



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Adición de vidrio molido en la resistencia a la  
compresión del concreto, Trujillo – La Libertad.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Rivas Alzamora, Ercilia Leticia (ORCID: 0000-0003-2516-5023)

**ASESOR:**

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**TRUJILLO – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

### **A DIOS:**

La presente tesis está dedicada principalmente a Dios, por darnos una maravillosa vida, salud, fuerzas, por habernos concebido nuestro deseo de cumplir esta meta en nuestra formación profesional y sobre todo por guiarnos en todo momento durante nuestra vida.

### **A nuestros familiares:**

Por ser el motor más esencial, por demostrarnos constantemente su amor, su confianza incondicional y por hacer de nosotros unas mejores personas más humildes a través del esfuerzo, apoyo, comprensión, amor y por ayudarnos con los recursos necesarios para alcanzar nuestro objetivo.

Al Ing. Rondón Cerna Luis, por su valiosa guía y asesoramiento, por demostrarnos su apoyo en todo momento en el trascurso del desarrollo de este proyecto de investigación.

A mi amigo Christopher Dudikoff Cruzado Marquina, gracias por su ayuda desinteresada; por hacer un aporte significativo a nuestro proyecto, no solo agradezco su ayuda, sino también los buenos momentos que vivimos juntos, te recordaré y te llevare en mi corazón.

### **A nuestro docente:**

Al Ing. Villar Quiroz, Josualdo Carlos, quien gracias a él logramos destacar en muchos aspectos formativos.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por guiar y acompañarme a lo largo de mi vida profesional y por ser nuestra fortaleza.

A mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me inculcaron, sobre todo por ser unos excelentes ejemplos a seguir y agradezco el aliento mutuo brindado por parte de nuestros familiares, por el cariño, ayuda y confianza.

ING. Villar Quiroz, Josualdo Carlos, profesor del área de desarrollo del proyecto de investigación, por el apoyo incondicionalmente, por el entendimiento dado para la ejecución de este proyecto y por darnos consejos que dieron buenos resultados en el camino.

ING. Rondón Cerna Luis, asesor de nuestra tesis, por brindarnos el apoyo mutuo para la realización de un buen proyecto.

## Índice

<b>I. Contenido</b>	
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	7
1.2.. Justificación.....	7
1.3. Hipótesis .....	9
1.4. Objetivos .....	9
II. MARCO TEÓRICO .....	10
2.1. Antecedentes: .....	10
III.METODOLOGÍA .....	24
3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación .....	24
3.2. Variables y Operacionalización .....	26
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.5. Procedimiento .....	31
3.6. Método de análisis de datos.....	42
3.7. Aspectos éticos .....	44
3.8. Desarrollo de tesis.....	45
V. RESULTADOS.....	68
VI. DISCUSION.....	77
VII. CONCLUSIONES.....	82
VIII. RECOMENDACIONES .....	83
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Granulometría del agregado .....	21
<b>Tabla 2:</b> Matriz de clasificación de variables.....	27
<b>Tabla 3:</b> Instrumentos y Validaciones .....	29
<b>Tabla 4:</b> Densidad seca máximas y mínimas.....	68
<b>Tabla 5:</b> Densidad seca mínima del Ag. fino.....	68
<b>Tabla 6:</b> Densidad seca máxima del Ag. grueso.....	69
<b>Tabla 7:</b> Porcentaje de absorción .....	69
<b>Tabla 8:</b> Contenido de humedad.....	70
<b>Tabla 9:</b> Gravedad específica .....	70
<b>Tabla 10:</b> Dosificación en peso (0% de vidrio).....	70
<b>Tabla 11:</b> Dosificación en volumen (0% de vidrio) .....	71
<b>Tabla 12:</b> Dosificación en peso (10% de vidrio).....	71
<b>Tabla 13:</b> Dosificación en volumen (10% de vidrio) .....	71
<b>Tabla 14:</b> Dosificación en peso (20% de vidrio).....	72
<b>Tabla 15:</b> Dosificación en volumen (20% de vidrio) .....	72
<b>Tabla 16:</b> Dosificación en peso (30% de vidrio).....	72
<b>Tabla 17:</b> Dosificación en volumen (30% de vidrio) .....	73
<b>Tabla 18:</b> Resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas .....	73
<b>Tabla 19:</b> Matriz de operacionalización de variables .....	95
<b>Tabla 20:</b> Indicadores de variables .....	99

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Diseño de investigación .....	25
<b>Figura 2:</b> Molde para las probetas.....	28
<b>Figura 3:</b> Diagrama de flujo del proceso del tratamiento del vidrio reciclado .....	39
<b>Figura 4:</b> Diagrama de flujo del proceso de producción de probetas fabricadas con vidrio reciclado como agregado fino .....	42
<b>Figura 5:</b> Gráfico de barras.....	44
<b>Figura 6:</b> Granulometría del agregado fino.....	46
<b>Figura 7:</b> Curva granulométrica de la arena .....	47
<b>Figura 8:</b> Granulometría del agregado fino.....	48
<b>Figura 9:</b> Curva granulométrica de la grava .....	49
<b>Figura 10:</b> Granulometría del agregado fino.....	55
<b>Figura 11:</b> Curva granulométrica de del vidrio.....	56
<b>Figura 12:</b> Resistencia a la compresión de las pruebas del concreto armado ....	75
<b>Figura 13:</b> Comparativa de los resultados de las resistencias a compresión .....	76

## **Resumen**

La presente investigación llamada "Adición de vidrio molido en la resistencia a la compresión del hormigón, Trujillo-La Libertad" se llevó a cabo en Trujillo, en la Universidad César Vallejo. Para el desarrollo de la tesis se utilizó un diseño experimental puro, cuantitativo y transversal, cuyo objetivo fue determinar la influencia de la adición de vidrio molido en la resistencia a la compresión del hormigón. Este proyecto se desarrolló con el propósito de innovar en el entorno de la construcción utilizando vidrio reciclado para el bienestar social y ambiental, obteniendo así la óptima resistencia a la compresión en los elementos estructurales, En comparación con el hormigón convencional ya conocido, para la dosificación de estos testigos se pudo diseñar las mezclas de acuerdo con las directrices establecidas por el ACI 211, y en el momento en que se evaluó se observó que hasta cierto porcentaje es óptimo el uso de vidrio molido, cumpliendo así con la resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> para la que se proyectó.

Palabras clave: vidrio esmerilado, hormigón, resistencia a la compresión

## **Abstract**

The present research called "Milled glass addition in the compressive strength of concrete, Trujillo-La Libertad" was carried out in Trujillo, at Cesar Vallejo University. For the development of the thesis, a pure, quantitative, transversal experimental design was used , and its objective was to determine the influence of the ground glass addition on the compressive strength of concrete, This project was developed with the purpose of innovating in the construction environment by using recycled glass for social and environmental welfare, thus obtaining the optimal compression resistance in the structural elements, compared to conventional concrete already known, for the dosage of these witnesses was able to design the mixtures in compliance with the guidelines established by ACI 211, and at the time it was evaluated it was observed that up to a certain percentage is optimal use of ground glass, thus complying with the compressive strength of 210 kg/cm<sup>2</sup> for which it was projected.

Keywords: ground glass, concrete, resistance to compressio



## **I. INTRODUCCIÓN**

En el mundo, el hormigón es el material más utilizado en la industria de la construcción. Esto se debe a que tiene una versatilidad que puede adoptar casi cualquier forma. También puede deberse al hecho de que la estructura construida con él es casi libre de mantenimiento en circunstancias normales, pero no se le presta suficiente atención a la durabilidad del material. Esto es muy importante para la economía nacional porque se invierten miles de millones de dólares en el mantenimiento y reparación de infraestructura en países desarrollados y en proceso de desarrollo. (López Ampuero, y otros, 2017 pág. 20).

En Colombia el hormigón, frecuentemente es el material artificial más usado por Ingenieros, Arquitectos y Constructores. Su combinación normal se obtiene mezclando cemento Portland, Agua y agregados gruesos tales como la Grava y otros refinados como la Arena; debido a la alta demanda del mismo, nos encaminamos a encontrar un nuevo material que nos presente beneficios en cuanto a resistencia a la compresión, flexión y el costo directo. (Vasquez Mesa, y otros, 2019 pág. 16).

En México, el concreto duradero conservará su originalidad, calidad y rendimiento de servicio cuando se exponga al medio ambiente. Mediante el uso de una mezcla de cemento adecuado y la dosis adecuada, se obtendrá concreto resistente al agente agresivo del medio. (Morales Alejandre, 2015 pág. 2).

En Ecuador al analizar y diseñar una estructura, es necesario en un inicio entender que la misma está compuesta por elementos estructurales que en su conjunto reciben, soportan y transfieren las solicitaciones implantadas, evitando deformaciones excesivas en sus componentes que podrían comprometer la estabilidad estructural y un posible colapso ante acciones sísmicas de gran magnitud, a las cuales nuestro país está expuesto por encontrarse dentro del cinturón de fuego del pacífico. (Flores Mena, 2018 pág. 2).

En el Perú, en los últimos años, la investigación relacionada con las construcciones de concreto se ha centrado en el desarrollo de nuevos tipos de concreto; como lo son: los concretos autocompactantes, los concretos autonivelantes, los concretos con fibras y los concretos de altas resistencia, ya que, de esta manera, se pueden alcanzar objetivos muy ambiciosos, aunque en todos los casos se debe tener en cuenta un factor muy importante para su ejecución como es el curado. (Loya Olivera, 2018 pág. IX).

En Trujillo, una forma de hacer el concreto permeable es cumplir con ciertos parámetros de control de calidad, como tener las mejores características mecánicas para hacerlo lo suficientemente fuerte y duradero, y la permeabilidad para permitir la gestión eficaz de las aguas de escorrentía. Por lo tanto, se realizaron pruebas de asentamiento (ASTM C143), resistencia a la compresión (ASTM C39), resistencia a la abrasión (ASTM C1747) y permeabilidad (ACI 522R-10). (Collantes Delgado, y otros, 2018 pág. 5).

Para constatar dichas estadísticas en nuestro proyecto tendremos en cuenta: El Reglamento E-060: Concreto Armado, ASTM C 3, Análisis de granulometría e Índice de agregados en cuanto a su granulometría NTP (400.012), Peso Unitario suelto del agregado fino (PUS), Peso y absorción de agregados finos (NTP 400.022), entre otras.

(Peñafiel Carrillo, 2016 pág. 85) Encontró que al realizar el proceso del vidrio reciclado previamente desinfectadas, a través de una máquina trituradora de mandíbula, se consiguió un material donde la curva de tamaño de partícula permitió que fuera aceptado como un material adecuado para hacer concreto en lugar de arena porque la curva estaba dentro de los parámetros determinados por la norma Inen 872, ajustándose a los límites mejor que la arena proveniente de la Mina Maricela en el Cantón Mera, esto se debe a que el vidrio al ser procesado de acuerdo a ciertos requerimientos permite obtener una adecuada distribución granulométrica.

(Paredes Bendezú, 2019 pág. 113) El estudio encontró que, basado en el diseño de mezcla de concreto estándar, se desarrolló un diseño de mezcla

de concreto con 15%, 20% y 25% de vidrio, el cual se reemplazó una cierta cantidad de vidrio reciclado seleccionado para reemplazar el mismo porcentaje en peso de vidrio.

(Silvestre Gutierrez, 2017 pág. 65) Encontró que una vez que se analizaron y compararon los datos obtenidos del ensayo a compresión de la muestra de concreto cilíndrico, fue posible sacar conclusiones, como se indica en la hipótesis, en cualquier presentación y porcentaje de prueba que contenga muestras de vidrio, lograron una mayor resistencia de las muestras mixtas ordinarias.

Acercas de las investigaciones realizadas y presentadas anteriormente, podemos observar que estas llegan a la conclusión en que el vidrio es un elemento reciclable, encontrado de tal manera que está a nuestro alrededor en grandes proporciones, no siendo favorable para el ambiente, ya que se sabe que tiene una degradación lenta, pero si es de gran aporte en la construcción, siendo utilizable de tal manera que será reemplazado en los agregados finos, obteniendo como resultados la resistencia a la compresión, frente al modelo habitual. Vale decir que estamos colaborando con nuestro ambiente en el rubro de la construcción civil.

La empresa privada ODEBRECHT en el concurso denominado Premio Odebrecht para el Desarrollo Sostenible constató que el vidrio es el mejor material para ser utilizado con concreto. Esto se debe a la forma angular de las partículas trituradas y su peso aumenta la densidad del concreto utilizado. Además, cada muestra se considera obtenida de materiales reciclables. Los materiales de grano grueso deben estar presentes en el concreto, por lo que solo se agregan 1,5 partes de vidrio al concreto porque proporciona una gran adhesión entre las partículas y el concreto.(Mora Chacón, 2016).

La empresa ECOGLASS CONCRETE ofrece la tecnología de la conservación de recursos naturales, sustituyendo arena convencional por ARENA DE VIDRIO RECICLADO, además en sus procesos de fabricación no se presenta emisión de gases porque los materiales no necesitan hornos, sino que son curados al aire libre para obtener resistencia optimas, el simple

hecho de evitar que el vidrio entre al vertedero, conseguiremos reducir su volumen en más de un 50%. Los residuos de vidrio invaden calles, campos, ríos y océanos, provocando efectos negativos en los seres humanos, la flora y la fauna. (Cancelado Pachon, 2019).

La resistencia a la compresión del hormigón también puede verse afectada si no se tienen en cuenta las condiciones de carga de la edificación, diseño híbrido incorrecto sin considerar los requisitos y/o parámetros de resistencia, propiedades de los agregados, el usar el tamaño inadecuado de los agregados sin el control de calidad para la mezcla, la resistencia del hormigón no puede plastificarse, porque el método habitual es conseguir especímenes en el mezclado para posteriormente proceder con el curado y luego verificar la resistencia a la compresión (Cuyate Atencio, 2019 pág. 30).

Entre los predominantes factores en la resistencia mecánica del hormigón, tenemos:

Al contenido del cemento; siendo este el material más activo en las mezclas de concreto, por lo que las características del cemento, especialmente su contenido (relación), poseen de gran participación en la resistencia del hormigón de cualquier época. Cuanto más sea la proporción de cemento, mayor será la capacidad de soportar y menos será la resistencia del hormigón. (Osorio, David, 2019).

A este se suma el factor relación agua-cemento (A/C) y el coeficiente que abarca aire; existen dos procedimientos de aumentar la relación (A/C) y así reducir la resistencia del hormigón: aumentar la dosificación de agua en la preparación o reducir cierta proporción de cemento. También se debe considerar si el concreto debe portar el aire contenido, teniendo en cuenta que el contenido de aire reducirá la resistencia del concreto, por consiguiente, si el concreto necesita contener aire y obtener la misma resistencia que el concreto entonces se debe reducir la relación agua-cemento. (Osorio, David, 2019).v

Por otro lado, tenemos la incorporación de los agregados, pues las distribuciones del tamaño de partícula cumplen un papel esencial en la resistencia del hormigón, ya que, si es continuo, puede hacer que el concreto tenga la mayor capacidad de carga en el estado fresco y una mayor densidad en el estado soportado, logrando así la resistencia óptima. La forma y la textura del agregado también afectarán, cabe resaltar que, para concretos de resistencia mucho más alta, cuanto más elevada sea la resistencia solicitada, por ende, menor tamaño tiene que ser el agregado, de esta manera el cemento será más eficiente y cuando necesitamos concretos de menor resistencia y/o resistencia mucho más baja, cuanto más grande tengamos el agregado, alta será la eficacia del cemento. (Osorio, David, 2019).

Por otro lado, también se ve afectada la resistencia del concreto es por la prontitud de resistencia, que es el tiempo donde la mezcla cambia de un estado plástico a un estado resistente. Por lo tanto, su determinación es muy fundamental, cabe indicar que la resistencia de las mezclas de hormigón con menor relación (A/C) es mayor que la combinación de concreto que tienen mayor relación agua-cemento. (Osorio, David, 2019).

Asimismo, tenemos al curado del concreto que viene a ser el proceso de control cuando el agua se evapora del concreto a través de la influencia de la temperatura, la luz solar, el viento y la humedad relativa para controlar que las partículas de cemento están completamente hidratadas, asegurando así su resistencia; el propósito del curado es que el concreto se encuentre lo más saturado posible para hidratar completamente el cemento. Porque si no se completa, el concreto no logrará alcanzar su resistencia máxima al final. (Osorio, David, 2019).

Y por último tenemos otra causa de importancia como lo es la temperatura; puesto que, durante el proceso de curado, la temperatura más alta acelerará la reacción química de hidratación, mejorando así la resistencia precoz del hormigón sin afectar negativamente la máxima resistencia final, donde las temperaturas muy altas durante la distribución y endurecimiento del hormigón aumentan la capacidad de soportar a una edad precoz, cabe

resaltar que tienen un efecto negativo en la resistencia a los ciclos posteriores, singularmente posterior de 7 días, esto es gracias al hecho de que la superficie de las partículas de cemento producidas está hidratada formando así una estructura pobremente física y porosa. (Osorio, David, 2019).

En vista de lo anterior, es importante estudiar los materiales utilizados, utilizar materiales que sean resistentes a la compresión y seguir las regulaciones establecidas para lograr concreto de alta calidad. (NTP 339.215,2017).

En la implementación del proyecto, se están utilizando nuevos métodos alternativos para mezclar el concreto, lo que puede resolver el problema actual. Actualmente, como la resistencia y la contaminación ambiental; de esta forma, el agua convencional, el cemento, los agregados y, en algunos casos, los aditivos ya no se utilizarán. Asimismo, esta investigación aporta en la reducción del desperdicio de vidrio en el planeta y tratando de reutilizar este material en otras aplicaciones de la industria de la construcción, como producir hormigón sin comprometer su resistencia.

En investigaciones previas acerca del tema en estudio, se sabe que la materia prima denominada vidrio es un material que puede proporcionar una mayor resistencia a la compresión, lo que hace más factible este material. En la investigación sobre el uso de vidrio reciclado en el campo de la resistencia a la compresión del hormigón, tiene dos propósitos, por ejemplo: mejora en la capacidad portante del hormigón y así mismo también reducir la contaminación ambiental que se da día a día a causa de materiales reciclables como es el vidrio, por lo que se espera que se proporcione resultados positivos para ser usados en futuros edificios. Es posible utilizar el vidrio como información necesaria para elementos de hormigón.

El presente proyecto se desarrolla con el propósito de innovar en el ambiente de la construcción utilizando el vidrio reciclado para un bienestar social y medioambiental, para obtener la mejor resistencia a la compresión en el elemento estructural, frente al concreto convencional ya conocido, en donde

se realizarán los ensayos correspondientes, reemplazando así ciertos porcentajes (10%,20%, 30%) de vidrio molido reciclado por agregados finos. De no ser así, una de las consecuencias más notorias que podríamos observar es la contaminación al medio ambiente en el que nos desarrollamos ya que estamos expuestos y somos conscientes que el vidrio existe en gran proporción en nuestro alrededor, entendiéndose a la vez que el este elemento tiene una degradación lenta.

### **1.1. Planteamiento del problema**

¿Cómo influye el vidrio molido reciclado en la resistencia a la compresión del concreto en Trujillo - La Libertad en el año 2020?

### **1.2. Justificación**

Este proyecto está orientado a la indagación de nuevas elecciones de materiales (como es el vidrio molido reciclado) que sirvan de reemplazo en proporciones del agregado fino, a fin de facilitar las disyuntivas que se generan dentro de una construcción, que son comúnmente el desgaste y destrucción del hormigón, buscando el mejoramiento del concreto en la resistencia a la compresión, brindando una mejor solidez y durabilidad en las edificaciones. Así mismo también se busca disminuir la contaminación que genera el vidrio en el medio ambiente, lo cual será muy beneficioso para el sector de la construcción.

El propósito de este estudio es comprender el impacto del vidrio triturado en la resistencia a la compresión de la mezcla de agregados. Lo evaluaremos en porcentajes de 10%, 20% y 30% para encontrar el concreto con la mayor resistencia a la compresión. Teniendo como referencia estudios ya realizados donde indican que el vidrio molido, probablemente es beneficioso para el concreto, puesto que eleva la capacidad portante, en reemplazo del agregado fino en la construcción.

Esta investigación propuesta tiene como finalidad diagnosticar cómo el vidrio molido reciclado intervenir en el concreto para la realización de edificaciones, a través de pruebas estandarizadas, mejorando así la resistencia (estado endurecido), ya que sus propiedades mecánicas y

físicas son muy beneficiosas para la mezcla de hormigón y se trabajará bajo los parámetros establecidos por la norma ACI.

De acuerdo con la ACI (American Concrete Institute), el agregado debe cumplir con ASTM C33 o ASTM C330, sin embargo, si este nuevo agregado proporciona una mayor durabilidad y resistencia al concreto a través de pruebas o ensayos prácticos, puede utilizarse en la mezcla, siempre y cuando esté aprobado por la autoridad competente.

La construcción está en constante desarrollo e innovación, y constantemente se hacen nuevas propuestas para mejorar los materiales, usar equipos más avanzados y actualizar el software, pero estos incurrirán en mayores costos en el proyecto.

Pero desde un punto de vista económico, dado que el vidrio (calcio sodio) mezclado en concreto puede usarse para construir casas en la provincia de Trujillo, debe tenerse en cuenta que este material es muy fácil de usar porque lo podemos hallar en botes de basura, calles, en nuestras viviendas, etc.

De manera similar, usar el vidrio molido reciclado como agregado fino para el concreto, es posible reducir el impacto ambiental que generan las canteras de alrededor al explotar los recursos para la obtención de los agregados, tanto como grueso y fino.

La investigación experimental actual se llevará a cabo recopilando información de diferentes fuentes bibliográficas, lo que proporcionará una gran ayuda para futuras investigaciones.

El objetivo principal de las muestras de tecnología y procedimiento utilizadas en el desarrollo de esta investigación fue encontrar las respuestas a las preguntas planteadas originalmente.

Esta investigación consiste en hacer ensayos con los agregados, ensayos para 7, 14 y 28 días en el estado fresco y curado del concreto. Los resultados se mostrarán en un formato para sacar conclusiones más adelante.



### **1.3. Hipótesis**

El vidrio molido, influye 37.14% en la resistencia a la compresión del concreto en Trujillo – La Libertad, en el año 2020.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar la influencia del vidrio molido reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – La Libertad, 2020.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las Densidades secas máximas y mínimas de los agregados según la Norma ASTM D-4253, para la elaboración de los testigos de concreto.
- Determinar las Porcentaje de absorción de los agregados según la Norma ASTM C127, para la elaboración de los testigos de concreto.
- Determinar las Contenido de humedad de los agregados según la Norma ASTM D-2216, para la elaboración de los testigos de concreto.
- Determinar las Gravedad especifica de los agregados según la Norma ASTM ASTM D-854, para la elaboración de los testigos de concreto
- Diseñar las mezclas ACI 211.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto normal o estándar, con 10%, 20% y 30% de vidrio molido reciclado en remplazo del agregado fino.
- Elaborar probetas de muestra con concreto normal o estándar, con 10%, 20% y 30% de vidrio molido reciclado en remplazo del agregado fino.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto normal o estándar, con 10%, 20% y 30% de vidrio molido reciclado en remplazo del agregado fino.
- Realizar el análisis de datos mediante el software SPSS para las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes:

*“Influencia de la incorporación de vidrio triturado en las propiedades y el comportamiento a alta temperatura de morteros de cemento”.*

(Flores Alés, y otros, 2018) Para verificar el rendimiento del mortero donde el agregado se reemplaza parcialmente por vidrio doméstico reciclado, a partir de las características del producto con una tasa de reemplazo del 25% y 50% en comparación con la muestra de referencia (p. 258). Para promover el reciclaje de los ciudadanos, en el año pasado 2016, España instaló más de 9,000 contenedores, lo que aumentó el equipo disponible en un 5%, llegando a doscientos once mil, ochocientos setenta y seis recipientes, convirtiéndose o siendo parte de la población europea con mayor asignación con este equipamiento (p.259). El análisis mecánico también muestra cambios significativos en la resistencia a la flexión y a la compresión. Cabe hacer mención que, en el mortero de cemento, el representante de la resistencia a la compresión es significativamente mayor que a la tracción (p. 262). Reemplazar con agregados de vidrio puede mejorar las propiedades mecánicas de las pruebas mecánicas, lo que demuestra que la adición de vidrio como suplanto de la arena después del proceso de calentamiento tendrá un gran impacto (p. 263).

Esta investigación hace de conocimiento la importancia de sustituir el vidrio procedente del reciclaje; el cual es facilitado por los mismos ciudadanos españoles en colaboración con el medio ambiente. Este vidrio es sustituido en diferentes porcentajes, obteniendo así un mejor comportamiento en las particularidades mecánicas, entre ellas la resistencia a la compresión.

*“Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón”*

(Silvestre Gutiérrez, 2017) Aumentar la resistencia a la compresión del concreto, se deben analizar dosificaciones de concreto con vidrio molido, tamizado y granular. (p. 15). El proyecto tiene como base una estructura de investigación experimental, ya que es imprescindible probar la resistencia de la mezcla a analizar en el laboratorio, y debido a la comparación y análisis de los resultados obtenidos, tiene una composición descriptiva. (p 29). Para el vidrio molido, en el ensayo de las 3 probetas a los 14 días, solamente teniendo el 3% de vidrio superó la resistencia de la probeta de mezcla normal, por el contrario, las probetas ensayadas a los 28 días, en todos los porcentajes usados se superó el resultado obtenido por parte de la probeta de mezcla normal. (p.61). Una vez que se analizaron y compararon los datos obtenidos de la muestra de concreto cilíndrica, se concluyó que, tal cual se indica anteriormente, dichas muestras que abarcaban vidrio en cualquier representación y porcentaje de estudio lograron una comparación con las mezclas ordinarias. La muestra tiene una mayor resistencia. (p.65).

En esta investigación, nos da a conocer acerca del beneficio obtenido del vidrio molido reciclado sobre el concreto al ser impuesto a esfuerzos de compresión, de manera que ayuda a aumentar la resistencia del concreto, pues es un método muy interesante también para contribuir con el medio ambiente, como se sabe en Colombia el desperdicio de residuos sólidos es bastante.

*“Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones”*

(Almeida Beltrán, y otros, 2017) Analizar las características de construcción sostenible con el uso de vidrio pulverizado en la producción de concreto. (p.5). Este capítulo incluye el concepto del tipo y diseño de la investigación a realizar. Se revela el proceso para obtener agregados, el procedimiento utilizado para recolectar y posteriormente triturar el vidrio, las pruebas físicas, mecánicas y las particularidades de los agregados, obteniéndose las estadísticas importantes para llevar a cabo la proporción de concreto que se

utilizará. Un concreto tradicional de 21 MPa también incluye un conjunto de técnicas y una serie de procesos que deberán cumplir con los objetivos de la investigación. (p 63). La curva de resistencia frente al tiempo se muestra en el gráfico N° 25, donde el 36% del vidrio molido con arena y se corrigió la humedad en la mezcla. Es de 17.87 MPa a los 7 días, 21.37 MPa a los 14 días y 27.14 MPa a los 28 días; se puede observar que, en el lapso de 14 días, la resistencia de diseño es de 21 MPa, que se ha excedido a los 28 días. (p 166). La producción de concreto con vidrio molido tiene muchos beneficios y ventajas, ya que como material reciclado puede reducir la extracción de áridos, y la contaminación ambiental, la degradación del vidrio puede demorar hasta 4000 cuatrocientos mil años, por otro lado, es un elemento que no contiene materiales orgánicos que se han sometido a los procedimientos de desinfección adecuados. (p. 170)

En esta investigación nos da a conocer un método muy importante que favorece a la capacidad portante del concreto, al mismo tiempo es muy favorable para el medio ambiente y una técnica muy buena para la construcción de edificaciones.

*“Utilización de desecho de vidrio como árido grueso para la elaboración de concreto”*

(Suque Soc, 2016) Analizar si el uso de vidrio molido en lugar de agregados naturales afectará significativamente las características y propiedades mecánicas del concreto (p. 17). Dado que este es un estudio experimental, consistirá en especímenes cilíndricos de concreto, porque el concreto se estudiará experimentalmente para obtener una mezcla con mejores propiedades de compresión y se probará de acuerdo con el estándar. Coguanor NGO 41017h1 (ASTM C39), realizada en la sección "Agregados, Hormigón y Mortero" de CII / USAC. Antes de la compresión de la muestra, cada muestra se pesó e identificó para distinguirlas entre sí. Luego se usó un calibrador a vernier (con una aproximación de 0.1 mm) para medir el tamaño (diámetro y altura). Además, cada tubo de ensayo debe marcarse de

acuerdo con la edad a analizar (es decir, 3, 7 y 28 días) (p.61). Con base en las pruebas realizadas, se observó que cuando se reemplaza el vidrio molido en las probetas de concreto, la resistencia aumenta. Se muestran las propiedades mecánicas de la fuerza portante de los cilindros probados a los 3, 7 y 28 días de edad. Al analizar la resistencia del concreto endurecido contra el tiempo, se observó que la resistencia de la mezcla estándar fue superada por una mezcla, que era 40% de vidrio en los primeros 14 días (p.74). En la incorporación de concreto, cuando se utilizan diferentes porcentajes de vidrio para reemplazar los agregados naturales, sus propiedades físicas y propiedades mecánicas cambian, es decir, cuando aumenta el porcentaje de vidrio, el asentamiento disminuye, lo que indica que cuando el porcentaje de vidrio se reemplaza en más del 60%, el valor excederá los parámetros de calidad determinados en el estándar (p.89).

Esta investigación nos da a conocer acerca de la utilización del vidrio y analiza la influencia que esta tiene en el concreto, las cuales son sometidas a los ensayos correspondientes para así poder obtener una mezcla óptima a la compresión, en donde se llegó a determinar que efectivamente al reemplazar el vidrio reciclado en los diseños, conseguimos que la resistencia aumente.

*“El efecto del tamaño del vidrio esmerilado sobre la resistencia a la compresión del hormigón, Trujillo 2019”*

(Chávez Silva, 2019) Evaluar el efecto de la dimensión de vidrio molido sobre la capacidad portante del concreto. (p.36). Este estudio es de tipo experimental, ya que existe dependencia de variables. (p.42) El hacer uso de cierto porcentaje, además del tamaño ha resultado beneficioso, influyendo de manera positiva aumentando la resistencia al aplastamiento. Según el proyecto propuesto, se prepararon testigos de concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el laboratorio de concreto de la UPN-sede San Isidro en la ciudad de Trujillo, departamento de La Libertad. (p.83) Se evaluó el efecto de la dimensión de esta materia prima en base a la fuerza a la presión del concreto, obteniéndose un resultado

así favorable con la inclusión del 60% de vidrio molido de dimensión retenido en la Malla #8. (p.92).

Se puede observar que, en esta investigación, el efecto del tamaño del vidrio triturado, influye en la resistencia a la presión, entonces podemos decir que es una investigación favorable para el mundo de la construcción.

*“Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos”*

(Ochoa Tapia, 2018) Determinar el efecto del vidrio molido reciclado como un elemento que ayuda a la reducción del agregado fino en la estructura de mezclas de concreto para pavimento urbano (p 20). En este estudio, la población se definió como un agente reductor de agregado fino mediante una muestra de concreto cilíndrico con polvo de vidrio finamente triturado (diferentes porcentajes), el concreto se estudió experimentalmente de acuerdo con los métodos de mezcla del concreto para comprender su rendimiento en estado fresco y endurecido al agregar vidrio esmerilado para aceras urbanas (p.52). En estado fresco, las tres combinaciones de resistencia  $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ ,  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ ,  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  siguen la siguiente tendencia: a medida que aumenta el porcentaje de vidrio esmerilado (10%, 20% y 30%) el slump baja en comparación con la mezcla tradicional (3 - 4 pulgadas), y se observó que se usó 30% de vidrio esmerilado en lugar de agregado fino y el asentamiento del slump se redujo más, en comparación con el 10% y el 20% de vidrio esmerilado, por lo que para  $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ , considerando la consistencia plástica de la mezcla (según ASTM C 143), se han obtenido 7,62 cm, tanto para  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  como  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$ , determinándose que carece de humedad ya que es menos factible (de acuerdo con ASTM C 143)(p.115). Se ha determinado que el 30% de vidrio molido reciclado mezclado en el concreto puede tener mayor resistencia a la compresión a los 28 días, para  $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ , su  $f'c$  es  $196.9 \text{ kg / cm}^2$ , para  $f'c$

= 210 kg / cm<sup>2</sup> es 233.54 kg / cm<sup>2</sup>, para  $f'c = 280$  kg / cm<sup>2</sup> es 311,37 kg / cm<sup>2</sup> (p 119).

En este estudio se busca analizar la resistencia a la compresión, incluyendo diferentes porcentajes de vidrio esmerilado para reducir el agregado fino, llegándose a constatar que agregando el 30% de vidrio chancado en los diseños se logra una resistencia mayor alta a la compresión en un periodo de 28 días, entendiéndose que es un material reciclable el cual es de gran aporte para la construcción civil.

*“Efecto de la sustitución del agregado grueso por vidrio blanco en la resistencia del concreto”*

(Santos Bardales, 2018) Evaluar el impacto del uso de vidrio reciclado en lugar de agregado en el desempeño del concreto (p.22). Para este estudio, la población a ensayar es la colección de todas las muestras de diseño de hormigón de acuerdo con el estándar de construcción establecido  $f'c = 210$  kg / cm<sup>2</sup>. Por ello, estos materiales son árido grueso y árido fino, cemento, vidrio blanco reciclado, etc. El agregado proviene de la cantera del río Santa en la localidad de Rumichuco, y el vidrio se recolecta de un establecimiento comercial en Huaraz. (p.25). El vidrio blanco reciclado está compuesto principalmente por óxido de silicio, que es beneficioso para resistir la compresión hasta cierto porcentaje de sustitución. (p.47). Los principales componentes del vidrio blanco reciclado son 31,94% de silicio: 5,03% de calcio. Al día 28, el hormigón experimental con 25% de agregado grueso en lugar de vidrio tuvo la mayor resistencia, seguido por el concreto estándar y el concreto con materia prima (vidrio) en lugar de agregado grueso. 50% de fuerza de diseño de alcance

En esta investigación, se muestra la sustitución de vidrio blanco por el agregado grueso, en donde se evidencia que, en un periodo de 28 días, se puede obtener una resistencia mayor a la del concreto estándar.

*“Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, barranca-2016”*

(Walhoff Tello, 2016) Determinar el uso de vidrio machacado en la resistencia a la compresión y en los presupuestos del costo, en comparación con el concreto comúnmente utilizado, Barranca-2016. (p.4). Dado que la dosificación de vidrio expresada en porcentaje, desintegrado en partículas minúsculas en el concreto puede controlarse para profundizar su impacto en la fuerza a la compresión y los costos de fabricación, el método de este estudio es experimental, es decir, estimulará la observación e interpretación de sus resultados. (p. 41). En el día 28, de acuerdo con la tabla de distribución t-student, se observó que la dureza del concreto convencional es significativa en comparación con el concreto que usa 15% de vidrio molido en lugar de cemento, que es más alto que la fuerza del concreto comúnmente tenemos conocimiento, mientras que 5% del concreto, en comparación con 10% y 15% de vidrio molido, la resistencia a la presión va en alza o elevada, por lo que excede la resistencia del concreto convencional, lo que nos proporciona parámetros alternativos. El vidrio molido reemplazará hasta el 5% del cemento utilizado, aunque este estudio coincide con otros estudios de investigación, donde muestran que el vidrio molido aporta al concreto más resistencia a la compresión, donde Catalán en su trabajo de proyecto: “Influencia que tiene el vidrio en hormigones de diversos grados de resistencia (15, H20 y H30)” nos comenta que al usar el 10% de vidrio pulverizado en lugar de cemento puede lograr la máxima resistencia. (p. 81). El uso de vidrio esmerilado en lugar de cemento en un 5% tiene un impacto significativo en la fuerza a la compresión del hormigón de 21 días de edad. (p. 84).

Esta investigación nos muestra en sus resultados que el vidrio molido reciclado, maximiza la resistencia del concreto a la compresión significativamente, y que también este tipo de investigaciones pueden



aportar a la disminución de la contaminación ambiental de nuestro planeta.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Concreto**

También llamado concreto, se puede definir como una mezcla de materiales aglutinantes. Estos materiales aglutinantes son cemento Portland hidráulico, agregados o agregados (en algunos casos se utilizan como cargas, agua y aditivos). Formará piedra artificial después del endurecimiento. Después de un período de tiempo, pueden soportar el aumento de la fuerza a la presión. (Sánchez, 2001).

#### **2.2.1.1. Características:**

Según Academia, entre los factores más resaltantes tenemos que es trabajable; por ende, es adaptable a cualquier forma de encofrado, también su alta resistencia a la compresión; el cual se adecua a elementos estructurales, como son las columnas y arcos, los cuales son sometidos a la compresión.

#### **2.2.1.2. Tipos de concreto:**

- **Concreto Simple:** Es aquel que posee refuerzo o también lo encontramos sin refuerzo inferior al mínimo normalizado para concreto armado (NORMA E-060, 2020, p.26). Como es de nuestro conocimiento está conformado de y los diferentes agregados conjuntamente con agua, utilizado para vaciar el falso piso y contra piso.
- **Concreto Armado:** Concreto estructural reforzado con más acero que la cantidad mínima (NORMA E-060, 2020, p.26). Como su mismo nombre lo dice, categorizado así porque está conformado de armaduras de acero de refuerzo, siendo así un elemento importante ya que

soporta fuerzas tensionadas, incrementando así la resistencia a la presión.

- **Concreto Ciclópeo:** Hormigón tradicional donde en su masa se incorporan piedras de mayo tamaño (NORMA E-060, 2020, p.26). Este tipo de cemento es utilizado en cimientos y sobre cimientos.
- **Concreto Liviano:** Es un concreto con agregados livianos que cumplen con los requisitos de 3.3 (se pueden usar áridos que no estén normalizados siempre y cuando se demuestre lo contrario; es decir, que el concreto producido por ellos tiene resistencia a través de pruebas, experiencia laboral y requisitos de durabilidad), su densidad de equilibrio no excede los 1850 kg / m<sup>3</sup>. (NORMA E- 060, 2020, p.26).
- **Concreto Normal:** Consta de un peso relativamente de 2300 Kg/m<sup>3</sup>. (NORMA E-060, 2020, p.26).
- **Concreto Preesforzado:** Concreto estructural con tensiones internas introducidas para reducir la tensión potencial de tracción del concreto causada por la carga. (NORMA E-060, 2020, p.26).

### **2.2.1.3. Cemento Portland:**

Podemos decir que el cemento es un aglutinante formado en base a una mezcla de piedra caliza y arcilla, que se calcina y tiene las características de endurecimiento después del contacto con el agua. Su producción es una actividad industrial basada en la minería. Empezando con la extracción de piedra caliza en la cantera (Carbia María Esther,2017, p.196.203).

Cemento hidráulico producido por la pulverización de Clinker y una o más formas de sulfato de calcio como adición de molienda (Norma ASTM C150).

#### **2.2.1.3.1. Clasificación:**

Cemento Portland fabricado en nuestro país, supervisado por ITINTEC de acuerdo con normas internacionales como ASTM y ACI.

- **TIPO I:** Cemento de uso común en la ingeniería del hormigón, trabajos de hormigón y mampostería que no requiere de propiedades especiales, siendo éste el más utilizado en las casi todas las construcciones.
- **TIPO IA:** Esto es similar al anterior, pero tiene una mayor resistencia a las heladas.
- **PUNZOLÁNICO:** El contenido de puzolana en el cemento puede ser de hasta el 15%, este material puede darle color a arcilla calcinada rojiza de cenizas volcánicas o ladrillo. La ventaja de suplir parte del cemento con esta materia prima es que retiene el H<sub>2</sub>O y, en tanto, tiene una adhesión significativa.
- **TIPO II:** Es un cemento utilizado en ingeniería general del hormigón, expuestas al sulfato de efecto moderado de hidratación.
- **TIPO IIA:** Es moderadamente resistente a los sulfatos y muy resistente a las heladas.
- **TIPO III:** Es el cemento original de resistencia alta. Hormigón de cemento tipo III, donde la resistencia generada a los 3 días es similar a la resistencia generada por el concreto en 28 días hecho con cemento tipo I o tipo II.
- **TIPO IIIA:** Posee una mayor resistencia inicial y una mayor resistencia a las heladas.
- **TIPO IV:** Cemento requerido en baja temperatura de hidratación y se recomienda para extensas áreas de hormigón. Se puede utilizar, para una presa de concreto.

- **TIPO V:** Cemento que requiere alta resistencia al sulfato. Las aplicaciones tradicionales incluyen estructuras hidráulicas expuestas al agua. Tiene un alto contenido de hidrólisis alcalina y una estructura expuesta al agua de mar.

Tiene propiedades adhesivas y cohesivas, capacidad para enlazar agregado. Estas propiedades dependen de su composición química, grado de hidratación, finura de partículas, velocidad de endurecimiento, calor de hidratación y resistencia mecánica que se pueden producir. (Jimenez Menozcal, y otros, 2017 pág. 18).

#### **2.2.1.4. Agua:**

La razón por la cual el cemento es hidráulico es porque ésta tiene las características de solidificación y resistencia en agua, a través de la reacción química. De esta forma, el agua se utiliza como material en el hormigón. Hidrata y forma partículas de cemento desarrollaron sus características cohesivas. Mezclar agua con cemento producirá una pasta, que puede diluirse más o menos según la proporción de agua. (Jimenez Menozcal, y otros, 2017 pág. 19).

Cuando la mezcla se encuentra en estado plástico actúa como lubricante para el agregado, conecta donde la fluidez de la mezcla permite su colocación y restringe el nivel para provocar mayor resistencia. Cuando la mezcla es sólida, el cemento sella el espacio entre las partículas, reduciendo así la permeabilidad del hormigón, evitando así el desplazamiento de agua en el agregado.

#### **2.2.1.5. Agregados:**

Las principales razones para usar la incorporación de estos materiales de relleno en la mezcla es que logran que ésta sea

más económica. Este Agregado, combinado con pasta coagulante proporciona cierta resistencia mecánica característica propia de la compresión o aplastamiento (Jimenez Menozcal, y otros, 2017 pág. 21).

Existen una variedad de agregado para hormigón, entre los cuales podemos mencionar al agregado fino, comúnmente llamado arena donde sus partículas pasan completamente el tamiz nº4 (4.75 mm) y retenido en el tamiz nº200 (75 µm); agregado grueso, material conocido como “piedra” y que es retenido por el tamiz # 4(de 4.75 mm); fragmentos de roca, mayor de 3 pulgadas (75 mm), normalmente utilizada para preparación de hormigón ciclópeo. # 4 (4,75 mm) y el agregado ligero, característicos de una resistencia limitada.

Como método de análisis del tamaño de partícula, las partículas deben cumplir con los límites estándar. (ASTM C-33., 2016).

**Tabla 1:** Granulometría del agregado

Tamaño de la malla	Porcentaje que pasa en peso
9.52 mm (3/8")	100
4.75 mm (No.4)	95 a 100
2.36 mm (No.8)	80 a 100
1.18 mm (No.16)	50 a 85
0.60 mm (No.30)	25 a 60
0.30 mm (No.50)	10 a 30
0.15 mm (No.100)	2 a 10

Fuente:(ASTM C-33., 2016)

### 2.2.2. Resistencia a la Compresión

Debe tener el conocimiento del esfuerzo que puede soportar ya que es la principal propiedad mecánica del hormigón. Definido como la

capacidad de carga por unidad de área, generalmente expresada en kg / cm<sup>2</sup>, MPa, y algunas frecuencias en libras por pulgada cuadrada (psi). Los datos obtenidos de los ensayos de resistencia a la presión se utilizan principalmente para verificar si la mezcla de concreto cumple con los requisitos especificados ( $f'c$ ) de una estructura dada. Los resultados de la prueba de esfuerzo generados por el cilindro se pueden usar para el control de calidad, la aceptación del concreto o la evaluación de la resistencia del concreto en la estructura, de modo que las operaciones de construcción se puedan organizar, la evaluación y el curado sean convenientes, y la estructura esté protegida (ACI 214).

Los cilindros que han sido puestos a pruebas de aceptación y control de calidad se fabrican y curan de acuerdo con los parámetros establecidos en las Normas ASTM C31 y las Muestras de prueba de sitios de concreto / Normas NTP 339.033, de acuerdo con los procedimientos reconocidos en las Muestras curadas estándar.

La resistencia a la compresión es la característica principal del material. Estructuras de pared porque deben soportar tensiones de compresión constantes (Bustamante Crespo, Mario; José, Martínez Gómez Javier y Macías, 2018 pág. 63).

Para ser precisos, la Normatividad E-060, en los Artículos 4.12 y 4.15, en su capítulo "Requisitos de construcción" recomienda que apliquemos lo siguiente en todas las obras: "Verificar el desempeño y ejecución de los requisitos para  $f'c$ . Basándose en las estadísticas de muestras de concreto preparadas y probadas de acuerdo con las Normas. Esto se considera una prueba de resistencia, al promediar los resultados de 2 testigos cilíndricos realizados a partir de la muestra y analizadas a los 28 días de moldeados las testigos.

Por lo que significa que la comprobación de la resistencia a la compresión del concreto se lleva a cabo por medio de pruebas muestreadas en los laboratorios estructurales, que se prepara en el

sitio de antemano de acuerdo con los procedimientos estándar simples que se explican en la sección "Capacitación".

### **2.2.3. Vidrio:**

#### **2.2.3.1. Definición**

Podemos definirlo como un material translúcido duro, delicado y regular. Conocemos que es uno de los materiales de esfuerzo más utilizados en la construcción, principalmente debido a la buena relación entre características y precios. Estas materias de prima están hechas de fibras de vidrio: sílice, cal, alúmina y magnesita, algunas de las cuales tienen relaciones de adiciones de óxidos muy estrictas, según el tipo de fibra que desean obtener (García Chambillable, 2017 pág. 21).

#### **2.2.3.2. Tipos de Vidrio**

Cuando se añaden diferentes compuestos al material, se consiguen diversos tipos de vidrio.

- **El vidrio sódico – cálcico:** Se compone principalmente de dióxido de silicio, sodio y calcio. Se tiene como parte fundamental a la sílice, donde el sodio facilita la fusión y el calcio es químicamente estable.
- **El vidrio de plomo:** Es tan translúcido como el vidrio de soda, pero tiene una mayor densidad y mayores capacidades de refracción y dispersión. Puede funcionar mejor porque se derretirá a una temperatura más baja.
- **El vidrio de borosilicato:** Su componente principal es el  $B_2O_3$ . En realidad, es inerte y más difícil de derretir y trabajar.
- **El vidrio de sílice:** El vidrio insoluble con una gran cantidad de sílice formará una estructura con pequeños agujeros. El vidrio se lava posteriormente para eliminar el ácido bórico y las ventosas formadas, y finalmente se seca.

#### **2.2.3.3. Propiedades de los Vidrios:**

En general, cuando se piensa en vidrio, pensamos en un sólido cuya rigidez y elasticidad son comparables al acero, pero tiene ciertas propiedades mecánicas, lo que limita su aplicación. Por ejemplo, no es maleable porque no se visualiza ninguna deformación a temperatura normal. Si aplicamos fuerza, lo único que lograremos es destruirlo. De hecho, también es un material duro pero frágil, y esta debilidad se debe a defectos en la superficie (como grietas o surcos). La viscosidad en el vidrio es otra característica de importancia práctica en todas las etapas de preparación, ya que la velocidad de fusión depende de la viscosidad del vidrio, podemos conceptualizar la viscosidad, como la capacidad para soportar el flujo de un líquido, y si nos preguntamos porque medimos la viscosidad, esto hace referencia en todo caso a que el vidrio lo encontramos en estado líquido sobre enfriado. La densidad definida por los resultados de masa a volumen es otra característica del vidrio que ha sido investigada, en este caso va a depender de los diferentes influyentes entre ellos la temperatura, la presión y la composición.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Enfoque de investigación**

La investigación por su enfoque fue cuantitativa, porque en ella se utilizó la recolección y análisis de datos para verificar la hipótesis fundamentándose en una medición numérica, para ello se evaluó si los comportamientos de las probetas cumplen con los parámetros permitidos por la norma.

##### **3.1.2. Tipo de investigación**

###### **3.1.2.1. Según el propósito:**

La presente investigación es de tipo aplicada, debido a que se utiliza otras teorías ya experimentadas para realizar su desarrollo.



### 3.1.2.2. Según el diseño:

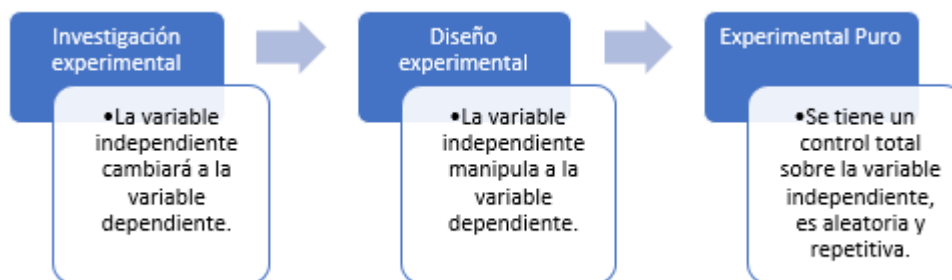
Esto es experimental porque hay manipulación de una variable y otra variable depende de esa variable.

### 3.1.2.3. Según el nivel:

Es de carácter explicativo puesto que es el responsable de buscar el porqué de los hechos mediante la relación causa – efecto.

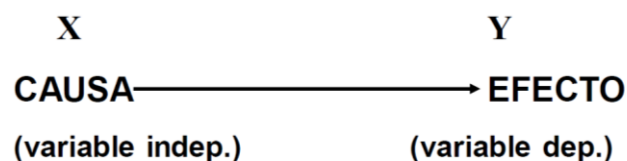
### 3.1.3. Diseño de investigación:

Esta es una investigación de tipo experimental pura, porque la variable independiente (vidrio molido reciclado) tiene control total en todas las variaciones del porcentaje que se utilice y ésta se manipula intencionalmente, para analizar su efecto sobre la variable dependiente (resistencia del concreto a la compresión).



**Figura 1:** Diseño de investigación

Elaboración propia, 2020



Dónde:

X: Es el vidrio molido reciclado.

Y: Es la resistencia del concreto a la compresión.

## **3.2. Variables y Operacionalización**

### **3.2.1. Variables**

Para este estudio se deben tratar dos variables (variables independientes y variables dependientes) La variable independiente (vidrio esmerilado reciclado) tiene un control total sobre la variable dependiente (resistencia a la compresión del hormigón).

#### **Variable independiente:**

##### **- Vidrio molido:**

En 2009, Pearson mencionó que el producto que llamamos vidrio es una sustancia dura, generalmente brillante y translúcida, compuesta principalmente de silicato y álcali que se funde a altas temperaturas. Dado que no es ni sólido ni líquido, sino en estado vítreo, se considera un sólido amorfo.

Los principales componentes del vidrio los podemos encontrar de manera fácil en el medio ambiente: sílice, cal y carbonato de sodio. Los componentes auxiliares se utilizan para impartir propiedades especiales o para facilitar el proceso de fabricación. A partir de la aleación de materiales secundarios y materias primas básicas, se pueden obtener diferentes tipos de vidrio en el porcentaje correcto, que se puede clasificar de acuerdo con su composición química. En cada tipo, hay muchas composiciones diferentes.

#### **Variable dependiente:**

##### **- Resistencia la compresión:**

Es la propiedad que tiene algunos materiales cuando están sometidos a una carga, entre ellos están algunos materiales de construcción (como mortero y concreto).

### 3.2.2. Matriz de clasificación de variables

**Tabla 2:** Matriz de clasificación de variables

Variables	Naturaleza	Escala de medición	Forma de medición
<b>Vidrio molido reciclado</b>	Cuantitativa continua.	Razón	Observación de campo experimental.
<b>Resistencia a la compresión del concreto</b>	Cuantitativa continua.	Razón	Observación de campo experimental.

*Elaboración propia, 2020.*

### 3.2.3. Matriz de Operacionalización de variables (Anexo 3.1)

## 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

### 3.2.4. Población

En este estudio, la población es todo el concreto que se le va a adicionar vidrio molido en Trujillo, La Libertad, 2020.

### 3.2.5. Muestra y muestreo

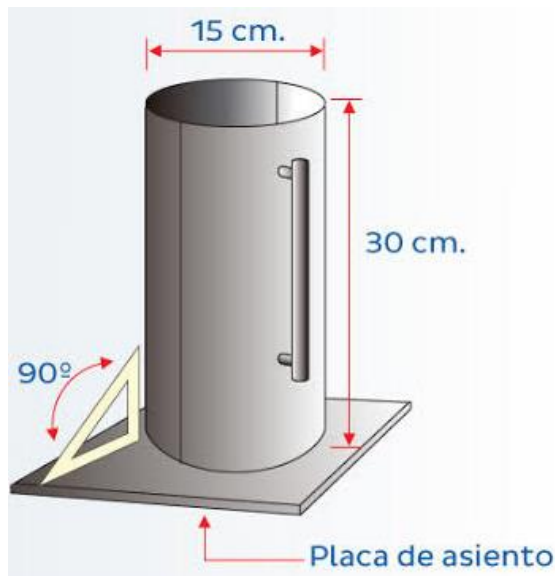
#### 3.2.5.1. Técnica de muestreo

El muestreo que emplearemos es no probabilístico ya que utilizaremos y seleccionaremos procesos preexistentes de nuestro objeto de estudio con el fin de mejorar la resistencia a la compresión del concreto. Por juicio de expertos, conforme a la norma técnica NTP 334.051 establece que debe realizarse mínimo 3 probetas de concreto para las diferentes edades establecidas en la norma, es por tal motivo que en este proyecto de investigación se ha previsto realizar 4 probetas para el ensayo de concreto convencional, a su vez 4 probetas con los porcentajes establecidos (10%, 20% y 30%) respectivamente, teniendo en cuenta las edades de acuerdo a norma con un total de 48 probetas cilíndricas.

Según norma E 060, para la elaboración de estas probetas, se usará un molde cilíndrico que tendrá las siguientes dimensiones:

Alto: 20 centímetros.

Diámetro: 10 centímetros.



**Figura 2:** Molde para las probetas

Fuente: E0.60

### 3.3.2.2 Tamaño de muestra

Teniendo en cuenta los antecedentes plasmados en la investigación se ve reflejado que han considerado conveniente tomar los porcentajes del 5%,10%,15% de vidrio molido en reemplazo del agregado fino, ya que se ha evidenciado que existe una buena resistencia a la compresión, es por tal motivo que en nuestra investigación tomaremos los porcentajes de 10%, 20% y 30% respectivamente con aporte para nuestro proyecto.

El tamaño de muestra, por juicio de experto, basándonos en lo expuesto anteriormente y en la NTP 334.051, indica que se debe considerar 3 probetas como mínimo, es por ello que nosotros estamos considerando 4 probetas por cada porcentaje; es decir, 4 probetas patrón (0% de vidrio molido reciclado), 4 probetas con 10% de vidrio molido reciclado, 4 probetas con 20% de vidrio

molido reciclado y por último 4 probetas con 30% de vidrio molido reciclado, sumado a esto cabe resaltar que se evaluarán en los diferentes periodos de edad 7 días, 14 días y 28 días respectivamente, obteniendo como resultado un total de cuarenta y ocho (48) probetas. (Anexo 5.1).

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

#### 3.2.6. Técnica:

En este estudio, la observación directa será utilizada como una técnica o método de recopilación de datos, porque la prueba de compresión se observará y se registrará la carga máxima de las muestras, y los datos de estas cargas se utilizarán para calcular la resistencia.

#### 3.2.7. Instrumentos de recolección de datos

En este estudio, la guía de observación se utilizará como una herramienta de recopilación de datos, porque en este caso, se registrará la carga máxima de cada probeta que se ensaye a compresión teniendo en cuenta que también estos serán de gran aporte para el diseño de mezclas.

Guía de observación N° 01 (anexo 4.1), ésta nos permite recolectar datos para determinar la resistencia a la compresión; guía de observación N° 02 (anexo 4.2), nos permitirá recolectar datos para determinar nuestro diseño de mezcla, según Norma ACI.

**Tabla 3:** Instrumentos y Validaciones

<b>Etapas de la Investigación (Dimensiones)</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Validación</b>
Resistencia a la compresión	Ensayo de laboratorio Guía de Observación N° 01	NORMA E-060 NTP 339.034 juicio de expertos

Diseño de mezcla	Ensayo de laboratorio Guía de Observación N° 02	NORMA ACI juicio de expertos
Consistencia del Concreto (Prueba Slump)	Ensayo de laboratorio	NORMA ASTM C143-78 juicio de expertos

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

### 3.2.8. Validación de los instrumentos de recolección de datos

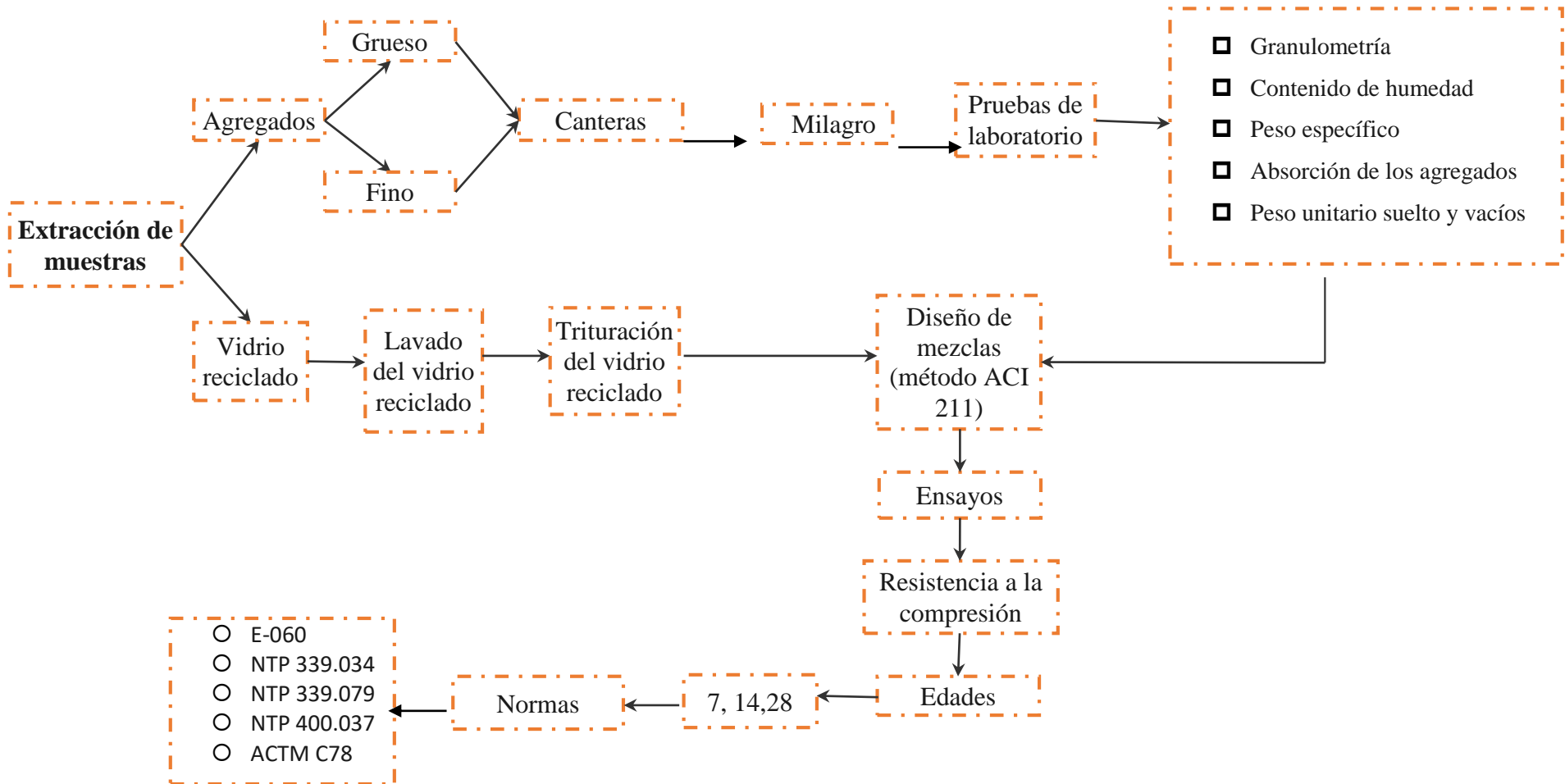
Este proyecto se trabajará a través de formatos de evaluación o guías de observación, en donde se registrarán los procedimientos y los resultados de cada uno de los ensayos, las valideces de estas fichas serán criticadas por especialistas en el tema, tal es el caso del Ensayo de Resistencia a la Compresión el cual será evaluado, criticado y validado por el Ing. José Sebastián Huertas Polo (CIP: 34570). Así mismo, también se trabajará con las respectivas normas estandarizas: E-060, NTP 339.034, Y Norma ACI 211.

### 3.2.9. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

La confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos está dada y garantizada por las Normas Técnicas Peruanas y a su vez por el encargado experto y especialista del laboratorio de suelos HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Por último, la confiabilidad del estudio del Ensayo de Resistencia a la Compresión, está dada y garantizada por el especialista encargado de validar nuestro instrumento y a su vez por el encargado experto y especialista del laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

### 3.5. Procedimiento



Elaboración propia de los autores

### **3.5.1. Obtención de los agregados:**

Primero nos dirigimos a la cantera “ROCA FUERTE” ubicada en el centro poblado “EL MILAGRO” que se encuentra aproximadamente a 10 km de la ciudad de Trujillo, para la extracción de los agregados (grueso y fino), pues esta cantera es de fácil acceso.

Los trabajadores de estas canteras trabajan a tajo abierto utilizando distintas maquinarias pesadas, en la cantera podemos encontrar áridos finos y gruesos, piedra de varias dimensiones (piedra mediana, grande, chancada) que se emplean en la construcción de obras en la ciudad de Trujillo.

Para obtener los agregados (fino y grueso) llevamos sacos donde podamos juntar un aproximado de 50 kg de cada agregado, para posteriormente realizar los ensayos respectivos de los agregados, también utilizamos palanas para llenar los sacos, y una movilidad o transporte para poder trasladar el material desde la cantera hacia el laboratorio.

### **3.5.2. Obtención del vidrio, limpieza y trituración**

Para poder contar con este material, se tendrá en cuenta el reciclaje de botellas, retazos de vidrios de ventana, estantes, vitrinas, etc., luego pasaron por un proceso de desinfección y limpieza para después ser trituradas, después de haber triturado el vidrio, éste debe quedar similar al agregado fino para luego realizar el tamizado por la malla #200.

### **3.5.3. Pruebas en el laboratorio a los agregados**

#### **3.5.3.1. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso (NTP 400.012)**

Esta regulación permite determinar la distribución de tamaño de los agregados, que se pueden dividir en partículas finas y gruesas mediante un tamizado manual.

#### **Procedimiento:**



- Primero secamos la muestra en el horno, posteriormente dejamos enfriar a temperatura ambiente.
- Ordenamos los tamices de descendente conforme a la abertura, es decir el tamiz con mayor abertura va encima y el tamiz con menor abertura al final.
- Se introduce el agregado en los tamices y se zarandea, teniendo en cuenta las recomendaciones y protocolos indicados en los laboratorios de mecánica de suelos.
- Determinamos la cantidad de material retenido en cada tamiz, no debe quedar más del 1% sobre cada tamiz.
- En base a la porción total de muestra tamizada se calcula el porcentaje que pasa en cada tamiz.

### 3.5.3.2. Contenido de humedad del agregado fino, grueso (NTP 339.185)

Este ensayo lo realizamos para poder especificar el porcentaje de humedecimiento de la muestra, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 1 Contenido de humedad del agregado fino, agregado grueso.

$$p = \frac{W - D}{D} * 100$$

#### Procedimiento:

- Primero realizaremos el pesado de los agregados, para luego meterlos al horno aproximadamente a 100°C durante un periodo de 1 día, debemos introducir al horno teniendo cuidado de no dejar caer partículas de las muestras.
- Posterior a las 24 horas transcurridas, pasamos a retirar las muestras del horno y dejamos que éstas se enfríen al aire libre por unos 60 minutos aproximadamente y procedemos a pesar este material, así tomamos nota del nuevo peso que tiene el material, esto nos servirá para hacer los cálculos en cuanto a la humedad de este material.

### 3.5.3.3. **Peso específico y porcentaje de absorción de agregado grueso (NTP 400.021)**

Esta norma muestra el procedimiento para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y a absorción (después de 24 horas) del agregado grueso.

#### **Procedimiento:**

- Sacamos del agua el espécimen y la enrollamos en una franela grande para así poder absorber las moléculas de agua que estén visibles, enseguida secamos por separado los especímenes de mayor tamaño. Colocamos la muestra en una superficie seca.
- Deje enfriar de una a tres horas a temperatura ambiente.
- Cuando la muestra esta enfriada, volvemos a pesarla.
- Por ultimo realizaremos los cálculos establecidos en la normativa.

#### *Ecuación 2 Peso Específico del agregado Grueso*

$$P_{em} = \frac{A}{B - C} \times 100$$

Fuente NTP 400.021

#### *Ecuación 3 % Absorción del Agregado Grueso*

$$Ab\% = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

Fuente NTP 400.021

### 3.5.3.4. **Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP 400.022)**

Llenamos el instrumento con agua.

- Introducimos 500 g de árido fino saturado seco en el instrumento, luego le adicionamos agua y lo agitamos.

- Luego de haber eliminado todas las burbujas de aire, procedemos a ajustar la temperatura del picnómetro.
- Determinamos la masa total, tanto del picnómetro, la muestra y el agua.
- Retiramos el porcentaje que habíamos adicionado para ponerla a secar en el horno
- Después ponemos a enfriar para los cálculos correspondientes de acuerdo a ley.

*Ecuación 4 Peso específico del Agregado Fino*

$$\text{Peso Específico SSD} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

Fuente NTP 400.022

*Ecuación 5 % Absorción del Agregado Fino*

$$\% \text{ Absorción} = 100 \left[ \frac{S - A}{A} \right]$$

Fuente NTP 400.022

### **3.5.3.5. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (NTP 400.017)**

#### **Calibración de la medida:**

- Llenamos el dosificador con agua y lo tapamos con una placa de vidrio para que se eliminen las burbujas y el exceso de agua.
- Pesamos el agua contenida en la medida, medimos la temperatura y posteriormente determinamos la densidad.

#### **Procedimiento por apisonado:**

- Llenamos 1/3 del recipiente de medida y nivelamos con la mano la superficie.
- Con la barra compactadora, apisonamos la capa con 25 golpes distribuidos sobre la superficie, volvemos a llenar hasta los 2/3

del recipiente y se repetirá el procedimiento anterior y por ultimo llenamos hasta rebalsar, eliminado así el material excedente.

#### **Método de percusión:**

- Cada una de las capas (3) la compactamos, para ello colocamos el recipiente con el agregado sobre una superficie firme (puede ser en el piso).
- Dejamos caer el recipiente con el material para que se golpeará fuerte, compactamos así durante cincuenta series y lo que exceda será eliminado, y por ultimo procederemos a calcular según reglamento.

*Ecuación 6 Peso Unitario del agregado*

$$M = \frac{G - T}{V} \quad , \quad M = (G - T) * F$$

Fuente NTP 400.017

#### **3.5.3.6. Diseño de mezclas método ACI 211:**

Determinamos el  $f'_{cr}$  para el cual se va a diseñar con las siguientes fórmulas.

$$F'_{cr} = f'_{c} + 84 \quad , \quad F'_{cr} = 1.2 * f'_{c}$$

Fuente: Norma ACI 211

Elegimos el asentamiento en función del tipo de edificio donde se utilizará el hormigón.

Una vez que hemos obtenido todos los datos a emplear, haremos uso del software DC CONCRET 2014, el cual será de gran aporte en nuestro proyecto ya que nos indicará la manera correcta de poder diseñar nuestra mezcla.

#### **3.5.3.7. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo (NTP 339.033)**

## **Moldeo de especímenes**

- **Vaciado de los cilindros:**

Moldeamos las muestras en una zona o área nivelada, sobre todo, para no presentar alteración alguna. Así mismo seleccionamos la barra apropiada para iniciar la compactación, luego vamos vaciando y añadiendo el concreto moviendo constantemente y podamos asegurar tener una excelente distribución.

Repetimos este procedimiento para las probetas restantes y eliminamos el material en exceso.

- **Curado:**

Después del moldeo y acabado, la muestra se mantiene durante 48 horas para evitar la luz solar directa y otros factores que pueden alterar la muestra.

Para el curado final, debemos usar agua de tanques de almacenamiento o en habitaciones húmedas debe usarse para curar dentro de los 30 minutos posteriores a la extracción del molde.

### **3.5.3.8. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland o prueba de slump (NTP 339.035)**

- Humedecemos o mojamos el molde.
- Colocamos el molde en una zona plana, rígida, húmeda y que no absorba.
- Tener en cuenta que este debe estar fijado firmemente mientras se realiza el llenado
- Llenamos en tres capas iguales.
- Compactamos cada capa, la cual consta de 25 golpes, haciendo uso de una barra compactadora, realizamos constantes movimientos en el interior, siguiendo este procedimiento hasta llenar totalmente y este rebalsado, una

vez llenado eliminamos el excedente con la barra compactadora.

- Por último, retiramos cuidadosamente de forma ascendente firme y verificamos el asentamiento del concreto.

### **3.5.3.9. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (ntp 339.034).**

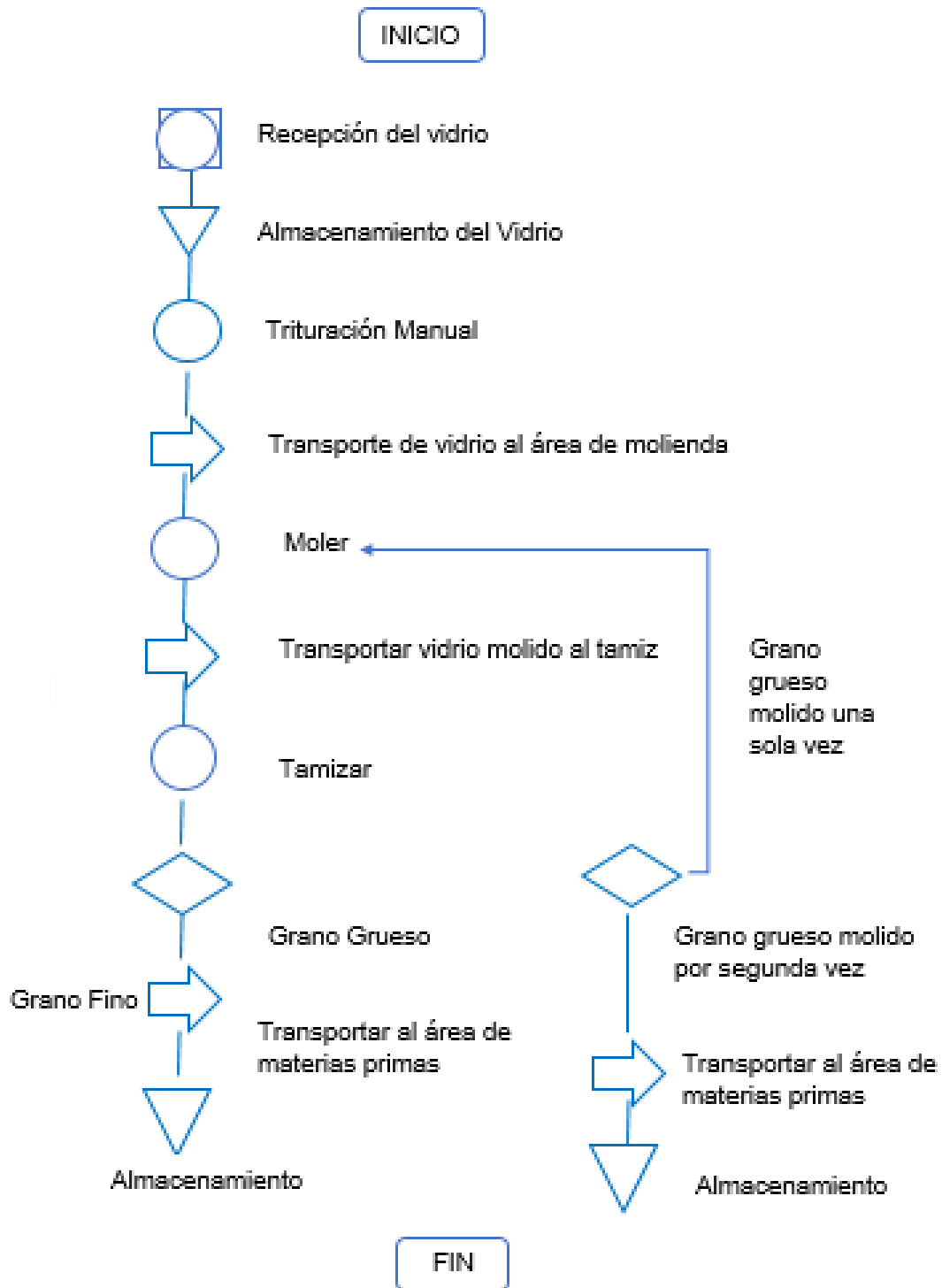
Después de retirar del almacenamiento de humedad, las muestras deben analizarse inmediatamente.

Se ensayan las probetas cilíndricas en condición de húmedas, colocamos el bloque encima del cabezal, con previa limpieza de las caras de contacto tanto del bloque como de las probetas, ubicando el cilindro en el bloque inferior, sumado a esto tenemos que alinear los ejes y que esta se encuentre centrada. Antes de ejecutar el ensayo, verificamos que el indicador de carga sea cero, y empezamos a ejecutar de manera continua sin detener.

Ecuación 7 Resistencia a compresión de probetas cilíndricas

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Fuente ASTM-C109

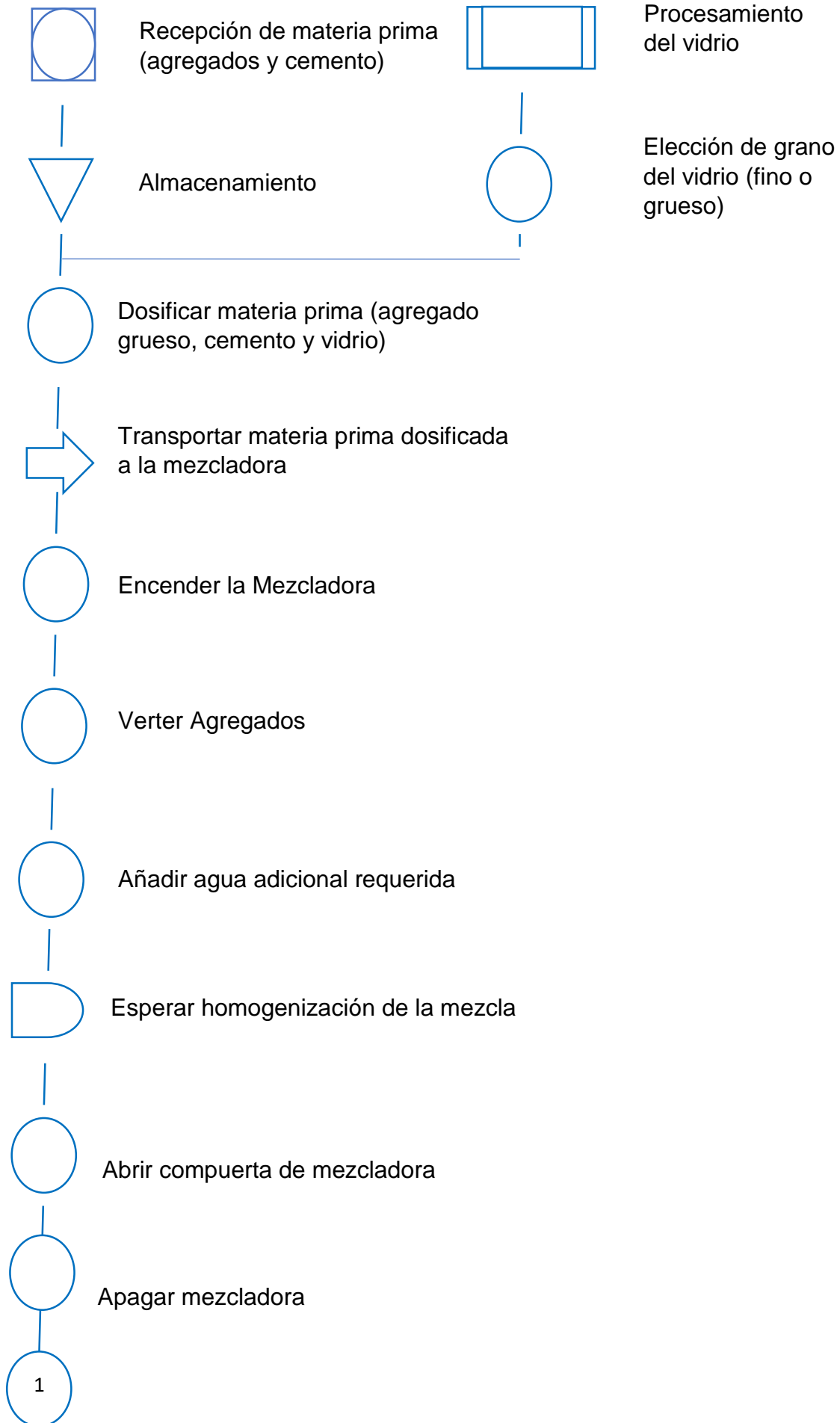


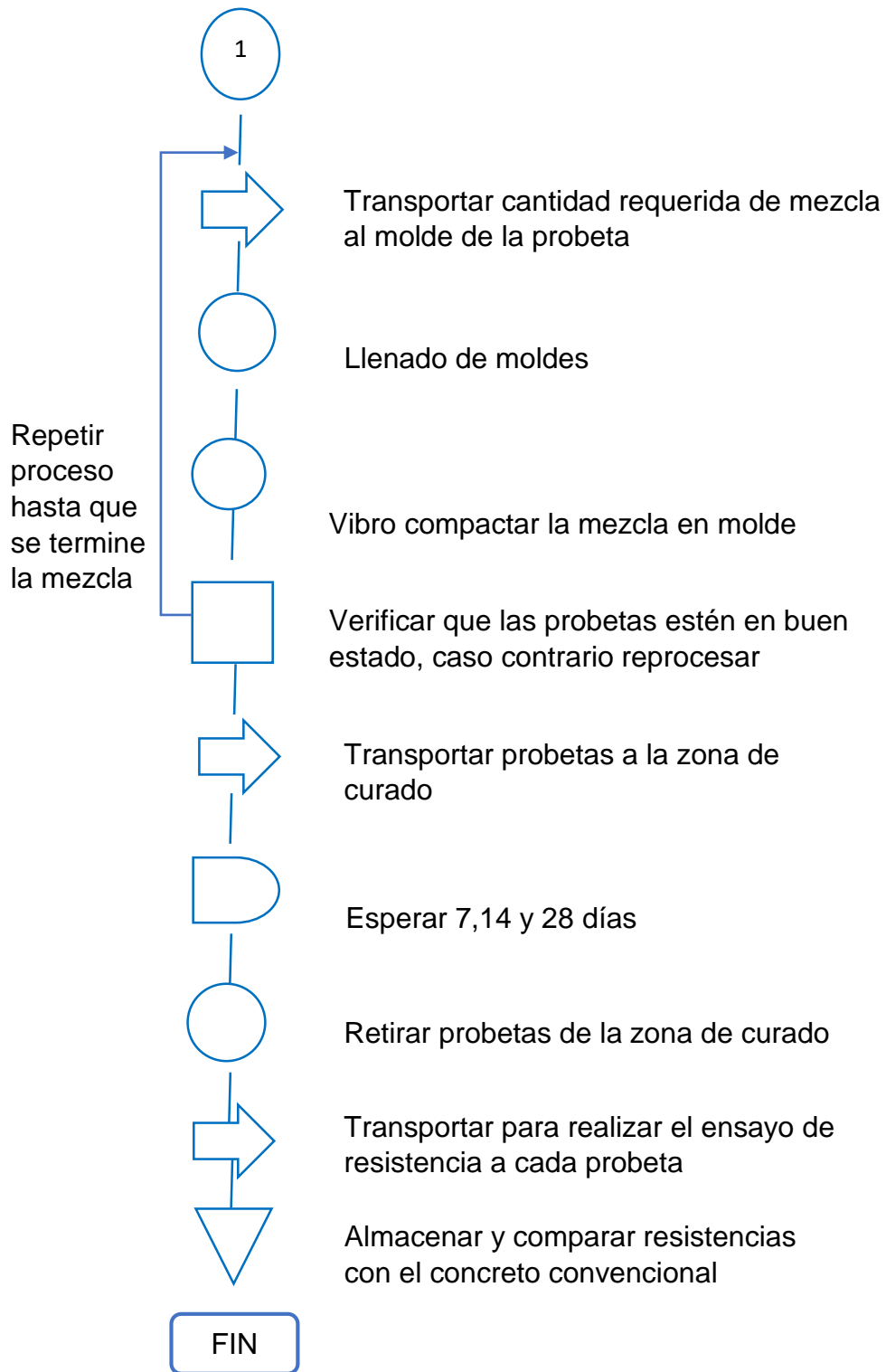
**Figura 3:** Diagrama de flujo del proceso del tratamiento del vidrio reciclado  
 Fuente: elaboración propia,2020





INICIO





**Figura 4:** Diagrama de flujo del proceso de producción de probetas fabricadas con vidrio reciclado como agregado fino

Fuente: elaboración propia,2020

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

#### **3.6.1. Técnica de análisis de datos**

La presente investigación es de tipo de diseño experimental por lo tanto se utilizarán las siguientes técnicas de datos:

##### **3.6.1.1. Inferencia estadística**

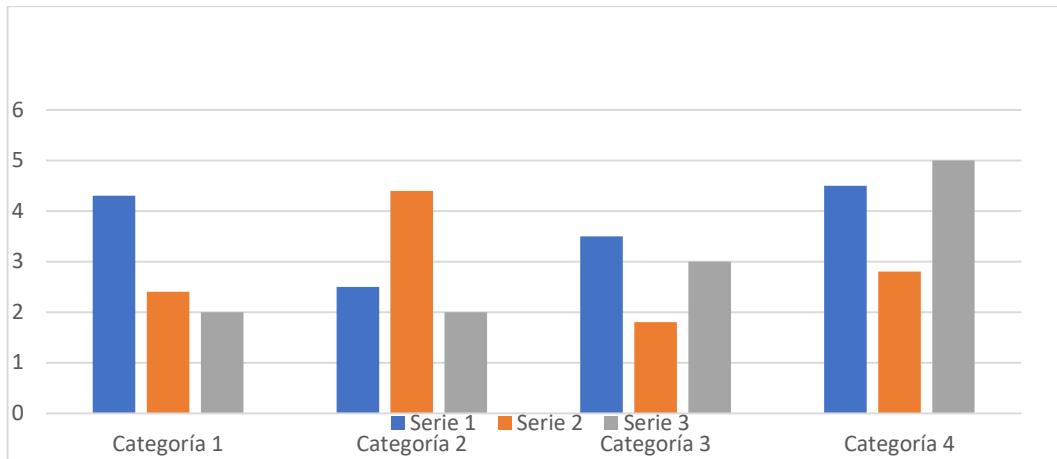
Mediante el software SPSS se realizará la prueba de hipótesis, donde evaluaremos los grupos de control (Grupo testigo y Grupo experimental), es decir evaluar la probeta de concreto con 0% de vidrio molido reciclado con la probeta de concreto con 10%, 20% y 30%, para evaluar la normalidad de los datos en la cual se aplicará la herramienta Kolmogorov ya que contamos con más de 30 datos, lo cual nuestros datos siguen una distribución normal por lo que será con pruebas paramétricas lo cual en función al diseño de investigación que es experimental puro utilizaremos ANOVA el cual es un factor que nos ayudara a comparar varios grupos en nuestra variable cuantitativa.

##### **3.6.1.2. Estadística Descriptiva**

Nuestra investigación solo se realizará en un periodo de tiempo por ser de diseño experimental y transversal, por lo consiguiente se utilizará el software Microsoft Excel 2016 para realizar los instrumentos de tabla de frecuencia, gráficos de barras, gráficos circulares.

Para la variable vidrio molido reciclado utilizaremos tablas de frecuencia, teniendo en cuenta los porcentajes a añadir.

Para la variable resistencia a la compresión utilizaremos gráficos de barras para comparar las resistencias del grupo testigo y grupo experimental.



**Figura 5:** Gráfico de barras

Elaboración propia, 2020

### 3.7. Aspectos éticos

Para el desarrollo de esta presente investigación se tendrá en cuenta la autenticidad de los resultados que se llegarán a obtener en campo, respetando la originalidad de la información de los libros, revistas e investigaciones, asimismo teniendo en cuenta la responsabilidad social y el respeto por el medio ambiente. Por otro lado, nuestra ética y moral se ven plasmada en nuestro trabajo de investigación citando correctamente con las normas ISO 690 y 690-2 en donde la herramienta turnitin corroborara nuestros aspectos éticos plasmados en la investigación.

### **3.8. Desarrollo de tesis**

Previa elaboración de la dosificación de las probetas, la cual nos permita obtener una adecuada resistencia a la compresión a cada edad de ensayo 7,14 y 28 días respectivamente, se procede a realizar ensayos a los agregados procedentes de la provincia de Trujillo, distrito de El Milagro conjuntamente con el cemento al ser usado en este estudio, tales como granulometría, densidad de la mezcla de agregados, capacidad de absorción.

Se realizó cada ensayo siguiendo la respectiva norma, para obtener resultados idóneos, los datos recolectados son:

#### **3.8.1. Ensayos realizados a los agregados**

Ensayos de áridos utilizados para preparación de muestras en el laboratorio de geotecnia y ensayos de materiales de construcción "HUERTAS INGENIEROS S.A.C."

Ensayo N°01: Análisis Granulométrico

El agregado fino y el agregado grueso se prueban pasando el tamiz determinado por la norma para verificar si son aptos para preparar tubos de ensayo.

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

SOLICITA: CRUZADO, CHRISTOPHER DUDIKOFF Y RIVAS ALZAMORA, ERCILIA LETICIA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

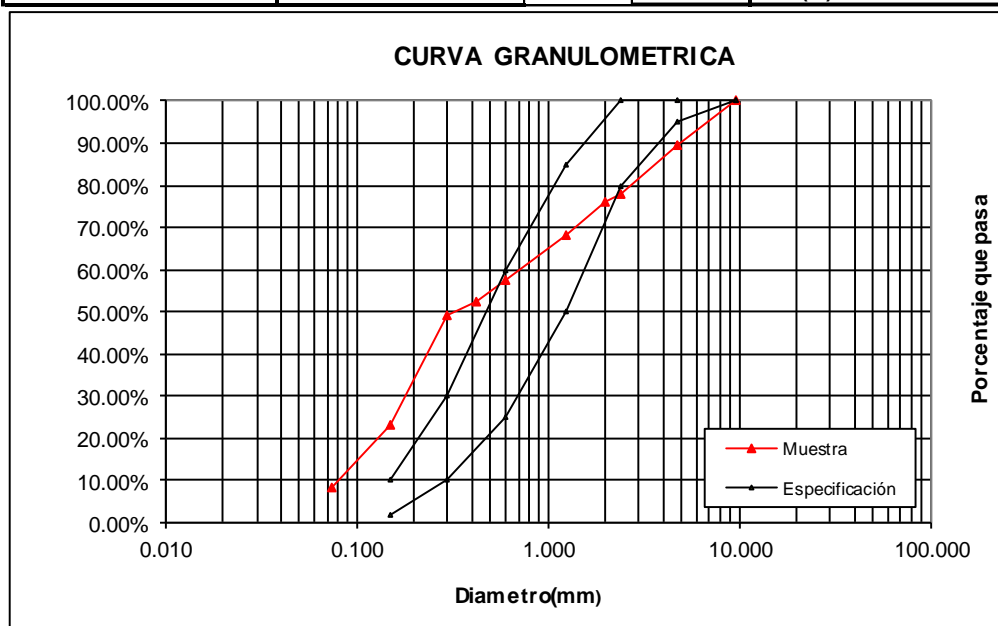
FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

**CANTERA: ROCA FUERTE "EL MILAGRO"**

**CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME**

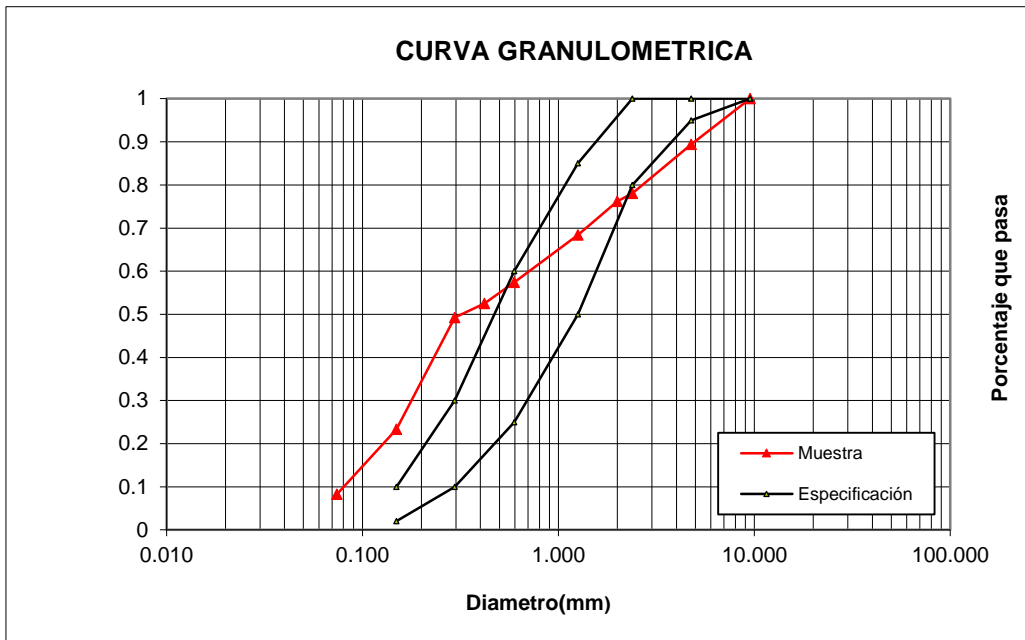
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Peso Original (gr)		200.00				Especificación ASTM C33	
Pérdida por lavado		16.53				Límites	
PESO TAMIZADO		183.47				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa
Pulg/malla	mm						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	10.00%
No 4	4.760	21.20	10.60%	10.60%	89.40%	100.00%	10.00%
No 8	2.381	22.69	11.35%	21.95%	78.06%	100.00%	10.00%
No 10	2.000	3.65	1.83%	23.77%	76.23%		
No 16	1.259	15.59	7.80%	31.57%	68.44%	85.00%	50.00%
No 30	0.595	21.97	10.99%	42.55%	57.45%	60.00%	25.00%
No 40	0.420	9.86	4.93%	47.48%	52.52%		
No 50	0.296	6.47	3.24%	50.72%	49.29%	30.00%	10.00%
No 100	0.149	51.95	25.98%	76.69%	23.31%	10.00%	2.00%
No 200	0.074	30.09	15.05%	91.74%	8.27%		
Plato		16.53	8.27%	100.00%	0.00%	LL(%) =	N.P
Sumatoria		200.00	100.00%	M.F.		LP(%) =	N.P.
<b>SUCS</b>		<b>SP</b>		2.34		IP(%) =	N.P.



**Figura 6: Granulometría del agregado fino**

Fuente: HUERTAS INGENIEROS S.A.C.



**Figura 7:** Curva granulométrica de la arena

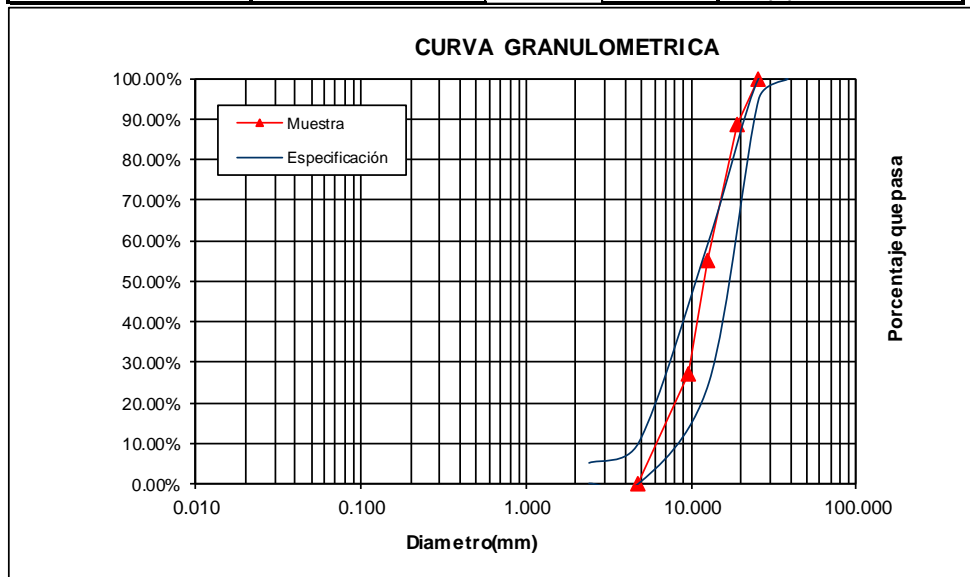
Fuente: HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 SOLICITA: CRUZADO, CHRISTOPHER DUDIKOFF Y RIVAS ALZAMORA, ERCILIA LETICIA  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

**CANTERA: ROCA FUERTE "EL MILAGRO"**  
**CLASE DE SUELO : GRAVA UNIFORME**

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

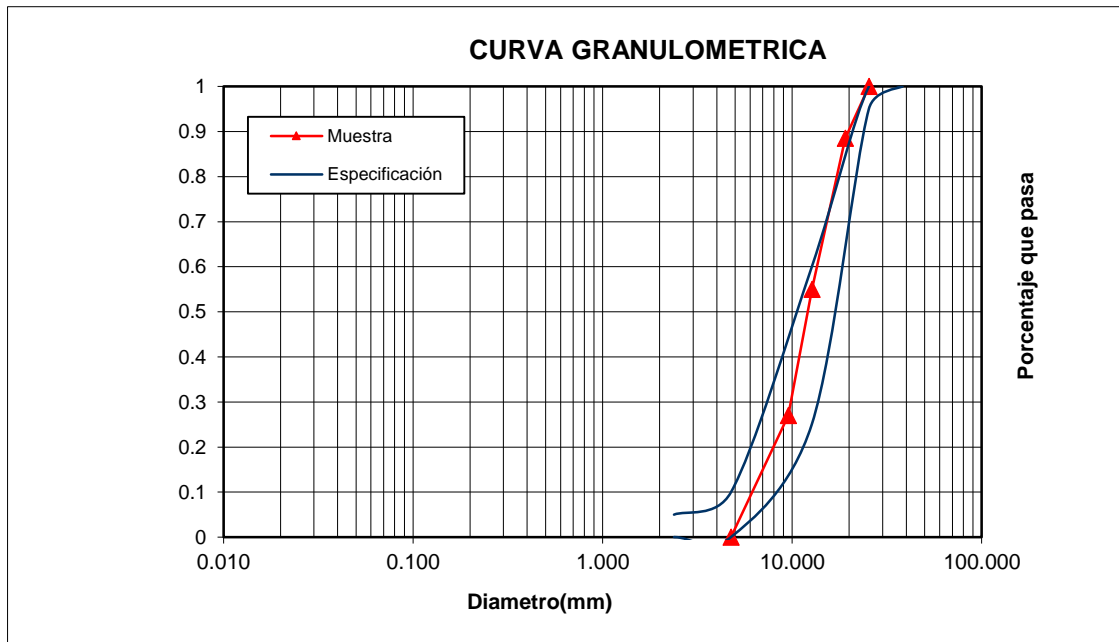
Peso Original (gr)		2000				Especificación	
Pérdida por lavado		0.00				Límites	
PESO TAMIZADO		2000				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800						
1 1/2"	38.100					100.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	95.00%
3/4"	19.050	230.00	11.50%	11.50%	88.50%		
1/2"	12.700	670.00	33.50%	45.00%	55.00%	60.00%	25.00%
3/8"	9.525	560.00	28.00%	73.00%	27.00%		
No 4	4.760	540.00	27.00%	100.00%	0.00%	10.00%	0.00%
No 8	2.381					5.00%	0.00%
No 10	2.000						
No 16	1.191						
No 30	0.595						
No 40	0.420						
No 50	0.296						
No 100	0.149						
No 200	0.074						
Plato							
Sumatoria		2000.00	100.00%	T.M.N.		LL(%) =	N.P.
				3/4"		LP(%) =	N.P.
						IP(%) =	N.P.
<b>SUCS</b>		<b>GP</b>					



**Figura 8:** Granulometría del agregado fino



Fuente: HUERTAS INGENIEROS S.A.C.



**Figura 9:** Curva granulométrica de la grava

Fuente: HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

#### Ensayo N°02: Densidades secas máximas y mínimas

Para determinar la densidad de los agregados procedemos con cada uno a llenar un molde de dimensiones establecidas únicamente con un cucharón hasta el borde, se enrasa y se pesa, la densidad se obtiene dividiendo este peso para el volumen de, molde.

- Datos del molde

$$\text{Volumen del molde} = 947.85 \text{ cm}^3$$

$$\text{Peso del molde} = 4192 \text{ g}$$

- Densidad seca máxima del agregado fino

$$\text{Peso de muestra compactada} + \text{peso de recipiente} = 5910 \text{ g}$$

$$\text{Peso de muestra} = 1718 \text{ g}$$

$$D_{\text{máx}} = \frac{1718 \text{ g}}{947.85 \text{ cm}^3}$$

$$D_{\text{máx}} = 1.81 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$$

- Densidad seca mínima del agregado fino

*Peso de muestra compactada + peso de recipiente = 5740 g*

*Peso de muestra = 1548 g*

$$D_{\text{mín}} = \frac{1548 \text{ g}}{947.85 \text{ cm}^3}$$

$$D_{\text{mín}} = 1.63 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$$

- Densidad seca máxima del agregado grueso

*Peso de muestra compactada + peso de recipiente = 5690 g*

*Peso de muestra = 1498 g*

$$D_{\text{máx}} = \frac{1498 \text{ g}}{947.85 \text{ cm}^3}$$

$$D_{\text{máx}} = 1.58 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$$

- Densidad seca mínima del agregado grueso

*Peso de muestra compactada + peso de recipiente = 5510 g*

*Peso de muestra = 1318 g*

$$D_{\text{mín}} = \frac{1318 \text{ g}}{947.85 \text{ cm}^3}$$

$$D_{\text{mín}} = 1.39 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$$

Ensayo N°03: Porcentaje de absorción de los agregados

La capacidad de absorción se determina con los agregados en estado saturado superficie seca, en donde no puede absorber más agua ni liberarla, para calcularla se requiere pesar una

muestra en estado saturado superficie seca y luego la misma seca al horno.

- Porcentaje de absorción del agregado fino

$$\text{Peso muestra humedo} + \text{cápsula} = 102.78 \text{ g}$$

$$\text{Peso muestra seco} + \text{cápsula} = 99.96 \text{ g}$$

- ✓ Habiéndose mostrado los datos anteriores, realizamos la siguiente operación e inferimos que el peso del agua es:

$$\text{Peso agua} = 102.78 \text{ g} - 99.96 \text{ g} = 2.82 \text{ g}$$

$$\text{Peso cápsula} = 35.03 \text{ g}$$

- ✓ Para calcular el peso de la muestra seca, realizamos la siguiente operación:

$$\text{Peso muestra seca} = 99.96 \text{ g} - 35.03 \text{ g} = 64.93 \text{ g}$$

- ✓ Por lo tanto, el porcentaje de absorción (%) se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Abs (\%)} = \frac{2.82}{64.93} * 100$$

$$\text{Abs (\%)} = 4.34$$

- Porcentaje de absorción del agregado grueso

$$\text{Peso muestra humedo} + \text{cápsula} = 63.77 \text{ g}$$

$$\text{Peso muestra seco} + \text{cápsula} = 63.33 \text{ g}$$

- ✓ Habiéndose mostrado los datos anteriores, realizamos la siguiente operación e inferimos que el peso del agua es:

$$\text{Peso agua} = 63.77 \text{ g} - 63.33 \text{ g} = 0.44 \text{ g}$$

$$\text{Peso cápsula} = 0.44 \text{ g}$$

- ✓ Para calcular el peso de la muestra seca, realizamos la siguiente operación:

$$\text{Peso muestra seca} = 66.33 \text{ g} - 21.21 \text{ g} = 45.12 \text{ g}$$

- ✓ Por lo tanto, el porcentaje de absorción (%) se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Abs (\%)} = \frac{0.44}{42.12} * 100$$

$$\text{Abs (\%)} = 1.04$$

#### Ensayo N°04: Contenido de Humedad

- Contenido de humedad del agregado fino

$$\text{Peso muestra húmeda} + \text{cápsula} = 59.84 \text{ g}$$

$$\text{Peso muestra seca} + \text{cápsula} = 58.82 \text{ g}$$

- ✓ Habiéndose mostrado los datos anteriores, realizamos la siguiente operación e inferimos que el peso del agua es:

$$\text{Peso del agua} = 59.84 - 58.82 = 1.02 \text{ g}$$

$$\text{Peso cápsula} = 19.43 \text{ g}$$

- ✓ Para calcular el peso de la muestra seca, realizamos la siguiente operación:

$$\text{Peso muestra seco} = 58.82 - 19.43 = 39.39 \text{ g}$$

- ✓ Por lo tanto, el contenido de humedad (%) se calcula de la siguiente manera:

$$\text{CH (\%)} = \frac{1.02}{39.39} * 100$$

$$\text{CH (\%)} = 2.59$$

- Contenido de humedad del agregado grueso

$$\text{Peso muestra húmeda} + \text{cápsula} = 80.43 \text{ g}$$

$$\text{Peso muestra seca} + \text{cápsula} = 79.97 \text{ g}$$

- ✓ Habiéndose mostrado los datos anteriores, realizamos la siguiente operación e inferimos que el peso del agua es:

$$\text{Peso del agua} = 80.43 - 79.97 = 0.46 \text{ g}$$

$$\text{Peso cápsula} = 21.03 \text{ g}$$

- ✓ Para calcular el peso de la muestra seca, realizamos la siguiente operación:

$$\text{Peso muestra seca} = 79.97 - 21.03 = 58.94 \text{ g}$$

- ✓ Por lo tanto, el contenido de humedad (%) se calcula de la siguiente manera:

$$CH (\%) = \frac{0.46}{58.94} * 100$$

$$CH (\%) = 0.78$$

Ensayo N °05: Gravedad específica de los sólidos

- Gravedad específica del agregado fino

$$\text{Peso de fiola (g)} = 110.12$$

$$\text{Peso de fiola} + \text{peso de agua 1 (g)} = 362.25$$

$$\text{Peso de fiola} + \text{peso de muestra seca (g)} = 189.68$$

$$\begin{aligned} \text{Peso de fiola} + \text{peso de muestra seca} + \text{peso de agua 2 (g)} \\ = 473.00 \end{aligned}$$

$$\text{Peso de muestra seca (g): } W_s = 189.68 - 110.12 = 79.56$$

Peso agua desplazada:  $W_{wd}$

$$V_s (\text{cm}^3) = 473 - 189.68 - 362.25 + 110.12 = 31.19$$

$$G_s = \frac{79.56}{31.19}$$

$$G_s = 2.55 (\text{g/cm}^3)$$

- Gravedad específica del agregado grueso

$$\text{Peso de fiola (g)} = 110.12$$

$$\text{Peso de fiola + peso de agua 1 (g)} = 361.25$$

$$\text{Peso de fiola + peso de muestra seca (g)} = 191.25$$

$$\begin{aligned} \text{Peso de fiola + peso de muestra seca + peso de agua 2 (g)} \\ = 474.10 \end{aligned}$$

$$\text{Peso de muestra seca (g): } W_s = 189.68 - 110.12 = 81.13$$

$$\text{Peso agua desplazada: } W_{wd}$$

$$V_s (\text{cm}^3) = 474.10 - 191.25 - 361.25 + 110.12 = 31.72$$

$$G_s = \frac{81.13}{31.72}$$

$$G_s = 2.56 (\text{g/cm}^3)$$

### 3.8.2. Obtención del vidrio reciclado molido

#### 3.8.2.1. Limpieza del vidrio

Las botellas recicladas deben lavarse con agua caliente y detergente común para eliminar los residuos acumulados, por efecto de algún uso anterior; entre los cuales podrían ser restos orgánicos, adicional a eso también remover las etiquetas correspondientes a cada envase.

Debido a la solubilidad de la mayoría de los adhesivos utilizados para calibrar las botellas, el proceso es relativamente sencillo.

Después de la desinfección, guárdelos en un recipiente para facilitar el secado al aire libre y evitar problemas de aplastamiento en el futuro.

#### 3.8.2.2. Trituración del vidrio

Posteriormente se traslada el material, una vez que estuvieron limpias de toda suciedad y libre de humedad. Se ha realizado el triturado por medio de procedimientos mecánicos haciendo uso de un martillo.

Ensayo N° 06: Granulometría del vidrio reciclado molido

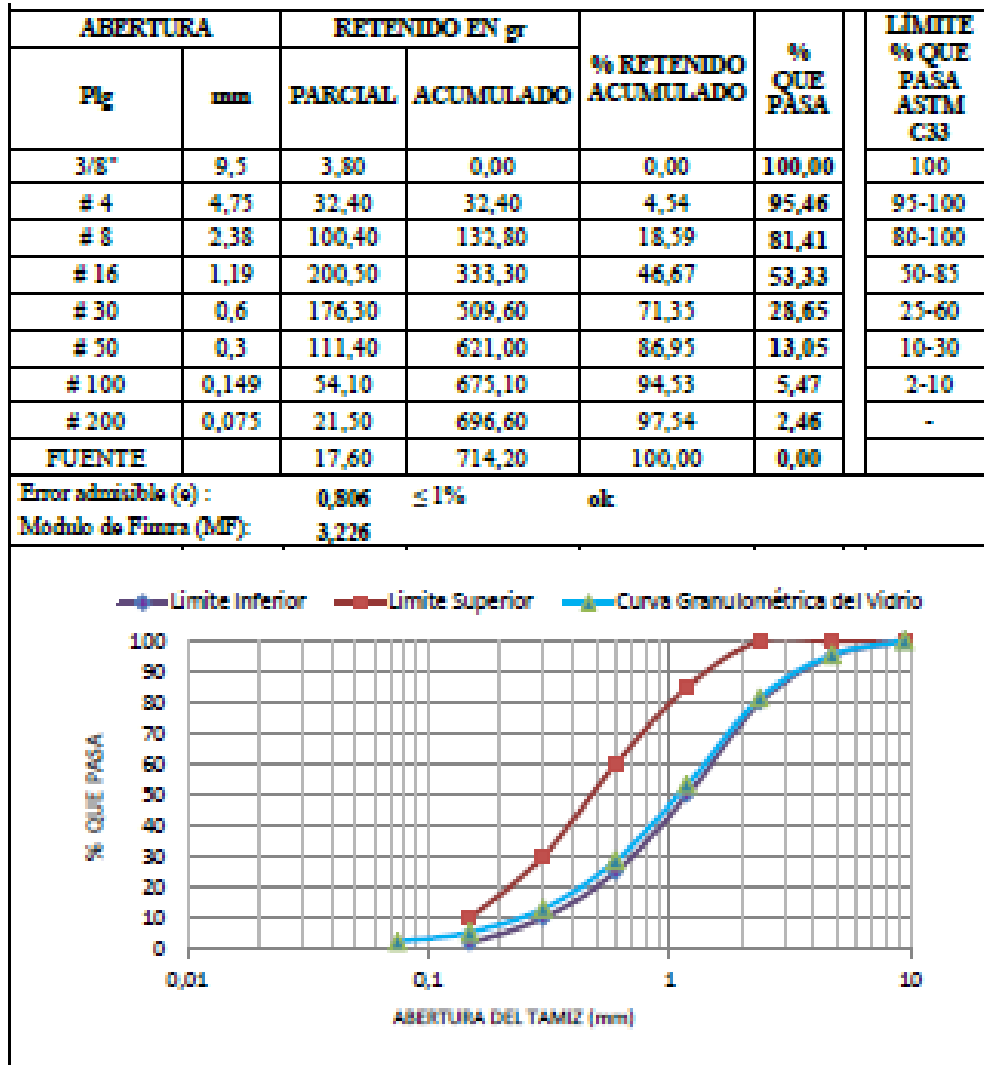
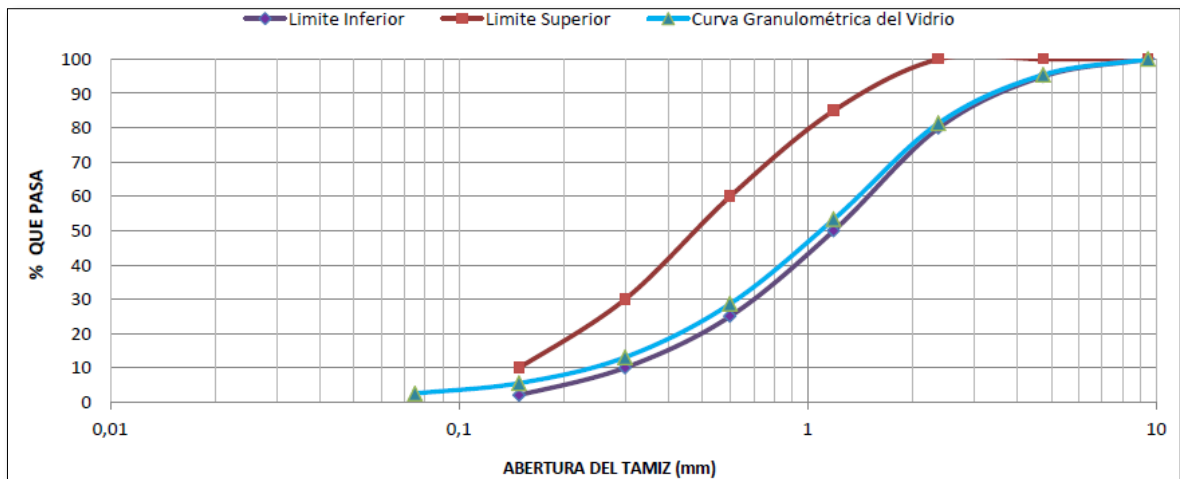


Figura 10: Granulometría del agregado fino

Fuente: HUERTAS INGENIEROS S.A.C.



**Figura 11:** Curva granulométrica de del vidrio

Fuente: HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

### 3.8.3. Dosificación de mezclas para concreto

#### a) Dosificación de mezcla para concreto sin vidrio

##### 3.8.3.1. Cálculos

##### 3.8.3.1.1. Contenido de aire atrapado

*Aire atrapado = 2%*

##### 3.8.3.1.2. Contenido de agua

*Slump o asentamiento = 3" a 4"*

*Contenido de Huedad = 200 lt/ m<sup>3</sup>*

##### 3.8.3.1.3. Relación agua cemento

*Resistencia de cálculo = 295 kg/ cm<sup>2</sup>*

Según Tabla 5.3.4a del ACI 211.1

*Relacion agua: cemento = 0.550*

##### 3.8.3.1.4. Contenido de cemento

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{200}{0.55}$$

*Contenido de cemento = 363.97 kg*

*Contenido de cemento = 8.56 bls*

##### 3.8.3.1.5. Peso del agregado grueso

*Módulo de fineza del ag. fino = 2.34*

*tamaño maximo nominal del agregado: 3/4"*



*volumen del ag. grueso = 0.660 m<sup>3</sup>*

*peso del ag. grueso = 1043 kg*

3.8.3.1.6.      **Peso de agregado fino (método por pesos)**

*Peso del concreto: 2355 kg/m<sup>3</sup>*

*Cemento: 364.00 kg*

*Agua: 200.00 kg*

*Aire: 0.00 kg*

*Ag. Grueso: 1043.10 kg*

*Ag. Fino: 748.00 kg*

3.8.3.1.7.      **Peso de agregado fino (método por volúmenes)**

*Peso del concreto: 1 m<sup>3</sup>*

*Cemento: 0.116 m<sup>3</sup>*

*Agua: 0.200 m<sup>3</sup>*

*Aire: 0.020 m<sup>3</sup>*

*Ag. Grueso: 0.407 m<sup>3</sup>*

*Ag. Fino: 0.258 m<sup>3</sup> / 658.8 kg*

3.8.3.1.8.      **Diseño en estado seco**

*Cemento = 364.00 kg*

*ag. fino = 658.80 kg*

*ag. grueso = 1043.10 kg*

*agua = 200.00 kg*

3.8.3.1.9.      **Corrección por humedad**

*ag. fino = 675.89 kg*

*ag. grueso = 1051.20 kg*

### 3.8.3.1.10. Aporte de agua a la mezcla

$$ag. \textit{ fino} = -11.6 \textit{ lt}$$

$$ag. \textit{ grueso} = -2.76 \textit{ lt}$$

$$agua \textit{ en agregados} = -14.3 \textit{ lt}$$

### 3.8.3.1.11. Agua efectiva

$$agua = 200 \textit{ lt}$$

$$agua \textit{ efectiva} = 214 \textit{ lt}$$

### 3.8.3.2. Dosificación de mezclas

#### ✓ Dosificación en peso

$$cemento = 364.00 \textit{ kg}$$

$$ag. \textit{ fino} = 658.80 \textit{ kg}$$

$$ag. \textit{ grueso} = 1043.1 \textit{ kg}$$

$$agua = 214 \textit{ kg}$$

#### ✓ Dosificación en volumen

$$cemento = 0.243 \textit{ m}^3$$

$$ag. \textit{ fino} = 0.41 \textit{ m}^3$$

$$ag. \textit{ grueso} = 0.752 \textit{ m}^3$$

$$agua = 0.214 \textit{ m}^3$$

### b) Dosificación de mezcla para concreto con 10 % de vidrio

#### 3.8.3.3. Cálculos

##### 3.8.3.3.1. Contenido de aire atrapado

$$Aire \textit{ atrapado} = 2\%$$

##### 3.8.3.3.2. Contenido de agua

$$Slump \textit{ o asentamiento} = 3" \textit{ a } 4"$$

$$Contenido \textit{ de Huedad} = 200 \textit{ lt/ m}^3$$

##### 3.8.3.3.3. Relación agua cemento

$$\text{Resistencia de cálculo} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

Según Tabla 5.3.4a del ACI 211.1

$$\text{Relacion agua: cemento} = 0.550$$

3.8.3.3.4. Contenido de cemento

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{200}{0.55}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 363.97 \text{ kg}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 8.56 \text{ bls}$$

3.8.3.3.5. Peso del agregado grueso

$$\text{Módulo de fineza del ag. fino} = 2.34$$

tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"

$$\text{volumen del ag. grueso} = 0.660 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del ag. grueso} = 1043 \text{ kg}$$

3.8.3.3.6. Peso de agregado fino (método por pesos)

$$\text{Peso del concreto: } 2355 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento: } 364.00 \text{ kg}$$

$$\text{Agua: } 200.00 \text{ kg}$$

$$\text{Aire: } 0.00 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Grueso: } 1043.10 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Fino: } 748.00 \text{ kg}$$

3.8.3.3.7. Peso de agregado fino (método por volúmenes)

$$\text{Peso del concreto: } 1 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 0.116 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 0.200 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } 0.020 \text{ m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso: } 0.407 \text{ m}^3$$

$$\text{Ag. Fino: } 0.258 \text{ m}^3 / 658.8 \text{ kg}$$

3.8.3.3.8. Diseño en estado seco

$$\text{Cemento} = 364.00 \text{ kg}$$

$$\text{ag. fino} = 658.80 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso} = 1043.10 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 200.00 \text{ kg}$$

3.8.3.3.9. Corrección por humedad

$$\text{ag. fino} = 675.89 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso} = 1051.20 \text{ kg}$$

3.8.3.3.10. Aporte de agua a la mezcla

$$\text{ag. fino} = -11.6 \text{ lt}$$

$$\text{ag. grueso} = -2.76 \text{ lt}$$

$$\text{agua en agregados} = -14.3 \text{ lt}$$

3.8.3.3.11. Agua efectiva

$$\text{agua} = 200 \text{ lt}$$

$$\text{agua efectiva} = 214 \text{ lt}$$

3.8.3.4. Dosificación de mezclas

✓ Dosificación en peso

$$\text{cemento} = 364.00 \text{ kg}$$

$$\text{ag. fino} = 590.40 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso} = 1043.1 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 214 \text{ kg}$$

$$\text{vidrio} = 66 \text{ kg}$$

✓ Dosificación en volumen

$$\text{cemento} = 0.243 \text{ m}^3$$

$$ag. \text{ fino} = 0.41 \text{ m}^3$$

$$ag. \text{ grueso} = 0.752 \text{ m}^3$$

$$agua = 0.214 \text{ m}^3$$

$$agua = 0.050 \text{ m}^3$$

c) Dosificación de mezcla para concreto con 20 % de vidrio

### 3.8.3.5. Cálculos

3.8.3.5.1. Contenido de aire atrapado

$$\text{Aire atrapado} = 2\%$$

3.8.3.5.2. Contenido de agua

$$\text{Slump o asentamiento} = 3" \text{ a } 4"$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 200 \text{ lt/ m}^3$$

3.8.3.5.3. Relación agua cemento

$$\text{Resistencia de cálculo} = 295 \text{ kg/ cm}^2$$

Según Tabla 5.3.4a del ACI 211.1

$$\text{Relacion agua: cemento} = 0.550$$

3.8.3.5.4. Contenido de cemento

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{200}{0.55}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 363.97 \text{ kg}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 8.56 \text{ bls}$$

3.8.3.5.5. Peso del agregado grueso

$$\text{Módulo de fineza del ag. fino} = 2.34$$

$$\text{tamaño máximo nominal del agregado: } 3/4"$$

$$\text{volumen del ag. grueso} = 0.660 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del ag. grueso} = 1043 \text{ kg}$$

3.8.3.5.6. Peso de agregado fino (método por peos)

$$\text{Peso del concreto: } 2355 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento: } 364.00 \text{ kg}$$

$$\text{Agua: } 200.00 \text{ kg}$$

$$\text{Aire: } 0.00 \text{ kg}$$

*Ag. Grueso: 1043.10 kg*

*Ag. Fino: 748.00 kg*

3.8.3.5.7.      **Peso de agregado fino (método por volúmenes)**

*Peso del concreto: 1 m<sup>3</sup>*

*Cemento: 0.116 m<sup>3</sup>*

*Agua: 0.200 m<sup>3</sup>*

*Aire: 0.020 m<sup>3</sup>*

*Ag. Grueso: 0.407 m<sup>3</sup>*

*Ag. Fino: 0.258 m<sup>3</sup> / 658.8 kg*

3.8.3.5.8. **Diseño en estado seco**

*Cemento = 364.00 kg*

*ag. fino = 658.80 kg*

*ag. grueso = 1043.10 kg*

*agua = 200.00 kg*

3.8.3.5.9. **Corrección por humedad**

*ag. fino = 675.89 kg*

*ag. grueso = 1051.20 kg*

3.8.3.5.10. **Aporte de agua a la mezcla**

*ag. fino = -11.6 lt*

*ag. grueso = -2.76 lt*

*agua en agregados = -14.3 lt*

3.8.3.5.11. **Agua efectiva**

*agua = 200 lt*

*agua efectiva = 214 lt*

### 3.8.3.6. Dosificación de mezclas

✓ Dosificación en peso

$$\text{cemento} = 364.00 \text{ kg}$$

$$\text{ag. fino} = 524.80 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso} = 1043.1 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 214 \text{ kg}$$

$$\text{vidrio} = 131.00 \text{ kg}$$

✓ Dosificación en volumen

$$\text{cemento} = 0.243 \text{ m}^3$$

$$\text{ag. fino} = 0.324 \text{ m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = 0.752 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = 0.214 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = 0.101 \text{ m}^3$$

d) Dosificación de mezcla para concreto con 30 % de vidrio

### 3.8.3.7. Cálculos

3.8.3.7.1. Contenido de aire atrapado

$$\text{Aire atrapado} = 2\%$$

3.8.3.7.2. Contenido de agua

$$\text{Slump o asentamiento} = 3" \text{ a } 4"$$

$$\text{Contenido de Huedad} = 200 \text{ lt/ m}^3$$

3.8.3.7.3. Relación agua cemento

$$\text{Resistencia de cálculo} = 295 \text{ kg/ cm}^2$$

Según Tabla 5.3.4a del ACI 211.1

$$\text{Relacion agua: cemento} = 0.550$$

3.8.3.7.4. Contenido de cemento

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{200}{0.55}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 363.97 \text{ kg}$$

*Contenido de cemento = 8.56 bls*

3.8.3.7.5. **Peso del agregado grueso**

*Módulo de fineza del ag. fino = 2.34*

*tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"*

*volumen del ag. grueso = 0.660 m<sup>3</sup>*

*peso del ag. grueso = 1043 kg*

3.8.3.7.6. **Peso de agregado fino (método por pesos)**

*Peso del concreto: 2355 kg/m<sup>3</sup>*

*Cemento: 364.00 kg*

*Agua: 200.00 kg*

*Aire: 0.00 kg*

*Ag. Grueso: 1043.10 kg*

*Ag. Fino: 748.00 kg*

3.8.3.7.7. **Peso de agregado fino (método por volúmenes)**

*Peso del concreto: 1 m<sup>3</sup>*

*Cemento: 0.116 m<sup>3</sup>*

*Agua: 0.200 m<sup>3</sup>*

*Aire: 0.020 m<sup>3</sup>*

*Ag. Grueso: 0.407 m<sup>3</sup>*

*Ag. Fino: 0.258 m<sup>3</sup> / 658.8 kg*

3.8.3.7.8. **Diseño en estado seco**

*Cemento = 364.00 kg*

*ag. fino = 658.80 kg*

*ag. grueso = 1043.10 kg*

*agua = 200.00 kg*



### 3.8.3.7.9. Corrección por humedad

$$ag. \textit{fino} = 675.89 \textit{ kg}$$

$$ag. \textit{grueso} = 1051.20 \textit{ kg}$$

### 3.8.3.7.10. Aporte de agua a la mezcla

$$ag. \textit{fino} = -11.6 \textit{ lt}$$

$$ag. \textit{grueso} = -2.76 \textit{ lt}$$

$$agua \textit{ en agregados} = -14.3 \textit{ lt}$$

### 3.8.3.7.11. Agua efectiva

$$agua = 200 \textit{ lt}$$

$$agua \textit{ efectiva} = 214 \textit{ lt}$$

### 3.8.3.8. Dosificación de mezclas

#### ✓ Dosificación en peso

$$cemento = 364.00 \textit{ kg}$$

$$ag. \textit{fino} = 459.20 \textit{ kg}$$

$$ag. \textit{grueso} = 1043.1 \textit{ kg}$$

$$agua = 214 \textit{ kg}$$

$$vidrio = 197.00 \textit{ kg}$$

#### ✓ Dosificación en volumen

$$cemento = 0.243 \textit{ m}^3$$

$$ag. \textit{fino} = 0.283 \textit{ m}^3$$

$$ag. \textit{grueso} = 0.752 \textit{ m}^3$$

$$agua = 0.214 \textit{ m}^3$$

$$agua = 0.151 \textit{ m}^3$$

#### **3.8.4. Elaboración de probetas cilíndricas de concreto**

A través de la dosis calculada se obtuvo la cantidad de material utilizado en cada grupo de probetas, en las que distintos porcentajes de vidrio sustituyeron al agregado fino, una vez que fue comprobada la dosificación determinada con la elaboración de cuatro cilindros ensayados, en las diferentes edades se procedió a elaborar los testigos.

Se preparó el hormigón ubicándolo en una batea de gran tamaño, las cantidades arena vidrio y cemento previamente pesadas de acuerdo a las dosificaciones que fueron calculados anteriormente, una vez que fue mezclado obteniendo así la homogeneidad de la mezcla de concreto en estado fresco.

Conforme se fue avanzando y al agregar el vidrio se infiere que éste mejora ligeramente en la trabajabilidad del concreto, adicionalmente cabe mencionar que mantuvo la homogeneidad de la mezcla, con un asentamiento ubicado dentro del rango para un diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Una vez que se tiene la mezcla con los diferentes porcentajes respectivamente, éstos deben estar previamente limpiados y engrasados, conforme a norma; estos fueron compactados con 25 golpes con ayuda de una varilla, posteriormente en cada capa se utilizó un martillo de goma alrededor del molde con la finalidad de ir expulsando el aire acumulado, y se finalizó nivelando la superficie, suprimiendo el exceso de mezcla.

Una vez que se terminó de llenar los moldes, fueron trasladados a una balanza para obtener su peso de cada una de ellas y por consiguiente almacenados.

Posteriormente después de pasado las 24 horas de elaboradas los testigos se prosiguió a ensimismarse en agua para el curado correspondiente durante los días requeridos antes del ejecutar el ensayo a la compresión.

### **3.8.5. Ensayo de compresión de las probetas de concreto**

Habiéndose transcurrido los días apropiados del curado de los testigos de concreto con los diferentes porcentajes de vidrio molido que se empleó en reemplazo del agregado fino, estas pruebas fueron retiradas y puestos al aire libre para su respectivo secado, se tomó nota del peso y medida, seguidamente se procedió a efectuar el ensayo de compresión a la velocidad determinada hasta que se produjo la falla en el espécimen.

La resistencia a la compresión del concreto se calculó dividiendo la carga máxima soportada para el área del espécimen.

## V. RESULTADOS

Los resultados de este proyecto de investigación se basan en el diseño de mezclas método ACI 211 con una resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en sus diferentes edades de 7 días, 14 días y 28 días.

➤ Análisis granulométrico

### 3.9. Densidades secas máximas y mínimas (Norma ASTM D-4253)

#### 3.9.1. Agregado fino

**Tabla 4:** Densidad seca máxima del Ag. Fino

DENOMINACION	ENSAYO 01	ENSAYO 02
VOLUMEN RECIPIENTE ( $\text{cm}^3$ )	947.85	947.85
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	5910.00	5920.00
PESO RECIPIENTE (g)	4192.00	4192.00
PESO MUESTRA (g)	1718.00	1728.00
<b>DENSIDAD SECA MAXIMA (<math>\text{gr/cm}^3</math>)</b>	<b>1.81</b>	<b>1.82</b>
	<b>1.818</b>	

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

**Tabla 5:** Densidad seca mínima del Ag. Fino

DENOMINACION	ENSAYO 01	ENSAYO 02
VOLUMEN RECIPIENTE ( $\text{cm}^3$ )	947.85	947.85
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	5740.00	5715.00
PESO RECIPIENTE (g)	4192.00	4192.00
PESO MUESTRA (g)	1548.00	1523.00
<b>DENSIDAD SECA MINIMA (<math>\text{gr/cm}^3</math>)</b>	<b>1.63</b>	<b>1.61</b>
	<b>1.620</b>	

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

### 3.9.2. Agregado grueso

**Tabla 6:** Densidad seca máxima del Ag. Grueso

DENOMINACION	ENSAYO 01	ENSAYO 02
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.85	947.85
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5690.00</b>	<b>5690.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	4192.00	4192.00
PESO MUESTRA (g)	1498.00	1498.00
<b>DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.58</b>	<b>1.58</b>
	<b>1.580</b>	

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

**Tabla 7:** Densidad seca mínima del Ag. Grueso

DENOMINACION	ENSAYO 01	ENSAYO 02
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.85	947.85
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5510.00</b>	<b>5505.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	4192.00	4192.00
PESO MUESTRA (g)	1318.00	1313.00
<b>DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.39</b>	<b>1.39</b>
	<b>1.388</b>	

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

### 3.10. Porcentaje de absorción (Norma ASTM C127)

**Tabla 8:** Porcentaje de absorción

Tipo de Agregado	% de Absorción
Ag. Fino	4.34
Ag. Grueso	1.04

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

### 3.11. Contenido de humedad (ASTM D-2216)

**Tabla 9:** Contenido de humedad

Tipo de Agregado	U.M	Contenido de Humedad
Ag. Fino	%	2.59
Ag. Grueso	%	0.78

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

### 3.12. Gravedad específica (ASTM D-854)

**Tabla 10:** Gravedad específica

Tipo de Agregado	U.M	Gravedad Específica
Ag. Fino	g/cm <sup>3</sup>	2.55
Ag. Grueso	g/cm <sup>3</sup>	2.55

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

#### ➤ Diseño de mezclas ACI

##### 3.12.1. Dosificación en peso (0% de vidrio)

**Tabla 11:** Dosificación en peso (0% de vidrio)

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	U.M
1.00	1.81	2.87	0.59	kg

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

**3.12.2.** Dosificación en volumen (0% de vidrio)

**Table 12:** Dosificación en volumen (0% de vidrio)

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	U.M
1.00	1.68	3.10	0.88	m3

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

**3.12.3.** Dosificación en peso (10% de vidrio)

**Tabla 13:** Dosificación en peso (10% de vidrio)

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Vidrio 10%	U.M
1.00	1.62	2.87	0.59	0.18	kg

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

**3.12.4.** Dosificación en volumen (10% de vidrio)

**Tabla 14:** Dosificación en volumen (10% de vidrio)

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Vidrio 10%	U.M
1.00	1.50	3.10	0.88	0.21	m3

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

**3.12.5.** Dosificación en peso (20% de vidrio)

**Tabla 15:** Dosificación en peso (20% de vidrio)

<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>	<b>Agua</b>	<b>Vidrio 20%</b>	<b>U.M</b>
<b>1.00</b>	<b>1.44</b>	<b>2.87</b>	<b>0.59</b>	<b>0.36</b>	kg

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

**3.12.6.** Dosificación en volumen (20% de vidrio)

**Tabla 16:** Dosificación en volumen (20% de vidrio)

<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>	<b>Agua</b>	<b>Vidrio 20%</b>	<b>U.M</b>
<b>1.00</b>	<b>1.34</b>	<b>3.10</b>	<b>0.88</b>	<b>0.42</b>	kg

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

**3.12.7.** Dosificación en peso (30% de vidrio)

**Tabla 17:** Dosificación en peso (30% de vidrio)

<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>	<b>Agua</b>	<b>Vidrio 30%</b>	<b>U.M</b>
<b>1.00</b>	<b>1.26</b>	<b>2.87</b>	<b>0.59</b>	<b>0.54</b>	kg

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C



**3.12.8.** Dosificación en volumen (30% de vidrio)

**Tabla 18:** Dosificación en volumen (30% de vidrio)

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Vidrio 30%	U.M
1.00	1.17	3.10	0.88	0.62	kg

Fuente: Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

- Se elaboró las probetas cilíndricas utilizando los agregados extraídos de la cantera El Milagro y el aditivo de vidrio molido reciclado, donde las dimensiones de cada probeta que se utilizó fueron de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura.
- Se determinó la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto armado, obteniendo así los siguientes resultados:

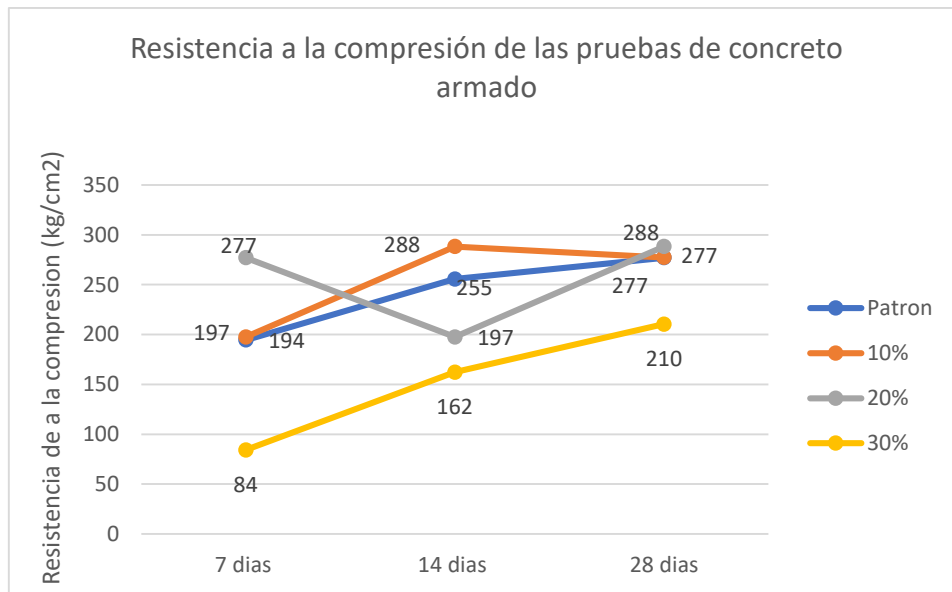
**Tabla 19:** Resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas

Muestra	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	Edad	Área	Carga kg	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón	210	7 días	78.54	14970	190.60	194.58
				16080	204.74	
				14640	186.40	
				15440	196.59	
		14 días		20010	254.77	255.63
				17290	220.14	
				21870	278.46	
		28 días		21140	269.16	277.06
				23090	293.99	
				21320	271.45	
				20920	266.36	

				21710	276.42	
+10%	210	7 dias	78.54	16130	205.37	197.61
				14850	189.08	
				15930	202.83	
				15170	193.15	
		14 dias		22870	291.19	288.30
				20730	263..94	
				22890	291.44	
				22170	282.28	
		28 dias		21660	275.78	277.28
				21190	269.80	
				21900	278.84	
				22360	284.70	
+20%	210	7 dias	78.54	11530	146.80	144.23
				11270	143.49	
				10610	135.09	
				11900	151.52	
		14 dias		17970	228.80	230.58
				18700	238.10	
				18190	231.60	
				17580	223.83	
		28 dias		17960	228.67	237.36
				21320	271.45	
				18800	239.37	
				16490	209.96	
30%	210	7 dias	78.54	9070	115.48	84.24
				9000	114.59	
				8720	11.03	
				7530	95.87	
		14 dias		11290	143.75	162.24
				12530	159.54	

			13380	170.36	
			137.7	175.32	
		28 dias	17880	227.65	210.47
			16440	209.32	
			16180	206.01	
			15620	198.88	

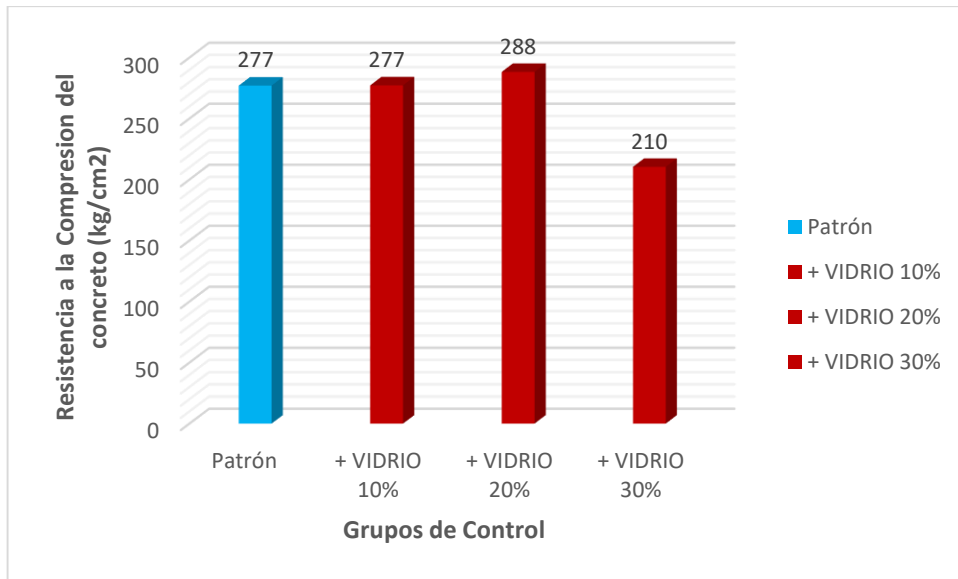
Fuente: Elaboración propia - Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C



**Figura 12:** Resistencia a la compresión de las pruebas del concreto armado

Fuente: Elaboración propia - Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C

- Se realizó la comparativa de los resultados de los ensayos realizados a los grupos de control para determinar la mejor resistencia a la compresión del concreto armado.



**Figura 13:** Comparativa de los resultados de las resistencias a compresión  
Fuente: Elaboración propia - Laboratorio HUERTAS INGENIEROS S.A.C

## VI. DISCUSION

La influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto en Trujillo, La Libertad es positiva, ya que aumenta considerablemente la resistencia del grupo del testigo con un porcentaje de 37.14%, cumpliendo así con los parámetros establecidos; en donde se evidenció la hipótesis planteada en un inicio, resultando apropiada ya que influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto; por lo cual se da conformidad a la hipótesis.

En la tabla 4 denominada densidad seca máxima del agregado fino se muestra el volumen de recipiente con 947 centímetros cúbicos, el peso del recipiente con 4192 gramos y el peso de muestra de 1718 gramos, siendo éstas denominaciones para calcular la densidad seca máxima del agregado fino, obteniendo como resultado 1.58 gramos por centímetro cúbico. En la tabla 5 denominada densidad seca mínima del agregado fino se muestra el volumen de recipiente con 947 centímetros cúbicos, el peso del recipiente con 4192 gramos y el peso de muestra de 1548 gramos, siendo éstas denominaciones para calcular la densidad seca mínima del agregado fino, obteniendo como resultado 1.62 gramos por centímetro cúbico. En la tabla 6 denominada densidad seca máxima del agregado grueso se muestra el volumen de recipiente con 947 centímetros cúbicos, el peso del recipiente con 4192 gramos y el peso de muestra de 1498 gramos, siendo éstas denominaciones para calcular la densidad seca máxima del agregado grueso, obteniendo como resultado 1.58 gramos por centímetro cúbico. En la tabla 7 denominada densidad seca mínima del agregado grueso se muestra el volumen de recipiente con 947 centímetros cúbicos, el peso del recipiente con 4192 gramos y el peso de muestra de 1318 gramos, siendo éstas denominaciones para calcular la densidad seca mínima del agregado grueso, obteniendo como resultado 1.39 gramos por centímetro cúbico. En la tabla 8 denominada porcentaje de absorción, según Norma ASTM C127, se observa los tipos de agregados tanto fino, así como también el agregado grueso del cual hemos obtenido 4.34% y 1.04% porcentajes de absorción respectivamente. En la tabla 9, denominada contenido de humedad, según ASTM D-2216, se observa que de acuerdo a los tipos de agregados que tenemos se obtiene como resultado 2.59% de contenido de humedad en el agregado fino y 0.78% de contenido de humedad en el agregado grueso. En la tabla 10, gravedad específica, según ASTM D-854 para ambos agregados se obtuvo 2.55 gramos por

centímetro cubico. En la tabla 11, dosificación en peso con 0 % de vidrio, muestra la cantidad en kilogramos a utilizar para dicha mezcla, obteniendo así 1 de cemento, 1.81 de agregado fino, 2.87 de agregado grueso y 0.59 de agua. En la tabla 12, dosificación en volumen con 0 % de vidrio, muestra la cantidad en metro cubico a utilizar para dicha mezcla, obteniendo así 1 de cemento; 1.68 de agregado fino, 3.10 de agregado grueso y 0.88 de agua. En la tabla 13, dosificación en peso con 10 % de vidrio, muestra la cantidad en kilogramos a utilizar para dicha mezcla, obteniendo así de cemento, 1.62 de agregado fino, 2.87 de agregado grueso, 0.59 de agua y 0.18 de vidrio molido. En la tabla 14, dosificación en volumen con 10 % de vidrio, muestra la cantidad en metro cubico a utilizar para dicha mezcla, obteniendo así 1 de cemento; 1.50 de agregado fino, 3.10 de agregado grueso, 0.88 de agua y 0.21 de vidrio molido. En la tabla 15, dosificación en peso con 20 % de vidrio, muestra la cantidad en kilogramos a utilizar para dicha mezcla, obteniendo así 1 de cemento, 1.44 de agregado fino, 2.87 de agregado grueso, 0.59 de agua y 0.36 de vidrio molido. En la tabla 16, dosificación en volumen con 20 % de vidrio, muestra la cantidad en metro cubico a utilizar para dicha mezcla, obteniendo así 1 de cemento; 1.34 de agregado fino, 3.10 de agregado grueso, 0.88 de agua y 0.42 de vidrio molido. En la tabla 17, dosificación en peso con 30 % de vidrio, muestra la cantidad en kilogramos a utilizar para dicha mezcla, obteniendo así 1 de cemento, 1.26 de agregado fino, 2.87 de agregado grueso, 0.59 de agua y 0.54 de vidrio molido. En la tabla 18, dosificación en volumen con 30 % de vidrio, muestra la cantidad en metro cubico a utilizar para dicha mezcla, obteniendo así 1 de cemento; 1.17 de agregado fino, 3.10 de agregado grueso, 0.88 de agua y 0.62 de vidrio molido. En la tabla 19, denominada resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas se muestra el testigo patrón, testigo con 10% de vidrio, testigo con de 20% vidrio y el testigo con 30% de vidrio, diseñados para una fuerza de concreto de 210 kilogramos por centímetro cuadrado con un área de 78.54 cm<sup>2</sup>, donde actuando las diferentes cargas se obtuvo las resistencias promedio de 194.58 kg/cm<sup>2</sup>, 255.63 kg/cm<sup>2</sup> y 277.06 kg/cm<sup>2</sup> evaluados a los 7, 14 y 28 días respectivamente del testigo patrón, asimismo para el testigo con 10% de vidrio se obtuvo las resistencias promedio de 197 kg/cm<sup>2</sup>, 288.30 kg/cm<sup>2</sup> y 277.28 kg/cm<sup>2</sup> evaluados a los 7, 14 y 28 días respectivamente; por otro lado el testigo con 20% de vidrio se obtuvo las resistencias promedio de 144.23 kg/cm<sup>2</sup>, 230.58

kg/cm<sup>2</sup> y 237.36 kg/cm<sup>2</sup> evaluados a los 7, 14 y 28 días respectivamente y por último el testigo con 30% de vidrio se obtuvo las resistencias promedio de 84.24 kg/cm<sup>2</sup>, 162.24 kg/cm<sup>2</sup> y 210.47 kg/cm<sup>2</sup> evaluados a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

Silvestre Gutiérrez (2017), según su estudio granulométrico de los agregados grueso y fino de la cantera El Milagro dieron como densidades secas máxima y mínima para el agregado grueso máxima de 1.575 y mínima de 1.375 y para el agregado fino de máxima de 1.825 y mínima 1.615, lo cual estos resultados son semejantes a los encontrados en nuestra investigación ya que nuestra densidad máxima para el agregado grueso es 1.580 y mínimo de 1.388 a su vez la densidad máxima para el agregado fino es 1.818 y mínimo de 1.620, cumpliendo así con los parámetros establecidos en norma.

Silvestre Gutiérrez (2017), según su estudio de porcentaje de absorción del agregado grueso dieron como resultado un 2.39% de contenido de humedad para el agregado fino un 2.64 %, de lo cual estos resultados son semejantes a los resultados de nuestra investigación dichos ensayos fueron 1.04% de contenido de humedad para el agregado grueso y 4.34% de contenido de humedad para el agregado fino donde estos resultados son óptimos para una buena elaboración de diseño de mezcla.

Silvestre Gutiérrez (2017), según el ensayo de contenido de humedad de los agregados grueso y fino dieron como resultado un 2.39% de contenido de humedad para el agregado fino y un 2.64 % de contenido de humedad para el agregado grueso, de lo cual estos resultados son cercanos a los resultados de nuestra investigación dichos ensayos los resultados fueron 0.78% de contenido de humedad para el agregado grueso y 2.59% de contenido de humedad para el agregado fino lo cual dichos resultados se verán plasmado en la buena elaboración del diseño de mezcla.

Silvestre Gutiérrez (2017), según su ensayo gravedad específico grueso y fino lo cual la gravedad específica del agregado grueso fue de 2.74 gr/cm<sup>3</sup> y para el agregado fino la gravedad específica fue de 2.63 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que nuestros resultados debido que la muestras están en los parámetros establecidos lo cual

para el agregado grueso y el agregado fino la gravedad específica de nuestra investigación fue de 2.55 gr/cm<sup>3</sup>.

Ochoa Tapia (2017), según el ensayo de diseño de mezcla utilizando el método ACI obtuvo una proporción de agua 0.75m<sup>3</sup>, cemento de 1 , agregado fino de 4 m<sup>3</sup> y agregado grueso de 5.50 m<sup>3</sup> y a su vez los porcentajes de vidrio molido de la investigación fue de 10%, 15% y 20% , lo cual en nuestra investigación los resultados obtenidos mediante el método ACI fueron semejantes a la investigación de Ochoa, lo cual nuestra investigación nos da una proporción de cemento 1 m<sup>3</sup>, agregado fino de 1.68 m<sup>3</sup>, agregado grueso de 3.10 m<sup>3</sup> y agua de 0.88 m<sup>3</sup>, y a la vez nuestros porcentajes de vidrio molido 10%, 20% y 30%, con estos resultados se verán plasmado en la elaboración de los testigo de concreto.

Belén (2018), evaluaron la resistencia a la compresión añadiendo vidrio molido dando como resultado que los porcentajes de 10% se obtiene una resistencia de 275.12 kg/cm<sup>2</sup>, 20% una resistencia de 274.03 kg/cm<sup>2</sup>, 30% una resistencia de 334.05 kg/cm<sup>2</sup> y 40% una resistencia de 210.34 kg/cm<sup>2</sup> , dichas resistencia son evaluadas a los 28 días de curado donde se concluye que el mejor porcentaje es de 20 % para que así la resistencia a la compresión aumente por lo que en nuestra investigación los porcentajes de 10% y 20%, fueron favorables en la resistencia a la compresión por lo que el vidrio molido añadido en un porcentaje del 20% mejora la resistencia a la compresión en un 37.14%.

En el desarrollo del proyecto se tuvo limitaciones para realizar al 100% las actividades que demandan campo debido a la coyuntura actual que estamos presenciando; además de la búsqueda de laboratorios ya que en ese momento no estaban disponibles dichos locales, generando así un retraso en la elaboración de nuestras muestras.

Considero que mi proyecto de investigación aportará a futuras investigaciones en cuánto al conocimiento del manejo de los porcentajes de vidrio molido y por otro lado presenta una alternativa de solución ya que promueve la incorporación de dicho material reciclable mejorando en dichas propiedades de los testigos, adicional a esto, que tomamos conciencia de manera positiva en el cuidado del medio ambiente.



La adición del vidrio molido reciclado en la presente investigación, se realizó en reemplazo del agregado fino, es decir, su diámetro y módulo de finura fue similar al de la arena, y con ello se obtuvo los excelentes resultados en la mejoría de las resistencias a la compresión, con mejoras del 37.14% en la resistencia a la compresión del concreto, incorporando un 20% de vidrio molido.

## VII. CONCLUSIONES

Se determinó la influencia de la adición del vidrio molido, teniendo una influencia positiva en el mejoramiento de la resistencia a la compresión cuando se le adicionó 20 % de vidrio molido reciclado, ya que mejoro la resistencia a la compresión en un 37.14% en comparación de las muestras patrón.

Se determinó las densidades maximas y minimas de los agregados fino y grueso para así proceder al cálculo del método ACI y con esos resultados proceder a la elaboración de los testigos con sus respectivos porcentajes de 0%, 10% , 20% y 30% de fibra de vidrio molido; siendo la desidad maxima y minima de agregado fino; 1.818 gr/cm<sup>3</sup> y 1.620 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente; asi mismo la densidad maxima y minima para el agregado fino; 1.580 gr/cm<sup>3</sup> y 1.388 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.

Se determinó el porcentaje de absorcion de los agregados fino y grueso cumpliendo con la norma ASTM C127, con la finalidad de poder elaborar la fabricación de los testigos de concreto con sus receptivos porcentajes de 0%, 10% , 20% y 30% de vidrio molido; siendo el porcentaje de absorción del agregado fino y grueso; 4.34 % y 1.04% respectivamente.

Se determino el porcentaje de contenido de humedad de los agregados fino y grueso cumpliendo con la norma ASTM - D - 2216, con la finalidad de poder elaborar la fabricación de los testigos de concreto con sus receptivos porcentajes de 0%, 10% , 20% y 30% de vidrio molido; siendo el porcentaje de humedad del agregado fino y grueso; 2.59% y 0.78% respectivamente.

Se determinó el análisis del ensayo de gravedad especifica de los agregados fino y grueso cumpliendo con la norma ASTM D - 854, con la finalidad de poder elaborar la fabricación de los testigos de concreto con sus receptivos porcentajes de 0%, 10% , 20% y 30% de vidrio molido; siendo el peso especifico 2.559 g/cm<sup>3</sup> y 2.563 g/cm<sup>3</sup> respectivamente.

Se realizó el diseño de mezclas para cada uno de los grupos de control utilizando el Método ACI con la norma ACI 211.4, el cual permitió establecer las proporciones correctas para obtener un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Se elaboró las probetas cilíndricas para los 4 grupos de control planteados con el fin de obtener las resistencias de compresión, en donde se empleó las dimensiones

de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura de la probeta a ensayar.

Se determinó la resistencia a compresión de los 4 grupos de control planteados, siendo el de mejor resistencia el que tuvo la adición del 20% de vidrio molido reciclado teniendo una resistencia promedio de 288 kg/cm<sup>2</sup> en comparación a los 210 kg/cm<sup>2</sup> de la resistencia promedio del concreto patrón, mejorando en un 37.14%.

Se comparó los resultados de los ensayos realizados de resistencia a compresión, para los 4 grupos de control, y en todos los casos el grupo de control de adición de 20% de vidrio molido es el que presenta mejor desempeño en la mejoría de las resistencias, siendo ésta la adición óptima en este proyecto de investigación. Además, se corrobora que el vidrio molido en adición a la mezcla de concreto ayuda a mejorar las resistencias del concreto.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los futuros investigadores que utilicen estos resultados como referencia realicen nuevos grupos de control con adición de vidrio molido en porcentajes cercanos al 20%, pues para esta investigación el mejor resultado se obtuvo en este porcentaje, sin embargo, es conveniente analizar rangos más cercanos como 10% o 25%, con el fin de ampliar información de ensayos para obtener resistencias que puedan superar a las obtenidas en este proyecto de investigación.

Se recomienda a los estudiantes del presente ciclo, y a toda persona o entidad que esté relacionada al rubro de la construcción, poder reciclar el vidrio e incluir de ser necesario, el vidrio molido y reciclarlo en sus mezclas de concreto, pues aumenta en gran porcentaje su resistencia a compresión, el cual es beneficioso para las construcciones futuras, pues su desempeño ante eventos telúricos será mejor, además que contribuimos en el cuidado del medio ambiente.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abellán García Joaquín; Andrés Mauricio Núñez López; Nancy Torres Castellanos; Jaime Fernández Gómez. Factorial design of reactive concrete powder containing electric arc slag furnace and recycled glass powder. *DYNA: revista de la Facultad de Minas*. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, Vol. 87, N°. 213, 2020, págs. 42-51, Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7375632#>
2. Almeida Beltrán, Johana Belén y Tujillo Vivas, Carolina Rebeca. 2017. *PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZANDO VIDRIO TRITURADO EN LA ELABORACIÓN DE HORMIGONES*. QUITO : s.n., 2017.
3. ACI 214, Recommended Practice for Evaluation of Strength Tests
4. ASTM C 31, C 39, C 617, C 1077, C 1231, Annual Book of ASTM Standards [Libro Anual de Normas ASTM], Vol 04.02, ASTM, West Conshohocken, PA, [www.astm.org](http://www.astm.org)
5. Bedoya Montoya, Carlos Mauricio Incidencias del contenido de agua en la trabajabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea]. 2017, Vol. 11 n° 1 , pág. 1-9 [fecha de consulta 23 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193955500001>
6. Betancourt Chávez, Julio Roberto, Cortés Martínez, Facundo, Rentería Soto, Juan, Díaz Sierra, Alejandro, Vaquera Celaya, Margarita Comportamiento de mezclas de mortero con residuos de mármol (polvo), cáscara de nuez y mucílago de nopal. *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea]. 2019, vol. 13 n° 1, pág. 1-11 [fecha de consulta 24 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193958877005>
7. Burciaga-Díaz, O., Escalante-García, JI, Magallanes-Rivera, RX Resistencia a la compresión y evolución microestructural de geopolímeros base metacaolín afectada a alta temperatura. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* [en línea]. 2015, vol. 5 n° 1, pág. 58-73 [fecha de consulta 24

- de junio de 2020]. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427640425006>
8. *Bustamante Crespo, Mario; José, Martínez Gómez Javier y Macías.* Concreto, Caracterización Térmica y Mecánica de Bloque de. 2018. 11, Quito : INNOVA Research Journal, 01 de Noviembre de 2018, Revista mensual de la UIDE extensión Guayaquil , Vol. 03, pág. 18. 62.80.
  9. Busnelli, Alberto Pedro; López, Rubén Edgardo; ADUE, Jorge. Refuerzo de vigas de hormigón armado con láminas de PRFV (plástico reforzado con filtro de vidrio). *Alternativas*. V. 17, n. 3, p. 32-42, ene. 2017. Disponible en: <<http://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-alternativas/index.php/alternativas-ucsg/article/view/210>>. Fecha de acceso: 23 jun. 2020 <http://dx.doi.org/10.23878/alternativas.v17i3.210>
  10. Alberto Pedro Busnelli, Rubén Edgardo López, Jorge Adué. Strengthening concrete beams with fiberglass reinforced polymer layers. *Gaceta Técnica*, Vol. 15, Nº. 1, 2016 (Issue dedicated to: January-June), pages 35-50. DISPONIBBLE EN: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6521678>
  11. BUMANIS, G .; BAJARE, D .. Materiales porosos activados con álcali con dinámica de liberación lenta de álcali. Papel de la composición. ***Materiales de Construcción***,v. 68, n. 329, p. e145, feb. 2018. Disponible en: < <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/2205/2794> >. Fecha de acceso: 24 de junio de 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/mc.2018.14016>
  12. Cabrera-Madrid, JA, Escalante-García, JI, Castro-Borges, P. Resistencia a la compresión de concretos con escoria de alto horno. Estado del arte revisitado. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* [en línea]. 2016, vol. 6 nº1 , pág. 64-83 [fecha de consulta 24 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427645284006>
  13. Erwin Ciro, Natalia Zapata, Esperanza López. Elaboración de un cemento óseo de fosfato de calcio con una adición de biovidrio. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, Vol. 54, Nº. 2, 2015, págs. 84-92, disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5107816>

14. Estéfana Castañeda Vergara , Benito Lauret Aguirregabiria , Juan Miguel Lirola Pérez , Graciela Ovando Vacarezza. Innovative free-form fiberglass reinforced concrete (GRC). *Revista de la Construcción* , vol. 16, Nº. 3, 2017 , páginas 479-488. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.16.3.479>
15. Cancelado Pachon, María del Carmen. 2019. *Bloques sólidos en concreto celular y encimeras en vidrio reciclado*. Oicatá : s.n., 2019. pág. 18.
16. Chávez Silva, Ana Felicitas. 2019. El efecto del tamaño del vidrio del piso sobre la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo 2019 TRUJILLO : s.n., 2019.
17. Collantes Delgado, Jordy Alexis y Eslava Urbina, Diego Alonso. 2018. *INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO SOBRE LA COMPRESIÓN, ABRASIÓN, ASENTAMIENTO Y PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO PERMEABLE NO ESTRUCTURAL*. TRUJILLO : s.n., 2018.
18. Cuyate Atencio, Christian David. 2019. *Evaluación de la resistencia en compresión del concreto usado en construcciones informales en la ciudad de Monsefú, Chiclayo*. Chiclayo , Universidad Cesar Vallejo . Monsefú : s.n., 2019. pág. 115, Tesis .
19. De la Cruz Acosta, Francisco Javier, Sáenz López, Agustín, Cortés Martínez, Facundo Concreto Ligerio utilizando Cáscara de Nuez . *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea]. 2015, Vol.9 nº1, pág. 1-11 [fecha de consulta 24 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193948443004>
20. Farfán Córdova, Marlon, Pinedo Díaz, Diana Isabel, Araujo Novoa, Josué, Orbegoso Alayo, Jhilson Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Gaceta Técnica* [en línea]. 2019, vol. 20, nº 2, pág. 4-13 [fecha de consulta 24 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570362486002>

21. Federico Faccin, Andrea F. Prado, Analía Gladys Tomba Martínez, Leandro Ramajo Evaluación de la resistencia al choque término de hormigones refractarios silicoaluminosos. Efecto del tratamiento térmico. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, Vol. 58, Nº. 6, 2019, págs. 246-254. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2019.05.002>
22. Flores Alés, Vicente, Jiménez Bayarri, Víctor y Pérez Fargallo, Alexis. 2018. *INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE VIDRIO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES Y EL COMPORTAMIENTO A LA TEMPERATURA DE MORTEROS DE CEMENTO*. ESPAÑA : ELSEVIER, 2018.
23. Flores Mena, Esteban Alejandro. 2018. *MODELACIÓN, DISEÑO ESTRUCTURAL COMPARATIVO Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN VERTICAL DE LA EDIFICACIÓN FLORES MENA, UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO - ECUADOR, SECTOR COFAVI*. QUITO : s.n., 2018.
24. Gallardo H., M., Almanza R., JM, Cortés H., DA, Escobedo B., JC Comportamiento mecánico y químico de cementos de sulfoaluminato de calcio obtenido a partir de residuos industriales. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* [en línea]. 2016, vol 6 nº1, pág. 15-27 [fecha de consulta 24 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427645284002>
25. García Chambillable, Bleger Freddy. 2017. *“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F´C=210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE PUNO”*. Puno, Universidad Nacional del Altiplano. 2017. pág. 103, Tesis.
26. González García, Eddy, Lizárraga Mendiola, Liliana Evaluación de las propiedades físicas mecánicas de ladrillos de arcilla recuperada, elaborados con residuos de residuos agrícolas, caso Chiapas, México. *Ingeniería* [en línea]. 2015, vol. 19 nº2, pag. 91-101 [fecha de consulta 24 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750925002>
27. González Salcedo, Luis Octavio, Guerrero Zúñiga, Aydée Patricia, Delvasto Arjona, Silvio, Ernesto Will, Adrián Luis. Exploración con redes neuronales

- artificiales para estimar la resistencia a la compresión, en concretos fibroreforzados con acero. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* [en línea]. 2015, vol. 22 nº 1, pág. 19-41 [fecha de consulta 24 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91125275002>
28. HUDA, Md. Nazmul; JUMAT, Mohd Zamin Bin; SAIFUL ISLAM, A. B. M y RAHMAN SOEB, Mahmudur. Influence of palm oil factory wastes as coarse aggregate species for green lightweight concrete. *Revista de la Construcción* [online]. 2016, vol.15, n.3, pp.133-139. Available at: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2016000300013&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2016000300013&lng=es&nrm=iso)><http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2016000300013>
29. HUDA, Md. Nazmul; JUMAT, Mohd Zamin Bin; SAIFUL ISLAM, A. B. M and RAHMAN SOEB, Mahmudur. Influence of waste from the palm oil factory as a kind of coarse aggregate for light green concrete. *Construction Magazine* [online]. 2016, vol.15, n.3, pp.133-139. Available at: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2016000300013&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2016000300013&lng=es&nrm=iso)>.<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2016000300013>.
30. Jimenez Menozcal, María Mercedes, Mora Cabrera, Carlos Olmedo y Vargas Jimenez, Julio y Córdova Riso, Francisco Javier. 2017. *Evaluación del hormigón de cemento portland*. Grupo Compas. Guayaquil : s.n., 2017. pág. 73, Revista.
31. López Ampuero, Elisman y Mamamni Copari, Juan José. 2017. *INFLUENCIA DEL NANOSÍLICE Y SUPERPLASTIFICANTE EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDOS A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO DE LA CIUDAD DE PUNO*. PUNO : s.n., 2017.
32. Loya Olivera, Lizbeth Fiorella. 2018. *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CURADO DE CONCRETO EN OBRA Y LABORATORIO, EN EL DISTRITO DE YANACANCHA, PASCO - 2017*. CERRO DE PASCO : s.n., 2018.



33. Mora Chacón, Wbeimar Fabián. 2016. *Concreto Ecológico a Partir de Material PET, Vidrio y Tapas de Bebidas Refrescantes y Alcohólicas*. Manizales : s.n., 2016. pág. 15.
34. Morales Alejandro, Víctor Michel. 2015. *ESTUDIO DE CONCRETOS DE ALTA DURABILIDAD*. MEXICO : s.n., 2015.
35. Mostafa Mahinroosta, Mohammad Ghezelasheghi, Mahdi Nemat Shahrabaki, Ali Allahverdia. Sulfate resistance of RFCC spent catalyst-blended Portland cement. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, Vol. 58, N<sup>o</sup>. 3, 2019, págs. 103-114. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2018.09.001>
36. NTP E-060. Norma Técnica Peruana. Concreto Armado. 2020. Lima. 14 p.
37. NTP E-060. Norma Técnica Peruana. Concreto Armado. 2020. Lima. 26 p.
38. Ochoa Tapia, Luis Miguel. 2018. *EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREDADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS*. Lambayeque , UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN . Chiclayo : s.n., 2018. pág. 136, Tesis.
39. Paredes Bendezú, Alexis. 2019. *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio reciclado molido*. San Martín, Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto : s.n., 2019. pág. 149, Tesis.
40. Manuel Paredes G.; Manuel F. Herrador; Ismael Vieito Raña; Javier Eiras-López ; Fernando Varela Puga VII Congreso Internacional de Estructuras: Hormigón y Acero ,v. 68, especial Congreso, junio 2017], 2017, págs. 329-330. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6940520>
41. MIRAVETE, A. Comportamiento de la fibra de vidrio AR para la construcción de aplicaciones estructurales. *Materiales de Construcción*, v. 55, n. 280, p. 63-70, dic. 2005. Disponible en: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view>

w/207/253 >. Fecha de acceso: 27 de junio de 2020.  
doi: <http://dx.doi.org/10.3989/mc.2005.v55.i280.207>

42. Peñafiel Carrillo, Daniela. 2016. *Análisis de la Resistencia a la Compresión del Hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino*. Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2016. pág. 114, Tesis.
43. Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión [ Artículo de un blog]. Osorio, Jesús David. Colombia (21 de marzo del 2019). [ Fecha de consulta: 01 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://support.google.com/analytics/answer/1034328?hl=es>
44. Sandoval-Vallejo, Eimar Andrés, Rivera-Mena, William Albeiro Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* [en línea]. 2019, Vol. 29, nº 1, pages. 135-151 [fecha de consulta 24 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91160956009>
45. Santos Bardales, Mili Yanet. 2018. *Efecto de la sustitución del agregado grueso por vidrio blanco en la resistencia del concreto*. Ancash , UNIVERSIDAD SAN PEDRO . Huaráz : s.n., 2018. pág. 56, Tesis.
46. Silvestre Gutierrez, Adán. 2017. *Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo a fin de aumentar la resistencia a la compresión del Hormigón*. Risaralda, Universidad Libre Seccional Pereira . Bogotá : s.n., 2017. pág. 75, Tesis.
47. Silvestre Gutiérrez, Adan. 2017. *ANÁLISIS DE MEZCLAS DE CONCRETO CON PROPORCIONES DE VIDRIO MOLIDO, TAMIZADO Y GRANULAR COMO ADITIVO, A FIN DE AUMENTAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN*. PEREIRA : s.n., 2017.
48. Suque Soc, Carlos Eduardo. 2016. *UTILIZACIÓN DE DESECHO DE VIDRIO COMO ÁRIDO GRUESO PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO*. UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA . GUATEMALA : s.n., 2016. pág. 134.

49. Trezza, M.A.; Rahhal, V.F. (2019) Self-activation of slag-cements with glass waste powder. *Mater. Construcc.* Vol. 69, Issue 336, October–December 2019, <https://doi.org/10.3989/mc.2019>.
50. Vasquez Mesa, Carlos Anderson y Buitrago Prada, Bryan Camilo. 2019. *CONCRETO HIDRAULICO MODIFICADO CON VIDRIO MOLIDO*. GIRARDOT : s.n., 2019.
51. VALENCIA VILLEGAS, Juan Pablo; GONZÁLEZ MESA, Ana María; ARBELAEZ PEREZ, Oscar Felipe. Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con microesferas de vidrio y residuos de llantas. *Lámpsakos*, n. 22, p. 16-26, nov. 2019. Disponible en: <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/3283> . Fecha de acceso: 23 june 2020 doi:<https://doi.org/10.21501/21454086.3283>.
52. Silva Urrego, Yimmy Fernando, Rojas, Juan Ernesto, Gamboa, Jeffry Alexander, Gordillo, Marisol, Delvasto Arjona, Silvio Optimización de la resistencia a la compresión usando un diseño de mezcla de vértices extremos, en concretos ternarios de adaptación en pérdida de mampostería y cal hidratada . *Revista EIA* [en línea]. 2019, vol. 16 nº31, pág. 99-113 [fecha de consulta 24 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149258931008>
53. Vila, P., Pereyra, MN, Gutiérrez, Á. Resistencia a la compresión de adoquines de hormigón. Resultados tendientes a validar el ensayo en medio adoquín. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* [en línea]. 2017, Vol. 7 nº 3, pág. 247-261 [fecha de consulta 23 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427652775004>
54. Walhoff Tello, Guerson Misael. 2016. *INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO Y COSTOS DE FABRICACIÓN, COMPARADO CON EL CONCRETO CONVENCIONAL, BARRANCA-2016*. HUARAZ : s.n., 2016.

55. Sonia Zamora Gonzales<sup>1</sup>; Víctor Meza Contreras. Perception of formality of the glass recycling chain in the North Part of Lima. *Anales Científicos*, vol. 78 n°2, pages. 216-224 (2017).

## **X. ANEXOS:**

### **Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)**

#### **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR (ES)**

Yo, Ercilia Leticia Rivas Alzamora, alumnos de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo - Trujillo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Proyecto de Investigación titulado “Vidrio molido reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – La Libertad, 2020”, son:

1. De nuestra autoría.
2. El presente Proyecto de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Proyecto de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Proyecto de Investigación son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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



---

Ercilia Leticia Rivas Alzamora

DNI: 70406681

Trujillo, 27 de Diciembre del 2020.

## **Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor)**

### **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

Yo, Josualdo Carlos Villar Quiroz, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo – Trujillo, revisor del Proyecto de Investigación titulado “Vidrio molido reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – La Libertad, 2020”, de la Ercilia Leticia Rivas Alzamora, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 27 de Diciembre de 2020



.....  
Villar Quiroz Josualdo Carlos

DNI: 40132759

Anexo 3

- Anexo 3.1: Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 20:** Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	MEDICIÓN DE ESCALA
Adición de vidrio molido reciclado	Material cerámico usado comúnmente en la construcción, es un material compacto, homogéneo, transparente y muy resistente a la acción de los agentes atmosféricos ( <i>Gutiérrez, 2003</i> ).	El vidrio molido reciclado es uno de los agregados con propiedades muy similares a la arena. En este caso, cada porcentaje de vidrio se rá reemplazado en la arena, lo que crea una mayor resistencia.	Peso con 10% de vidrio molido reciclado.	Razón.
			Peso con 20% de vidrio molido reciclado.	Razón.
			Peso con 30% de vidrio molido reciclado.	Razón.

*Elaboración propia de los autores, 2020.*

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN DE ESCALA
Resistencia a la compresión del concreto.	La resistencia a la compresión del concreto, como su nombre lo dice, es la capacidad del concreto a resistir un fenómeno de aplastamiento que se ve comúnmente en todos los materiales que se utilizan para la elaboración de estructuras de todo tipo, comenzando por las reticulares. <b>(HERNÁNDEZ PÉREZ, y otros, 2018 pág. 1)</b>	De acuerdo con los pasos mencionados en el método ACI, debemos hacer una mezcla de concreto tradicional para comparar con el concreto con vidrio molido, para obtener una resistencia de f'c de 210 kg / cm <sup>2</sup> a los 28 días. También se harán ensayos a los agregados y luego al concreto (estado fresco y endurecido).	Densidad seca máxima y mínima	Densidad seca máxima y mínima del agregado fino	Razón.
				Densidad seca máxima y mínima del agregado fino	
			Absorción	Porcentaje de absorción del agregado fino	Razón.
				Porcentaje de absorción del agregado grueso	



			Contenido de Humedad	Porcentaje de humedad del agregado fino	Razón.
				Porcentaje de humedad del agregado fino	
			Gravedad Especifica	Peso especifica del agregado fino	Razón.
				Peso especifica del agregado grueso	
			Diseño de mezcla ACI 211.	Slump.	Razón.
				Ensayos a los agregados.	Razón.

			Elaboración de probetas de muestra	10% de vidrio molido	Razón
				20% de vidrio molido	Razón
				30% de vidrio molido	Razón
			Resistencia a la compresión.	Edad de 7 días.	Razón.
				Edad de 14 días	Razón
				Edad de 28 días	Razón

*Elaboración propia de los autores, 2020.*

- Anexo 3.2: Indicadores de variables

**Tabla 21:** Indicadores de variables

OBJETIVO ESPECÍFICO	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
• Diseñar las mezclas ACI 211, y así poder realizar los ensayos para determinar las propiedades de los agregados que utilizaremos.	Norma Comité 211 ACI (American Concrete Institute)	Se calculará a través del programa DM-CONCRETE 2014	Guía de Observacion 1	3 días aproximadamente	Según la Norma ACI
• Determinar la resistencia a la compresión del concreto normal o estándar, con 10%, 20% y 30% de vidrio molido reciclado.	Probetas Cálculo de la Resistencia	La probehta será de 15 cm de diámetro por una altura de 30 cm	Guía de Observacion 2	3 días aproximadamente	Mediante cálculos de Ingeniería de Resistencia de Materiales
• Analizar los resultados obtenidos, teniendo en cuenta las distintas dosificaciones que se dio al concreto (concreto estándar o normal y concreto con vidrio molido reciclado).	Trabajaremos con un patrón de resistencia	210 kg/cm <sup>2</sup>	Guía de Observacion 2	3 días aproximadamente	Mediante cálculos de Ingeniería de Resistencia de Materiales

*Elaboración propia de los autores, 2020.*

Anexo 4. Instrumentos de Recolección de datos

- Anexo 4.1: Instrumento ensayo a la Compresión

GUIA DE OBSERVACIÓN									
Vidrio molido reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – La Libertad, 2020.									
Tesis:	*Cruzado Marquina, Christopher Dudikoff				Fecha:				
	*Rivas Alzamora, Ercilia Leticia.				Lugar:				
Nombre de la Probeta	Vidrio Molido (%)	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	0%								
M-02									
M-03									
M-04									
M-05	10%								
M-06									
M-07									
M-08									
M-09	20%								
M-10									
M-11									
M-12									
M-13	30%								
M-14									
M-15									
M-16									

## Anexo 5. Cálculo del tamaño de muestra

- Anexo 5.1: Tamaño de muestra


Edad de ensayo	Porcentaje de reemplazo de agregado fino por vidrio molido reciclado.				Parcial
	0%	10%	20%	30%	
7 días	4	4	4	4	16
14 días	4	4	4	4	16
28 días	4	4	4	4	16
<b>TOTAL</b>					<b>48</b>

Elaboración propia de los autores, 2020.

Anexo 6. Validez y confiabilidad de los instrumentos

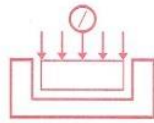
- Anexo 6.1: Instrumento ensayo a la Compresión

GUIA DE OBSERVACIÓN									
Vidrio molido reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – La Libertad, 2020.									
Tesis:	*Cruzado Marquina, Christopher Dudikoff				Fecha:				
	*Rivas Alzamora, Ercilia Leticia.				Lugar:				
Nombre de la Probeta	Vidrio Molido (%)	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	0%								
M-02									
M-03									
M-04									
M-05	10%								
M-06									
M-07									
M-08									
M-09	20%								
M-10									
M-11									
M-12									
M-13	30%								
M-14									
M-15									
M-16									

  
 Bryan Efraim Cárdenas Salazar  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

## Anexo 8. Fotos y documentos

- Anexo 8.1: Análisis Granulométrico por tamizado del agregado grueso



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD

SOLICITA:

ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

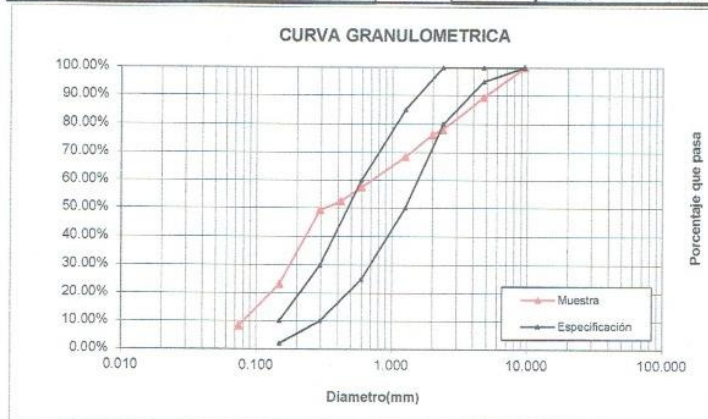
FECHA: TRUJILLO, SEPTIEMBRE DEL 2020

CANTERA: EL MILAGRO

CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

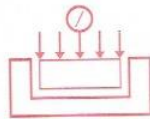
Peso Original (gr)		200.00				Especificación ASTM C33	
Pérdida por lavado		16.53				Límites	
PESO TAMIZADO		183.47				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	% Pasa Superior	% Pasa Inferior
Pulg/malla	mm						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	10.00%
No 4	4.760	21.20	10.60%	10.60%	89.40%	100.00%	10.00%
No 8	2.381	22.69	11.35%	21.95%	78.06%	100.00%	10.00%
No 10	2.000	3.65	1.83%	23.77%	76.23%		
No 16	1.259	15.59	7.80%	31.57%	68.44%	85.00%	50.00%
No 30	0.595	21.97	10.99%	42.55%	57.45%	60.00%	25.00%
No 40	0.420	9.86	4.93%	47.48%	52.52%		
No 50	0.296	6.47	3.24%	50.72%	49.28%	30.00%	10.00%
No 100	0.149	51.95	25.98%	76.69%	23.31%	10.00%	2.00%
No 200	0.074	30.09	15.05%	91.74%	8.27%		
Plato		16.53	8.27%	100.00%	0.00%	LL(%) =	N.P.
Sumatoria		200.00	100.00%	M.F.		LP(%) =	N.P.
SUCS		SP		2.34		IP(%) =	N.P.



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
Ingeniero Civil Huertas Ma...  
TRUJILLO

Urb. Monserrate V Etapa Mz. C2 Lte. 4 - Trujillo R.U.C. 20477653741 Oficina ☎ 285934 📠 949650866  
RESOLUCION N° 017504-2012 / DSD - INDECOPI

- Anexo 8.2: Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino



## HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

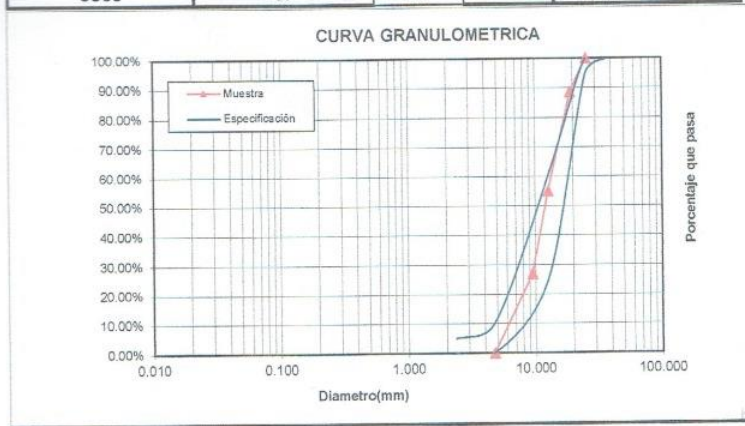
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -  
 TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 SOLICITA: / ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANtera: EL MILAGRO  
 CLASE DE SUELO : GRAVA UNIFORME

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

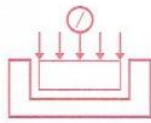
Peso Original (gr)		2000				Especificación	
Pérdida por lavado		0.00				Límites	
PESO TAMIZADO		2000				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa
Pulg/malla	mm						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100					100.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	95.00%
3/4"	19.050	230.00	11.50%	11.50%	88.50%		
1/2"	12.700	870.00	33.50%	45.00%	55.00%	60.00%	25.00%
3/8"	9.525	560.00	28.00%	73.00%	27.00%		
No 4	4.760	540.00	27.00%	100.00%	0.00%	10.00%	0.00%
No 8	2.381					5.00%	0.00%
No 10	2.000						
No 16	1.191						
No 30	0.595						
No 40	0.420						
No 50	0.296						
No 100	0.149						
No 200	0.074						
Plato						LL(%) =	N.P
Sumatoria		2000.00	100.00%	T.M.N.		LP(%) =	N.P.
SUCS		GP		3/4"		IP(%) =	N.P.



*Cristina Huertas*  
 Ing. Civil  
 Huertas Ingenieros S.A.C.



- Anexo 8.3: Densidades secas máximas y mínimas del agregado fino



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

**DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS  
NORMA ASTM D-4253**

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -

TRUJILLO - LA LIBERTAD

SOLICITA:

ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: EL MILAGRO (AGREGADO FINO)

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.85 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 4192 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

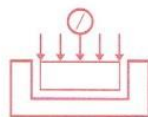
DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.85	947.85
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	5910.00	5920.00
PESO RECIPIENTE (g)	4192.00	4192.00
PESO MUESTRA (g)	1718.00	1728.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.81	1.82
	<b>1.818</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.85	947.85
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	5740.00	5715.00
PESO RECIPIENTE (g)	4192.00	4192.00
PESO MUESTRA (g)	1548.00	1523.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.63	1.61
	<b>1.620</b>	

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Firma]*  
Ing. José Cristóbal Huertas Meléndez  
C.I.R. 148162

- Anexo 8.4: Densidades secas máximas y mínimas del agregado grueso



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

**DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS  
NORMA ASTM D-4253**

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD

SOLICITA: / ERECLIA LETICIA RIVAS ALZAMORA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: EL MILAGRO (AGREGADO GRUESO)

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.85 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 4192 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

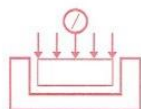
DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.85	947.85
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	5690.00	5690.00
PESO RECIPIENTE (g)	4192.00	4192.00
PESO MUESTRA (g)	1498.00	1498.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.58
	<b>1.580</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.85	947.85
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	5510.00	5505.00
PESO RECIPIENTE (g)	4192.00	4192.00
PESO MUESTRA (g)	1318.00	1313.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.39	1.39
	<b>1.388</b>	

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Firma]*  
Ing. José Cristóbal Huertas M.  
C.R. 148109

- Anexo 8.5: Porcentaje de absorción del agregado fino y agregado grueso



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: / ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

**PORCENTAJE DE ABSORCION  
NORMA ASTM C127**

CANTERA: EL MILAGRO  
MUESTRA: AGREGADO FINO

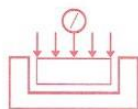
DESCRIPCION	
Peso Muestra Húmedo + Cápsula(g)	102.78
Peso Muestra Seco+ Cápsula(g)	99.96
Peso del Agua(g)	2.82
Peso Cápsula(g)	35.03
Peso Muestra Seca(g)	64.93
Porcentaje de Absorcion(%)	4.34

CANTERA: EL MILAGRO  
MUESTRA: AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	
Peso Muestra Húmedo + Cápsula(g)	63.77
Peso Muestra Seco+ Cápsula(g)	63.33
Peso del Agua(g)	0.44
Peso Cápsula(g)	21.21
Peso Muestra Seca(g)	42.12
Porcentaje de Absorcion(%)	1.04

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Firma]*  
Ingeniero José Christian Huertas M.  
C.I. 14811

- Anexo 8.6: Contenido de humedad del agregado fino y agregado grueso



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: / ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D-2216)

CANtera: EL MILAGRO  
MUESTRA: AGREGADO FINO

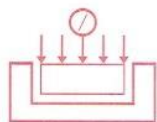
MUESTRA:	
Peso Madera Húmeda + Cápsula(gr)	59.84
Peso Madera Seca+ Cápsula(gr)	58.82
Peso del Agua(gr)	1.02
Peso Cápsula(gr)	19.43
Peso Madera Seco(gr)	39.39
Porcentaje de Humedad(%)	2.59

CANtera: EL MILAGRO  
MUESTRA: AGREGADO GRUESO

MUESTRA:	
Peso Madera Húmeda + Cápsula(gr)	80.43
Peso Madera Seca+ Cápsula(gr)	79.97
Peso del Agua(gr)	0.46
Peso Cápsula(gr)	21.03
Peso Madera Seco(gr)	58.94
Porcentaje de Humedad(%)	0.78

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Firma]*  
Ercilia Leticia Rivas Alzamora  
Calle 148100

- Anexo 8.7: Gravedad específica de los sólidos



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS (ASTM D-854)

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD

SOLICITA

/ ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: EL MILAGRO

MUESTRA: AGREGADO FINO

Ord.	Denominación	Ensayo 1	Ensayo 2
1	Peso Fiola (g)	110.12	110.12
2	Peso Fiola + Peso Agua 1(g)	362.25	362.35
3	Peso Fiola + Peso Muestra Seca (g)	189.68	189.80
4	Peso Fiola + Peso Muestra Seca + Peso Agua 2 (g)	473.00	473.08
5	Peso Muestra Seca (g): $W_s$	79.56	79.68
6	Peso Agua desplazada : $W_{wd} = V_s$ (cm <sup>3</sup> )	31.19	31.05
7	<b>Gravedad Específica</b>	<b>2.551</b>	<b>2.566</b>
8	<b>Gravedad Específica Promedio (Gs)</b>	<b>2.559</b>	

9	<b>Peso Específico de los Sólidos (g/cm<sup>3</sup>):</b>	<b>2.559</b>
---	---	--------------

CANTERA: EL MILAGRO

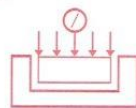
MUESTRA: AGREGADO GRUESO

Ord.	Denominación	Ensayo 1	Ensayo 2
1	Peso Fiola (g)	110.12	110.12
2	Peso Fiola + Peso Agua 1(g)	361.25	361.36
3	Peso Fiola + Peso Muestra Seca (g)	191.25	191.34
4	Peso Fiola + Peso Muestra Seca + Peso Agua 2 (g)	474.10	474.20
5	Peso Muestra Seca (g): $W_s$	81.13	81.22
6	Peso Agua desplazada : $W_{wd} = V_s$ (cm <sup>3</sup> )	31.72	31.62
7	<b>Gravedad Específica</b>	<b>2.56</b>	<b>2.57</b>
8	<b>Gravedad Específica Promedio (Gs)</b>	<b>2.563</b>	

9	<b>Peso Específico de los Sólidos (g/cm<sup>3</sup>):</b>	<b>2.563</b>
---	---	--------------

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Firma]*  
Ingeniero Civil Cristian Huertas M.  
G.L.R. 1481106

- Anexo 8.8: Dosificación de mezclas con 0 % de vidrio molido



**DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS PARA CONCRETO**  
(Método del ACI)

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA / ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, SEPTIEMBRE DEL 2020  
CANTERA: AGREGADO GRUESO: EL MILAGRO  
AGREGADO FINO: EL MILAGRO

Pag. 1/2

**DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND TIPO I SIN AIRE INCLUIDO**

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

**INFORMACION:**

Resistencia deseada  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Resistencia de cálculo  $f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$  (Según Tabla 5.3 de la norma E.080 del RNE)

Control de Obra: Supervisión especializada constante  
El diseño de la mezcla se hizo únicamente con los agregados proporcionados por los solicitantes del diseño.

**A. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

**AGREGADO GRUESO:**

Peso Volumétrico Seco y Compactado: 1,580  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,388  $\text{kg/m}^3$   
Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Peso específico: 2563  $\text{kg/m}^3$   
Porcentaje de Absorción (%): 1.04 %  
Contenido natural de humedad (%): 0.78 %

**CEMENTO:**

Portland Tipo I : ASTM C-150  
Peso Volumétrico: 1500  $\text{kg/m}^3$   
Peso Específico: 3.15  $\text{g/cm}^3$

SLUMP o Asentamiento: 3" a 4"

**AGREGADO FINO:**

Peso Volumétrico Seco y Compactado: 1,818  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,620  $\text{kg/m}^3$   
Modulo de Fineza: 2.34  
Peso específico: 2559  $\text{kg/m}^3$   
Porcentaje de Absorción (%): 4.34 %  
Contenido natural de humedad (%): 2.59 %

**AGUA:**

Norma: NTP 339.088  
Peso Específico: 1,000  $\text{kg/m}^3$

**B. CÁLCULOS**

**1. Contenido de aire atrapado**

Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Aire atrapado: 2 %

**3. Relación agua cemento**

Resistencia de cálculo: 295  $\text{kg/cm}^2$   
Relación agua cemento: 0.550  
(Según Tabla 5.3.4a del ACI 211.1)

**5. Peso de agregado grueso**

Modulo de fineza del ag. Fino: 2.34  
Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Volumen de agregado grueso: 0.660  $\text{m}^3$   
Peso de agregado grueso: 1,043.08 kg

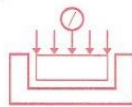
**2. Contenido de agua**

SLUMP o Asentamiento: 3" a 4"  
Contenido de agua: 200  $\text{l/m}^3$

**4. Contenido de cemento**

Contenido de cemento: 363.97 kg  
Contenido de cemento: 8.56 bolsas

*Jose Huertas*  
José Christian Huertas Alarcedo  
R-1281016



**DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS PARA CONCRETO**  
(Método del ACI)

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -

TRUJILLO - LA LIBERTAD

SOLICITA: (

/ EREILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA

UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD

Pag: 2/2

FECHA: TRUJILLO, SEPTIEMBRE DEL 2020

**B. CÁLCULOS**

**6. Peso de agregado fino (Método por pesos)**

Peso del concreto:	2355 kg/m <sup>3</sup>
Cemento:	364.0 kg
Agua:	200.0 kg
Aire:	0.0 kg
Ag. Grueso:	1043.1 kg
Sub total:	1607.0 kg
Ag. Fino:	748.0 kg

**7. Peso de agregado fino (Método por volúmenes)**

Volumen del concreto:	1 m <sup>3</sup>
Cemento:	0.116 m <sup>3</sup>
Agua:	0.200 m <sup>3</sup>
Aire:	0.020 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso:	0.407 m <sup>3</sup>
Sub total:	0.742 m <sup>3</sup>
Ag. Fino:	0.258 m <sup>3</sup>
Ag. Fino:	658.8 kg

**8. Diseño en estado seco**

Cemento:	364.0 kg
Ag. Fino:	658.8 kg
Ag. Grueso:	1043.1 kg
Agua:	200.0 kg

**9. Corrección por humedad**

Ag. Fino:	675.89 kg
Ag. Grueso:	1051.2 kg

**10. Aporte de agua a la mezcla**

Ag. Fino:	-11.55 lt
Ag. Grueso:	-2.756 lt
Agua en agregados:	-14.31 lt

**11. Agua efectiva**

Agua:	200 lt
Agua efectiva:	214 lt

**C. DOSIFICACION DE MEZCLAS**

Dosificación en peso

Cemento:	364.0 kg
Arena:	658.8 kg
Grava:	1043.1 kg
Agua:	214 kg

**DOSIFICACION EN PESO**

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	1.81	2.87	0.59

Dosificación en volumen

Cemento:	0.243 m <sup>3</sup>
Arena:	0.407 m <sup>3</sup>
Grava:	0.752 m <sup>3</sup>
Agua:	0.214 m <sup>3</sup>

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	1.68	3.10	0.88

**Notas:**

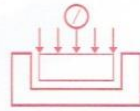
\* La presente dosificación no señala La aplicación de ningún aditivo plastificante.

\* En la dosificación con latas, tener en cuenta que una bolsa de cemento llena 1.75 latas.

\* El Diseño se ha realizado con las humedades naturales de los materiales que han llegado al laboratorio, cualquier cambio de estos en el campo se deba hacer la rectificación correspondiente tanto en exceso como en defecto.

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*Jose Huertas*  
Jose Christian Huertas Masello  
R.O. 138175

- Anexo 8.9: Dosificación de mezclas con 10 % de vidrio molido



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

**DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS PARA CONCRETO**  
(Método del ACI)

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: *ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA*  
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, SEPTIEMBRE DEL 2020  
CANTERA: AGREGADO GRUESO: EL MILAGRO  
AGREGADO FINO: EL MILAGRO

Pag. 1/2

**DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO DE CEMENTO ADICIONADO TIPO MS SIN AIRE INCLUIDO**

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

**INFORMACION:**

Resistencia deseada  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Resistencia de cálculo  $f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$  (Según Tabla 5.3 de la norma E.060 del RNE)

Control de Obra: Supervisión especializada constante  
El diseño de la mezcla se hizo únicamente con los agregados proporcionados por los solicitantes del diseño.

**A. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

**AGREGADO GRUESO:**

Peso Volumétrico Seco y Compactado: 1,580  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,388  $\text{kg/m}^3$   
Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Peso específico: 2,563  $\text{kg/m}^3$   
Porcentaje de Absorción (%): 1.04 %  
Contenido natural de humedad (%): 0.78 %

**AGREGADO FINO:**

Peso Volumétrico Seco y Compactado: 1,818  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,620  $\text{kg/m}^3$   
Modulo de Fineza: 2.34  
Peso específico: 2,559  $\text{kg/m}^3$   
Porcentaje de Absorción (%): 4.34 %  
Contenido natural de humedad (%): 2.59 %

**CEMENTO:**

Adicionado Tipo MS : ASTM C-1157  
Peso Volumétrico: 1,500  $\text{kg/m}^3$   
Peso Especifico: 3.12  $\text{g/cm}^3$

**AGUA:**

Norma: NTP 339.088  
Peso Especifico: 1,000  $\text{kg/m}^3$

SLUMP o Asentamiento: 3" a 4"

**VIDRIO RECICLADO MOLIDO:**

Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,452  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,302  $\text{kg/m}^3$   
Rendimiento: 10% reemplazo de ag. Fino

**B. CÁLCULOS**

**1. Contenido de aire atrapado**

Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Aire atrapado: 2 %

**2. Contenido de agua**

SLUMP o Asentamiento: 3" a 4"  
Contenido de agua: 200  $\text{lt/m}^3$

**3. Relación agua cemento**

Resistencia de cálculo: 295  $\text{kg/cm}^2$   
Relación agua cemento: 0.550  
(Según Tabla 5.3.4a del ACI 211.1)

**4. Contenido de cemento**

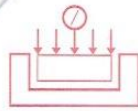
Contenido de cemento: 363.97 kg  
Contenido de cemento: 8.58 bolsas

**5. Peso de agregado grueso**

Modulo de fineza del ag. Fino: 2.34  
Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Volumen de agregado grueso: 0.660  $\text{m}^3$   
Peso de agregado grueso: 1,043.08 kg

*ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA*  
HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
Ingeniera Civil  
C.R. 128105





**DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS PARA CONCRETO**  
(Método del ACI)

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: / ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, SEPTIEMBRE DEL 2020

Pag. 2/2

**B. CÁLCULOS**

**6. Peso de agregado fino (Método por pesos)**

Peso del concreto:	2355 kg/m <sup>3</sup>
Cemento:	364.0 kg
Agua:	200.0 kg
Aire:	0.0 kg
Ag. Grueso:	1043.1 kg
Sub total:	1607.0 kg
Ag. Fino:	748.0 kg

**7. Peso de agregado fino (Método por volúmenes)**

Volumen del concreto:	1 m <sup>3</sup>
Cemento:	0.117 m <sup>3</sup>
Agua:	0.200 m <sup>3</sup>
Aire:	0.020 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso:	0.407 m <sup>3</sup>
Sub total:	0.744 m <sup>3</sup>
Ag. Fino:	0.256 m <sup>3</sup>
Ag. Fino:	656.0 kg

**8. Diseño en estado seco**

Cemento:	364.0 kg
Ag. Fino:	656.0 kg
Ag. Grueso:	1043.1 kg
Agua:	200.0 kg

**9. Corrección por humedad**

Ag. Fino:	672.97 kg
Ag. Grueso:	1051.2 kg

**10. Aporte de agua a la mezcla**

Ag. Fino:	-11.5 lt
Ag. Grueso:	-2.756 lt
Agua en agregados:	-14.26 lt

**11. Agua efectiva**

Agua:	200 lt
Agua efectiva:	214 lt

**C. DOSIFICACION DE MEZCLAS**

**Dosificación en peso**

Cemento:	364.0 kg
Arena:	590.4 kg
Grava:	1043.1 kg
Agua:	214 kg
Vidrio:	66 kg

**DOSIFICACION EN PESO**

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Vidrio 10%
1.00	1.62	2.87	0.59	0.18

**Dosificación en volumen**

Cemento:	0.243 m <sup>3</sup>
Arena:	0.364 m <sup>3</sup>
Grava:	0.752 m <sup>3</sup>
Agua:	0.214 m <sup>3</sup>
Vidrio:	0.050 m <sup>3</sup>

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Vidrio 10%
1.00	1.60	3.10	0.88	0.21

**Notas:**

- \* La presente dosificación no señala la aplicación de ningún aditivo plastificante.
- \* En la dosificación con latas, tener en cuenta que una bolsa de cemento llena 1.75 latas.
- \* El Diseño se ha realizado con las humedades naturales de los materiales que han llegado al laboratorio, cualquier cambio de estos en el campo se deberá hacer la rectificación correspondiente tanto en exceso como en defecto.

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Firma]*  
Ing. José Cristóbal Huertas Marín  
C.I.P. 148165

• Anexo 8.10: Dosificación de mezclas con 20 % de vidrio molido



**DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS PARA CONCRETO**  
(Método del ACI)

TESIS: ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: \_\_\_\_\_ ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, SEPTIEMBRE DEL 2020  
CANTERA: **AGREGADO GRUESO:** EL MILAGRO  
**AGREGADO FINO:** EL MILAGRO

Pag. 1/2

**DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO DE CEMENTO ADICIONADO TIPO MS SIN AIRE INCLUIDO**

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

**INFORMACION:**

Resistencia deseada  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Resistencia de cálculo  $f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$  (Según Tabla 5.3 de la norma E.060 del RNE)

Control de Obra: Supervisión especializada constante  
El diseño de la mezcla se hizo únicamente con los agregados proporcionados por los solicitantes del diseño.

**A. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

**AGREGADO GRUESO:**

Peso Volumétrico Seco y Compactado: 1,580  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,388  $\text{kg/m}^3$   
Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Peso específico: 2563  $\text{kg/m}^3$   
Porcentaje de Absorción (%): 1.04 %  
Contenido natural de humedad (%): 0.78 %

**AGREGADO FINO:**

Peso Volumétrico Seco y Compactado: 1,818  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,620  $\text{kg/m}^3$   
Modulo de Fineza: 2.34  
Peso específico: 2559  $\text{kg/m}^3$   
Porcentaje de Absorción (%): 4.34 %  
Contenido natural de humedad (%): 2.59 %

**CEMENTO:**

Adicionado Tipo MS : ASTM C-1157  
Peso Volumétrico: 1500  $\text{kg/m}^3$   
Peso Especifico: 3.12  $\text{g/cm}^3$

**AGUA:**

Norma: NTP 339.068  
Peso Especifico: 1,000  $\text{kg/m}^3$   
SLUMP o Asentamiento: 3" a 4"

**VIDRIO RECICLADO MOLIDO:**

Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1452  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1302  $\text{kg/m}^3$   
Rendimiento: 20% reemplazo de ag. Fino

**B. CÁLCULOS**

**1. Contenido de aire atrapado**

Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Aire atrapado: 2 %

**2. Contenido de agua**

SLUMP o Asentamiento: 3" a 4"  
Contenido de agua: 200  $\text{lit/m}^3$

**3. Relación agua cemento**

Resistencia de cálculo: 295  $\text{kg/cm}^2$   
Relación agua cemento: 0.550  
(Según Tabla 5.3.4a del ACI 211.1)

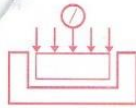
**4. Contenido de cemento**

Contenido de cemento: 363.97 kg  
Contenido de cemento: 8.56 bolsas

**5. Peso de agregado grueso**

Modulo de fineza del ag. Fino: 2.34  
Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Volumen de agregado grueso: 0.860  $\text{m}^3$   
Peso de agregado grueso: 1,043.08 kg

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*Jose Christian Huertas Mayolo*  
José Christian Huertas Mayolo  
C.L.P. 148105



**DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS PARA CONCRETO**  
(Método del ACI)

TESIS: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, SEPTIEMBRE DEL 2020

Pag. 2/2

**B. CÁLCULOS**

**6. Peso de agregado fino (Método por pesos)**

Peso del concreto:	2355 kg/m <sup>3</sup>
Cemento:	364.0 kg
Agua:	200.0 kg
Aire:	0.0 kg
Ag. Grueso:	1043.1 kg
Sub total:	1607.0 kg
Ag. Fino:	748.0 kg

**8. Diseño en estado seco**

Cemento:	364.0 kg
Ag. Fino:	656.0 kg
Ag. Grueso:	1043.1 kg
Agua:	200.0 kg

**10. Aporte de agua a la mezcla**

Ag. Fino:	-11.5 lt
Ag. Grueso:	-2.758 lt
Agua en agregados:	-14.26 lt

**C. DOSIFICACION DE MEZCLAS**  
Dosificación en peso

Cemento:	364.0 kg
Arena:	524.8 kg
Grava:	1043.1 kg
Agua:	214 kg
Vidrio:	131 kg

Dosificación en volumen

Cemento:	0.243 m <sup>3</sup>
Arena:	0.324 m <sup>3</sup>
Grava:	0.752 m <sup>3</sup>
Agua:	0.214 m <sup>3</sup>
Vidrio:	0.101 m <sup>3</sup>

**7. Peso de agregado fino (Método por volúmenes)**

Volumen del concreto:	1 m <sup>3</sup>
Cemento:	0.117 m <sup>3</sup>
Agua:	0.200 m <sup>3</sup>
Aire:	0.020 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso:	0.407 m <sup>3</sup>
Sub total:	0.744 m <sup>3</sup>
Ag. Fino:	0.256 m <sup>3</sup>
Ag. Fino:	656.0 kg

**9. Corrección por humedad**

Ag. Fino:	672.97 kg
Ag. Grueso:	1051.2 kg

**11. Agua efectiva**

Agua:	200 lt
Agua efectiva:	214 lt

**DOSIFICACION EN PESO**

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Vidrio 20%
1.00	1.44	2.87	0.59	0.36

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

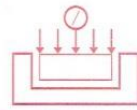
Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Vidrio 20%
1.00	1.34	3.10	0.88	0.42

**Notas:**

- \* La presente dosificación no señala la aplicación de ningún aditivo plastificante.
- \* En la dosificación con leñas, tener en cuenta que una bolsa de cemento llena 1.75 leñas.
- \* El Diseño se ha realizado con las humedades naturales de los materiales que han llegado al laboratorio, cualquier cambio de estos en el campo se deberá hacer la rectificación correspondiente tanto en exceso como en defecto.

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Firma]*  
Ingeniero Civil José Huertas Alvarado

- Anexo 8.11: Dosificación de mezclas con 30 % de vidrio molido



**DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS PARA CONCRETO**  
(Método del ACI)

TESIS: ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: ERCILA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020  
CANTERA: AGREGADO GRUESO: EL MILAGRO  
AGREGADO FINO: EL MILAGRO

Pag. 1/2

**DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO DE CEMENTO ADICIONADO TIPO MS SIN AIRE INCLUIDO**

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

**INFORMACION:**

Resistencia deseada  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Resistencia de cálculo  $f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$  (Según Tabla 5.3 de la norma E.060 del RNE)

Control de Obra : Supervisión especializada constante  
El diseño de la mezcla se hizo únicamente con los agregados proporcionados por los solicitantes del diseño.

**A. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

**AGREGADO GRUESO:**

Peso Volumétrico Seco y Compactado: 1,580  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,388  $\text{kg/m}^3$   
Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Peso específico: 2563  $\text{kg/m}^3$   
Porcentaje de Absorción (%): 1.04 %  
Contenido natural de humedad (%): 0.78 %

**AGREGADO FINO:**

Peso Volumétrico Seco y Compactado: 1,818  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,820  $\text{kg/m}^3$   
Modulo de Fineza: 2.34  
Peso específico: 2559  $\text{kg/m}^3$   
Porcentaje de Absorción (%): 4.34 %  
Contenido natural de humedad (%): 2.59 %

**CEMENTO:**

Adicionado Tipo MS : ASTM C-1157  
Peso Volumétrico: 1500  $\text{kg/m}^3$   
Peso Especifico: 3.12  $\text{g/cm}^3$

**AGUA:**

Norma: NTP 339.088  
Peso Especifico: 1,000  $\text{kg/m}^3$   
SLUMP o Asentamiento: 3" a 4"

**VIDRIO RECICLADO MOLIDO:**

Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1452  $\text{kg/m}^3$   
Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1302  $\text{kg/m}^3$   
Rendimiento: 30% reemplazo de ag. Fino

**B. CÁLCULOS**

**1. Contenido de aire atrapado**

Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Aire atrapado: 2 %

**2. Contenido de agua**

SLUMP o Asentamiento: 3" a 4"  
Contenido de agua: 200  $\text{lt/m}^3$

**3. Relación agua cemento**

Resistencia de cálculo: 295  $\text{kg/cm}^2$   
Relación agua cemento: 0.550  
(Según Tabla 5.3.4a del ACI 211.1)

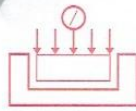
**4. Contenido de cemento**

Contenido de cemento: 363.97 kg  
Contenido de cemento: 8.56 bolsas

**5. Peso de agregado grueso**

Modulo de fineza del ag. Fino: 2.34  
Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"  
Volumen de agregado grueso: 0.660  $\text{m}^3$   
Peso de agregado grueso: 1,043.06 kg

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Firma]*  
Ingeniero Christian Huertas Ma...  
E. 061700



**DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS PARA CONCRETO**  
(Método del ACI)

TESIS: ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: RUCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, SEPTIEMBRE DEL 2020

Pag. 2/2

**B. CÁLCULOS**

**6. Peso de agregado fino (Método por pesos)**

Peso del concreto:	2355 kg/m <sup>3</sup>
Cemento:	364.0 kg
Agua:	200.0 kg
Aire:	0.0 kg
Ag. Grueso:	1043.1 kg
Sub total:	1607.0 kg
Ag. Fino:	748.0 kg

**7. Peso de agregado fino (Método por volúmenes)**

Volumen del concreto:	1 m <sup>3</sup>
Cemento:	0.117 m <sup>3</sup>
Agua:	0.200 m <sup>3</sup>
Aire:	0.020 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso:	0.407 m <sup>3</sup>
Sub total:	0.744 m <sup>3</sup>
Ag. Fino:	0.256 m <sup>3</sup>
Ag. Fino:	656.0 kg

**8. Diseño en estado seco**

Cemento:	364.0 kg
Ag. Fino:	656.0 kg
Ag. Grueso:	1043.1 kg
Agua:	200.0 kg

**9. Corrección por humedad**

Ag. Fino:	672.97 kg
Ag. Grueso:	1051.2 kg

**10. Aporte de agua a la mezcla**

Ag. Fino:	-11.5 lt
Ag. Grueso:	-2.756 lt
Agua en agregados:	-14.26 lt

**11. Agua efectiva**

Agua:	200 lt
Agua efectiva:	214 lt

**C. DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS**

**Dosificación en peso**

Cemento:	364.0 kg
Arena:	459.2 kg
Grava:	1043.1 kg
Agua:	214 kg
Vidrio:	197 kg

**DOSIFICACION EN PESO**

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Vidrio 30%
1.00	1.26	2.87	0.59	0.54

**Dosificación en volumen**

Cemento:	0.243 m <sup>3</sup>
Arena:	0.283 m <sup>3</sup>
Grava:	0.752 m <sup>3</sup>
Agua:	0.214 m <sup>3</sup>
Vidrio:	0.151 m <sup>3</sup>

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

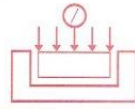
Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Vidrio 30%
1.00	1.17	3.10	0.88	0.62

**Notas:**

- \* La presente dosificación no señala la aplicación de ningún aditivo plastificante.
- \* En la dosificación con latas, tener en cuenta que una bolsa de cemento llena 1.75 latas.
- \* El Diseño se ha realizado con las humedades naturales de los materiales que han llegado al laboratorio, cualquier cambio de estos en el campo se deberá hacer la rectificación correspondiente tanto en exceso como en defecto.

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*José Huertas*  
José Cristóbal Huertas Marín  
C.P. 14010

- Anexo 8.12: Ensayo a la compresión de concreto con 0 % de vidrio molido a los 7 días



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

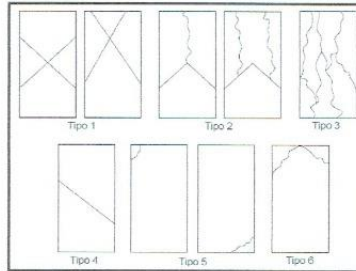
**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO (f'c)  
(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: ( )  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4
Estructura o Identificación	M-1 (sin vidrio)	M-2 (sin vidrio)	M-3 (sin vidrio)	M-4 (sin vidrio)
Fecha de Vaciado	1/10/2020	1/10/2020	1/10/2020	1/10/2020
Fecha de Rotura	8/10/2020	8/10/2020	8/10/2020	8/10/2020
Edad (días)	7	7	7	7
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
Peso (kg)	3.857	3.81	3.837	3.82
Volumen (cm³)	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80
Esbeltez	2.00	2.00	2.00	2.00
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00
Tipo de Falla	5	3	3	5
Densidad del Concreto (kg/m³)	2455	2426	2443	2432
Carga Máxima (kg)	14970	16080	14840	15440
Sección Transversal (cm²)	78.54	78.54	78.54	78.54
Resistencia Diseño (kg/cm²)	210	210	210	210
Resistencia Obtenida (kg/cm²)	190.60	204.74	186.40	196.59
Resistencia Obtenida (MPa)	18.69	20.08	18.28	19.28
Porcentaje Obtenido (%)	91%	97%	89%	94%

**NOTA:**

LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR (ASTM C 1331)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRENSA DE CONCRETO MODERNO TM12 Nº SERIE: 119. LA CARGA SE APLICÓ A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE 0.25 ± 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZÓ EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPLENDO 0044-2020, COVID-19.  
TIPOS DE FALLA (FUENTE: ASTM C39):  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LLEGA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPEDIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPEDIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACIÓN DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPEDIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO, TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNNEMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACIÓN DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACIÓN DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPEDIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACIÓN CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Función del día: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

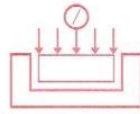
Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de f<sub>c</sub>.

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Firma]*  
Inge. José Cristóbal Huertas Marín  
C.I.P. 148104

- Anexo 8.13: Ensayo a la compresión de concreto con 0 % de vidrio molido a los 14 días



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

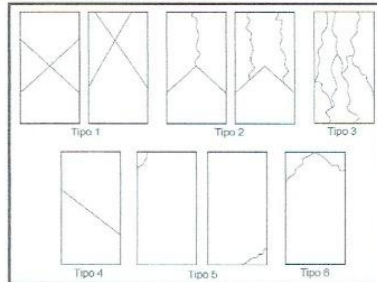
**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO (f<sub>c</sub>)  
(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: / Ercilia Leticia Rivas Alzamora  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4
Estructura o Identificación	M-1 (sin vidrio)	M-2 (sin vidrio)	M-3 (sin vidrio)	M-4 (sin vidrio)
Fecha de Vaciado	1/10/2020	1/10/2020	1/10/2020	1/10/2020
Fecha de Rotura	15/10/2020	15/10/2020	15/10/2020	15/10/2020
Edad (días)	14	14	14	14
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
Peso (kg)	3.847	3.823	3.851	3.854
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80
Esbeltez	2.00	2.00	2.00	2.00
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00
Tipo de Falla	5	3	3	3
Densidad del Concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2449	2434	2452	2454
Carga Máxima (kg)	20010	17290	21870	21140
Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	78.54	78.54	78.54	78.54
Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210
Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	254.77	220.14	278.46	269.16
Resistencia Obtenida (MPa)	24.98	21.59	27.31	26.40
Porcentaje Obtenido (%)	121%	105%	133%	128%

**NOTA:**

LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON AL MOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR (ASTM C 1231)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRENSA DE CONCRETO MODELO TM12 N° SERIE: 119. LA CARGA SE APLICÓ A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE: 0.25 + 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZO EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPLENTO 0044.2020, COVID-19  
TIPOS DE FALLA (FUENTE: ASTM C39)  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO; TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONVEXIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia. (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Signature]*  
Ingeniero Civil Christian Huertas Mariscal  
TRUJILLO

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

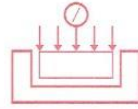
$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de f<sub>c</sub>.

- Anexo 8.14: Ensayo a la compresión de concreto con 0 % de vidrio molido a los 28 días



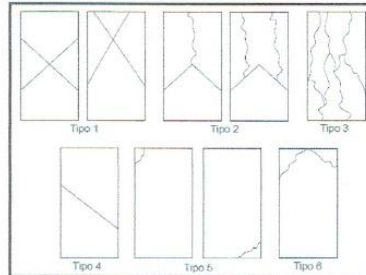
**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO (f'c)  
(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: Ercilia Leticia Rivas Alzamora  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, 30 DE OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4
Estructura o Identificación	M-1 (sin vidrio)	M-2 (sin vidrio)	M-3 (sin vidrio)	M-4 (sin vidrio)
Fecha de Vaciado	2/10/2020	2/10/2020	2/10/2020	2/10/2020
Fecha de Rotura	30/10/2020	30/10/2020	30/10/2020	30/10/2020
Edad (días)	28	28	28	28
Diametro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
Peso (kg)	3.81	3.89	3.88	3.88
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80
Esbeltez	2.00	2.00	2.00	2.00
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00
Tipo de Falla	4	4	3	4
Densidad del Concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2426	2476	2470	2470
Carga Máxima (kg)	23090	21320	20920	21710
Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	78.54	78.54	78.54	78.54
Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210
Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	293.99	271.45	266.36	276.42
Resistencia Obtenida (MPa)	28.83	26.62	26.12	27.11
Porcentaje Obtenido (%)	140%	129%	127%	132%

NOTA:  
LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR. (ASTM C 1231)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRENSA DE CONCRETO MODELO TM-12 N° SERIE: 119. LA CARGA SE APLICÓ A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE 0.25 ± 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZÓ EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPLENTO: 0044-2020, COVID-19  
TIPOS DE FALLA (FUENTE: ASTM C39):  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPESIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPESIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACIÓN DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPESIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO, TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONVEXIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA CONJUNTAMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACIÓN DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTO SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACIÓN DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPESIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACIÓN CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Signature]*  
Ercilia Leticia Rivas Alzamora  
C.I.P. 148105

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

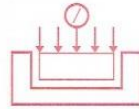
Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de f'c.



- Anexo 8.15: Ensayo a la compresión de concreto con 10 % de vidrio molido a los 7 días sólidos



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

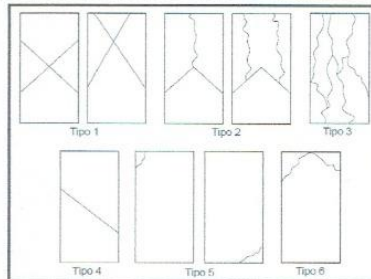
**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO ( $f_c$ )**  
**(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4
Estructura o Identificación	M-1 (vidrio al 10%)	M-2 (vidrio al 10%)	M-3 (vidrio al 10%)	M-4 (vidrio al 10%)
Fecha de Vaciado	2/10/2020	2/10/2020	2/10/2020	2/10/2020
Fecha de Rotura	9/10/2020	9/10/2020	9/10/2020	9/10/2020
Edad (días)	7	7	7	7
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
Peso (kg)	3.817	3.868	3.859	3.818
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80
Esbeltez	2.00	2.00	2.00	2.00
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00
Tipo de Falla	5	5	3	5
Densidad del Concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2430	2462	2457	2431
Carga Máxima (kg)	16130	14650	15930	15170
Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	78.54	78.54	78.54	78.54
Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210
Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	205.37	189.08	202.83	193.15
Resistencia Obtenida (MPa)	20.14	18.54	19.89	18.94
Porcentaje Obtenido (%)	98%	90%	97%	92%

**NOTA:**

LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR. (ASTM C 1231)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROJETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRENSA DE CONCRETO MODELO TM12 N° SERIE: 119. LA CARGA SE APLICÓ A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE:  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZO EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPLENTO 0364-2020, COVID-19  
TIPOS DE FALLA (FUENTE: ASTM C39)  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO, TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONVEXIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del día: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

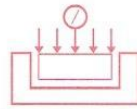
$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de  $f_c$ .

- Anexo 8.16: Ensayo a la compresión de concreto con 10 % de vidrio molido a los 14 días



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

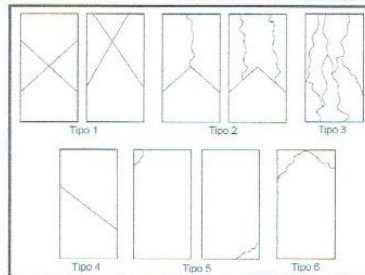
**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO ( f'c )  
(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: Ercilia Leticia Rivas Alzamora  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4
Estructura o Identificación	M-1 (vidrio al 10%)	M-2 (vidrio al 10%)	M-3 (vidrio al 10%)	M-4 (vidrio al 10%)
Fecha de Vaciado	2/10/2020	2/10/2020	2/10/2020	2/10/2020
Fecha de Rotura	16/10/2020	16/10/2020	16/10/2020	16/10/2020
Edad (días)	14	14	14	14
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
Peso (kg)	3.818	3.827	3.818	3.823
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80
Esbeltez	2.00	2.00	2.00	2.00
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00
Tipo de Falla	5	5	5	3
Densidad del Concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2431	2436	2431	2434
Carga Máxima (kg)	22870	20730	22890	22170
Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	78.54	78.54	78.54	78.54
Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210
Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	291.19	263.94	291.44	282.28
Resistencia Obtenida (MPa)	28.56	25.69	28.58	27.68
Porcentaje Obtenido (%)	139%	126%	139%	134%

**NOTA:**

LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR (ASTM C 1251)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRENSA DE CONCRETO MODELO TM12 N° SERIE: 119. LA CARGA SE APLICO A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE: 0.25 ± 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZO EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPLENTO 0044-2020, COVID-19  
TIPO DE FALLA (FUENTE: ASTM C39):  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO, TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONVEJIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

*[Signature]*  
HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
José Cristóbal Huertas Márquez  
+51 917 000 000

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

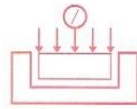
Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de f'c.

Urb. Monserrate V Etapa Mz. C2 Lte. 4 - Trujillo R.U.C. 20477653741 Oficina ☎ 285934 📞 949650866  
RESOLUCION N° 017504-2012 / DSD - INDECOPI

- Anexo 8.17: Ensayo a la compresión de concreto con 10 % de vidrio molido a los 28 días



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

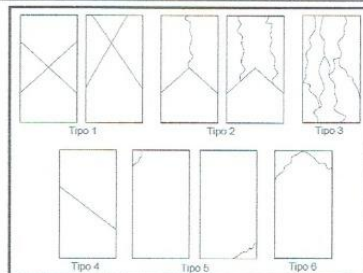
**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO ( f'c )  
(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: Ercilia Leticia Rivas Alzamora  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, 30 DE OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4
Estructura o Identificación	M-1 (vidrio al 10%)	M-2 (vidrio al 10%)	M-3 (vidrio al 10%)	M-4 (vidrio al 10%)
Fecha de Vaciado	2/10/2020	2/10/2020	2/10/2020	2/10/2020
Fecha de Rotura	30/10/2020	30/10/2020	30/10/2020	30/10/2020
Edad (días)	28	28	28	28
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
Peso (kg)	3.91	3.87	3.86	3.855
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80
Esbeltez	2.00	2.00	2.00	2.00
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00
Tipo de Falla	3	4	5	3
Densidad del Concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2489	2464	2457	2454
Carga Máxima (kg)	21660	21190	21900	22380
Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	78.54	78.54	78.54	78.54
Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210
Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	275.78	269.80	278.84	284.70
Resistencia Obtenida (MPa)	27.05	26.46	27.34	27.92
Porcentaje Obtenido (%)	131%	128%	133%	136%

**NOTA:**

LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR. (ASTM C 1231)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBEAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRENSA DE CONCRETO MODELO TM12, N° SERIE: 119 LA CARGA SE APLICÓ A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE: 0.25 ± 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZO EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPREMO 0044-2020, COVID-19  
TIPOS DE FALLA: (FUENTE: ASTM C39)  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACIÓN DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECERO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECERADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECERO, TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECERO O CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACIÓN DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACIÓN DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECERO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECERADOR, O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACIÓN CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECERO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del día: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cm t} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm 28}$$

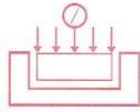
Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de f<sub>c</sub>.

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
Cristina Huertas  
Ingeniera Civil

- Anexo 8.18: Ensayo a la compresión de concreto con 20 % de vidrio molido a los 7 días



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

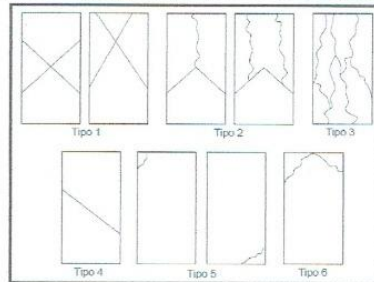
**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO ( $f_c$ )**  
**(NTP 339.034)**

ORRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA / ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4
Estructura o Identificación	M-1 (vidrio al 20%)	M-2 (vidrio al 20%)	M-3 (vidrio al 20%)	M-4 (vidrio al 20%)
Fecha de Vaciado	3/10/2020	3/10/2020	3/10/2020	3/10/2020
Fecha de Rotura	10/10/2020	10/10/2020	10/10/2020	10/10/2020
Edad (días)	7	7	7	7
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
Peso (kg)	3.794	3.748	3.778	3.833
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80
Esbeltéz	2.00	2.00	2.00	2.00
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00
Tipo de Falla	5	5	5	5
Densidad del Concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2415	2386	2405	2440
Carga Máxima (kg)	11530	11270	10610	11900
Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	78.54	78.54	78.54	78.54
Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210
Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	146.80	143.49	135.09	151.52
Resistencia Obtenida (MPa)	14.40	14.07	13.25	14.86
Porcentaje Obtenido (%)	70%	68%	64%	72%

NOTA:

LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR. (ASTM C 1231)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRENSA DE CONCRETO MODELO TM12 Nº SERIE: 119. LA CARGA SE APLICO A UNA VELOCIDAD CONSTANTE DE: 0.25 ± 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZO EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPREMO: 0044 2020, COVID-19  
TIPOS DE FALLA (FUENTE: ASTM C39)  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION DE CARGA CONVEJA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEJA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO, TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

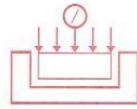
Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de  $f_c$ .

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*Jose Christian Huertas Martinez*  
Ingeniero Civil

- Anexo 8.19: Ensayo a la compresión de concreto con 20 % de vidrio molido a los 14 días



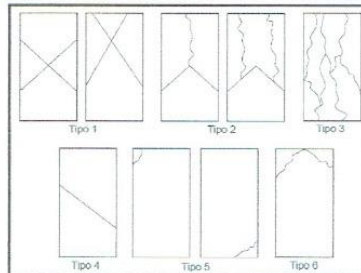
**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO (f'c)  
(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: / Ercilia Leticia Rivas Alzamora  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4
Estructura o Identificación	M-1 (vidrio al 20%)	M-2 (vidrio al 20%)	M-3 (vidrio al 20%)	M-4 (vidrio al 20%)
Fecha de Vaciado	3/10/2020	3/10/2020	3/10/2020	3/10/2020
Fecha de Rotura	17/10/2020	17/10/2020	17/10/2020	17/10/2020
Edad (días)	14	14	14	14
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
Peso (kg)	3.781	3.793	3.802	3.812
Volumen (cm³)	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80
Esbeltez	2.00	2.00	2.00	2.00
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00
Tipo de Falla	3	6	5	5
Densidad del Concreto (kg/m³)	2407	2415	2420	2427
Carga Máxima (kg)	17970	18700	18190	17580
Sección Transversal (cm²)	78.54	78.54	78.54	78.54
Resistencia Diseño (kg/cm²)	210	210	210	210
Resistencia Obtenida (kg/cm²)	228.80	238.10	231.60	223.83
Resistencia Obtenida (MPa)	22.44	23.35	22.71	21.95
Porcentaje Obtenido (%)	109%	113%	110%	107%

NOTA:  
LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR. (ASTM C 1281)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO  
PRENSA DE CONCRETO MODELO TM12 Nº SERIE 118 LA CARGA SE APLICÓ A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE 0.25 ± 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZO EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPLENTO 0044-2020, COVID-19  
TIPOS DE FALLA (FUENTE ASTM C39):  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO, TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Minimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Signature]*  
Ercilia Leticia Rivas Alzamora

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cm} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

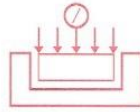
Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Minimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor caracteristico de f'c.

Urb. Monserrate V Etapa Mz. C2 Lte. 4 - Trujillo R.U.C. 20477653741 Oficina ☎ 285934 📞 949650866  
RESOLUCION N° 017504-2012 / DSD - INDECOPI

- Anexo 8.20: Ensayo a la compresión de concreto con 20 % de vidrio molido a los 28 días



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

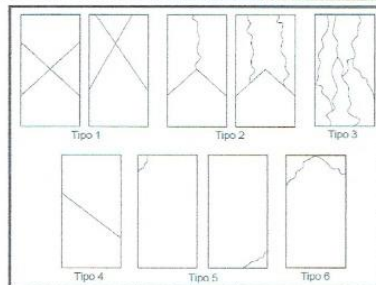
**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO ( $f_c$ )**  
**(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: / ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, 31 DE OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4
Estructura o Identificación	M-1 (vidrio al 20%)	M-2 (vidrio al 20%)	M-3 (vidrio al 20%)	M-4 (vidrio al 20%)
Fecha de Vaciado	3/10/2020	3/10/2020	3/10/2020	3/10/2020
Fecha de Rotura	31/10/2020	31/10/2020	31/10/2020	31/10/2020
Edad (días)	28	28	28	28
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
Peso (kg)	3.76	3.83	3.81	3.76
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80
Esbeltez	2.00	2.00	2.00	2.00
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00
Tipo de Falla	4	3	4	3
Densidad del Concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2394	2438	2426	2394
Carga Máxima (kg)	17960	21320	18800	16490
Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	78.54	78.54	78.54	78.54
Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210
Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	228.67	271.46	239.37	209.96
Resistencia Obtenida (MPa)	22.43	26.62	23.47	20.59
Porcentaje Obtenido (%)	109%	129%	114%	100%

**NOTA:**

LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR. (ASTM C 1231)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRENSA DE CONCRETO MODELO TM12 Nº SERIE 119 LA CARGA SE APLICÓ A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE 0.25 ± 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZO EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPLENTO 0044-2020, COVID-19  
TIPOS DE FALLA (FUENTE ASTM C39):  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO; TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONVEXIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR, O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.  
*[Signature]*  
Ingeniero Civil en Ingeniería de Materiales  
Nº 11959

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

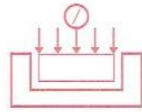
Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de  $f_c$ .

Urb. Monserrate V Etapa Mz. C2 Lte. 4 - Trujillo R.U.C. 20477653741 Oficina ☎ 285934 📞 949650866  
RESOLUCION Nº 017504-2012 / DSD - INDECOPI

- Anexo 8.21: Ensayo a la compresión de concreto con 30 % de vidrio molido a los 7 días



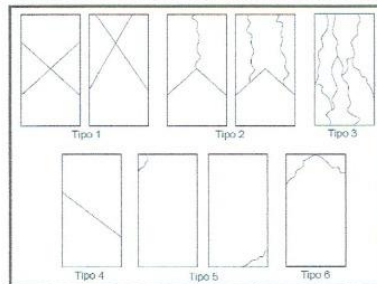
**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO ( $f_c$ )**  
**(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: ERCILIA LETICIA RIVAS ALZAMORA  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4
Estructura o Identificación	M-1 (vidrio al 30%)	M-2 (vidrio al 30%)	M-3 (vidrio al 30%)	M-4 (vidrio al 30%)
Fecha de Vaciado	6/10/2020	6/10/2020	6/10/2020	6/10/2020
Fecha de Rotura	13/10/2020	13/10/2020	13/10/2020	13/10/2020
Edad (días)	7	7	7	7
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
Peso (kg)	3.724	3.776	3.751	3.748
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80
Esbeltez	2.00	2.00	2.00	2.00
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00
Tipo de Falla	5	3	4	5
Densidad del Concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2371	2404	2388	2386
Carga Máxima (kg)	9070	9000	8720	7530
Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	78.54	78.54	78.54	78.54
Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210
Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	115.48	114.59	111.03	95.87
Resistencia Obtenida (MPa)	11.32	11.24	10.89	9.40
Porcentaje Obtenido (%)	55%	55%	53%	46%

NOTA:  
LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR. (ASTM C 1231)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRENSA DE CONCRETO MODELO TM12 N° SERIE: 119. LA CARGA SE APLICÓ A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE 0.25 ± 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZO EN ESTA FECHA, DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPREMO: 0044-2020, COVID-19  
TIPOS DE FALLA (FUENTE: ASTM C39)  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO, TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del día: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

*Jose Christian Huertas Alarcon*  
Jose Christian Huertas Alarcon  
C.I. 17748109

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

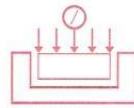
$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de  $f_c$ .

- Anexo 8.22: Ensayo a la compresión de concreto con 30 % de vidrio molido a los 14 días



**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

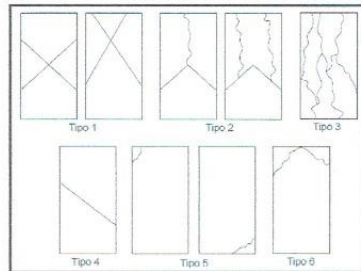
**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO (f<sub>c</sub>)**  
**(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: / Ercilia Leticia Rivas Alzamora  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4	
Estructura o Identificación	M-1 (vidrio al 30%)	M-2 (vidrio al 30%)	M-3 (vidrio al 30%)	M-4 (vidrio al 30%)	
Fecha de Vaciado	6/10/2020	6/10/2020	6/10/2020	6/10/2020	
Fecha de Rotura	20/10/2020	20/10/2020	20/10/2020	20/10/2020	
Edad (días)	14	14	14	14	
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00	
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00	
Peso (kg)	3.766	3.798	3.75	3.763	
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80	
Esbeltéz	2.00	2.00	2.00	2.00	
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00	
Tipo de Falla	5	3	3	4	
Densidad del Concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2398	2418	2387	2408	
Carga Máxima (kg)	11290	12530	13380	13770	
Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	78.54	78.54	78.54	78.54	
Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	
Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	143.75	159.54	170.38	175.32	
Resistencia Obtenida (MPa)	14.10	15.65	16.71	17.19	
Porcentaje Obtenido (%)	68%	76%	81%	83%	

**NOTA:**

LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR (ASTM C 1231)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PRORRETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRUEBA DE CONCRETO MODELO TM12 Nº SERIE: 119. LA CARGA SE APLICÓ A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE 0.25 ± 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZO EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPLENDO 0044-2020 COVID-19  
TIPOS DE FALLA (FUENTE ASTM C39):  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO, TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONVEXIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

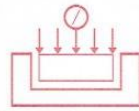
Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de f<sub>c</sub>.

Urb. Monserrate V Etapa Mz. C2 Lte. 4 - Trujillo R.U.C. 20477653741 Oficina ☎ 285934 📠 949650866  
RESOLUCION Nº 017504-2012 / DSD - INDECOPI



- Anexo 8.23: Ensayo a la compresión de concreto con 30 % de vidrio molido a los 28 días



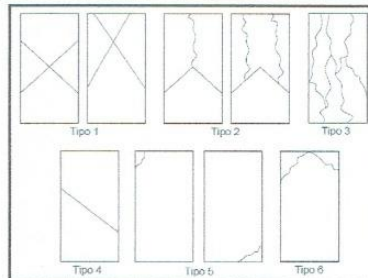
**HUERTAS INGENIEROS S.A.C.**  
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

**ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO (f'c)  
(NTP 339.034)**

OBRA: ADICION DE VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITA: / / Ercilia Leticia Rivas Alzamora  
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, 03 DE NOVIEMBRE DEL 2020

Numero de Testigo	1	2	3	4	
Estructura o Identificación	M-1 (vidrio al 30%)	M-2 (vidrio al 30%)	M-3 (vidrio al 30%)	M-4 (vidrio al 30%)	
Fecha de Vaciado	6/10/2020	6/10/2020	6/10/2020	6/10/2020	
Fecha de Rotura	3/11/2020	3/11/2020	3/11/2020	3/11/2020	
Edad (días)	28	28	28	28	
Diámetro (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00	
Altura (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00	
Peso (kg)	3.81	3.81	3.75	3.83	
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1570.80	1570.80	1570.80	1570.80	
Esbeltéz	2.00	2.00	2.00	2.00	
Factor de Corrección	1.00	1.00	1.00	1.00	
Tipo de Falla	4	4	4	5	
Densidad del Concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2426	2426	2387	2438	
Carga Máxima (kg)	17880	16440	16180	16620	
Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	78.54	78.54	78.54	78.54	
Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	
Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	227.65	209.32	206.01	198.88	
Resistencia Obtenida (MPa)	22.33	20.53	20.20	19.50	
Porcentaje Obtenido (%)	108%	100%	98%	95%	

NOTA:  
LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR. (ASTM C 1231)  
EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO.  
PRENSA DE CONCRETO MODELO TM12 N° SERIE: 119. LA CARGA SE APLICÓ A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE 0.25 ± 0.05 MPa/s  
LA ROTURA DE LOS TESTIGOS SE REALIZO EN ESTA FECHA DEBIDO A QUE EL ESTADO EMITIO UN DECRETO SUPREMO 0044-2020, COVID-19  
TIPOS DE FALLA (FUENTE: ASTM C39):  
TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.  
TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECERO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECERADOR O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECERO, TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECERO O CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.  
TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.  
TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA, POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECERO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECERADOR, O PLACAS DE CARGA.  
TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACION CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECERO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Mínimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cm t} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm 28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4,0  
b = 0,85

Valor Mínimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de f'c.

- Anexo 8.1: Visita a la cantera “El Milagro” – Agregado Fino



- Anexo 8.2: Visita a la cantera “El Milagro” – Agregado Grueso

