocer algo con ayuda de una investigación, se delimita según la problemática y objetivos de estudio (Arias, 2006, p.81)

En nuestro proyecto la población fue el concreto normal de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en el cual se incorporó el vidrio sódico cálcico triturado.

Muestra

Es un grupo pequeño dentro del universo donde se realizará el proyecto, la muestra cumple la función de ser una parte representativa del total. (López, 2004, p.07)

TABLA 2: Población y muestra

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROBETAS PATRÓN Y PROBETAS CON ADICIÓN DE VIDRIO SÓDICO – CÁLCICO TRITURADO					
EDADES	PATRÓN	10%	20%	30%	SUBTOTAL
7 días	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	12 unidades
14 días	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	12 unidades
28 días	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	12 unidades
			TOTAL		36 unidades

Fuente: Elaboración propia del tesista

La muestra fue de 36 probetas de dimensiones 15cm x30cm donde se consideró 9 probetas por cada diseño (0%, 10%, 20%, 30%), cuyos elementos fueron puestos a pruebas de compresión, analizados a 7, 14, y 28 días de su elaboración, para el diseño de las probetas se tomó como base la norma NTP 339.034, asimismo el vidrio molido es el agregado que reemplazó la arena en diferentes porcentajes.

Muestreo

El muestreo aplicado fue no probabilístico ya que los investigadores decidieron la cantidad de muestra, siendo esta representativa y realizando una selección según criterios propios.

Unidad de análisis:

Cada probeta de concreto con adición de vidrio sódico-cálcico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Es la agrupación de procedimientos y métodos utilizados con el fin de obtener información pertinente a los objetivos de la investigación, estas técnicas son usadas durante un proceso de investigación. (Arias, 2006, p.376)

Esta investigación tomó como técnica las pruebas estandarizadas basándose en las normas ACI, NTP y ASTM para realizar los ensayos al concreto, además se utilizó la observación para el análisis, control y evaluación del proceso y resultados.

Instrumento

Son los medios materiales o recursos que permiten medir o cuantificar la información para explicar, especificar y organizar la información del problema a investigar. (Bavaresco, 2006, p.96)

Los instrumentos que se utilizaron para analizar las variables de estudio fueron estudiados en el laboratorio JHCD CONTRATISTAS SAC utilizando formatos establecidos en función a las normas ACI, NTP, ASTM. Se utilizó las fichas de registro para plasmar los datos ganados.

TABLA 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos	Instrumentos	Fuente
Ensayo de contenido de humedad.	Ficha de registro	ASTM D – 2216
Ensayo de granulometría.	Ficha de registro	ASTM D - 422
Ensayo de Peso específico y absorción del agregado fino.	Ficha de registro	ASTM C – 127
Ensayo de Peso específico y absorción del agregado grueso.	Ficha de registro	ASTM C – 128
Ensayo de Peso Unitario de los agregados.	Ficha de registro	ASTM C – 29
Ensayo de asentamiento.	Ficha de registro	NTP 339.035
Diseño de mezcla.	Ficha de registro	ACI 211
Ensayo de resistencia a la compresión.	Ficha de registro	NTP 339.034

Fuente: Elaboración propia de los tesistas.

Validez y Confiabilidad

Validez

Es el grado de asertividad y eficacia en el cual un instrumento mide a la variable que se está estudiando. (Hernández, 2014, p.200).

En la investigación los formatos que se emplearon ya se encuentran estandarizados por la NTP, aquellos son: Formato del laboratorio y formato de diseño de mezcla según el ACI.

Confiabilidad

Para hacer confiable un instrumento de medición se debe regir en que su aplicación reiterativa al mismo objeto o sujeto arroje los mismos resultados. (Hernández, 2014, p.200).

Para la presente investigación los equipos que se emplearon en el laboratorio funcionaron adecuadamente y bien calibrados según los parámetros que exige la norma.

3.5. Procedimiento

Dado que se buscó diseñar un concreto simple de $f'c=210$ kg/cm² con adición de vidrio triturado con el fin de mejorar su capacidad a compresión se procedió a realizar los análisis de laboratorio para recopilar datos de las características físicas y químicas de los materiales convencionales y no convencionales que se utilizaron para la fabricación del concreto, por ello se realizó una serie de ensayos como granulometría, contenido de humedad, absorción, peso específico, peso unitario.

Granulometría del agregado fino

Una vez conseguido el material que se empleará como agregado fino (Arena gruesa del Río Cumbaza) se procedió a tamizar el material eliminando todo lo que no pasa de la malla del tamiz 3/8; luego de lo que si paso la malla 3/8 se tomó una muestra de 600 gramos para iniciar el proceso de granulometría, primero se lavó la muestra apoyándonos en el tamiz N°200 para eliminar las arcillas y limos; después secamos lo que quedo de la muestra ya lavada, posteriormente pasamos y zarandeamos la muestra seca por los siguientes tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200; finalmente se pesó lo retenido por cada malla y se realizaron los cálculos requeridos.

Contenido de humedad del agregado fino

Se procedió a tomar un espécimen del agregado fino y pesarlo, luego se secó la muestra y se obtuvo el peso del mismo, posterior a ello se realizaron los cálculos para tener el porcentaje de humedad.

Peso específico y absorción del agregado fino

Se dejó reposando la muestra en agua en un lapso de 24 horas, seguidamente se secó en la estufa, una vez seca la muestra se colocó en el cono de arena el agregado fino en 3 capas dando 8; 8 y 9 golpes respectivamente en cada capa con el pistón, luego se levantó el cono suavemente y se observó que la arena se desmoronó al retirar el cono, lo que indica que la arena alcanzó una condición de superficie seca.

Se colocó 600g de la muestra preparada en dos fiolas (300g en cada una), luego se colocó un poco de agua destilada en las fiolas, después

se agitó las fiolas hasta eliminar las burbujas de aire y posteriormente se colocó un poco más de agua destilada hasta alcanzar la marca de calibración, después se tomó el peso de las fiolas, a continuación, se puso a secar las fiolas en la estufa hasta que salga todo el aire, se dejó reposar y se pesaron. Finalmente se realizaron los cálculos.

Peso unitario del agregado fino

Peso unitario suelto: se puso el material suelto en el recipiente con la ayuda de un cucharón hasta que el material rebose del recipiente, luego se eliminó el material excedente quedando solo lleno al ras del recipiente, luego se registró su peso.

Peso unitario compactado o varillado: se colocó el material en 3 capas en el recipiente dando 25 golpes con la varilla de acero compactadora en cada capa, una vez que se realizó la última capa se enrasó la superficie del recipiente con la varilla, luego se registró su peso.

Finalmente se realizó los cálculos con los resultados obtenidos.

Granulometría del agregado grueso

Una vez conseguido el material que se empleará como agregado grueso (Piedra chancada de $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{2}$ del Río Huallaga) se procedió a uniformizar el material, luego se realizó el cuarteado para reducir el volumen y poder iniciar el proceso de granulometría, primero secamos la muestra, luego pasamos y zarandeamos la muestra seca por los siguientes tamices 3/4, 1/2, 3/8, 4, 8; finalmente se pesó lo retenido en cada malla y se realizaron los cálculos requeridos.

Peso específico y absorción del agregado grueso

Primero se dejó reposando la muestra en agua por 24 horas, para el material saturado en aire se secó con una toalla superficialmente y se pesó, para el material saturado en agua se colocó en una canastilla la muestra y se sumergió en agua para poder pesarlo, para tener el peso del material seco se dejó las muestras en el horno por 24 horas para poder posteriormente pesarlo. Finalmente se realizaron los cálculos.

Peso unitario del agregado grueso

Peso unitario suelto: se adicionó el material suelto en el recipiente con un cucharón hasta que el material rebose del recipiente, luego se eliminó el material excedente quedando solo lleno al ras del recipiente, luego se registró su peso.

Peso unitario compactado o varillado: se colocó el material en 3 capas en el recipiente dando 25 golpes con la varilla de acero compactadora en cada capa, una vez que realizó la última capa se enrasó la superficie del recipiente con la varilla, luego se registró su peso.

Finalmente se realizaron los cálculos con los resultados obtenidos.

Ensayos del vidrio sódico-cálcico

Primero se inició por recolectar botellas de vidrio sódico-cálcico de zonas de contaminación, luego se procedió a lavar las botellas, con las botellas ya limpias se llevó al laboratorio para poder triturarlas con ayuda de la máquina de abrasión de los ángeles, luego se juntó todo lo que se trituró usando todos los equipos de protección personal para evitar cortes o daños a la salud por las partículas del vidrio triturado.

Posteriormente se procedió a realizar la granulometría de forma similar a lo realizado con el agregado fino.

Teniendo los resultados de los ensayos se comenzó a realizar el diseño de mezcla y a la elaboración de probetas para esto alistamos los moldes y las dosificaciones de cada componente del concreto. Empezamos con el diseño patrón a moldear 9 unidades, posterior a ello incorporamos porcentajes de 10%, 20% y 30% de vidrio sódico-cálcico triturado en remplazo del agregado fino en los 27 moldes cilíndricos restantes.

Elaboración de probetas de concreto

Se inició verificando las dosificaciones de los componentes del concreto, luego se procedió a mezclarlos con ayuda del trompo, luego se verificó la temperatura ambiente y la temperatura del concreto (menor de 35°C), después se realizó la prueba del asentamiento del concreto SLUMP en donde primero se humedeció el cono de Abrams y luego se añadió el concreto dentro en 3 capas dando 25 golpes con la varilla de acero lisa

de 5/8 en cada capa, a continuación, se retira el cono cuidadosamente y se mide el asentamiento del concreto este debió estar entre 4" a 6" para que sea trabajable.

Para el proceso del moldeado se colocó el concreto en los moldes en 3 capas, dándole 25 chuseadas con la varilla de acero lisa de 5/8 y 15 golpes con el martillo alrededor de los moldes. Se dejó secar en los moldes por 24 horas y luego se procedió al desmolde de los testigos de concreto.

Después se sometieron las probetas al curado sumergiéndolas en agua por 7, 14 y 28 días, las muestras fueron puestas a ruptura por compresión de acuerdo sus edades, a fin de determinar su resistencia, su resistencia óptima, también de determinar la mezcla óptima para el concreto con aplicación de cristal sódico-cálcico triturado que cumpla con los parámetros y estándares de calidad. Por último, se realizó un análisis de costos unitarios para comparar precios.

3.6. Método de análisis de datos

En el presente trabajo se tomaron formatos estipulados de acuerdo a las normas, los datos recolectados se pasaron a Microsoft Excel para poder facilitar la sistematización de información, organizar y presentar en cuadros la estadística descriptiva de los resultados. Para obtener las características físicas y químicas de los agregados los ensayos de porcentaje de húmeda, peso específico y granulometría se respaldó en la NTP y el Manual de ensayos de materiales, De igual manera el diseño de mezcla se respaldó en la norma ACI 211 tomando en cuenta la dosificación de mezcla que menciona y empleando los formatos respectivos. Para de esta manera adquirir los datos de la resistencia a compresión de las muestras se basó en la NTP 339.034 ASTM C-39.

3.7. Aspectos éticos

Para esta investigación se cumplió estrechamente con los lineamientos de la NORMA ISO 690-2 y a su vez con la guía de productos observables de la Universidad Cesar Vallejo, ya que se empleó para la recopilación de información valiosa y así garantizar los derechos de autores de las

referencias bibliográficas que se utilizaron. Para los trabajos de laboratorio fue necesario apoyarnos en las normas de bioseguridad para la prevención de peligros durante el periodo de la investigación, los resultados del laboratorio no fueron alterados teniendo así una investigación formal.

IV. RESULTADOS

4.1. Propiedades físicas y composición química del vidrio sódico-cálcico

TABLA 4: Propiedades físicas del vidrio sódico-cálcico

Propiedades físicas	Unidades	Propiedades
Color	-	Transparente
Permeabilidad	-	Impermeable
Dureza	escala de Mohs	5.5
Densidad	gr/L	2.5
Módulo de fineza	%	2.1
Absorción	%	47.22
Peso específico	gr/cm ³	2.412

Fuente: Laboratorio JHCD contratistas SAC

TABLA 5: Propiedades químicas del vidrio sódico-cálcico

Elementos químicos	Porcentaje
Óxido de sílice (SiO ₂)	75%
Óxido de Sodio (Na ₂ O) o Carbonato de Sodio (Na ₂ CO ₃)	15%
Óxido de Calcio (CaO) o Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	10%

Fuente: Artículo científico El mundo mágico del vidrio. Autores: Tessy López y Ana Martínez

Interpretación: Los resultados de las propiedades físicas del vidrio sódico-cálcico fueron obtenidas en el laboratorio JHCD contratistas SAC, y la composición química del vidrio sódico-cálcico se consiguió a través de revisión bibliográfica. El vidrio sódico-cálcico es el cristal más común, para la investigación se utilizó el vidrio de botella transparente que comúnmente es arrojado en botaderos no autorizados que contaminan los espacios públicos. Sus propiedades físicas al ser triturado son muy comunes a la del agregado fino por lo cual se creyó conveniente su uso reemplazando en porcentaje a dicho agregado. Su composición química se basa en la sílice que es la materia prima o su componente principal, el sodio se utiliza para que le aporte una propiedad de fusión y el calcio estabilidad química brindándole dureza y resistencia.

4.2. Características de los agregados finos y gruesos

TABLA 6: Características del agregado fino

Características físicas del agregado fino	Unidades	Propiedades
Módulo de fineza	%	2.1
Humedad natural	%	7.60
Absorción	%	0.54
Peso específico	gr/cm ³	2.747
Peso unitario (suelto)	gr/cm ³	1.585
Peso unitario (compactado)	gr/cm ³	1.731

Fuente: Laboratorio JHCD contratistas SAC

TABLA 7: Características del agregado grueso

Características físicas del agregado grueso	Unidades	Propiedades
Tamaño máximo	plg.	1
Humedad natural	%	0.20
Absorción	%	0.77
Peso específico	gr/cm ³	2.675
Peso unitario (suelto)	gr/cm ³	1.512
Peso unitario (varillado)	gr/cm ³	1.623

Fuente: Laboratorio JHCD contratistas SAC

Interpretación: Se observan los datos de las pruebas hechas a los agregados, los cuales fueron desarrollados en el laboratorio JHCD contratistas SAC que cuenta con los equipos bien calibrados para tener resultados exactos, cada una de las pruebas realizadas a los agregados tanto fino como grueso fueron siguiendo los pasos que manda el manual de ensayos de materiales y basándonos en la norma ASTM D422 (análisis granulométrico), norma ASTM D2216 (humedad natural), ASTM C127 (peso específico y absorción), ASTM C29 (peso unitario). La arena se obtuvo de la cantera de río Cumbaza, obteniendo un módulo de fineza de 2.1% lo cual está dentro de los parámetros, la humedad natural 7.60% por lo cual se procedió a secar un poco el material al sol, de absorción se obtuvo 0.54%, de peso específico 2.747 gr/cm³, el peso unitario suelto fue de 1.585 gr/cm³,

el peso unitario varillado fue de 1.731 gr/cm³. El agregado grueso se obtuvo de la cantera de río Huallaga, utilizando como tamaño máximo piedra chancada de 1" obteniendo una humedad natural de 0.20%, de absorción se obtuvo 0.77%, de peso específico 2.675 gr/cm³, el peso unitario suelto fue de 1.512 gr/cm³, el peso unitario varillado fue de 1.623 gr/cm³. Estas propiedades obtenidas fueron favorables para realizar un buen diseño de mezcla.

4.3. Resistencia a compresión del concreto simple y de los concretos con aplicación de vidrio sódico-cálcico triturado al 10%, 20% y 30%

TABLA 8: Resultados de ensayo a compresión a las probetas de concreto

% vidrio sódico-cálcico	Resistencia 7 días	Resistencia 14 días	Resistencia 28 días
0%	148.5 Kg/cm ²	170.0 Kg/cm ²	220.7 Kg/cm ²
10%	159.1 Kg/cm ²	180.1 Kg/cm ²	231.2 Kg/cm ²
20%	164.2 Kg/cm ²	188.5 Kg/cm ²	241.7 Kg/cm ²
30%	127.8 Kg/cm ²	151.6 Kg/cm ²	207.3 Kg/cm ²

Fuente: Laboratorio JHCD contratistas SAC

Interpretación: Para el diseño de mezcla se consideró los siguientes datos: Asentamiento Slump: 4" a 6", tamaño máximo del agregado: 1", volumen unitario de agua: 216.0 L, relación a/c: 0.6, contenido de cemento 360 kg/m³, porcentaje de aire atrapado 1.5 %, cabe resaltar que los diseños de mezcla se realizaron según las tablas de ACI para cada porcentaje de vidrio sódico-cálcico. En la tabla se puede observar el comparativo de las resistencias de los concretos con los distintos porcentajes de vidrio, obteniendo así como resultados favorables que la muestra con 10% de vidrio sódico cálcico a los 28 días tuvo una resistencia de 231.2 Kg/cm² aumentando su resistencia en un 10%; con 20% de vidrio sódico-cálcico a los 28 días tuvo un resultado de 241.7 Kg/cm² aumentando así su resistencia en un 15%; pero por otro lado al aumentar el vidrio sódico cálcico a un 30% la resistencia ganada a los 28 días fue de 207.3 Kg/cm² lo cual indica que disminuyó su resistencia un 2%. Por ello se determinó que el concreto con el 20% de vidrio sódico-cálcico triturado es el diseño más óptimo, ya que cumple y supera la resistencia para

el cual fue diseñado. Para obtener estos resultados se tuvo en cuenta las siguientes normas ASTM C143 (prueba de asentamiento Slump), ASTM C1064 (temperatura del concreto), ASTM C31 (curado de probetas de concreto).

4.4. Óptimo diseño de mezcla de concreto simple con aplicación de vidrio sódico-cálcico triturado

TABLA 9: Diseño óptimo de mezcla del concreto patrón y del concreto óptimo (con 20% de vidrio sódico-cálcico triturado).

MATERIAL	UNIDAD	CONCRETO PATRÓN	CONCRETO ÓPTIMO
Cemento	Kg	360	360
Arena	Kg	805.7	644.56
Piedra	Kg	1008.9	1008.9
Agua	L	168.9	168.9
Vidrio	Kg	0	164.14

Fuente: Laboratorio JHCD contratistas SAC

Interpretación: La presente investigación como se pudo anteriormente en la tabla 1 tiene tres grupos experimentales añadiendo un 10%, 20% y 30% de cristal sódico-cálcico y un grupo de control con 0% de vidrio sódico cálcico que se tomó para tener referencias en las dosificaciones de los materiales para concreto con una resistencia a compresión de 210 kg/cm². Mediante la ruptura de probetas de concreto se probó la resistencia a compresión de cada diseño de concreto con diversos porcentajes de vidrio y se pudo concluir que el diseño óptimo de la mezcla añadiendo vidrio sódico-cálcico en relación a un concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es el grupo experimental con 20% de vidrio sódico-cálcico, consiguiendo una resistencia de $F_c = 241.7 \text{ kg/cm}^2$ al tiempo de 28 días, por tanto en la tabla 9 se aprecia el diseño de mezcla óptimo para un cubo de concreto, teniendo 360Kg de cemento, 644.56Kg de arena, 1008.9Kg de piedra chancada, 168.9L de agua y 164.14Kg de vidrio sódico-cálcico.

4.5. Comparativo del costo de un concreto convencional con un concreto reforzado con vidrio sódico-cálcico triturado

TABLA 10: Comparación económica entre el concreto patrón y el concreto óptimo (con 20% de vidrio sódico-cálcico)

MATERIAL	UNIDAD	P.U. (S/.)	Concreto patrón ($F_c=210\text{kg/cm}^2$)		Concreto óptimo (con 20% de vidrio)	
			CANTIDAD	COSTO (S/.)	CANTIDAD	COSTO (S/.)
Cemento	Bolsa	26.00	9	234.00	9	234.00
Arena	M ³	50.00	0.508	25.40	0.406	20.30
Piedra	M ³	90.00	0.667	60.03	0.667	60.03
Agua	M ³	1.00	168.9	168.90	168.9	168.90
Vidrio	Kg	0.50	0	0	164.14	82.07
Costo total por M ³				S/. 488.33		S/. 565.30

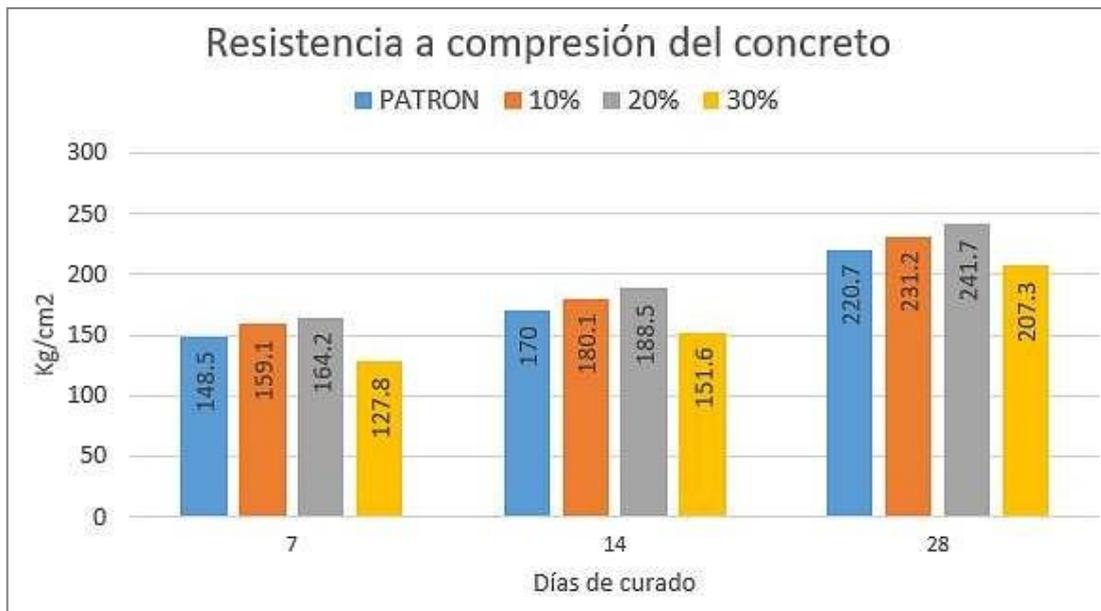
Fuente: Elaboración propia de los tesis

Interpretación: De la tabla 10 se puede inferir que el costo del concreto óptimo (con 20% de vidrio sódico-cálcico) resulta mayor en comparación con el modelo patrón ($F_c=210\text{ kg/cm}^2$) teniendo un costo de S/. 488.33 y de S/. 565.30 respectivamente, teniendo así una diferencia de S/. 76.97 esta diferencia se da debido al precio del vidrio sódico-cálcico. Concluyendo de esta manera que la aplicación del 20% de vidrio sódico-cálcico resulta ligeramente más costoso para la elaboración de la mezcla.

VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Datos obtenidos por el programa Excel para poder apreciar mediante un gráfico estadístico la diferencia entre el concreto patrón, concreto con 10%, 20% y 30% de vidrio sódico-cálcico a los 7,14 y 28 días.

GRÁFICO 01: Comparación de las resistencias a compresión del concreto patrón, concreto con 10%, 20% y 30% de vidrio sódico-cálcico. A los 7,14 y 28 días de curado



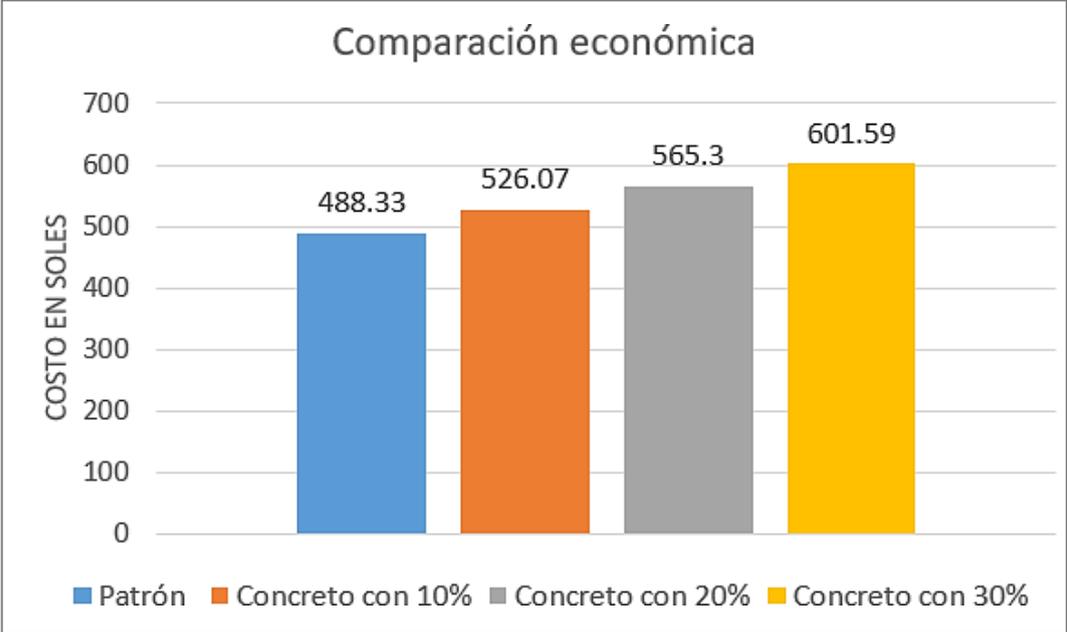
Fuente: Elaboración propia de los testistas

GRÁFICO 02: Comparación de la potenciación de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto óptimo a los 7, 14 y 28 días.



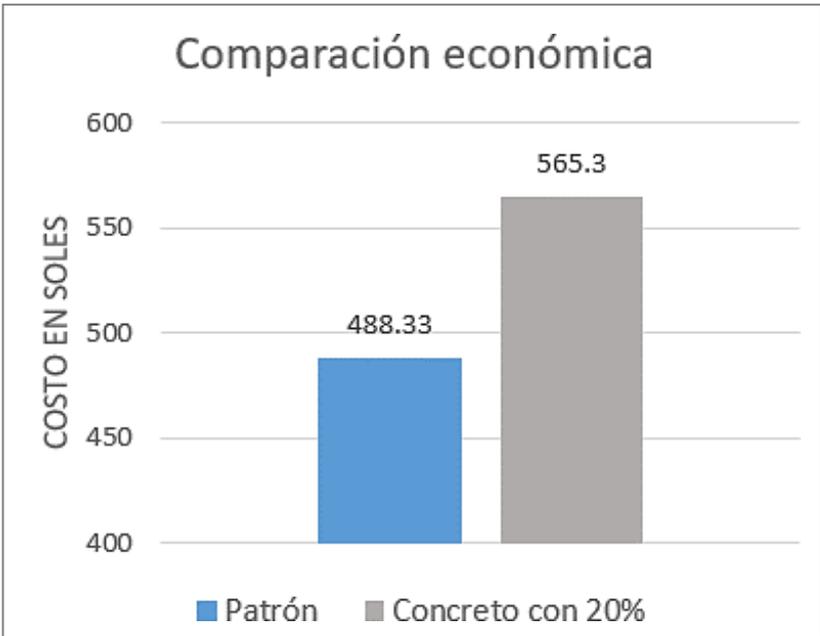
Fuente: Elaboración propia de los testistas

GRÁFICO 03: Comparación de los costos del concreto patrón y los concreto con vidrio sódico cálcico al 10%, 20% y 30%



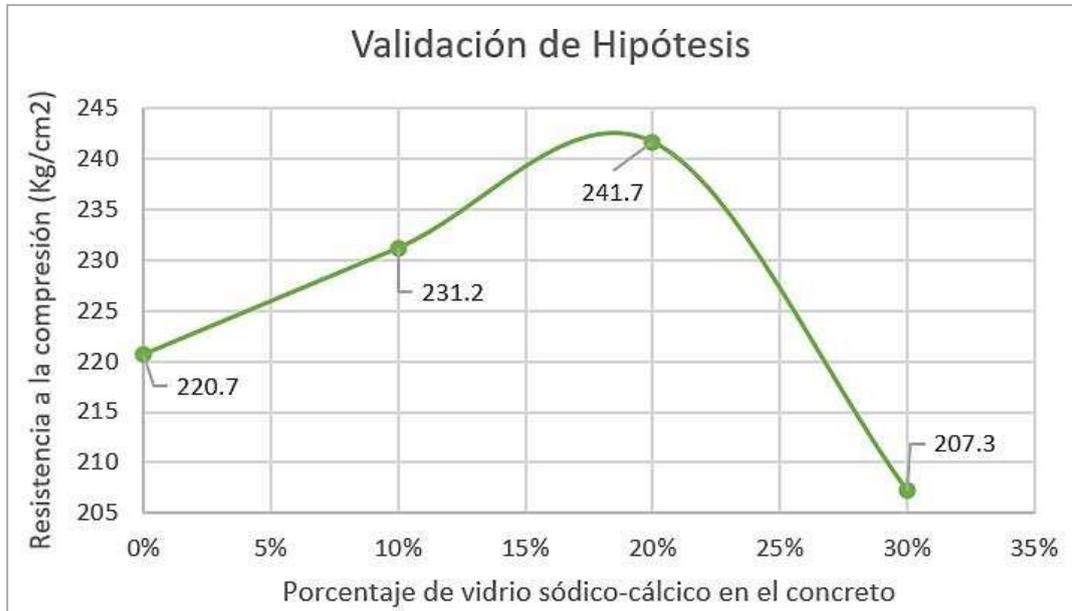
Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

GRÁFICO 04: Comparación económica entre el concreto patrón (0% de vidrio sódico-cálcico) y el concreto óptimo (20% de vidrio sódico-cálcico)



Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

GRÁFICO 05: Validación de la hipótesis mediante el programa Excel del concreto a los 28 días de curado, tanto el concreto patrón y con la adición de vidrio sódico-cálcico al 10%, 20% y 30%



Fuente: Elaboración propia de los tesis

Prueba de hipótesis

Según muestra el gráfico 03 y 04 se descarta la hipótesis específica que señalaba que: El concreto reforzado con vidrio sódico-cálcico triturado es más económico con respecto al concreto convencional. Ya que un concreto convencional con el 0% de vidrio sódico-cálcico resulta más económico. Por otra parte, analizando los datos que se aprecian en el gráfico 01, 02 y 05, se puede inferir que la resistencia a compresión se optimiza con el 20% de vidrio sódico-cálcico, confirmando así la hipótesis general de estudio que indica que: Con aplicación de vidrio sódico-cálcico triturado sustituyendo al agregado fino se mejorará la resistencia a compresión del concreto simple.

V. DISCUSIÓN

Las propiedades físicas del vidrio sódico-cálcico fueron recolectadas en el laboratorio JHCD y su composición química fue identificada por medio de investigación bibliográfica correspondiente a López y Martínez (1995), donde, para el desarrollo de la tesis se empleó el vidrio sódico-cálcico de botellas transparentes que comúnmente son arrojados en botaderos no autorizados. Según la tabla 4, los resultados obtenidos para las características físicas del vidrio sódico-cálcico muestra que tiene un color transparente, impermeabilidad, dureza de 5.5 escala de Mohs, densidad de 2.5 gr/L, módulo de fineza de 2.1%, absorción de 47.22% y peso específico de 2.412 gr/cm³. En cuanto a las propiedades químicas plasmada en la tabla 5, muestra que en su forma natural el contenido de óxido de sílice (SiO₂) es de 75%, óxido de sodio (Na₂O) o carbonato de sodio (Na₂CO₃) es de 15% y óxido de calcio (CaO) o carbonato de calcio (CaCO₃) es de 10%. De esta manera, se puede contrastar la investigación de Peñafiel D. (2016), quien menciona que el vidrio utilizado en su estudio tuvo un módulo de fineza de 3.226% y que la impermeabilidad y junto con la granulometría cumplen con los parámetros granulométricos para poder usarse en reemplazo de la arena. En el estudio realizado por León y Rázuri (2020) también de igual manera se hace mención que el vidrio cumplió con las condiciones de la norma ASTM C33 para poder reemplazar al agregado fino teniendo como módulo de fineza 3.26%. Por otro lado, Chávez A. (2019) en su investigación menciona que resulta más favorable utilizar el vidrio triturado retenido en la malla N°8 en sustitución del agregado fino ya que en la mezcla este se comporta como una arena gruesa y resulta más provechoso al mejorar su resistencia a la compresión. De los tres proyectos mencionados se concuerda con que el vidrio sódico-cálcico siempre cumple con las propiedades físicas y químicas para funcionar como reemplazo del agregado fino, especialmente por el rango de módulo de fineza que este presenta que ayuda a que no se utilice demasiado cemento, pero desde otro punto de vista se discrepa con la investigación de Chávez que señala que resulta favorable utilizar solo lo retenido en la malla N°8 ya que si bien eso ocasionaría que se aumente el módulo de fineza, también generaría muchos vacíos en la mezcla lo cual debilitaría su resistencia a la compresión porque fallaría por

segregación. Respecto a las propiedades de los agregados, los ensayos respectivos fueron desarrollados en el laboratorio JHCD contratistas SAC, rigiéndonos en las normativas correspondientes; Norma ASTM D422 (Análisis granulométrico), Norma ASTM D2216 (Humedad Natural), Norma ASTM C127 (Peso específico y absorción del agregado fino), Norma ASTM C128 (Peso específico y absorción del agregado grueso), Norma ASTM C29 (Peso Unitario de agregados). Obteniendo los datos de las características para la arena extraída de la cantera del Río Cumbaza, siendo su módulo de fineza 2.1%, su humedad natural de 7.60%, absorción de 0.54%, peso específico 2.747 gr/cm³, el peso unitario suelto fue de 1.585 gr/cm³, el peso unitario varillado fue de 1.731 gr/cm³. De igual forma, de la grava extraída de la cantera del Río Huallaga, utilizando como tamaño máximo piedra chancada de 1" obteniendo una humedad natural de 0.20%, de absorción se obtuvo 0.77%, de peso específico 2.675 gr/cm³, el peso unitario suelto fue de 1.512 gr/cm³, el peso unitario varillado fue de 1.623 gr/cm³. En este aspecto, el estudio elaborado por Bazán y Rojas (2018) comprobó que la mejor resistencia a compresión del concreto $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ se da sustituyendo el 15% de la arena gruesa por vidrio sódico-cálcico, teniendo para el agregado fino un módulo de fineza 2.4%, su humedad natural de 7.24%, absorción de 2.67%, peso específico 2.26 gr/cm³, el peso unitario suelto fue de 1.567 gr/cm³, el peso unitario varillado fue de 1.714 gr/cm³, a continuación, en el agregado grueso tuvo los siguientes resultados utilizando como tamaño máximo piedra chancada de 1", una humedad natural de 0.95%, de absorción se obtuvo 0.84%, de peso específico 2.67 gr/cm³, el peso unitario suelto fue de 1.266 gr/cm³, el peso unitario varillado fue de 1.461 gr/cm³. De esta forma se puede comprobar que los resultados presentados de ambas investigaciones han mostrado variaciones muy pequeñas en los resultados de las propiedades de los agregados y en ambos casos las condiciones son aceptables por ende se puede usar en el diseño de mezcla correspondiente y utilizar agregados de similares condiciones en futuras investigaciones ya que funcionan muy bien para alcanzar un modelo óptimo. Mediante el ensayo de compresión, se pudo realizar una comparación de las resistencias obtenidas del concreto patrón $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y de los concretos con adición de cristal sódico-cálcico al 10%, 20% y 30%, Teniendo

que a la edad de 28 días, el concreto patrón tuvo una resistencia a la compresión de 220.7 Kg/cm², con 10% de vidrio sódico-cálcico 231.2 Kg/cm², con 20% consiguió una resistencia de 241.7 Kg/cm² y el concreto con 30% tuvo una resistencia de 207.3 Kg/cm², demostrando que el concreto óptimo es el que contiene 20% de vidrio sódico-cálcico, en vista que este superó en 31.7 Kg/cm² la resistencia para el que fue diseñado lo que equivale a un 15.1%. Posteriormente, comparando con los resultados obtenidos del estudio de la investigación de García M. (2020) concluye que el concreto patrón obtuvo 271.54 Kg/cm² y los concretos con 5%, 10% y 15% de vidrio sódico-cálcico tuvieron una resistencia de 286.69 Kg/cm², 239.68 Kg/cm² y 230.40 Kg/cm² correspondientemente. Por lo expuesto en esta investigación se discrepa con el autor dado que en nuestro estudio se demuestra que aumentando hasta el 20% el vidrio sódico-cálcico a la mezcla de concreto esta optimiza su resistencia a la compresión y recién a partir del 30% de adición de vidrio la resistencia empieza a disminuir por ello no se concuerda con la investigación de García quien menciona que desde la adición 10% ya comienza a disminuir la resistencia a compresión del concreto. Tomando otra investigación realizada por Paredes A. (2019), quien concluyó que después de 28 días, la muestra patrón alcanzó 213.34 Kg/cm² y los concretos con 15%, 20% y 25% de vidrio sódico-cálcico tuvieron una resistencia de 252.42 Kg/cm², 228.20 Kg/cm² y 217.60 Kg/cm² respectivamente, de esta manera, afirma que usar más del 15% de vidrio la resistencia a compresión va disminuyendo. Por otro lado, Rivera A. (2018) en su estudio culminó que el concreto patrón obtuvo 229.96 Kg/cm² y los concretos con 25%, 30% y 35% de vidrio sódico-cálcico tuvieron una resistencia de 247.46 Kg/cm², 217.87 Kg/cm² y 208.05 Kg/cm² correspondientemente. De igual manera la investigación de Bazán y Rojas (2018) obtuvo los siguientes resultados para el concreto patrón 220.29 Kg/cm² y los concretos con 15%, 25% y 35% de vidrio sódico-cálcico tuvieron una resistencia de 224.8 Kg/cm², 213.61 Kg/cm² y 204.20 Kg/cm² respectivamente. Infiriendo a partir de los resultados de estas tres investigaciones anteriores se puede decir que estamos de acuerdo con estos autores ya que al igual que en nuestra investigación ellos concuerdan que el concreto consigue una óptima resistencia a compresión cuando se reemplaza

la arena en un intervalo de 15% a 25%. En relación al óptimo diseño de mezcla de concreto simple con aplicación de vidrio sódico-cálcico triturado para potenciar la resistencia a compresión del concreto $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, se estableció que el óptimo diseño es el que está compuesto por 20% vidrio sódico-cálcico + 80% agregado fino, alcanzando a tener una resistencia a compresión de 241.7 Kg/cm^2 a los 28 días, para obtener esta mezcla óptima por metro cubico se necesita: 360.0 Kg. de cemento Portland Tipo I, 644.56 Kg. de agregado fino, 1008.9 Kg. de agregado grueso, 164.14 Kg. de vidrio sódico-cálcico y 168.9 L de agua. Según la información que presenta Paredes A. (2019) quien también trabajo con 20% de vidrio sódico-cálcico en sustitución al agregado fino, utilizó las siguientes dosificaciones para un metro cúbico de mezcla: 416.95 Kg. de cemento Portland Tipo I, 653.48 Kg. de la arena, 908.3 Kg. de grava, 163.37 Kg. de vidrio sódico-cálcico y 195.3 L de agua. Comparando la dosificación realizada en el proyecto de Paredes con la nuestra comprobamos que evidentemente son diferentes, debido a que para cada modelo de mezcla de concreto se toma criterios en función a las propiedades que resulten de los ensayos a los agregados a emplear. Sin embargo, se puede observar que no difieren demasiado en el uso del vidrio sódico-cálcico y el agregado fino. En cuanto a la comparación económica entre un concreto convencional (con el 0% de vidrio sódico-cálcico) y el concreto óptimo (con incorporación del 20% de cristal sódico-cálcico), se llegó a tener un costo total por metro cúbico de S/.488.33 para el concreto patrón y de S/.565.30 para el concreto óptimo, lo que significa una diferencia de S/.76.97 que favorece al concreto patrón. Por ello se determinó que el precio para la fabricación de la mezcla del concreto patrón fue relativamente inferior en comparación al precio del concreto óptimo. Cotejando con la investigación de Rivera A. (2018), quien concluye que el costo de un concreto con vidrio sódico cálcico al 25% es de S/.278.39 y para un concreto patrón el costo es de S/.286.39. Referente a la investigación de Rivera, no se coincide debido a que el autor en su análisis de costos no considera el precio del vidrio sódico-cálcico lo cual disminuye considerablemente la comparación económica entre ambos concretos cuando más se aumenta el porcentaje de vidrio a la mezcla. Si bien es cierto que el vidrio sódico-cálcico es comúnmente encontrado en botaderos al hacer el

presupuesto por metro cúbico se debe considerar el precio por kilo del vidrio ya que forma parte también de un insumo importante que al ser utilizado en una cantidad mayor tal vez no sea suficiente el que se encuentre en los botaderos y se tenga que comprar adicionalmente, por ello no se concuerda con el análisis de costos realizado en la investigación de Rivera.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Mediante una investigación bibliográfica más ensayos en el laboratorio JHCD se determinó las propiedades físicas y químicas del vidrio sódico-cálcico, obteniendo que sus características físicas al ser triturado son muy comunes a las del agregado fino por lo cual se vio conveniente su reemplazo en porcentaje de este agregado y químicamente está formado por 75% óxido de sílice, 15% óxido de sodio y 10% óxido de calcio; siendo el calcio lo que le aporta dureza y resistencia.
- 6.2. Los datos obtenidos mediante las diversas pruebas realizadas en el laboratorio JHCD determinaron las características de los agregados. Teniendo para la arena extraído del río Cumbaza un módulo de fineza de 2.1%, humedad natural 7.60%, absorción 0.54%, peso específico 2.747 gr/cm^3 , peso unitario suelto fue de 1.585 gr/cm^3 , peso unitario varillado fue de 1.731 gr/cm^3 . Para la piedra que se obtuvo de la cantera de río Huallaga se obtuvo un tamaño máximo de piedra chancada de 1", humedad natural de 0.20%, absorción 0.77%, peso específico 2.675 gr/cm^3 , peso unitario suelto fue de 1.512 gr/cm^3 , peso unitario varillado fue de 1.623 gr/cm^3 .
- 6.3. Los datos adquiridos de las características de los agregados y del vidrio sódico-cálcico nos permitieron realizar los modelos de mezcla para el concreto normal y los concretos experimentales con 10%, 20% y 30% de vidrio sódico-cálcico sustituyendo a la arena, posteriormente se comprobó la resistencia a la compresión de cada uno de ellos mediante ruptura de probetas a los 28 días de curado, obteniendo para el concreto convencional un resultado de 220.7 Kg/cm^2 , para el modelo con 10% de vidrio sódico-cálcico 231.2 Kg/cm^2 , el concreto con 20% de vidrio sódico-cálcico adquirió una resistencia de 241.7 Kg/cm^2 y finalmente el concreto con 30% de vidrio sódico-cálcico una resistencia de 207.3 Kg/cm^2 . Siendo la mezcla con 20% de vidrio sódico-cálcico el que potenció su resistencia a la compresión obteniendo mejores resultados y superando en un 15% la resistencia para el que fue diseñado.

- 6.4. El óptimo modelo de mezcla para potenciar la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, fue la que contenía 20% de vidrio sódico-cálcico en reemplazo de la arena, alcanzando una resistencia de 241.7 Kg/cm^2 , de modo que, el diseño de mezcla de 1m^3 de concreto óptimo contiene 360 Kg. de cemento Portland Tipo Ico, 644.56 Kg. de arena, 1008.9 Kg. de grava, 164.14 Kg. de vidrio sódico-cálcico y 168.9 lt. de agua.
- 6.5. Comparando económicamente el concreto normal con el óptimo (concreto con 20% de vidrio sódico-cálcico) se determinó que el concreto óptimo resulta ligeramente más costoso llegando a tener un costo total por metro cúbico de S/. 565.30, mientras que un concreto convencional por metro cúbico llegó a tener un costo de S/. 488.33, lo que resulta una diferencia de S/.76.97 que favorece al concreto convencional, por lo cual se afirma que el uso del cristal sódico-cálcico aumenta los gastos, no obstante, si se utiliza solo vidrio sódico-cálcico reciclado el costo sería mucho menor al de un concreto convencional debido a que se estaría ahorrando en agregado fino.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Se recomienda en próximas investigaciones realizar con el vidrio sódico-cálcico todos los ensayos que también se realizan para obtener las propiedades del agregado fino y no solo el ensayo granulométrico para así poder compararlas más a detalle y tener resultados más certeros.
- 7.2. Para futuras investigaciones en nuestra región, se recomienda utilizar la arena del Río Cumbaza, siempre y cuando se aseguren de que el material este limpio y seco además se sugiere que la arena sea gruesa para optimizar cemento. Con respecto al agregado grueso se recomienda utilizar piedra chancada de la cantera del Río Huallaga debido a que es un poco más resistente.
- 7.3. Se recomienda realizar también ensayos de resistencia a flexión y tracción para ver de qué manera influye el cristal sódico-cálcico al concreto y tener una investigación más amplia y completa.
- 7.4. Con respecto al porcentaje óptimo del vidrio sódico-cálcico en la pasta de concreto en reemplazo de la arena se recomienda continuar con investigaciones más minuciosas añadiendo el vidrio solo en un rango de 15% al 20% ya que en este intervalo alcanza una resistencia máxima.
- 7.5. Es recomendable trabajar solo con vidrio sódico-cálcico reciclado ya que así se logra disminuir los costos y lógicamente no utilizarlo en producciones de concreto grandes ya que se tuviera que comprar por kilos y este implica un mayor costo en comparación con un concreto convencional.

REFERENCIAS

- Acevedo, A. y Posada, J (2019) Polyethylene terephthalate as a partial replacement for the fine aggregate in concrete mixes. *Revista Ingeniería Universidad de Medellín*. (Artículo Científico), Vol.18, (34). 45-56 [fecha de consulta 24 de junio 2020]. ISSN 2248-4094. Disponible en:
<https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/1711/2675>.
- Al Rousan, R. (2017) Influence of polypropylene fibers on the flexural behavior of reinforced concrete slabs with different opening shapes and sizes. *STRUCTURAL CONCRETE* [en línea]. nº 6. Página web:
<https://www.scielo.br/j/lajss/a/KSzZqbZnmzpLn5GPGzBLNjy/abstract/?lang=en>.
- Amaya, C. y Araque, M. (2020) *Estudio de las propiedades físico-mecánicas del concreto con incorporación de vidrio molido y análisis comparativo a partir de concreto con fibra de acero y concreto convencional*. (Tesis pregrado). Bogota-Colombia. Universidad Santo Tomas. Facultad de ingeniería civil. 47 pp. Obtenido de:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31452/2020carlosamaya.pdf?sequence=1>
- Aravena P. Manterola R. Moraga, J. y Velásquez R. (2014) Validity and Reliability in Dental Research [en línea]. *Revista Int. J. Odontostomat*. Vol.8, (1). 69-75 [fecha de consulta 27 de junio 2020]. ISSN 1807-3107. Disponible en:
https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180683242014000100232&script=sci_abstract.
- Arbeláez O. González A. y Valencia J. (2019) Evaluation of the mechanical properties of modified concretes with glass microspheres and tire debris [en línea]. *Revista Lámpsakos*. Núm.22. 16-26 [fecha de consulta 28 de junio 2020]. ISSN 2145-4086. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/6139/613964509003/613964509003.pdf>

Avilés G. (2011) La metodología indagatoria: una mirada hacia el aprendizaje significativo desde “Charpack y Vygotsky”. *Revista de las sedes regionales*, 7 (23): 133-144. ISSN: 2215-2458. Obtenido de:
<https://www.redalyc.org/pdf/666/66622603009.pdf>.

Bavaresco A. (2006) *Proceso Metodologico en la Investigacion*, 6ª ed. Venezuela, La edición asume la autoría de la obra, ISBN 978-980-1-6758-4, Obtenido de:
<https://gsosa61.files.wordpress.com/2015/11/proceso-metodologico-en-la-investigacion-bavaresco-reduc.pdf>.

Bernal J. y León N. (2016) Rheological and mechanical properties of self-compacting concrete with the addition of nano-silica and microsilica [en línea]. *Revista Alconpat*. Vol.6, (1). 1-14 [fecha de consulta 01 de julio 2020]. ISSN 2007-6835. Disponible en:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v6n1/2007-6835-ralconpat-6-01-1-en.pdf>.

Blanco C. y Mejía X. (2012) *Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas de morteros utilizando vidrio de desecho como reemplazo parcial y total del cemento Portland*. (Tesis de pregrado). Managua-Nicaragua. Universidad Nacional De Ingeniería. Facultad de ingeniería. Obtenido de:
<http://ribuni.uni.edu.ni/627/1/37998.pdf>.

Camarango N. y Higuera C. (2016) Concrete Hydraulic Modified with silica obtained of the rice husk [en línea]. *Revista Ciencia e Ingeniería Andina*. Vol. 27, (1). 91-109 [fecha de consulta 05 de julio 2020]. ISSN 0124- 8170. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702017000100006.

Castillo E. y Lema W. (2018) Relación agua/cemento en diseño de vértices extremos aplicado a mortero [en línea]. *Revista Maskana*. Vol.9, (1). 125-140 [fecha de consulta 03 de julio 2020]. ISSN 2477-8893. Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1860/1369>.

- Castrillón M. García C. y Paucar C. (2007) Evaluación de la influencia del tamaño de partícula y el tiempo de tratamiento térmico sobre las características físico-mecánicas de un compuesto de alúmina sinterizada infiltrada con un vidrio de lantano. *Dyna*. 74 (152): 159-165, julio 2007. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v74n152/a14v74n152.pdf>
- Castro M. (2019) Biostatistics applied in clinical research: basic concepts [en línea]. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2019, Vol. 30, (1). 50-55 [fecha de consulta 17 de junio 2020]. ISSN 0716-8640. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864019300045>.
- Castro D. (2019) *Comportamiento del concreto a altas temperaturas con material reciclado: polvo de caucho y vidrio sódico cálcico*. (Tesis de pregrado). Pimentel-Perú. Universidad Señor de Sipan. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. 20 pp. Obtenido de: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6091>
- Chavez S. (2003) *Concreto armado*, 1ª ed. Tarapoto,2003. 299 pp. Obtenido de: <https://es.slideshare.net/DilmerSilvaTorres/concreto-armado-de-santiago-chavez-cachay>.
- Chavez A. (2019) *Influencia del tamaño de vidrio molido en la resistencia a compresión del concreto*, Trujillo 2019. (tesis pregrado) Trujillo-Perú. Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería. 92 pp. Obtenido de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21164>
- Cham J. Solís R. y Moreno E. (2003) Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. *Ingeniería revista académica*. 7 (2): 39-46, mayo 2003. ISSN: 1665-529X. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46770203.pdf>

Columbié L. Crespo R. Rodríguez L. y Gonzales Y. (2020) *Minería y Geología*. Scielo [en línea]. Abril-junio 2020, 36 (2). [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122020000200218.

De Juan J. y Schibille N. (2017) La Hispania antigua y medieval a raves del vidrio: la aportación de la arqueometría. *Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio*, vol. 56: 195-204. Obtenido de: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0366317517300390?token=5D08B2599A718C19909677453D931DB73E7E7424BFA46AE0D1445608B81685E154BCFB9E7B4C810D4965D399FB8DE856&originRegion=us-east-1&originCreation=20210625152223>.

Alvarado S. (2019) Estudio de la resistencia a compresión del hormigón utilizando el vidrio finamente molido en reemplazo parcial del cemento: Universidad Técnica de Manabí, 4 (2): 1-7, julio. Obtenido de: https://www.researchgate.net/profile/Eduardo-Ortiz-9/publication/344339823_Estudio_de_la_resistencia_a_compresion_del_hormigon_utilizando_el_vidrio_finamente_molido_en_reemplazo_parcial_del_cemento/links/5f69fab9458515b7cf46c49c/Estudio-de-la-resistencia-a-compresion-del-hormigon-utilizando-el-vidrio-finamente-molido-en-reemplazo-parcial-del-cemento.pdf.

Flores V. Jiménez V. y Pérez A. (2018) Influencia de la incorporación de vidrio triturado en las propiedades y el comportamiento a alta temperatura de morteros de cemento. *Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio*. 57 (6): 257-265, noviembre. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317518300153>

Frómeta Z. y Vidaud I. (2020) Empleo Del Vidrio Reciclado Triturado En Sustitución Parcial Del Árido Fino Para Elaborar Hormigón Con Fines De Sostenibilidad. *Ciencia en su PC*. 1(4): 64-81, octubre. ISSN: 1027-2887, obtenido de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1813/181366194006/181366194006.pdf>

García M. (2020) *Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto en comparación del concreto convencional*, Tarapoto 2020. (Tesis pregrado). Tarapoto-Perú. Universidad Científica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2020, 37 pp. Obtenido de:
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1208>

Garin L. Santilli A. y Pejoja E. (2012) Influencia del curado en la resistencia a compresión del hormigón: estudio experimental. *Memoria de trabajos de difusión científica y técnica*. Núm. 10: 109-114, septiembre. ISSN: 1510-7450. Obtenido de:
<http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/369/437>.

Gonzales M. y Ponce P. (2012) Uso de vidrio de desecho en la fabricación de ladrillos de arcilla. *Revista iberoamericana de las ciencias biológicas y agropecuarias*. 1 (2), julio. ISSN:2007-9990
Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5063615>

Hamodi C. López V. y López A. (2015) Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior [en línea]. *Revista Perfiles Educativos*. Vol. 37, (147). 146-161 [fecha de consulta 21 de junio 2020]. ISSN 0185-2698. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982015000100009.

Hernández H. Pascual, A. (2018) Validation of a research instrument for the design of a self-assessment methodology for the environmental management system [en línea]. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. Vol.9, (1). 158-163 [fecha de consulta 23 de junio 2020]. ISSN 2145-6453. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6383705>.

- Hernandez R. (2014) *Metodología de la investigación*, 6ª ed. México, McGraw-Hill/Interamericana Editores. ISBN 978-1-4562-2396-0, Obtenido de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- Huamán A. (2015) *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio*. (tesis de pregrado). Cajamarca-Perú, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería. Obtenido de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/633>.
- León D. y Rázuri D. (2020) *Resistencia a la compresión de un concreto agregando vidrio reciclado finamente molido*, (tesis de pregrado). Trujillo-Perú. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería. 45 pp. Obtenido de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47498>
- López J. y Del Aguila C. (2019) *Diseño de pavimento rígido con acetato de polivinilo y puzolana para mejorar la resistencia del Jr. Libertad C.1-4 y Jr. Junín C.1-6, Morales 2019*, (tesis de grado). Tarapoto-Perú. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería. 2019. 1 pp. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46239>.
- López T. y Martínez A. (1994) *El mundo mágico del vidrio*. España. Universidad Autónoma Metropolitana. 1994. ISBN 968-164695-9, obtenido de: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/html/quimica.html>
- Martínez I. y Mendoza C. (2006) Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados. *Ingeniería, investigación y tecnología*. 7 (3): 151-164, julio. ISSN: 1405-7743. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40470302>

- Ospina S. [et al]. (2016) Afectación de la resistencia a la flexión en concretos modificados con reciclado de concreto, *Infraestructura vial* [en línea]. 18 (31): julio. [fecha de consulta: 25 de junio de 2021]. ISSN: 2215-3705. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-37052016000100014&script=sci_arttext.
- Pérez M. (1998) Relación entre la resistencia a compresión de probetas – testigo y probetas normalizadas. *Materiales de construcción*, 48 (249): 45-53, marzo. Obtenido de: <https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/486/534>.
- Rivera A. (2018) *Diseño del concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con vidrio molido (sódico cálcico) como reemplazo del agregado fino, para mejorar la resistencia a la compresión*. (tesis de pregrado). Lima-Perú, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. Obtenido de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35134>.
- Rodríguez M y Ruiz M. (2016) Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. *Revista facultad de ciencias exactas, físicas y naturales*. 3 (2): 53-60, septiembre. Obtenido de: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54225524/vidrio_en_concreto.pdf?1503518116
- Rojas J. (2015) *Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico*, (tesis de pregrado). Trujillo-Perú. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería. 17 pp. Obtenido de: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2040/1/RE_ING.CIVIL_JOSE.ROJAS_RESISTENCIA.DEUN.CONCRETO.VIDRIO.SODICO_DATOS.PDF.

Solín R. y Moreno E. (2005) Influencia del curado húmedo en la resistencia a compresión del concreto en clima cálido subhúmedo. *Ingeniería revista académica*, 9 (3): 5-17. ISSN: 1665-529X. Obtenido de:
<https://www.redalyc.org/pdf/467/46790301.pdf>.

Tamayo R. [et al]. (2012) Efecto reforzante del vidrio reciclado en la elaboración de ladrillos artesanales. Universidad Nacional de ingeniería, vol. 12: 111-116. ISSN: 1684-1662. Obtenido de:
<http://dspace.ipen.gob.pe/bitstream/ipen/139/3/p%20111-116%20-%20ICT-2012.pdf>.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente	Actualmente el concreto ha sido definido como un sistema de 5 componentes las cuales son cemento, agregado fino y grueso, agua y aditivos opcionalmente, estos componentes son los encargados de que se obtenga una pasta homogénea que al secar tiene las características de una roca (Portugal, 2007).	Para el diseño optimo que se pretende conseguir, se empleará vidrio sódico-cálcico en proporciones de 10,20 y 30% en reemplazo parcial del agregado fino. (Portugal, 2007)	Propiedades físicas y químicas del vidrio sódico-cálcico.	Granulometría, composición química.	Intervalo
Mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado.			Propiedades físicas y químicas de los componentes del concreto.	Contenido de humedad. Peso específico, Peso unitario, granulometría.	Intervalo
			Proporción óptima del vidrio sódico-cálcico para el diseño.	Diseño de mezcla para concreto 210 kg/cm ² , con 0%, 10%, 20% y 30% de vidrio sódico cálcico.	Intervalo
Variable dependiente	la resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayo de compresión. Se obtiene dividiendo la carga de ruptura entre el área de la sección (LUJÁN, 2015).	Se adicionará vidrio sódico-cálcico triturado para aumentar la resistencia a la compresión del concreto (LUJÁN, 2015)	Resistencia a la compresión con la adición del 0%, 10, 20 y 30% de vidrio sódico-cálcico.	Rotura de las probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días.	Intervalo
Mejorar la resistencia a la compresión			Comparación de costos entre un concreto convencional y uno reforzado con vidrio sódico-cálcico.	Metrados y Costo unitario.	Intervalo

Fuente: Elaboración del propio tesista

ANEXO 2: Procesos del desarrollo de la investigación



Figura 1: Lavado del agregado fino pasando por el tamiz N°200 para eliminar los limos y arcillas



Figura 2: Granulometría del agregado fino.



Figura 3: Prueba con el cono de arena y el pistón



Figura 4: Comprobando que el agregado fino alcanzó su humedad óptima

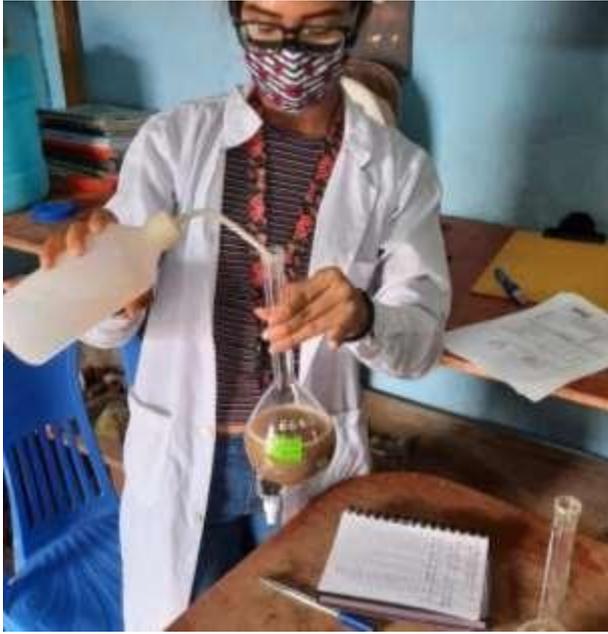


Figura 5: Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino



Figura 6: Ensayo de peso unitario varillado del agregado fino



Figura 7: Granulometría del agregado grueso



Figura 8: Pesando lo que se retenía en cada tamiz de la granulometría del agregado grueso



Figura 9: Secado superficial del agregado grueso



Figura 10: Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso



Figura 11: Peso unitario suelto del agregado grueso



Figura 12: Peso unitario varillado del agregado grueso



Figura 13: Recolección de las botellas de vidrio sódico-cálcico



Figura 14: Limpieza de las botellas de vidrio sódico-cálcico



Figura 15: Triturado de las botellas de vidrio sódico-cálcico en la máquina de abrasión de los ángeles

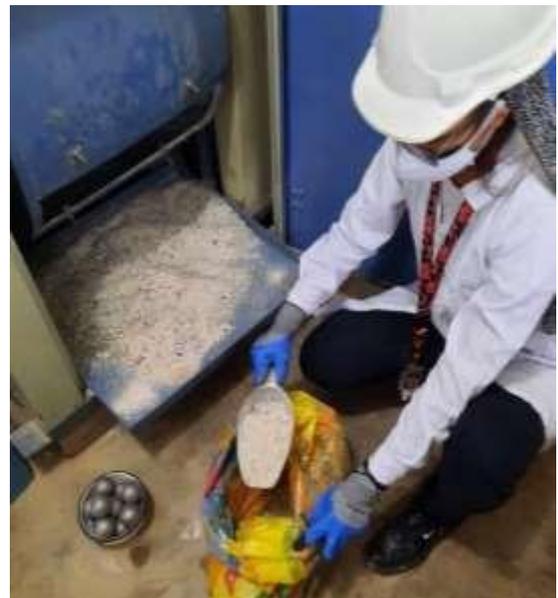


Figura 16: Juntado del vidrio sódico-cálcico triturado con todos los EPP



Figura 17: Granulometría del vidrio sódico-cálcico



Figura 18: Vidrio sódico-cálcico retenido en el tamiz N°4



Figura 19: Realizando ensayos para conocer algunas características del vidrio sódico-cálcico



Figura 20: Preparando los componentes del concreto para realizar las mezclas.



Figura 21: Mezclando los componentes del concreto



Figura 22: Añadiendo el vidrio sódico-cálcico triturado a la mezcla de concreto



Figura 23: Verificando la temperatura del concreto



Figura 24: Verificando el asentamiento Slump



Figura 25: Chuseado con la varilla de acero en el moldeado de probetas de concreto



Figura 26: Golpeando con el martillo de goma los moldes de concreto durante el proceso de moldeado de probetas



Figura 27: Ruptura de probetas a compresión



Figura 28: Ruptura de probetas a compresión a los 28 días

ANEXO 3: Equipos de protección personal usados durante la manipulación del vidrio sódico-cálcico triturado.



Figura 29: Equipo de trabajo utilizando los EPP

ANEXO 4: Informe del laboratorio JHCD



JHCD
CONTRATISTAS S.A.C.

C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @.jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021*

LOCALIDAD : TARAPOTO TECNICO : S.R.V
 MATERIAL : Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto ING° RESP. : V.A.C.G
 UBICACIÓN : EN OBRA FECHA : 28/04/21
 CANTERA : RIO CUMBAZA

RESUMEN DE ENSAYO DE ARENA PARA CONCRETO

N° REGISTRO	UBICACIÓN	FECHA	% GRANULOMETRIA QUE PASA									MODULO DE FINURA	% HUMEDAD	< N° 200	PESO UNITARIO		Equivalente de Arena	GRAVEDAD ESPECIFICA		
			3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200	SUELTO				COMPACTADO	BULK		APARENTE	ABSORCION	
			001	TARAPOTO	28/04/2021	100.0	99.6	98.8	93.4	65.8	27.5				9.5	4.7		2.1	5.7	3.82
RESUMEN ESTADISTICO	CANTIDAD		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	SUMA		100.0	99.6	98.8	93.4	65.8	27.5	9.5	4.7	2.1	5.7	3.8	1.6	1.7	70.0	2.733	274.7	0.54%	
	ESPECIFICACION										2.3-3.1		3.00%			>75%			4%	
	PROMEDIO		100.0	99.6	98.8	93.4	65.8	27.5	9.5	4.7	2.1	5.7	3.8	1.6	1.7	70.0	2.7	2.7	0.01	
	COEFICIENTE DE VARIACION																			
	DESVIACION STD																			
VARIANZA																				
ESTADISTICA			100.0	99.6	98.8	93.4	65.8	27.5	9.5	4.7	2.1	5.7	3.8				2.7	2.7	0.0	
ESPECIFICACION			100.0	99.6	98.8	93.4	65.8	27.5	9.5	4.7	2.1	5.7	3.8				2.7	2.7	0.0	
		MIN	100	95	80	50	25	10	2	0										
		MAX	100	100	100	85	60	30	10	3										

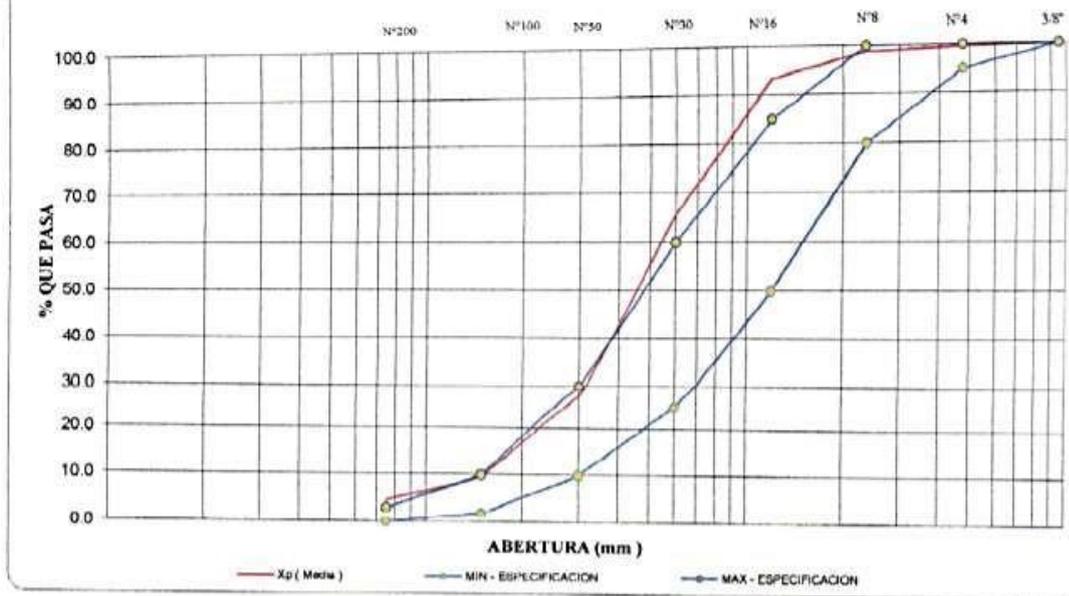


Victor Aaron Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 159861

CURVA GRANULOMETRICA - ESTADISTICA
ENSAYO PARA CONCRETO

	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz							
	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200
9.500	4.750	2.360	1.190	0.600	0.300	0.149	0.075	
MIN - ESPECIFICACION	100	95	80	50	25	10	2	0
MIN - ESTADISTICO	100.0	99.6	98.8	93.4	65.8	27.5	9.5	4.7
Xp (Media)	100.0	99.6	98.8	93.4	65.8	27.5	9.5	4.7
MAX - ESTADISTICO	100.0	99.6	98.8	93.4	65.8	27.5	9.5	4.7
MAX - ESPECIFICACION	100	100	100	85	60	30	10	3

CURVA GRANULOMETRICA - ESTADISTICA
ARENA PARA CONCRETO




 Victor Aaron Chung Garazatua
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 159861

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

OBRA : Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"

Nº REGISTRO : 001

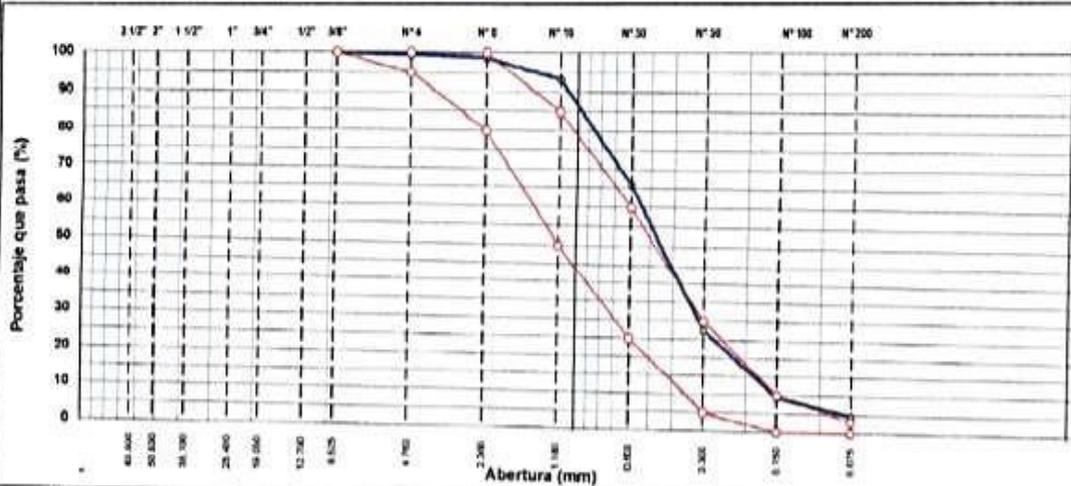
LOCALIDAD : Tarapoto
 MATERIAL : Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto
 CALICATA :
 MUESTRA : M-1
 ACOPIO : EN OBRA
 CANTERA : RIO CUMBAZA
 UBICACIÓN :

TECNICO : S.R.V
 INGº RESP. : V.A.C.G
 FECHA : 28/04/2021
 HECHO POR :
 DEL KM :
 AL KM :
 CARRIL :

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 600.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 500.0 gr
2"	50.800						PESO FINO = 597.3 gr
1 1/2"	38.100						LIMITE LIQUIDO = N.P. %
1"	25.400						LIMITE PLASTICO = N.P. %
3/4"	19.050						INDICE PLASTICO = N.P. %
1/2"	12.700						Ensayo Mata #200 P.S. Seca: 1 P.S. Lavado % 200
3/8"	9.525				100.0	100	
# 4	4.750	2.7	0.5	0.5	99.5	95 - 100	MÓDULO DE FINURA = 2.1 %
# 8	2.360	4.5	0.8	1.2	95.5	80 - 100	EQUIV. DE ARENA = 70.0 %
# 16	1.180	32.4	5.4	6.6	93.4	50 - 85	PESO ESPECÍFICO
# 30	0.850	163.6	27.6	34.2	65.8	25 - 60	P.E. Bulk (Base Seca) = 2.73 g/cm³
# 50	0.300	210.0	38.3	72.5	27.5	5 - 30	P.E. Bulk (Base Saturada) = 2.75 g/cm³
# 100	0.150	108.0	18.0	90.5	9.5	2 - 10	P.E. Aparente (Base Seca) = 2.77 g/cm³
# 200	0.075	28.9	4.8	95.4	4.7	0 - 3	Absorción = 0.54 %
< # 200	FONDO	27.8	4.7	100.0	0.0		PESO UNIT. SUELTO = 1.585 kg/m³
FINO		597.3					PESO UNIT. VARILLADO = 1.731 kg/m³
TOTAL		600.0					% H. MEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad

OBSERVACIONES

CURVA GRANULOMÉTRICA



Victor Aaron Chung Garazuta
INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 159861



C. (T) 956 217 383 - 959 175 803
@. jhcd.contratistas@bentel.com
D. de Miraflores N° 488 - La (Carretera de Miraflores)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 568

OBRA	: Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-calcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto	ING. RESP.	: V.A.C.G
CALICATA	:	FECHA	: 26/04/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	:
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO CUMBAZA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

AGREGADO FINO

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	2	5		
PESO DE LA TARA (grs)	200	200		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1734.4	1585.9		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1640.2	1495.8		
PESO DEL AGUA (grs)	85.2	70.3		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1449.2	1295.6		
% DE HUMEDAD	5.88	5.43		
PROMEDIO % DE HUMEDAD	5.65			

OBSERVACIONES:



Victor Aarón Chung Garazatua
.....
VICTOR AARÓN CHUNG GARAZATUA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 159861



C. (51) 958 217 383 - 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Granja de San Javier

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ (N° 200)
ASTM C 117

OBRA	: Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021*	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto	ING. RESP.	: V.A.C.G
CALICATA	:	FECHA	: 28/04/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	:
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO CUMBAZA	AL KM	:
UBICACIÓN	: 0	CARRIL	:

AGREGADO FINO

DATOS DE LA MUESTRA

A - Peso inicial de la muestra seca (gr)	=	500.0
B - Peso de la muestra seca retenida en el tamiz 200 (gr)	=	480.9
C - Residuo A-B	=	19.10
D % DEL FINO QUE PASA EL TAMIZ 200: $(A - B)/A \cdot 100$	=	3.82

VERIFICACION

A - Peso inicial de la muestra seca (gr)	=	500
D % DEL FINO QUE PASA EL TAMIZ 200	=	3.82
C- RESIDUO A*D/100	=	19.10

OBSERVACIONES:



Victor A. Chung
Victor Aarón Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 159861



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhccontratistas@gmail.com
 D. In. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilloya

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

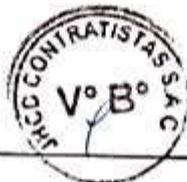
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(ASTM C-128)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
OBRA :	Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021*
CIUDAD :	Tarapoto
MATERIAL :	Arena Natural Zarandeada #3/8 para concreto
CALICATA :	
MUESTRA :	M-1
ACOPIO :	EN OBRA
CANTERA :	RIO CUMBAZA
UBICACIÓN :	
N° REGISTRO	: 001
TÉCNICO	: S.R.V
ING° RESP.	: V.A.C.G
FECHA	: 28/04/2021
HECHO POR	:
DEL KM	:
AL KM	:
CARRIL	:

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO FINO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	664.2	662.6		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	964.2	962.6		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	854.9	853.5		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C - D (cm ³)	109.3	109.1		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	298.4	298.4		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm ³)	107.7	107.5		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.730	2.735		2.733
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.745	2.750		2.747
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.771	2.776		2.773
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.536	0.536		0.54%
OBSERVACIONES:					



Victor Aaron Chung Garazatua
Victor Aaron Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 159861



C. (+51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcd.contratastas@gmail.com
 D. In. Matufajes N° 488 – La Universidad de San Cayetano

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA

ASTM D 2419

OBRA	Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Tarapoto	TECNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto	ING. RESP.	: V.A.C.G
CALICATA	:	FECHA	: 28/04/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	:
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO CUMBAZA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

Equivalente de arena : 70

MUESTRA	OBRA	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	
Hora de entrada a saturación		02:20	02:22	02:24	
Hora de salida de saturación (más 10')		02:30	02:32	02:34	
Hora de entrada a decantación		02:32	02:34	02:36	
Hora de salida de decantación (más 20')		02:52	02:54	02:56	
Altura máxima de material fino	cm	4.20	4.20	4.40	
Altura máxima de la arena	cm	3.00	3.00	2.90	
Equivalente de arena	%	72	72	66	
Equivalente de arena promedio	%	70.0			
Resultado equivalente de arena	%	70			

Observaciones:



Victor Aaron Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 159861

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

ASTM C 29

OBRA	: Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"	N° REGISTRO	: 001
CIUDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto	ING° RESP.	: V.A.C.G
CALCATA	:	FECHA	: 26/04/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	:
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO CUMBAZA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

AGREGADO FINO

Peso unitario suelto : 1.585 **Peso unitario Varillado :** 1.731

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8629.00	8630.00	8629.00	
Peso del recipiente	(gr)	5408.00	5408.00	5408.00	
Peso de la muestra	(gr)	3221.00	3222.00	3221.00	
Volumen	(cm ³)	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1.585	1.586	1.585	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1.585			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8926.00	8924.00	8926.00	
Peso del recipiente	(gr)	5407.00	5407.00	5407.00	
Peso de la muestra	(gr)	3519.00	3517.00	3519.00	
Volumen	(cm ³)	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1.732	1.731	1.732	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1.731			

OBS.:



Victor Aaron Chung Garazatua
VICTOR AARON CHUNG GARAZATUA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 159861

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021™
LOCALIDAD : TARAPOTO
MATERIAL : Grava Chancada Para concreto TMax.<1*
UBICACIÓN : EN OBRA
CANTERA : RIO HUALLAGA

TECNICO : SRV
ING° RESP. : V.A.C.G.
FECHA : 27/04/21

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA CHANCADA PARA MEZCLA DE CONCRETO

N° REGISTRO	UBICACIÓN	FECHA	% GRANULOMETRIA QUE PASA								% QUE PASA LA 200	% HUMEDAD	PESO UNITARIO		ABRASION	GRAVEDAD ESPECIFICA		
			1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	SUELTO			COMPACTADO	BULK		APARENTE	ABSORCION	
			001	TARAPOTO	27/04/2021	100.00	100.00	74.90	30.26	13.56			3.33	2.22		0.69	0.70	1.50
RESUMEN ESTADISTICO	CANTIDAD		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	SUMA		100.0	100.0	74.9	30.3	13.6	3.3	2.2	0.7	0.7	1.50	1.61	20.01	2.6	2.7	0.6	
	ESPECIFICACION													50.00%				
	PROMEDIO		100.0	100.0	74.9	30.3	13.6	3.3	2.2	0.7	0.7	1.5	1.6	20.0	2.6	2.7	0.6	
	COEFICIENTE DE VARIACION																	
	DESVIACION STD																	
	VARIANZA																	
ESTADISTICA			100.0	100.0	74.9	30.3	13.6	3.3	2.2	0.7	0.7	1.5			2.6	2.7	0.6	
			100.0	100.0	74.9	30.3	13.6	3.3	2.2	0.7	0.7	1.5			2.6	2.7	0.6	
ESPECIFICACION			100	100	90		20	0	0									
			100	100	100		55	10	6									



Victor Aaron Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 159861

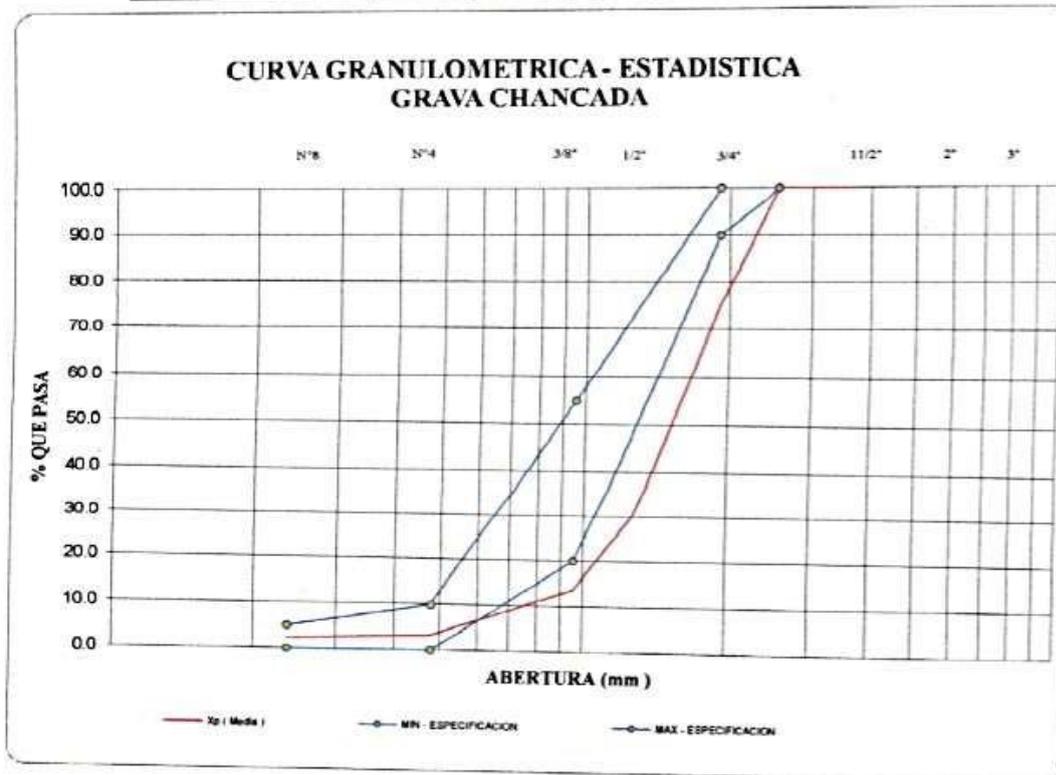
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	: Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-calcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"	TECNICO	: SRV
LOCALIDAD	: TARAPOTO	ING° RESP.	: V.A.C.G
MATERIAL	: Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"	FECHA	: 27/04/2021
UBICACIÓN	: EN OBRA		
CANTERA	: RIO HUALLAGA		

CURVA GRANULOMETRICA - ESTADISTICA

ENSAYO PARA CONCRETO

	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz						
	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8
MIN - ESPECIFICACION	100	100	90		20	0	0
MIN - ESTADISTICO	100.0	100.0	74.9	30.3	13.6	3.3	2.2
Xp (Media)	100.0	100.0	74.9	30.3	13.6	3.3	2.2
MAX - ESTADISTICO	100.0	100.0	74.9	30.3	13.6	3.3	2.2
MAX - ESPECIFICACION	100	100	100		55	10	5




Victor Aayón Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 159861

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"

OBRA : **Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"** N° REGISTRO : 001

LOCALIDAD : TARAPOTO TECNICO : S.R.V

MATERIAL : Grava Chancada Para concreto T.Max.<1" ING° RESP. : V.A.C.G

CALICATA : FECHA : 27/04/2021

MUESTRA : M-1 HECHO POR : G.L.C

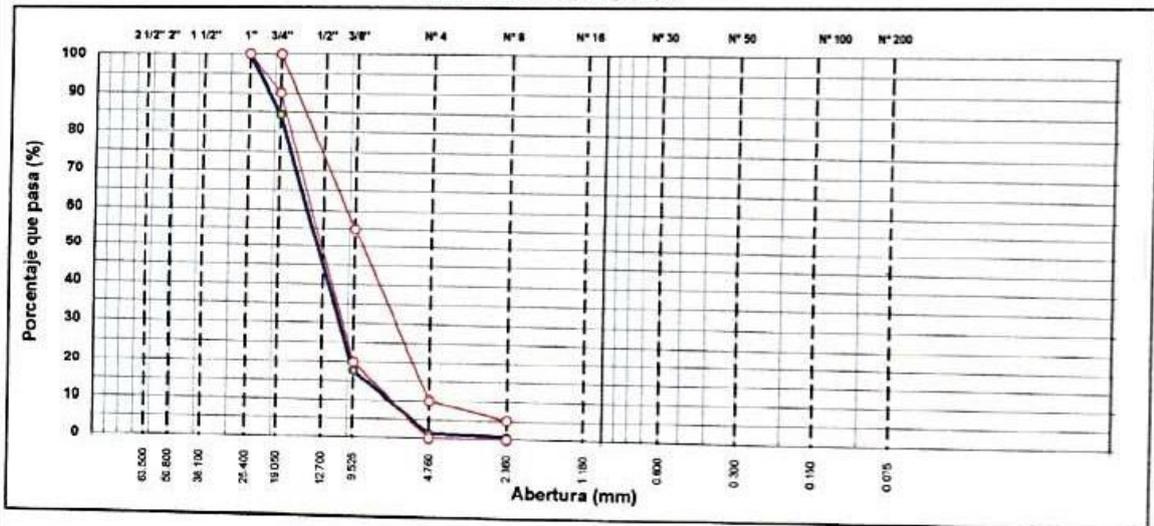
ACOPIO : EN OBRA DEL KM :

CANTERA : RIO HUALLAGA AL KM :

UBICACIÓN : CARRIL :

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	MUSO AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 6.385.6 gr
2 1/2"	63.500						MÓDULO DE FINURA = 6.96 %
2"	50.800						PESO ESPECÍFICO:
1 1/2"	38.100				100.0	100 - 100	P.E. Bulk (Base Seca) = 2.654 gr/cm ³
1"	25.400					90 - 100	P.E. Bulk (Base Saturada) = 2.675 gr/cm ³
3/4"	19.050	992.0	15.5	15.5	84.5		P.E. Aparente (Base Seca) = 2.709 gr/cm ³
1/2"	12.700	3.160.5	49.5	65.0	35.0	20 - 55	Absorción = 78.58 %
3/8"	9.525	1.104.6	17.3	82.3	17.7	0 - 10	PESO UNIT. SUELTO = 1.512 kg/m ³
# 4	4.760	1.046.5	16.4	98.7	1.3	0 - 5	PESO UNIT. VARILLADO = 1.623 kg/m ³
# 8	2.360	42.4	0.7	99.4	0.6		CARAS FRACTURADAS:
<# 8	2.360	39.6	0.6	100.0	0.0		1 cara o más = %
# 16	1.180						2 caras o más = %
# 30	0.600						Partículas chatas y alarg. = %
# 40	0.420						% HUMEDAD
# 50	0.300						P.S.H. P.S.S. % Humedad
# 80	0.180						OBSERVACIONES:
# 100	0.150						
# 200	0.075						
< # 200	FONDO						
TOTAL		6,385.6					

CURVA GRANULOMÉTRICA



Victor Aaron Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 159861



C. (011) 950 217 000 - 939 175 000
E-mail: contratistas@jhcdo.com
D. Tr. Municipal N° 4897 - La Libertad con Dpto. Arequipa

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 568

OBRA	Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio : sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: TARAPOTO	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"	ING. RESP.	: V.A.C.G
CALICATA	:	FECHA	: 27/04/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: G.L.C
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO HUALLAGA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

AGREGADO GRUESO

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	10	9		
PESO DE LA TARA (grs)	200	200		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1250.2	1233		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1248.5	1230.5		
PESO DEL AGUA (grs)	1.7	2.5		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1048.5	1030.5		
% DE HUMEDAD	0.162	0.243		
PROMEDIO % DE HUMEDAD				0.20

OBSERVACIONES:




Victor Aaron Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 159861



C. (51) 956 217 383 - 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 4888 - La Banda de San Cayo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ (N° 200)
ASTM C 117

OBRA	: Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: TARAPOTO	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Grava Chancada Para concreto T.Max.<4"	ING. RESP.	: V.A.C.G
CALICATA	:	FECHA	: 27/04/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: G.L.C
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO HUALLAGA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

AGREGADO GRUESO

DATOS DE LA MUESTRA

A -Peso inicial de la muestra seca (gr)	=	9718.0
B- Peso de la muestra seca retenida en el tamiz 200 (gr)	=	9652.0
C - Residuo A-B	=	66.00
D % DEL FINO QUE PASA EL TAMIZ 200: $(A - B)/A \cdot 100$	=	0.68

VERIFICACION

A -Peso inicial de la muestra seca (gr)	=	9718
D % DEL FINO QUE PASA EL TAMIZ 200	=	0.68
C- RESIDUO $A \cdot D/100$	=	66.00

OBSERVACIONES:



Victor Aaron Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 159861

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

ASTM C 127

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO			
OBRA	: Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio ácido-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021*	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: TARAPOTO	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Grava Charicada Para concreto T Max <1*	ING° RESP.	: V.A.C.G
CALICATA	:	FECHA	: 27/04/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: G.L.C.
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO HUALLAGA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	581.0	581.4		
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	550.0	554.0		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	331.9	327.4		
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	575.5	574.4		
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm ³)	325.5	320.4		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.838	2.671		2.654
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.657	2.692		2.675
	Pe aparente (Base Seca) = D/E	2.690	2.729		2.709
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.731	0.801		0.77

OBSERVACIONES:



Victor Aaron Chung Garazatua
Victor Aaron Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 159861

Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico
f'cr = 210+85 kg/cm2

Obra : "Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"

Localidad : Tarapoto

Cemento : Pacasmayo Tipo Ico

Ag. Fino : Arena Natural Zarandeada Cantera Rio Cumbaza

Ag. Grueso : Grava <1" (Chancado) Cantera Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y acopiada en obra

Agua : RED POTABLE

Aditivo 1 :
Dosis _____ P. Especific _____ kg/lt

Fecha: 28/04/2021

Asentamiento : 4" - 6"

Concreto : sin aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m ³	2.747	2.675	3000
Peso Unitario Suelto	1585	1512	1501
Peso Unitario Vanillado	1731	1623	
Módulo de fineza	2.1		
% Humedad Natural	7.60	0.20	
% Absorción	0.54	0.77	
Tamaño Máximo Nominal		1"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
216.0	0.600	360	1.5

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.216	0.120	0.015	0.351	0.649
Relacion agregados en mezcla ag. fl ag. gr.			42.0%	58.0%

Volumen absoluto de agregados	
0.649	m ³

Fino 42.0% 0.273 m³ 748.78 kg/m³

Grueso 58.0% 0.376 m³ 1006.92 kg/m³

Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	360	360
Agr. fino	748.8	805.7
Agr. grueso	1007	1008.9
Agua	216.0	168.9
ADITIVO	0.00	0.00
Colada kg/m ³	2331.7	2343.5

Aporte de agua en los agregados		
Ag. fino	-52.86	Lt/m ³
Ag. grueso	5.74	Lt/m ³
Agua libre	-47.12	Lt/m ³
Agua efectiva	168.9	Lt/m ³

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio					
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo (lt)
En m ³	0.240	0.508	0.667	168.9	
En pie ³	8.47	17.95	23.57	168.9	

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)
	1	2.24	2.80	0.47		
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie ³)	Ag. Grueso (pie ³)	Agua (lt)	Aditivo 1 (ml)	Aditivo 2 (ml)
	1	2.12	2.78	19.9		

Observaciones

Se empleo : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo



Victor Aaron Chung Garazatua
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 159861

REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

Obra : "Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"

Nombre Especificación : AASHTO T-22 ASTM C-39 MTC E-704
Fecha de Fabricación : 28/04/2021 Laboratorio : JHCD
Ubicación de la Colada : FORMULACIÓN DE DISEÑO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Mezcla para : DISEÑO
Tamaño Cilindro : 15.00 x 30.00 cm^2 Asentamiento : 4.34"
Temperatura de Concreto : 31 °C Temperatura Aire : 30 °C Resistencia Diseño : 210 kg/cm^2

Cilindro N°	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	05/05/2021	7	26100	26019	147.2	70.1
2	15.0	176.7	05/05/2021	7	26350	26270	148.7	70.8
3	15.0	176.7	05/05/2021	7	26490	26411	149.5	71.2
Promedio a los 7 días							148.5	70.7
4	15.0	176.7	12/05/2021	14	30220	30161	170.7	81.3
5	15.0	176.7	12/05/2021	14	30070	30010	169.8	80.9
6	15.0	176.7	12/05/2021	14	30020	29960	169.5	80.7
Promedio a los 14 días							170.0	81.0
7	15.0	176.7	26/05/2021	28	39070	39059	221.0	105.3
8	15.0	176.7	26/05/2021	28	38840	38828	219.7	104.6
9	15.0	176.7	26/05/2021	28	39150	39139	221.5	105.5
Promedio a los 28 días							220.7	105.1

Observaciones :

Se utilizó Cemento Pórtland Tipo Ico, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85

Diseño:

Agregado Grueso: Grava 1" (Chancado) Rio Hualaga, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Agregado Fino: Arena Natural Zarandeada Cantero Rio Cumbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Cemento : Pórtland Tipo Ico Pacasmayo.

Diseño de Concreto con 8.5 bolsas de cemento



Victor Aaron Chung Garazatus
Victor Aaron Chung Garazatus
INGENIERO CIVIL
RFG. CIP N° 159861

REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

Obra : *Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021*

Nombre Especificación: AASHTO T-22 ASTM C-39 MTC E-704
 Fecha de Fabricación: 28/04/2021 Laboratorio: JHCD
 Ubicación de la Colada: FORMULACIÓN DE DISEÑO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Mezcla para: DISEÑO ADICION VIDRIO 10%
 Tamaño Cilindro: 15.00 x 30.00 cm^2 Asefamiento: 4 1/4"
 Temperatura de Concreto: 30 °C Temperatura Aire: 31 °C Resistencia Diseño: 210 kg/cm^2

Cilindro N°	Diámetro (cm)	Área (cm^2)	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (Kg)	Resistencia (Kg/cm^2)	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	05/05/2021	7	27900	27919	158.0	75.2
2	15.0	176.7	05/05/2021	7	28550	28482	161.2	76.8
3	15.0	176.7	05/05/2021	7	28020	27949	156.2	75.3
Promedio a los 7 días							159.1	75.8
4	15.0	176.7	12/05/2021	14	31890	31840	180.2	85.8
5	15.0	176.7	12/05/2021	14	31900	31850	180.2	85.8
6	15.0	176.7	12/05/2021	14	31850	31800	180.0	85.7
Promedio a los 14 días							180.1	85.8
7	15.0	176.7	26/05/2021	28	40600	40567	229.7	109.4
8	15.0	176.7	26/05/2021	28	41060	41060	232.3	110.6
9	15.0	176.7	26/05/2021	28	40890	40889	231.4	110.2
Promedio a los 28 días							231.2	110.1

Observaciones :

Se utilizó Cemento Pórtland Tipo Ico, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85

Diseño:

Agregado Grueso: Grava 1" (Chancado) Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Agregado Fino: Arena Natural Zarandeada Cantera Rio Cumbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Cemento : Pórtland Tipo Ico Pacasmayo.

Diseño de Concreto con 8.5 bolsas de cemento



Victor Aaron Chung Garazatua
Victor Aaron Chung Garazatua
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 159861

REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

Obra : "Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"

Nombre Especificación : AASHTO T-22 ASTM C-39 MTC E-704

Fecha de Fabricación : 29/04/2021 Laboratorio : JHCD

Ubicación de la Colada : FORMULACIÓN DE DISEÑO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Mezcla para : DISEÑO ADICION VIDRIO 20%

Tamaño Cilindro : 15.00 x 30.00 cm^2 Asentamiento : 4.14"

Temperatura de Concreto : 30 °C Temperatura Aire : 31 °C Resistencia Diseño : 210 kg/cm^2

Cilindro N°	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	06/05/2021	7	29120	29055	164.4	78.3
2	15.0	176.7	06/05/2021	7	29150	29085	164.6	78.4
3	15.0	176.7	06/05/2021	7	28990	28924	163.7	77.9
Promedio a los 7 días							164.2	78.2
4	15.0	176.7	13/05/2021	14	34010	33972	192.2	91.5
5	15.0	176.7	13/05/2021	14	33100	33057	187.1	89.1
6	15.0	176.7	13/05/2021	14	32950	32906	186.2	88.7
Promedio a los 14 días							188.6	89.8
7	15.0	176.7	27/05/2021	28	43010	43020	243.4	115.9
8	15.0	176.7	27/05/2021	28	42720	42729	241.8	115.1
9	15.0	176.7	27/05/2021	28	42390	42397	239.9	114.2
Promedio a los 28 días							241.7	115.1

Observaciones :

Se utilizó Cemento Portland Tipo Ico, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85

Diseño:

Agregado Grueso: Grava 1" (Chancado) Rio Huallega, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Agregado Fino: Arena Natural Zarandeada Cantara Rio Cumbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Cemento : Portland Tipo Ico Pacasmayo.

Diseño de Concreto con 8.5 bolsas de cemento



Victor A. Chung Garazatu
Victor Aaron Chung Garazatu
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 159861



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores, N° 4191 - La Banda de Shitcayo

REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

Obra : "Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021"

Nombre Especificación : AASHTO T-22 ASTM C-39 MTC E-704

Fecha de Fabricación : 29/04/2021 Laboratorio : JHCD

Ubicación de la Colada : FORMULACIÓN DE DISEÑO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Mezcla para : DISEÑO ADICION VIDRIO 30%

Tamaño Cilindro : 15.00 x 30.00 cm^2 Asentamiento : 5"

Temperatura de Concreto : 30 °C Temperatura Aire : 31 °C Resistencia Diseño : 210 kg/cm^2

Cilindro N°	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	06/05/2021	7	21950	21846	123.6	58.9
2	15.0	176.7	06/05/2021	7	22920	22822	129.1	61.5
3	15.0	176.7	06/05/2021	7	23180	23083	130.6	62.2
Promedio a los 7 días							127.8	60.9
4	15.0	176.7	13/05/2021	14	26120	26039	147.4	70.2
5	15.0	176.7	13/05/2021	14	27120	27044	153.0	72.9
6	15.0	176.7	13/05/2021	14	27360	27286	154.4	73.5
Promedio a los 14 días							151.6	72.2
7	15.0	176.7	27/05/2021	28	36850	36827	208.4	99.2
8	15.0	176.7	27/05/2021	28	35890	35962	203.5	96.9
9	15.0	176.7	27/05/2021	28	37120	37086	209.9	100.0
Promedio a los 28 días							207.3	98.7

Observaciones :

Se utilizó Cemento Portland Tipo Ico, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85

Diseño:

Agregado Grueso: Grava 1" (Chancado) Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Agregado Fino: Arena Natural Zarandeada Cantera Rio Cumbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Cemento : Pórtland Tipo Ico Pacasmayo.

Diseño de Concreto con 8.5 bolsas de cemento



[Handwritten Signature]
 Victor Aeron Chung Garazatu
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 159861



CEMENTOS SELVA S.A.

Calle La colonia Nro. 150 Urb. El Viviero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Fernando Belaunde Km 408-Distrito Elias Soplin Vargas - Rioja - San Martín
Teléfono (01) 317 - 6000 (5401/5434/5430) Fax: (01) 317-6000 (5411)



G-CC-F-04
Versión 05

Planta: Rioja

8 de Setiembre de 2019

CEMENTO EXTRAFORTE

Cemento Pórtland Compuesto Tipo ICO

Periodo de despacho 01 de agosto de 2019 - 31 de agosto de 2019

REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.090 Tablas 1 y 2

QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	1.3
SO ₃ (%)	4.0 máx.	2.6

FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	5
Superficie específica (cm²/g)	A	4490
Retenido M325 (%)	A	3.4
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.05
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx.	-
Densidad (g/mL)	A	3.00
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	A	13.3
3 días	13.0	24.4
7 días	20.0	30.1
28 días	25.0	35.6
Tiempo de fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	195
Final, no mayor que:	420	331

A No especifica.

La resistencia a 28 días corresponde al mes de julio del 2019.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

Ing. Luis Galarreta Ledesma
Jefe de Control de Calidad

Solicitado por:

DINO SELVA IQUITOS S.A.C.

Esta totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Selva S.A.