



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

TESIS

**“VIDRIO RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN,
Y SU CONTRIBUCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE
JULIACA”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
HUMBERTO SULLCA GOMEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERU
2018**

DEDICATORIA

Dedico a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. A los docentes de la universidad Alas Peruana por la calidad de enseñan por su esfuerzo en el proceso de mi superación profesional inteligencia y capacidad.

HUMBERTO

AGRADECIMIENTO

A mis padres a los docentes de la universidad a quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades. A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

HUMBERTO

ABSTRACT

The self-built housing in the different urbanizations, especially marginal in the city of Juliaca, is precarious because they have been built without technical control and in inadequate places with the presence of aquifers, for this reason the present study has been Proposed to evaluate the causes of the damages in foundations that originated in the self-built houses, in the zones adjacent to the Torococha river; In the urbanization "Los Incas", specifically, also had as specific objectives to evaluate the behavior of foundation ground, the quality of water in contact with foundations and verify the characteristics of foundations failures. Methodologically the present research assumed the non-experimental, cross-over design involves the evaluation of the causes of failure in foundations through laboratory tests and direct observations, data collection has been performed using the techniques according to protocols of the technical standard For the processing and analysis of the information was organized and interpreted the certificates of the laboratory tests of the samples and the records of direct observation. The results show that the structural damages, found in the houses selected for evaluation; Have been recorded settlements, differentials that manifests cracks and fissures, most of the foundations are sub and over dimensioned, worrying, these fissures and cracks emerge from the foundation, parallel to the columns and separates column with walls; These faults are manifested in the first floor.

Keywords: Foundations, faults, self-contained housing, settlements.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I : PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	2
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.2.1. Delimitación espacial	3
1.2.2. Delimitación temporal	3
1.2.3. Delimitación social/conductual	3
1.2.4. Delimitación conceptual	3
1.3. PLANTEAMIENTO PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
1.3.1. Problema general	4
1.3.2. Problemas específicos.....	4
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	5
CAPITULO II : MARCO TEORICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2. Antecedente nacional	8
2.1.3. Antecedente local	8
2.2. BASES TEÓRICAS.....	9
2.2.1. El vidrio.....	9
2.2.2. El vidrio empleado en la construcción.....	16
2.2.3. El vidrio reciclado de residuos de la construcción	18
2.2.4. El vidrio reciclado empleado en los proyectos de construcción.....	18
2.2.5. El concreto	19
2.2.6. El cemento portland	22
2.2.7. Los agregados	24
2.2.8. El agua.....	33
2.2.9. Método de diseño de mezcla	36

2.2.10. Propiedades física del concreto	40
2.2.11. Propiedades mecánicas del concreto	43
2.3. MARCO COMCEPTUAL.....	54
CAPITULO III : PROPUESTA TECNICA DE LA INVESTIGACION.....	58
3.1. CARACTERISTICAS DE LA INVESTIGACION.	58
3.1.1. Agregado utilizado en la investigación	58
3.1.2. Cemento utilizado en la investigación	63
3.1.3. Vidrio reciclado utilizando en la investigación	64
3.2. Diseño de la mezcla para el concreto con la influencia del vidrio reciclado.....	75
3.3. DISEÑO Y ELABORACION DE LAS PROBETAS CILINDRICAS ESTANDAR.....	84
3.4. DISEÑO Y ELABORACION DE VIGAS DE 15X15X15CM.....	98
3.5. Ensayo de resistencia a la comprensión	111
3.6. Ensayo de resistencia a la flexión	114
3.7. ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD	117
3.7.1. Ensayo de esfuerzo y deformación	117
CAPITULO IV :PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	120
4.1. RESULTADO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL VIDRIO RECICLADO.	120
4.1.1. Vidrio reciclado proveniente de residuos construcción.....	120
4.1.2. Vidrio reciclado proveniente de residuo construcción.	122
4.2. RESULTADO DE ENNSAYOS MECANICOS	125
4.2.1. Resistencia a comprensión.....	125
4.2.2. Resistencia a flexión.....	131
4.2.3. Módulo de elasticidad	137
CONCLUSIONES	144
RECOMENDACIONES	147
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
ANEXOS.....	154

INTRODUCCIÓN

El concreto es importante para los diferentes tipos de edificaciones, utilizando nuevas funciones, normas, técnicas y mucho más, siendo el objetivo primordial el diseño de mezclas, eficientes para las construcciones, que nos brindan una singularidad a la hora de su resistencia, gracias a su trabajabilidad y las relaciones específicas del agua y cemento.

El reciclado de vidrio es un nuevo proyecto moderno para el diseño de mezcla del concreto siendo el vidrio 100% reciclable y adherente al concreto, obteniendo nuevos proyecto funcionales de acuerdo a la trabajabilidad del vidrio en el concreto.

Hoy en la actualidad en otros países como en USA, Colombia, Ecuador etc. el vidrio es reciclado y usado en la mezcla del concreto obteniendo productividades positivas de acuerdo a la resistencia del concreto utilizado.

Sin embargo en el Perú no existe dicha investigación del vidrio reciclado en el proceso de la construcción, siendo un problema ambiental al no ser reciclado el vidrio, considerándose un material peligroso y dañino para la población.

El propósito de la investigación, va encaminado a evaluar la viabilidad de la incorporación del vidrio reciclado proveniente de residuos de construcción en el concreto, como sustituto del agregado fino en porcentajes del 0%, 30%, 60% y un 100%, para la elaboración del concreto.

Dicho propósito que se presentan en este documento son los objetivos a los que irán encaminando la investigación, además se describe sus propiedades físicas y mecánicas del concreto que se evalúan los resultados de diferentes ensayos y por último se plantean sus conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA:

Las construcciones de hoy en día para el futuro tienen actualizaciones y cambios constantes, bien estas son demolidas o modificadas, de acuerdo al confort de una calidad de vida, las demoliciones y reparaciones de viviendas están en un estancamiento de nuevas técnicas de construcciones de acuerdo al aspecto social y económico de la persona.

Estas demoliciones y modificaciones de viviendas tienen residuos de construcción que esto nos llevaría a tener abundancia de desechos y basura, como parte de contaminación ambiente y como un material dañino para la población, específicamente cuando las casas suelen ser demolidas con todo los cuadros de vidrios puestos en su mismo lugar.

Esto conlleva a realizar estas investigaciones para poder reutilizar el material de vidrio reciclado provenientes de residuos de construcción en la mezcla del concreto, el cual todo tipo de ciencia, tecnología puede ser direccionada, en su defecto a mejorar la calidad de vida.

Sabiendo que el vidrio una vez quñado es dañino cuando esta suelen ser manipuladas o llevadas para la basura con todo el desmonte ocasionados en la demolición como desperdicio. Hoy en la actualidad el vidrio representa el 7% del total de residuos que tiramos a la basura, sabiendo que el vidrio a nivel nacional e inter nacional es el material único 100% reciclable, por lo que se puede aprovechar completamente y de forma indefinida.

El reciclado de vidrio como material molido para el concreto a nivel internacional está siendo utilizado como agregado, llevando en su composición vidrio molido, que hace que el concreto sea más resistente y durable donde se probó que la mezcla del concreto y vidrio son resultados bastante positivos.

En el trabajo de investigación se analizara el comportamiento del reciclado del material de vidrio reciclado provenientes de residuos de construcción en la mezcla de concreto y también se analizó el comportamiento físico-mecánico de dicho experimento, que serán sometidos a la resistencia a la compresión (f_c), resistencia a la flexión (M_r) y módulo de elasticidad (E_c).

1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:

1.2.1. Delimitación espacial.

El ámbito de estudio del presente trabajo de investigación es:

- Región : Puno.
- Provincia : San Román.
- Distrito : Juliaca.

1.2.2. Delimitación temporal.

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo a partir de mayo del 2017 hasta octubre del 2017, tiempo que permitirá desarrollar y mostrar los resultados de la investigación.

1.2.3. Delimitación social/conductual.

La investigación propiciará conocer aspectos relevantes en cuanto a la adición de vidrio reciclado al concreto, ya que en la actualidad este aspecto no es estudiado, por lo que es relevante realizar el estudio ya que contribuirá a mejorar los aspectos que se deben tomar en cuenta para mejorar las resistencia del concreto sobre todo en este clima que es adverso de la ciudad de Juliaca.

1.2.4. Delimitación conceptual.

La investigación implica dos conceptos fundamentales como vidrio reciclado y propiedades mecánicas de los concretos ambos conceptos direccionaran el presente trabajo de investigación a realizarse.

- **Vidrio reciclado.** El vidrio reciclado será recolectado de residuos de construcción, casas en refacción, en demolición, en general todos aquellos tipos de construcciones que desechan el vidrio como material inorgánico siendo enviados a los botaderos siendo una parte de la contaminación ambiental.
- **Propiedades mecánicas.** Se caracterizan por el comportamiento del material en los diferentes procesos mecanizados, siendo los ensayos de compresión, flexión, módulo de elasticidad. De acuerdo con esta investigación se va ser útil la máquina de compresión o prensa mecánica para obtener resultados del $f'c$, M_r y E_c .

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema General

¿Cuál será la contribución del vidrio reciclado de residuos de construcción, en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál será la contribución del vidrio reciclado de residuos de construcción, en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca?
- ¿Cuál será la contribución del vidrio reciclado de residuos de construcción, en la resistencia a flexión del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca?
- ¿Cuál será la contribución del vidrio reciclado de residuos de construcción, en el módulo de elasticidad del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.4.1. Objetivo General.

Analizar la contribución del vidrio reciclado de residuos de construcción, en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Analizar la contribución del vidrio reciclado de residuos de construcción, en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca
- Analizar la contribución del vidrio reciclado de residuos de construcción, en la resistencia a flexión del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca
- Analizar la contribución del vidrio reciclado de residuos de construcción, en el módulo de elasticidad del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca.

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:

a) Justificación.

En la ciudad de Juliaca las demoliciones y renovaciones de viviendas que se encuentran frecuentemente, producen un alto porcentaje de material de desechos inorgánicos que contiene concreto, ladrillos, acero y vidrio en un estado de descomposición, esta situación ha ocasionado que haya un material inorgánico y peligroso como basura que contamina al medio ambiente al juntarse los desechos orgánicos e inorgánicos.

Este material de escombros es peligro porque está junto con los desechos de vidrios, sabiendo que el vidrio es un material inorgánico que produce cortes y heridas al manipularlas, sería recomendable al demoler una vivienda o cambiar las fachadas de viviendas

primeramente sacar las ventanas juntamente con los vidrios ya que el vidrio no va ser útil después Sacarlos, esto se utilizaría como material reciclado para la composición del concreto. Sería innovador el sistema del reciclado de los materiales por tipos de composición del material siendo; material de escombros, fierros y vidrio. Utilizándose para una segunda vida útil para el beneficio de la calidad de vida del ciudadano.

El vidrio reciclado sirve como material molido en la mezcla del concreto, para poder realizar los ensayos correspondientes y así tener como objetivos resultados favorables mediante las propiedades físico mecánicas del concreto y así obtener un concreto óptimo. Sabiendo que el vidrio es un material 100% reciclable por sus propiedades.

b) Importancia.

La investigación de tesis como primer fundamento es la conservación del medio ambiente de nuestra ciudad de Juliaca, mediante la recolocación del vidrio de los residuos de construcción de cada vivienda para esta no ser parte de los desechos de escombros y posteriores no ser parte de la basura en general.

Reduce de una manera considerable la contaminación ambiental, siendo una de las necesidades al apostar soluciones problemáticas de impacto social y ambiente, en el momento de recolección del reciclado de vidrio separando de los materiales de escombros y vidrio.

c) Limitaciones.

La poca información existente sobre el objeto de estudio en nuestro medio es una limitante, ya que no se tiene referencias sobre estudios anteriores en nuestro medio, que permita tener una validación de estos aspectos, así mismo para realizar este tipo de estudios se requiere la coordinación con las instituciones pertinentes que muestran poco interés por realizar este tipo de estudios.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

SOROUSHIAN (2012). Realizo el estudio de TIPO DE CONCRETO CON VIDRIO MOLIDO MENOS CEMENTO. Cuyo objetivo fue descubrir un nuevo tipo de concreto con la utilización del vidrio molido para que sea más fuerte, más durable y más resistente al agua. La metodología planteada es un estudio experimental el vidrio reciclado que se utilizan como material de sustitución en una proporción del 20% al cemento haciendo el uso de aditivos. De las conclusiones se indica que aproximadamente el 20 % del cemento utilizado para producir concreto se sustituye por el vidrio (reciclado) molido, generando un significativo de ahorro en cemento así mismo El uso del vidrio, ayuda a reducir la cantidad de vidrio que terminan en los vertederos, y ayuda a reducir las emisiones de dióxido de carbono que comunes, debido a las altas temperaturas necesarias para crear cemento.

DE LA SOTTA P. (2009). Realizo el estudio de investigación EL VIDRIO COMO MATERIAL ESTRUCTURANTE DEL MOBILIARIO EN CHILE. El objetivo de este estudio fue Identificar y analizar el sistema productivo del mobiliario curvo en el vidrio para la inclusión de un nuevo proceso productivo. La Metodología que utiliza esta investigación es una metodología de tipo mixta, a través de investigación documental, (consulta a libros, páginas web, papes, etc.), para entender y analizar la resistencia del vidrio curvado, además de tal manera aplicación de materiales nanos estructurados sobre mobiliarios curvo beneficiara su resistencia y uso. De los resultados se conoce como una gran deficiencia en la normalización exigente, ya que toda la información presente es para productos de vidrio en forma plana, excluyendo a cualquier producto que contenga formas curvadas.

2.1.2. ANTECEDENTE NACIONAL

QUISPE 2010). realiza el estudio INFLUENCIA DEL USO DEL VIDRIO MOLIDO COMO SUSTITUYENTE PARCIAL DEL CEMENTO EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO. Donde el Objetivo principal fue determinar la influencia del vidrio molido, en la durabilidad del concreto. La metodología utilizada fue el diseño experimental la investigación del vidrio molido sustituyente en un porcentaje del 10% parcialmente al cemento para la durabilidad del concreto, de las conclusiones se puede mencionar que La utilización del vidrio molido incorporado al 10 % del cemento Andino IP, es más liviano y pierde resistencia en porcentajes mínimas, así mismo la relación a/c es 0.4 en el patrón, porque genera menores cantidades de fisura.

2.1.3. ANTECEDENTE LOCAL

ADCO (2011). Realizo su trabajo de investigación ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE DISEÑO DE MEZCLAS ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO. El objetivo fue diseñar un concreto con la adición de fibras de vidrio que logren una mayor resistencia. De los resultados se menciona que el diseño del concreto con la adición de fibras de vidrio logran una resistencia considerable que trabajan sin afectar a la hidratación del cemento y su acción es puramente mecánica y es compatible en todo tipo de aditivos para el concreto, en cuanto la absorción de las fibras de vidrio no tienen las propiedades de absorber el agua y por lo tanto no se altera el contenido de agua.

POMA (2010). Realizo el estudio de RECICLAJE DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE JULIACA. Donde el objetivo principal fue diseñar del concreto con el reciclaje de materiales de construcción. El estudio fue experimental del material reciclado sustituyendo al agregado grueso en porcentajes para diferentes dosificaciones del concreto. De los resultados obtenidos se concluye que la reutilización y el reciclaje de los residuos de construcción a lo largo de la vida de los edificios y las infraestructuras es una de las estrategias

fundamentales para alcanzar la sostenibilidad de una construcción y la reducción a los problemas ambientales.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. EL VIDRIO

2.2.1.1. DEFINICIÓN

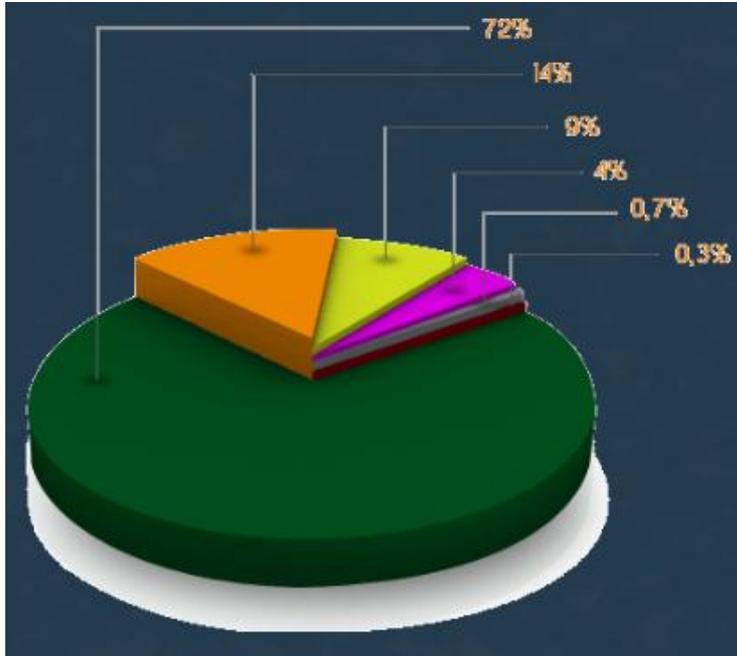
El vidrio viene del latín "VITREUM" es un material inorgánico, duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, aunque también puede ser producido por el ser humano. El vidrio es artificial se usa para hacer ventanas, lentes, botellas y una gran variedad de productos. El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo e isótropa.

Son los materiales cerámicos no cristalinos más importantes. Posee una estructura no cristalina o amorfa, las moléculas de un vidrio no están colocadas en un orden respectivo a largo alcance, el vidrio hoy en la actualidad ha sustituido a la mampostería tradicional de bloques o ladrillos.

El vidrio se obtiene a unos 1500 °C a partir de arena de sílice (SiO_2), carbonato de sodio (Na_2CO_3) y caliza (CaCO_3).

Figura II.1.

Componentes del vidrio.



72%. Silicio (SiO₂)
Materia prima básica arena con función vitrificante.

14%.Sodio (Na₂SO₄)

9%. Calcio (CaCO)
Proporciona estabilidad al vidrio contra ataques de agentes atmosféricos.

4%. Magnesio (MgO)
Garantiza resistencia al vidrio para soportar cambios bruscos de temperatura y aumenta la resistencia mecánica.

0,7%. Aluminio (AL₂O₃)
Aumenta la resistencia mecánica

0,3%. Potasio (K₂O)

FUENTE: <https://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio>.

Tabla II.1.

Porcentaje de composición del vidrio según el diseño requerido

COMPONENTE	DESDE... %	...HASTA%
SiO ₂	68.0	74.5
Al ₂ O ₃	0.0	4.0
Fe ₂ O ₃	0.0	0.45
CaO	9.0	14.0
MgO	0.0	4.0
Na ₂ O	10.0	16.0
K ₂ O	0.0	4.0
SO ₃	0.0	0.3

FUENTE: <https://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio>.

2.2.1.2. PROPIEDADES DEL VIDRIO:

2.2.1.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS.

- **COLOR:**

En cuestiones del color en los vidrios, el color es originado por los elementos que se agregan en el proceso de fusión, llamados colorantes.

 - a. Óxido de cobalto Rojo azulado.
 - b. Óxido ferroso Azul.
 - c. Óxido férrico Amarillo.

- **TEXTURA:**

La superficie de los vidrios puede variar en cuestiones de brillo, esto depende del proceso de fundido en el que se haya quedado. Un vidrio completamente fundido presenta un brillo, porque el vidrio se nivela y aplanada cuando se funde, formando una superficie extremadamente lisa, dicha homogeneidad es una muy buena característica del material pues lo hace más fácil de limpiar. Cuando un vidrio no se funde completamente en el proceso de cocción o en su defecto su viscosidad es todavía alta, la superficie resulta ser rugosa y por lo tanto con tendencia a mate; el vidrio mate es a la vez opaco por el defecto en la aspereza de su superficie haciendo que no haya transparencia.

- **PESO:**

El peso en los vidrios difiere de acuerdo a su composición de los vidrios típicos según su uso.

- **MALEABILIDAD:**

Los vidrios presentan maleabilidad cuando se encuentran en su etapa de fundición pues pueden ser moldeados y es la etapa de maleabilidad del vidrio, pues es donde se les da las formas deseadas ya sea por moldes o por cualquier otro método. Los principales métodos empleados para moldear el vidrio son el colado, el soplado, el prensado, el estirado y el laminado.

2.2.1.2.2. PROPIEDADES QUÍMICAS.

VISCOSIDAD:

Podríamos definir la viscosidad como la resistencia que presenta un líquido a fluir; generalmente un material viscoso es aquel que es muy denso y pegajoso.

- **DENSIDAD:**
Depende de factores como la temperatura, la presión a la que está sometida y a la composición que es relativamente alta (2.2g/cm³) con un coeficiente de dilatación lineal medio a temperaturas inferiores a 1000°C.
- **CORROSIÓN:**
El vidrio tiene como característica muy importante la resistencia a la corrosión, en el medio ambiente son muy resistentes y no desisten ante el desgaste, he ahí por lo cual los vidrios son utilizados incluso para los experimentos químicos. Aunque su resistencia a la corrosión es muy buena no quiere decir que sea indestructible ante la corrosión, existen cuatro sustancias que logran esta excepción. Ácido Hidro fluorhídrico.

2.2.1.2.3. PROPIEDADES MECÁNICAS.

- **RESISTENCIA A COMPRESIÓN:**
La rotura del vidrio a compresión es prácticamente imposible ya que su resistencia es muy elevada 10,000 kg/cm².
- **RESISTENCIA A TRACCIÓN:**
Los tratamientos térmicos posteriores del vidrio inciden notablemente sobre esta propiedad.
 - a. Vidrio recocido 400kg/cm²
 - b. Vidrio templado 1000 kg/cm²
- **RESISTENCIA A FLEXIÓN:**
Este caso tiene una cara sometida a tensiones de tracciones y la otra a tensiones de compresión. La resistencia a la rotura será de la resistencia menor, que es 100 a 500 kg/cm².

2.2.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL VIDRIO.

- **COLOR Y ASPECTO:**

Incoloro, color tenue, los impresos presentan gama de dibujos.
- **TRASPARENCIA, TRANSLUCIDEZ Y OPACIDAD:**

Se presenta diferentes grados de transparencia.
- **TRANSMISIÓN DE LUZ VISIBLE:**

Corresponde a la iluminación natural en el interior del edificio. En vivienda se requiere un nivel más alto que en el comercial.
- **TRANSMISIÓN DE CALOR SOLAR RADIANTE:**

El coeficiente de sombra es la medida para evaluar la cantidad de energía solar admitida a través de la abertura de vidriada.
- **RESISTENCIA:**

La presión del viento es una de las principales solicitaciones a la que es sometido el vidrio. En el diseño se debe considerar la posibilidad de rotura y sus causas.
- **AISLAMIENTO TÉRMICO:**

Aislamiento que ofrece el vidrio al paso del calor que fluye a través de su masa.
- **CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:**

Resistividad eléctrica del orden de 10 a 20 ohm/cm en condiciones normales, lo que lo convierte en uno de los mejores aislantes eléctricos conocidos.
- **COMPORTAMIENTO TÉRMICO:**

Es un mal conductor del calor y frío, se rompe cuando se calienta parcialmente debido a un desequilibrio de las dilataciones.
- **FRAGILIDAD:**

Es frágil y no tiene capacidad para deformarse elásticamente

- CUMPLIMIENTOS DE CRITERIOS DE SEGURIDAD:

En el caso de rotura por impacto humano, no presenta potencial para causar heridas de consideración de 2 tipos de vidrio de seguridad más empleados en la construcción vidrios templados y el laminado.

- DURABILIDAD QUÍMICA:

Es la resistencia al ponerlo en contacto con el agua o con agentes atmosféricos.

- ESTABILIDAD QUÍMICA:

El vidrio resiste el ataque de la mayoría de agentes químicos, excepto del ácido hidrófluorídrico y alta temperatura, el fosfórico.

2.2.1.4. TIPOS DE VIDRIOS.

- VIDRIOS SÓDICOS (SILICATO DE SODIO Y CALCIO):

Es el vidrio ordinario que se emplea para elaborar vidrios planos, botellas, frascos y otros objetos varios. Tienen casi siempre un ligero color verde debido al hierro de las materias primas.

Resisten a la acción disolvente del agua y los ácidos, tienen poco brillo. Las composiciones extremas de estos vidrios son las siguientes:

Tabla II.2.

Composición del vidrio sódico

SiO ₂	68-75%
Na ₂ O.....	11-18%
CaO.....	8-17%

FUENTE: <http://www.oni.escuelas.edu.ar>

- **VIDRIOS POTÁSICOS. (SILICATO DE POTASIO Y CALCIO):**
Se reemplaza, en el vidrio anterior, el sodio por el potasio. Son más duros que los anteriores, muy brillantes, resisten mejor las variaciones de temperatura y son muy resistentes a la acción del agua y de los ácidos. Ejemplos; son los vidrios de Bohemia, vidrios de óptica, etc.

Tabla II.3.

Composición del vidrio potásico

SiO ₂	75%
K ₂ O.....	18%
CaO.....	17%

FUENTE: <http://www.oni.escuelas.edu.ar>.

- **VIDRIOS PLÚMBICOS. (SILICATO DE POTASIO Y PLOMO):**
En este vidrio se ha reemplazado del anterior el calcio por el plomo. Tienen peso específico elevado y poseen notable esplendor, son muy transparentes, sonoros y refractan muy bien la luz.

Dentro de estos vidrios se encuentra el cristal, el flint-glass empleado en óptica y el strass que sirve para elaborar piedras preciosas artificiales. La composición de algunos de estos vidrios es la siguiente:

Tabla II.4.

Composición del vidrio plúmbico.

	SiO₂	K₂O	PbO
CRISTAL....	53%	11%	335%
FLINT....	20-54%	0-12%	80-34%
STRASS....	40%	7%	52%

FUENTE: <http://www.oni.escuelas.edu.ar>.

- **VIDRIOS DÓRICOS:**
Son vidrios en los que se ha reemplazado partes de sus componentes por anhídrido bórico, dando vidrios duros, resistentes al calor, para laboratorios por su bajo coeficiente de dilatación y debido a su bajo contenido en metales alcalinos y alcalino-térreos. Vidrios clásicos de este tipo son Pixex y Jena.

Tabla II.5.
Composición del vidrio dórico

	SiO	H2O2	Na2O	Al2O2	As2O4	K2O	MgO	CaO	Fe2O3	ZnO
PIREX...	80,62	11,90	3,83	2,00	0,66	0,61	0,20	0,22	0,12
JENA...	64,58	10,03	7,38	6,26	0,12	0,08	0,10	11,78

FUENTE: <http://www.oni.escuelas.edu.ar>

2.2.2. EL VIDRIO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN:

Figura II.2.

Tipos de vidrio en la construcción



FUENTE: <https://www.ecured.cu/Vidrio>

2.2.2.1. VIDRIOS PRIMARIOS:

- **VIDRIO FLOTADO:**
Consiste en una plancha de vidrio fabricado haciendo flotar el vidrio fundido sobre una capa de estaño fundido. Este método proporciona al vidrio un grosor uniforme y una superficie muy plana, por lo que es el vidrio más utilizado en la construcción, se

denomina vidrios planos son los vidrios fabricados mediante el sistema de flotación.

- **VIDRIO ALAMBRADO:**
Es el vidrio también llamado vidrio armado es aquel vidrio que se obtiene por el proceso de colado y se le incrusta en su interior una malla metálica en forma retícula, de manera que, si se rompe los pedazos de vidrio quedan unidos al alambre evitando su caída y que estos puedan producir lesiones.
- **BALDOSA DE VIDRIO:**
También llamados bloques de vidrios se utilizan como ladrillos de cristal que son bloques que se utilizan para decoraciones interiores o exteriores como también hacen el efecto de un tragaluz y, son perfectos para separadores de ambientes dentro de un mismo espacio de una vivienda.

2.2.2.2. VIDRIOS SECUNDARIOS:

- **VIDRIO LAMINADO:**
Consiste en la unión de varias láminas de vidrio de cualquier grosor, mediante una película intermedia realizada con **BUTIRAL DE POLIVINILO (PVB), ETIL-VINIL-ACETATO (EVA) Y CON RESINA SACTIVADAS** por luz ultravioleta o simplemente por la mezcla de sus ingredientes.

Recibe así mismo el nombre de vidrio de seguridad, aunque este es sólo uno de los tipos que existen en el mercado y no todos los vidrios de seguridad (como los templados) suelen ser laminados. Esta lámina puede ser transparente o translúcida, de colores (los colores pueden aplicarse directamente sobre la ardilla del vidrio si bien suele preferirse colorear la lámina de PVB o EVA o la resina) Esta lámina le confiere al vidrio una seguridad adicional ante roturas, ya que los pedazos quedan unidos a ella. Los parabrisas o los vidrios antirrobo y antibalas pertenecen a este tipo de vidrio.

- **VIDRIO TEMPLADO:**
Es un tipo de vidrio de seguridad, procesado por tratamientos térmicos o químicos, para aumentar su resistencia en comparación con el vidrio normal. Esto se logra poniendo las superficies exteriores en compresión y las superficies internas en tensión. Tales tensiones hacen que el vidrio, cuando se rompe, se desmenuce en trozos pequeños granulares en lugar de astillar en grandes fragmentos dentados. Los trozos granulares tienen menos probabilidades de causar lesiones.

2.2.3. EL VIDRIO RECICLADO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN:

El uso del vidrio molido en los proyectos de construcción está ganando popularidad. Miles de toneladas de vidrios residuos de construcción, botellas y frascos entre otros que cada día a día se recoge en los vertederos. El reciclaje de este vidrio es una excelente manera de reducir la basura, el costo de construcción y la ayuda al medio ambiente.

La trituración del vidrio elimina los bodes agudos, por lo que no hay más peligroso para los trabajadores que lo manipulan como la arena o la grava.

2.2.4. EL VIDRIO RECICLADO EMPLEADO EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN:

- Sustituye vidrio molido por arena en la voladura de piezas de vehículos; El acero inoxidable, madera, fibra de vidrio y plásticos. Tradicionalmente, el chorro de arena es un método de eliminación de óxido, pintura y otros contaminantes.
- La sustitución de la arena por un vidrio: Es funcionalmente picado y funciona igual de bien, y el cristal le ser más suave que las partículas

de arena, así que hay menos riesgo que de dañar los elementos que estás limpiando.

- Mezcla vidrio triturado con asfalto: Produce superficies de vías de alta duración, el vidrio triturado añade fuerza a la mezcla del asfalto y reduce los costos de construcción de vías.
- Filtra agua de desperdicio a través de vidrio molido en lugar de tierra granulada para mejorar el proceso de filtrado: El vidrio molido permite que el agua pase mientras atrapa contaminantes sólidos. Es un agente de filtrado superior para este propósito.
- Agrega vidrio molido al concreto como reemplazo de la arena o de grava pequeña: El vidrio molido es más ligero que la arena o la grava, así que el concreto pesa menos por pié cuadrado sin perder su fuerza. Realizar este cambio también reduce la necesidad de dañar los paisajes para tener más bancos de arena y grava.
- Llena el exterior de las tuberías de las alcantarillas, de agua u otras con vidrio molido: El vidrio llena los espacios alrededor de los tubos, brindándoles soporte y protegiéndolos del daño. Se compacta de forma menos densa que la arena o la tierra, y brinda igual o mejor protección a los tubos.
- Usa vidrio triturado como una base para la construcción de vías: El vidrio se compacta tan bien como la arena y forma una fuerte base para la vía.

2.2.5. EL CONCRETO:

2.2.5.1. DEFINICIÓN:

El concreto es una piedra artificial compuesto de conglomerante y materiales inertes, obteniendo mayor resistencia de trabajo con el pasar del tiempo. En algunos casos en el concreto se añade algún aditivo y/o adiciones con el propósito de mejorar ciertas propiedades que por sí mismo no lo posee.

es un material compuesto (tabla 1.1) formado por partículas de material granular grueso (agregados minerales o rellenedor) embebidos en una matriz dura de material (cemento o ligante) que llena los espacios vacíos entre las partículas y burbujas manteniéndolas juntas.

Tabla II.6.

Definición del concreto

CONCRETO	=	Rellenador	+	Ligante
CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND	=	Agregado (fino + grueso)	+	pasta de cemento
MORTERO	=	Agregado fino	+	Pasta
PASTA	=	Cemento	+	Agua

FUENTE: <http://www.biblioteca.udep.edu.pe>.

Los agregados pueden ser obtenidos de diferentes tipos de materiales, sin embargo principalmente hacemos uso de los materiales naturales, comúnmente rocas. Estos son esencialmente materiales inertes los cuales, por conveniencia, son separados en una fracción gruesa y en una fracción fina.

Similarmente el cemento puede ser formulado a partir de diferentes composiciones químicas. Cemento es un nombre genérico que puede ser aplicado a cualquier material ligante. Por lo tanto deben ser utilizados descriptores para calificar al cemento cuando nos referimos a un cemento específico.

2.2.5.2. CONCRETO SIMPLE:

Es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua, el cual no contiene ningún tipo de refuerzo o posee elementos menores a los especificados para el concreto reforzado, ya sea vaciados en sitio o prefabricados, y cuyas características son una buena resistencia en compresión, durabilidad resistencia al fuego y moldeabilidad.

Este tipo de concreto no es utilizado en elementos sometidos a tensión o ha esfuerzo cortante, su uso en edificaciones se da principalmente en elementos totalmente apoyados sobre el suelo o soportados por otro elemento estructural, capaces de proveer un apoyo vertical continuo.

Se proporcionan juntas de contracción o de aislamiento para dividir miembros estructurales de concreto simple en elementos a flexión discontinuos. El tamaño de cada elemento limitara el incremento excesivo en los esfuerzos internos generados por las restricciones al movimiento originado por la deformación diferida, la contracción por secado, y los efectos de temperatura.

El concreto simple, sin refuerzos es resistente a la compresión pero débil a la flexión, lo que limita su aplicabilidad como material estructural. Para resistir a tensiones lo que limita su aplicabilidad como material estructural. Para resistir tensiones. Se emplea refuerzos de acero, generalmente en forma de barras colocadas en las zonas donde se prevé que se desarrollan tensiones bajo las acciones de servicio.

Figura II.3.
Mezcla del concreto



FUENTE: [www.arqhys.com/construccion /construcción/Mezclado-del-concreto.jpg](http://www.arqhys.com/construccion/construcción/Mezclado-del-concreto.jpg).

2.2.6. EI CEMENTO PORTLAND

2.2.6.1. DEFINICIÓN

Siendo un conglomerante formado a partir de una mezcla de la piedra caliza y arcilla calcinada que posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamada Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda, y se convierte en el cemento cuando se agrega yeso para que adquiera propiedad de fraguar al añadirle y endurecerse posteriormente.

La industria de cemento en el Perú produce los tipos y clases de cemento que son requeridos en el mercado nacional, según las características de los diferentes procesos que comprende la construcción de la infraestructura necesaria para el desarrollo, la edificación y las obras de urbanización que llevan a una mejor calidad de vida.

Los diferentes tipos de cemento que se encuentran en el mercado cumplen estrictamente con las normas nacionales e internacionales. Norma UNE-EN 197-1: 2000 – cemento comunes: definiciones, denominaciones, designaciones, composición, clasificación, y Especificaciones de los mismos.

2.2.6.2. TIPOS DE CEMENTO:

Tabla II.7.
Tipos de cemento

TIPOS DE CEMENTO	DENOMINACIÓN	DESIGNACIÓN
I	Cemento Portland	CEM I
II	Cemento Portland con adiciones	CEM II
III	Cemento Portland con escorias de horno alto	CEM III
IV	Cemento Puzolanico	CEM IV
V	Cemento Compuesto	CEM V

FUENTE: <http://www.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion4.Tipos.CEMENTOS>.

TIPO I.

Denominado también cemento normal es el cemento Portland destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifique la utilización de otro tipo. (Edificios, estructuras industriales, conjuntos habitacionales) Libera más calor de hidratación que otros tipos de cemento.

TIPO II.

Es de moderada resistencia a los sulfatos, es el cemento Portland destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiera moderado calor de hidratación, cuando así sea especificado.(Puentes, tuberías de concreto).

TIPO III.

Alta resistencia inicial, como cuando se necesita que la estructura de concreto reciba carga lo antes posible o cuando es necesario desencofrar a los pocos días del vaciado.

Tipo IV.

Se requiere bajo calor de hidratación en que no deben producirse dilataciones durante el fraguado.

TIPO V.

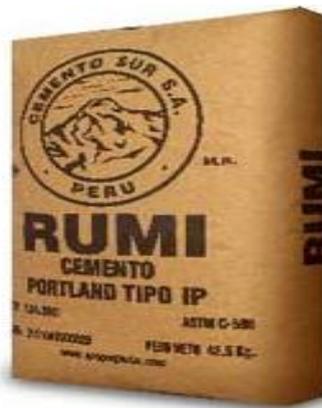
Usado donde se requiera una elevada resistencia a la acción concentrada de los sulfatos (canales, alcantarillas, obras portuarias).

CEMENTO PORTLAND ADICIONADOS (NTP 334.044):

Contienen además de Clinker portland y yeso, 2 o más constituyentes inorgánicos que se constituyen a mejorar las propiedades del cemento.(Ejem. Puzolanas, escorias granuladas de altos hornos, componentes calizos, sulfatos de calcio, incorporadores de aire). El porcentaje adicionado de puzolana se encuentra entre 15% y 40%.

Figura II.4.

Cemento Rumi IP



FUENTE: <http://www.yura.com.pe/>.

2.2.7. LOS AGREGADOS:

2.2.7.1. DEFINICIÓN:

Son llamados también áridos, a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial,

Son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros

La importancia del uso del tipo y de la calidad correcta del agregado (árido) no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan

cerca del 60% al 75% del volumen del concreto (70% a 85% de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía del concreto. Los agregados finos generalmente consisten en arena natural o piedra triturada (partida, machacada, pedrejón) con la mayoría de sus partículas menores que 5 mm (0.2 pulg.).

2.2.7.1.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS:

- Tamaño máximo: Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado
- Tamaño nominal máximo: Corresponde al menor tamiz en el cual se produce el primer retenido.
- Módulo de fineza: Criterio Establecido en 1925 por Duff Abrams a partir de las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material utilizando la siguiente expresión:

$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos (1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100)}}{100}$$

2.2.7.2. CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS:

Existen varias formas de clasificar a los agregados, algunas de las cuales son:

2.2.7.2.1. POR SU ORIGEN:

- Naturales (árido rodado): Son los que se encuentran de esta forma en la naturaleza y son recogidos directamente en el lugar de su yacimiento. Son pues los obtenidos sin transformación previa. Son unos de los áridos más utilizados, su calidad, así como su granulometría, pueden ser muy variables, lo que obliga a veces a realizar con ellos algún procesos de lavado, para eliminar

excesos de finos, y clasificar por tamaños para obtener el árido con el tamaño y características a cada caso.

- **Artificiales:** Son aquellos que necesitan algún proceso artificial para transformarles en árido. A su vez podemos distinguir entre ellos los de machaqueo, que son obtenidos por trituración de roca (granitos, calizos, basálticos, etc.); y, de transformación térmica, que a su vez pueden ser: los obtenidos sometiendo a un árido a cocción (arcillas expandidas), y los resultantes como subproductos de procesos industriales (escorias de alto horno).

2.2.7.2.2. POR SU NATURALEZA:

Los agregados pueden ser naturales o artificiales, siendo los naturales de uso frecuente, además los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en: agregado grueso, fino y hormigón (agregado global).

- **El agregado fino:** Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla n° 200, el más usual es la arena producto resultante de la designación de las rocas.
- **El agregado grueso:** Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.
- **El hormigón:** Es el material conformado por una mezcla de arena y grava este material mezclado en proporciones arbitrarias se encuentra en forma natural en la corteza terrestre y se emplea tal cual se extrae en la cantera.

2.2.7.2.3. POR SU YACIMIENTO:

Los áridos pueden encontrarse en lugares diversos y atendiendo a ello se pueden clasificar según su yacimiento o lugar de procedencia.

- De Río: son los que se encuentran en los cursos de los ríos actuales.
- De playa o de mar: son los recogidos en zonas costeras. La composición, y por tanto su calidad, es muy variable, dependiendo del tipo de roca de la zona.
- De mina: se denomina así a los áridos de aluvión, que se encuentran en los depósitos sedimentarios de valles y antiguas cuencas fluviales. Se presentan forma de estratos o lentejones.

2.2.7.2.4. POR SU TAMAÑO:

Para definir el tamaño de una partícula o grano de un árido se toma la mayor dimensión posible, es decir, el diámetro de la circunferencia circunscrita a ese grano.

Para realizar la clasificación por tamaño se utilizan una serie de cribas o tamices, haciendo pasar una muestra del árido por ellas, teniendo:

- Arena o árido fino: árido o fracción del mismo, que pasa por un tamiz N° 4.
- Grava o árido grueso: el que resulta retenido por dicho tamiz.
- Árido Total: aquel que de por sí o por su mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario para cada caso particular que se considere. .

Figura II.5.
Agregados, hormigón, piedra chanca de ¾", ½" y agregado fino



Fuente: Elaboración propia.

2.2.7.3. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS:

2.2.7.3.1. DENSIDAD O PESO ESPECÍFICO.

Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario. Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

$$Pe = \frac{B}{Wc + B - W}$$

Donde:

- A -Peso de muestra secada al horno
- B -Peso de muestra saturada seca (SSS)
- Wc -Peso del picnómetro con agua
- W -Peso del Pic. + muestra + agua

2.2.7.3.2. ABSORCIÓN

La capacidad de absorción está definida por la porosidad que tienen las partículas del agregado, por su tamaño, por su continuidad y su volumen total.

Estos factores nos señalan como se puede encontrar un agregado en su estado natural (contenido natural de humedad) y artificial; se pueden encontrar en estado seco, parcialmente saturado, saturado o superficialmente seco. Estos estados dependen del grado de absorción de las partículas, y se puede calcular con la diferencia de pesos. El procedimiento para su determinación se encuentra en la norma ASTM C-128.

$$\% \text{ absorción} = \frac{\text{Masa sss} - \text{Masa seca}}{\text{Masa seca}} \times 100 \quad \text{Abs} = \frac{(B-A) \times 100}{A} =$$

Donde:

A = Peso de muestra secada al horno

B = Peso de muestra saturada seca (SSS)

W_c = Peso del Picnometro con agua

W = Peso del Pic. + muestra + agua

2.2.7.3.3. PESO UNITARIO.

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra en la norma ASTM C-29 y NTP 400.017

Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento.

- Peso del agregado (PA):

$$PA = PT - PM$$

- Peso unitario del agregado (PU):

$$PU = PA / VM$$

Donde:

PM= Peso de Molde

VM= Volume de molde

PT= peso de (molde + agregado).

2.2.7.3.4. CONTENIDO DE HUMEDAD.

Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla.

$$P = [(w - D) / D] * 100$$

Donde:

P: Es el contenido (%).

W: Es la masa inicial de la Muestra (g).

D: Es la masa de la muestra seca (g).

2.2.7.4. PROPIEDADES MECANICAS DE LOS AGREGADOS

2.2.7.4.1. RESISTENCIA

La resistencia de los agregados dependen de su composición textura y estructura y la resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; Si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles.

La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante. La norma

británica establece un método para medir la resistencia a la compresión de los agregados utilizando cilindros de 25.4mm de diámetro y altura.

2.2.7.4.2. TENACIDAD

Esta característica está asociada con la resistencia al impacto del material. Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material.

2.2.7.4.3. DUREZA

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes. Entre las rocas a emplear en concretos éstas deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión y pueden ser el cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

2.2.7.5. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADOS

Los agregados finos y grueso según la norma ASTM C-33, Y NTP 400.037 deberán cumplir con las GRADACIONES establecidas en la NTP 400.012, respectivamente.

- Para agregado grueso: deberían estar graduados dentro los límites establecidos en la norma ITINTEC400.037 o en la norma ASTM C-33, los cuales están indicados en la sig. Tabla.

Tabla II.8.
Granulométricos para el agregado grueso.

tamaño nominal	Cantidades más finas que cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas), 0/0 en peso												
	4" 100 mm	3 1/2" 90 mm	3" 75 mm	2 1/2" 63 mm	2" 50 mm	1 1/2" 37.5 mm	1" 25 mm	3/4" 19.0 mm	1/2" 12.5 mm	3/2" 9.5 mm	No 4 4.74 mm	No. 8 2.36 mm	No.16 1.18 mm
3 1/2" a 1 1/2"	100	100	.	25-60	.	0-15	.	0-5					
2 1/2 a 1 1/2"	.	.	100	90-100	35-70	0-15	.	0-5					
2" a No,4	.	.	.	100	95-100	.	35-70	.	10-301	.	0-5		
1 1/2 a No.4	100	95-100	.	35-70	.	10-301	0-5		
1" a 3/2"	100	90-100	40-85	10-401	0-15	0-5		
1" a No 4	100	90-100	.	25-60	.	0-10	0-5	
3/4" a No 4	100	90-100	.	20-55	0-10	0-5	
2" a 1"	.	.	.	100	90-100	35-70	0-15	.	0-5				
1 1/2" a 3/4"	100	90-100	20-55	0-15	.	0-5			
1 a 1/2"	100	90-100	20-55	0.1	0-5			
3/4" a 3/4"	100	90-100	20-55	0-15	0-5		
1 1/2" a No.4	100	90-100	40-70	0-15	0-5	
3/4 a No. 8	100	85-100	10-301	0-10	0-5

FUENTE:Nnorma ASTM C-33, Y NTP 400.037

- Para agregado fino: deberían estar graduados dentro los límites establecidos en la norma ASTM C-33, los cuales están indicados en la sig. Tabla.

Tabla II.9.

Granulométricos para el agregado fino

Tamiz	Límites Totales	% Pasa por los tamices normalizados		
		C	M	F
9.5 mm (3/8")	100	100	100	100
4,75 mm (N°8)	89-100	95-100	85-100	89-100
2,38 mm (N°8)	65-100	80-100	65-100	80-100
1,20 mm (N°16)	45-100	50-85	45-100	70-100
0,60 mm (N°30)	25-100	25-60	25-80	55-100
0,30 mm (N°50)	55-70	100-30	55-48	55-70
0,15 mm(N°100)	00-12	222-10	00-12*	00-12*

Fuente: Norma ASTM C-33, Y NTP 400.037

2.2.8. EL AGUA:

2.2.8.1. DEFINICIÓN:

Es una sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H_2O).

El agua se puede presentar en estado sólido, líquido o gaseoso, siendo una de las pocas sustancias que pueden encontrarse en todos ellos de forma natural.

Que se nos presenta en la actualidad es un tema que cada día ocupa más la atención de científicos, técnicos, políticos y en general, de muchos de los habitantes del planeta.

La creciente necesidad de lograr el equilibrio hidrológico que asegure el abasto suficiente de agua a la población se logrará

armonizando la disponibilidad natural con las extracciones del recurso mediante el uso eficiente del agua.

2.2.8.2. CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE AGUA:

- **AGUA POTABLE.**
Agua que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades.
- **AGUA SALADA.**
Agua en la que la concentración de sales es relativamente alta (más de 10 000 mg/l).
- **AGUA SALOBRE.**
Agua que contiene sal en una proporción significativamente menor que el agua marina. La concentración del total de sales disueltas está generalmente comprendida entre 1000 - 10 000 mg/l. Este tipo de agua no está contenida entre las categorías de agua salada y agua dulce.
- **AGUA DULCE.**
Agua natural con una baja concentración de sales, o generalmente considerada adecuada, previo tratamiento, para producir agua potable.
- **AGUAS RESIDUALES.**
Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.
- **AGUAS NEGRAS.**
Agua de abastecimiento de una comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos. Puede ser una combinación de residuos, líquidos o en suspensión, de tipo doméstico, municipal e industrial, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan estar presentes

- **AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES.**
Residuos líquidos, originados por una comunidad, formados posiblemente aguas residuales domésticas o descargas industriales.
- **AGUA SUBTERRÁNEA.**
Agua que puede ser encontrada en la zona saturada del suelo, zona que consiste principalmente en agua. Se mueve lentamente desde lugares con alta elevación y presión hacia lugares de baja elevación y presión, como los ríos y lagos.

2.2.8.3. AGUA PARA EL CONCRETO:

El agua es el componente del concreto que entra en contacto con el cemento generando el proceso de hidratación, que desencadena una serie de reacciones que terminan entregando al material sus propiedades físicas y mecánicas, su buen uso se convierte en el parámetro principal de evaluación para establecer el eficiente desempeño del concreto en la aplicación.

Las aguas potables y aquellas que no tengan sabores u olores pueden ser utilizadas para preparar concreto, sin embargo algunas aguas no potables también pueden ser usadas si cumplen con algunos requisitos, en nuestro país es frecuente trabajar con aguas no potables sobre todo cuando se tratan de obras en las afueras de las ciudades.

El estudio de las características del agua a utilizar en la mezcla del concreto adquiere gran importancia ya que este material interviene en la reacción química con el material cementante (cemento) para lograr:

- a. La formación de gel
- b. En estado fresco, faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma.

- c. En estado endurecido; la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas.

2.2.8.3.1. AGUAS PROHIBIDAS PARA EL CONCRETO.

Está prohibido emplear en la preparación del concreto.

- Aguas ácidas. En general, el agua de mezclado que contiene ácidos clorhídrico, sulfúrico y otros ácidos inorgánicos comunes no tiene un efecto adverso en la resistencia.
- Aguas calcáreas; minerales; carbonatadas; o naturales
- Aguas provenientes de minas o relaves
- Aguas que contengan residuos industriales
- Aguas con un contenido de cloruro de sodio mayor del 3%; o un contenido de sulfato mayor del 1%.
- Aguas que contengan algas: materia orgánica: humus; partículas de carbón; turba; azufre; o descargas de desagües.
- Aguas que contengan ácido húmico u otros ácidos orgánicos.
- Aguas que contengan azúcares o sus derivados.
- Aguas con porcentajes significativos de sales de sodio o potasio disueltos, en especial en todos aquellos casos en que es posible la reacción álcali-agregado.

2.2.9. MÉTODO DE DISEÑO DE MEZCLA:

2.2.9.1. DEFINICIÓN:

El diseño de mezclas de concreto es un proceso que consiste en la selección de ingredientes disponibles (cemento, agregados, agua y aditivos) y la determinación de sus cantidades relativas para producir concreto con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer

a la velocidad apropiada adquiere las propiedades de resistencia, durabilidad, peso unitario, estabilidad de volumen y apariencia.

Es un proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados. Existen diferentes métodos de diseño de mezcla; algunos pueden ser muy complejos como consecuencia a la existencia de múltiples variables de las que depende los resultados dichos métodos.

Aun así se desconoce el método que ofrezca resultados perfectos sin embargo existe la posibilidad de seleccionar alguno según sea la ocasión.

En oportunidades no es necesario tener exactitud en cuanto las proporciones de los componentes del concreto en estas situaciones se frecuentan el uso de reglas generales lo que permite establecer las dosis correctas a través de recetas que permiten contar con un diseño de mezcla apropiado para estos casos.

Las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes Requisitos básicos:

- La mezcla recién preparada deberá tener la trabajabilidad, consistencia y cohesividad que permitan su adecuada colocación en los encofrados .Esta mezcla deberá estar libre de segregación y tener exudación mínima.
- La mezcla endurecida deberá tener las propiedades especificadas en función del uso que se va a dar a la estructura.
- El costo de la unidad cúbica de concreto endurecido deberá ser el mínimo compatible con la calidad deseada.

2.2.9.2. PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PESO NORMAL.

El proporcionamiento de mezclas de concreto, más comúnmente llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

- a) Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados, agua y aditivos).

Determinación de sus cantidades relativas "proporcionamiento" para producir un, tan económico como sea posible, un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada. Estas proporciones dependerán de cada ingrediente en particular los cuales a su vez dependerán de la aplicación particular del concreto.

2.2.9.3. INFORMACION REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS.

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Perfil y textura de los agregados
- Tipo y marca del cemento
- Peso específico del cemento
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

2.2.9.4. ELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'_{cr}).

Una vez que la desviación estándar ha sido calculada, la resistencia a compresión promedio requerida (f'_{cr}) se obtiene como el mayor valor de las ecuaciones (1) y (2). La ecuación (1) proporciona una probabilidad de 1 en 100 que el promedio de tres ensayos consecutivos estará por debajo de la resistencia especificada f'_c .

La ecuación (2) proporciona una probabilidad de similar de que ensayos individuales estén 35 2 kg/ cm por debajo de la resistencia especificada f'_c .

- a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

s = Desviación estándar, en kg/cm²

- b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizara la tabla N°10 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

Tabla II.10.
Resistencia a compresión promedio

f''_c	f''_{cr}
Menos de 210	$f''_c + 70$
210 a 350	$f''_c + 84$
Sobre 350	$f''_{cr} + 98$

FUENTE: <http://itacanet.org/esp/construccion/concreto/diseño>.

2.2.10. PROPIEDADES FISICA DEL CONCRETO:

2.2.10.1. DEFINICIÓN.

Es el principio del concreto que parece una masa, es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así se conserva durante la colocación y la compactación. Las propiedades más importantes del concreto fresco son la trabajabilidad y la cohesividad.

2.2.10.2. TRABAJABILIDAD.

La trabajabilidad del concreto de acuerdo con el Comité ACI 116 puede definirse como la propiedad que determina al esfuerzo requerido para manipular una cantidad de mezcla de concreto fresco. En esta definición el termino significa incluir todo los funcionamientos involucrados para manejabilidad del concreto fresco llamándolos transportación, colocación, compactación y acabado. En otras palabras, la trabajabilidad es la propiedad de hacer que el concreto fresco sea fácil de manejar y contraer, sin un riesgo apreciable de segregación.

2.2.10.3. CONSISTENCIA.

Es la capacidad del concreto recién mezclado para influir. En gran parte también determina la facilidad con que el concreto puede componerse, la consistencia puede compactarse. La consistencia del concreto se puede medir por medio de una prueba de revenimiento.

Tabla II.11.
Consistencia de los hormigones en estado fresco

SECA	0-2
PLASTICA	3-5
BLANDA	6-9
FLUIDA	10-15

FUENTE: <http://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n>

2.2.10.4. DOCILIDAD

Se entiende como la facilidad con que una mezcla de áridos, cemento y agua, se transforma en hormigón, y la facilidad de ser manejado, transportado, colocado y compactado en los moldes o encofrados con la misma pérdida de homogeneidad.

La docilidad depende, de los siguientes factores:

- Cantidad de agua en la mezcla.
- Granulometría de los áridos.
- Forma y tamaño del molde.
- Medios de compactación disponibles.

2.2.10.5. HOMOGENEIDAD

Es la cualidad que tiene un hormigón para que los componentes del hormigón se encuentren mezclados perfectamente y se distribuyan de forma regular en la masa previa en el diseño de la mezcla.

La homogeneidad se consigue con un buen amasado y, para mantenerse, requiere un transporte cuidadoso y una colocación adecuada.

2.2.10.6. SANGRADO

Es la migración del agua hacia la superficie superior del concreto en estado fresco, provocada por el asentamiento de los materiales sólidos: este asentamiento es consecuente de efecto combinado de la vibración durante la compactación y la gravedad.

2.2.10.7. COHESIÓN

propiedad del concreto que describe la facilidad o dificultad que tiene la pasta de cemento y la mezcla con los agregados, de atraerse para mantenerse como suspensión en el concreto, evitando así la disgregación de los materiales.

2.2.10.8. FRAGUADO

Es el endurecimiento prematuro como se le llama a veces un endurecimiento que en raras ocasiones se presenta entre 1 y 5 minutos después del mezclado.

Este problema se puede modificarse o eliminar mediante el mezclado continuo o por el remezclado de la pasta del cemento o del concreto, con lo cual desaparece el endurecimiento sin pérdida de calidad.

2.2.10.9. TIEMPO DE FRAGUADO

Cuando el cemento y el agua entra en contacto. Y se inicia una relación química exotérmica que determina el paulatino endurecimiento de la mezcla. Dentro del proceso general de endurecimiento se presenta un estado en que la mezcla pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejar; tal estado corresponde al fraguado inicial de la mezcla. A medida que se produce el endurecimiento normal de la mezcla, se presenta un nuevo estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor muy apreciable; este estado se denomina fraguado final.

2.2.10.10. EXUDACIÓN

Se define como la elevación de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie, generalmente debido a la sedimentación del sólido. El proceso se inicia momentos después que el concreto ha sido colocado en consolida en los encofrados y continua hasta que se inicia el fraguado de la mezcla, se obtiene máxima consolidación de sólidos, o se produce la ligazón de las partículas.

2.2.10.11. DURABILIDAD

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio.

2.2.11. PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO:

2.2.11.1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN:

2.2.11.1.1. DEFINICIÓN.

La resistencia más importante del concreto es su resistencia a la compresión, puesto que se utiliza para realizar los cálculos estructurales de puentes, edificios y demás estructuras. La resistencia a la compresión se puede definir como la resistencia máxima medida en un cilindro de concreto sometido a carga axial.

Para determinar éstas resistencias se deben realizar pruebas en especímenes de concreto luego de 7, 14 y 28 días de fraguado bajo condiciones controladas de humedad. Generalmente, ésta se expresa en MPa y kg/cm² y mediante el símbolo $f'c$.

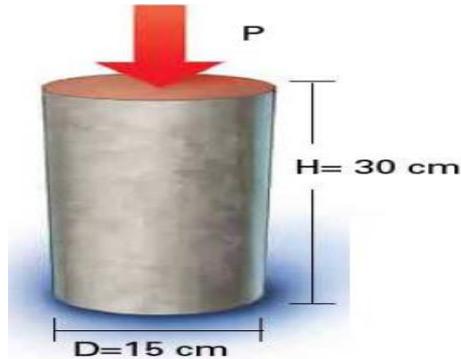
La característica de la resistencia a la compresión de un concreto ($f'c$) de acuerdo con la norma NTP 339.034 es el método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas, moldeadas con hormigón o de testigos diamantinos extraídos de concreto endurecido. Se limita a concretos que tienen un peso unitario mayor de 800 kg/cm².

2.2.11.1.2. DIMENSIÓN DE PROBETA

Las probetas cilíndricas para las pruebas de aceptación deben tener un tamaño de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm), cuando así se especifique. El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto.

Figura II.6.

Expresión de briqueta



FUENTE: Control de calidad del concreto.

2.2.11.1.3. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADO.

La resistencia a la compresión de la probeta se calcula de la siguiente ecuación.

$$R_c = \frac{4 P}{\pi D^2} = \frac{P}{A}$$

Dónde:

R_c= Es la resistencia de rotura a la compresión, en (kg/cm²)

P = Carga Axial aplicada al cilindro (kg)

A = Área del cilindro (cm²)

D= diámetro promedio de la probeta cilíndrica (cm)

Figura II.7.

Cilindros de concreto para el Ensayos a Compresión

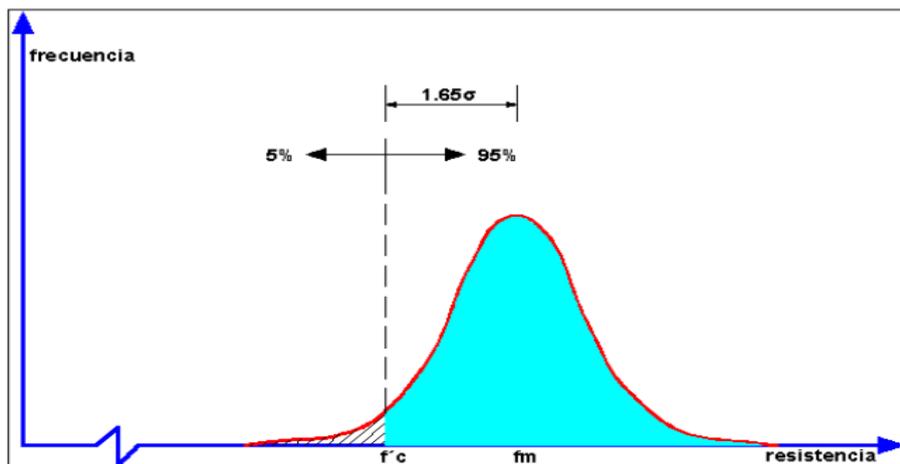


FUENTE: Temas de Hormigón armado Marcelo Romo

La resistencia a la compresión de un hormigón, utilizada en el diseño estructural, f_c se mide en términos probabilísticos, definiéndose de esta manera que solamente un pequeño porcentaje de las muestras (5%), puedan tener resistencias inferiores a las especificadas, lo que da a lugar a la resistencia media de la muestra que siempre sea mayor que la resistencia característica.

Figura II.8.

Curva de distribución de la resistencia de los hormigones



FUENTE: Temas de hormigón armado, Marcelo Romo.

2.2.11.2. RESISTENCIA A FLEXIÓN:

2.2.11.2.1. DEFINICIÓN.

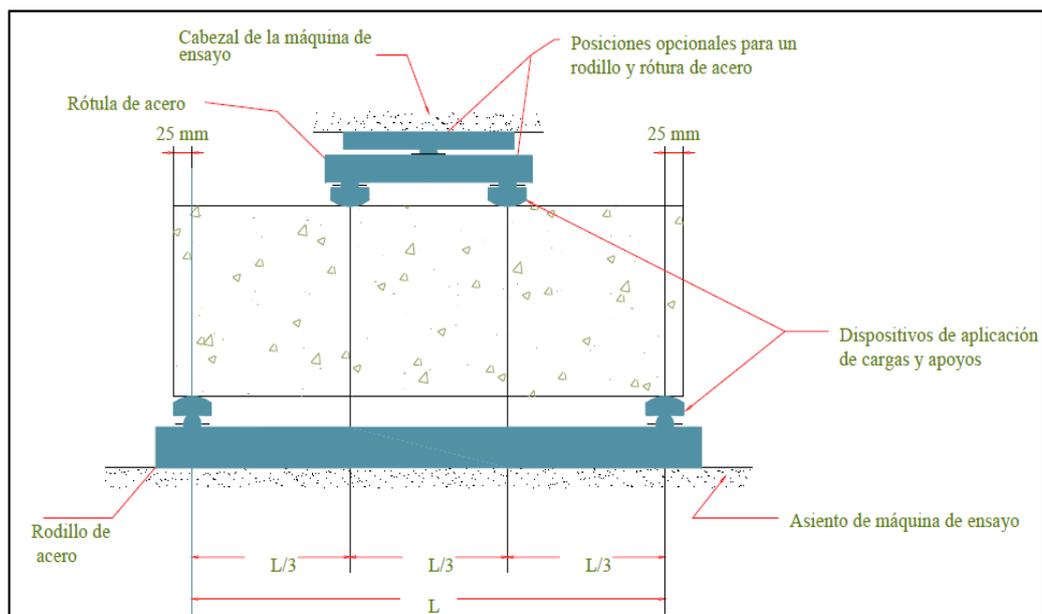
La resistencia a la flexión se expresa como módulo de rotura (M_r) es una de las resistencias del concreto que la medida de resistencia a la falla por momentos de una viga o losa de concreto.

De acuerdo a la norma NTP 339.078 el método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto, se mide mediante ensayos de viga de concreto, aplicándose carga en los tercios de la luz transversal de acuerdo a la norma ASTM C78 o como también puede ser cargada en el punto medio de acuerdo a la norma ASTM C293.

Esta resistencia a la flexión presenta una resistencia a la tracción baja por el orden del 10% al 20 % de la f'_c , la determinación de la resistencia a la tracción pura del concreto es muy difícil de llevar a cabo debido los esfuerzos que suelen introducirse longitudinalmente en los ensayos.

Figura II.9.

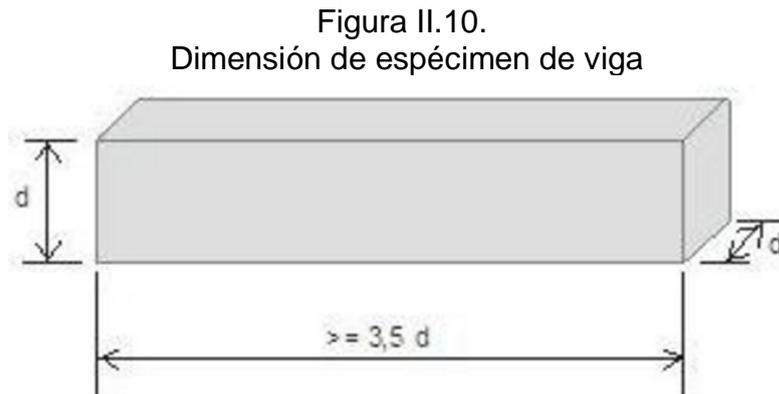
Ensayo de flexión con carga en los tercios



FUENTE: Facultad de ingenierías

2.2.11.2.2. DIMENSIÓN DE PROBETA

La probeta es rectangular para la pruebas de aceptación deben tener un tamaño de 6 x 6 pulgadas (150 x 150mm) de sección transversal y con una luz de tres veces el espesor, como la longitud del espécimen debe ser la distancia mínima de 50mm, normalmente la longitud es menor de 3.5d, como se aprecia en la imagen.



FUENTE: <http://www.construmatica.com>

2.2.11.2.3. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Si la falla ocurre en los el promedio de los puntos tercios medio y una distancia de este, el módulo de rotura se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = P L / b h^2$$

Dónde:

- Mr : Es el módulo de rotura, en kg/cm².
- P : Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.
- L : Es la luz libre entre apoyos, en centímetros.
- b : Es el ancho promedio de la probeta en la sección de falla, (cm)
- h : Es la altura promedio de la probeta en la sección de falla, (cm)

Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de éste no mayor del 5% de la luz libre, el módulo de rotura se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = 3 P a / b h^2$$

Dónde:

a : Es la distancia entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida

a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.

Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de éste mayor del

5% de la luz libre, se rechaza el ensayo.

El diseño de la resistencia a la flexión sirve para los diseñadores de pavimentos por lo tanto, puede ser requerido que el diseño de la mezcla en el laboratorio, basado en los ensayos de resistencia se utiliza el módulo de rotura para el control del campo y de aceptación de los pavimentos.

2.2.11.3. MÓDULO DE ELASTICIDAD

2.2.11.3.1. DEFINICIÓN

El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro mecánico importante, que refleja la capacidad del concreto para deformarse elásticamente y se define como la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente a los esfuerzos de tensión y compresión.

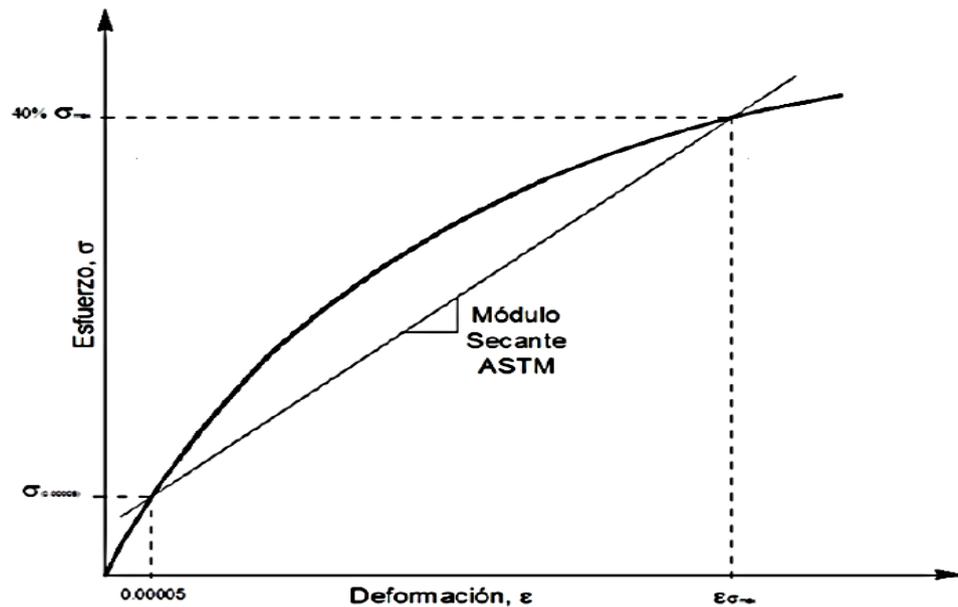
De acuerdo a la norma establecida ASTM C-469 el concreto es un material elástico, ya que no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga versus deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra a definir un "Módulo de elasticidad Estático" del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o una recta secante

que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un porcentaje de la tensión última.

La pendiente de la curva en el rango de comportamiento lineal recibe la denominación de "Módulo de Elasticidad" del material o "Módulo de Young", que se simboliza E_c .

Figura II.11.

Curva de Esfuerzo vs Deformación



FUENTE: demecanica.com/consultas/imagenes/moddefor1.jpg.

2.2.11.3.2. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADO

Se obtiene la gráfica carga contra deformación el valor del módulo de Elasticidad puede ser obtenido a través de la pendiente obtenida en la gráfica, siendo calculado como el incremento de carga entre el incremento de deformación correspondiente entre dos puntos sobre la línea o pendiente de la gráfica y emplear la siguiente ecuación.

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{E_2 - 0,00005}$$

Dónde:

E_c : módulo de elasticidad secante, en MPa

S_2 : esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última

S_1 : esfuerzo correspondiente a la deformación longitudinal E_1 , en MPa

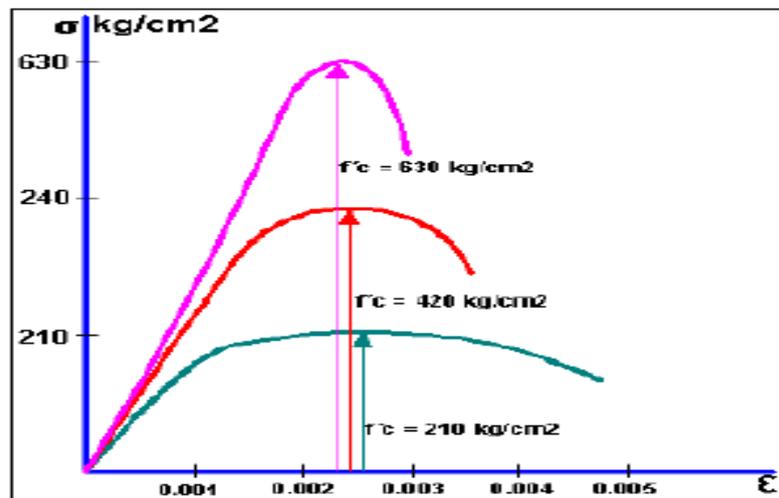
E_2 : deformación longitudinal producida por el esfuerzo S_2

El Módulo de Elasticidad es diferente para distintas resistencias a la compresión del hormigón, y su valor se va incrementado cuando la resistencia del hormigón es mayor.

En general, los módulos de elasticidad se determinan a partir de pruebas de cilindros de hormigón ensayados a la compresión. Los diferentes valores que pueden determinarse a partir de una prueba que incluyen el módulo tangente inicial, el módulo secante y el módulo cuerda.

Figura II.12.

Curvas esfuerzo-deformación de diferentes resistencias



FUENTE: Temas de hormigón armado, Marcelo Romo

En general, los módulos de elasticidad se determinan a partir de pruebas de cilindros de hormigón ensayados a la compresión. Los diferentes valores que pueden determinarse a partir de una prueba que incluyen el módulo tangente inicial, el módulo secante y el módulo cuerda.

2.2.11.3.3. LOS FACTORES QUE AFECTAN EL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SON:

- El mayor contenido de humedad lleva un mayor módulo de elasticidad debido al tiempo del secado que se produce una microfisuración debido a la capacidad portante del agua contenida.
- La velocidad de la aplicación de la carga afecta el valor del módulo de elasticidad. Entre menor sea la velocidad de aplicación se obtendrá un menor valor.
- La calidad de la interfase afecta el valor del módulo de elasticidad obtenido en los ensayos. Para un mayor contenido de vacíos, microfisuras y cristales de hidróxido de calcio orientados en la interfase, menor será el valor del módulo de elasticidad obtenido.
- Cuanto mayor sea el módulo de elasticidad del agregado y su contenido en el concreto, mayor será el valor del módulo de elasticidad obtenido.

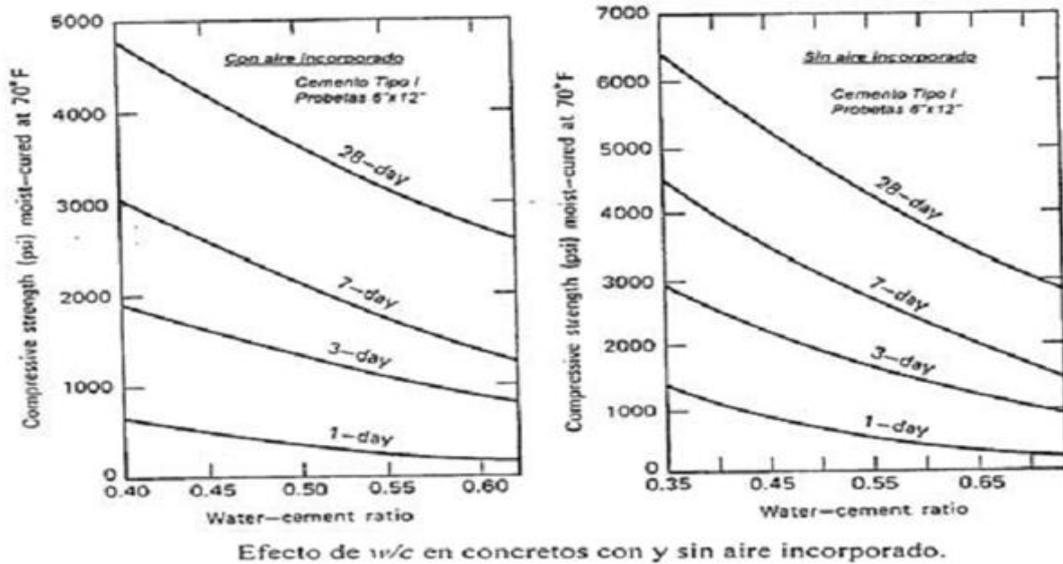
2.2.11.4. FACTORES QUE AFECTAN A LA RESISTENCIA:

2.2.11.4.1. LA RELACIÓN AGUA – CEMENTO (A/C).

Es el factor principal que influye en la resistencia del concreto. La relación a/c , afectan la resistencia a la compresión de los concretos con o sin are incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c .

Figura II.13.

Efecto de w/c en el concreto.



FUENTE: Concreto simple/Ing. Gerardo A. Rivera

2.2.11.4.2. EL CONTENIDO DE CEMENTO

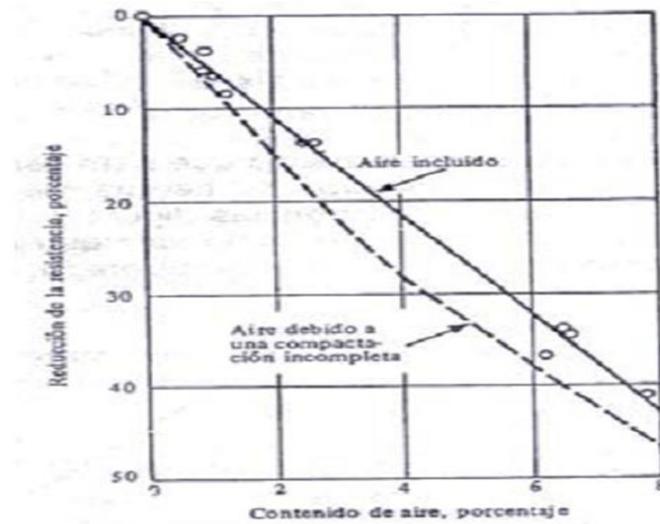
Normalmente afecta la velocidad con la cual se logra el $f'c$ de acuerdo está La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

2.2.11.4.3. AIRE INCORPORADO

El aire incorporado (aire incluido o incorporado) en la mezcla a través de aditivos, tiende a reducir la resistencia en compresión.

El aire que queda atrapado (aire atrapado) por una consolidación no adecuada del concreto dentro de los encofrados, tiende a reducir la resistencia.

Figura II.14.
Aire incorporado

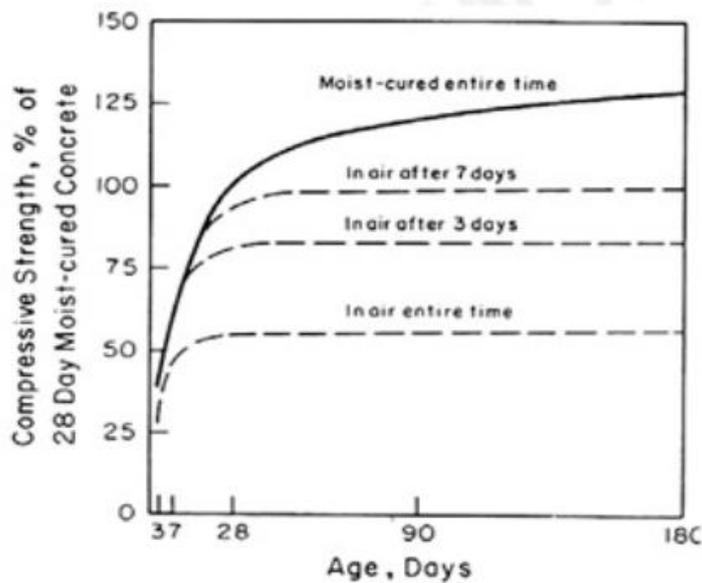


FUENTE: Concreto simple/Ing. Gerardo A. Rivera.

2.2.11.4.4. LAS CONDICIONES DE CURADO.

Dado que las reacciones de hidratación del cemento solo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementar su resistencia con el tiempo.

Figura II.15.
Influencia de las condiciones de curado en la resistencia



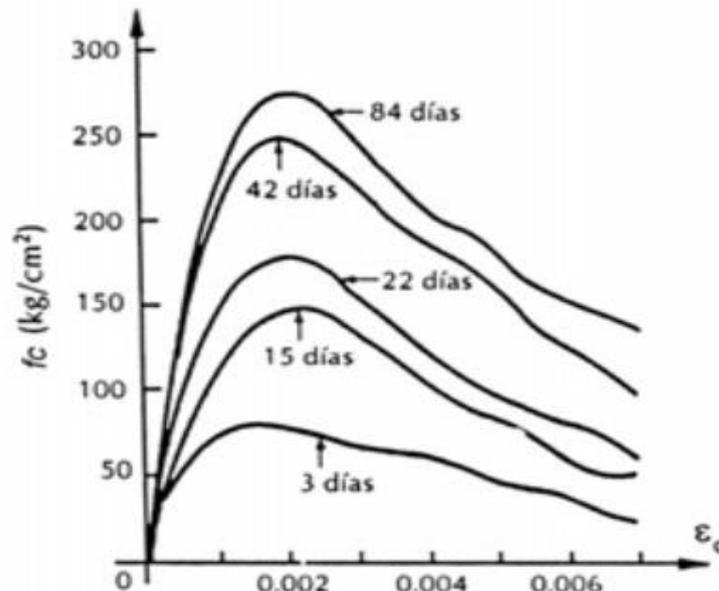
FUENTE: Concreto simple/Ing. Gerardo A.

2.2.11.4.5. EDAD DEL CONCRETO.

Con el cemento Tipo I la resistencia a los 7 días es aproximadamente el 65% a 70 % de la resistencia a los 28 días.

Figura II.16.

Efecto de la edad y del curado de la resistencia



FUENTE: Concreto simple/Ing. Gerardo A. Rivera

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. VIDRIO RECICLADO

El vidrio reciclado será recolectado de residuos de construcción, casas en refacción, en demolición, en general todos aquellos tipos de construcciones que desechan el vidrio como material inorgánico siendo enviados a los botaderos siendo una parte de la contaminación ambiental.

2.3.2. VIDRIO COMO SUSTITUCIÓN AL AGREGADO FINO

El vidrio pasa por diferentes procesos para que esta ingrese como sustitución al agregado fino, para que nos dé una buena adherencia con el cemento y obtendremos resistencias moderadas y alternativas para un diseño nuevo, sustituyendo en la investigación en porcentajes e 30% 60% 100% al agregado fino.

2.3.3. CEMENTO PORTLAND.

Es un aglomerante que está formado por piedra caliza y arcilla calcinada, una vez juntas se llaman Clinker que tienen la propiedad para endurecerse cuando esta hace contacto con el agua.

2.3.4. AGREGADOS.

Son áridos granulares que están compuestos por finos y gruesos y es utilizado en el concreto como agregado en porcentajes de 65% a 75%, estas poseen una resistencia propia, que no interviene en el proceso de endurecimiento y garantiza la adherencia con el cemento.

2.3.5. AGREGADO GRUESO.

El agregado grueso es considerado desde sus diámetros de 3" a N°4 siendo 76.20mm – 4.76mm, para la buena ejecución de las pruebas y para la obtención del resultado este agregado debe oscilar por los 1/2". Aproximadamente siendo una tamaño de 12mm.

2.3.6. AGREGADO FINO.

El agregado fino es muy importante para la calidad de la mezcla cumpliendo con la consistencia del concreto en el momento del fraguado, que conforman un diámetro de N" 8 a N°200 siendo 2.380mm-0.074, el agregado fino, es muy importante sus parámetros que tienen que cumplirse llamándose especificaciones granulométricas.

2.3.7. PROPIEDADES FÍSICAS.

El estudio de las propiedades físicas empieza en el diseño de mezclas pasando por varias etapas, terminando en el comportamiento del fraguado y curado realizando las diferentes propiedades que existe en el concreto fresco. Siendo variedades sus propiedades físicas.

2.3.8. TRABAJABILIDAD. Es la parte donde se puede manipular con facilidad la cantidad del concreto en un estado fresco, siendo esta la manera más adecuada para manejar transportar, colocar, compactación y acabado.

2.3.9. CONSISTENCIA.

Es la capacidad del concreto recién mezclado cumpliendo la determinación de su asentamiento de acuerdo al porcentaje de agua incluido pudiendo ser seca, plástica, blanda, fluida.

2.3.10. DOCILIDAD.

Es la facilidad de mezclar los áridos, cemento y agua.

2.3.11. HOMOGENEIDAD.

Es la parte que componen el hormigón y se distribuye en forma regular en la masa previa en el diseño de mezcla.

2.3.12. SANGRADO.

Sucede este proceso en la vibración o golpes con el mazo de goma una vez varillado, siendo esta que el agua sube a la parte superior del molde, provocada por el asentamiento por los áridos.

2.3.13. COHESIÓN.

Esta propiedad es muy importante el cual describe la facilidad o dificultad que se tiene el cemento con la mezcla de los agregados, de atraerse, mantenerse como suspensión del concreto.

2.3.14. FRAGUADO.

Es el proceso de endurecimiento prematuro siendo esta la primera faceta es de 1 a 5 minutos después del mezclado.

2.3.15. TIEMPO DE FRAGUADO.

El tiempo de fraguado se considera después de los 5 minutos una vez del colocado a los moldes, cumpliendo 24 horas de fraguado último.

2.3.16. EXUDACIÓN.

Se define como la elevación de una parte del agua de mezcla hacia la parte superficie, generalmente debido a la sedimentación del sólido.

2.3.17. DURABILIDAD.

Esta parte sucede cuando el sólido es capaz de resistir a la intemperie, pudiendo ser en el proceso del desgaste y sometidos en el servicio.

2.3.18. PROPIEDADES MECÁNICAS.

Se caracterizan por el comportamiento del material en los diferentes procesos mecanizados, siendo los ensayos de compresión, flexión, módulo de elasticidad. De acuerdo con esta investigación se va ser útil la máquina de compresión o prensa mecánica para obtener resultados del $f'c$, M_r y E_c .

2.3.19. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO.

Sus resultados son importantes para realizar cálculos estructurales, es la resistencia máxima que se pueda obtener mediante una probeta cilíndrica de concreto sometidos a cargas axiales dando un resultado en kg/cm^2 o Mpa representado con un símbolo " $f'c$ ".

2.3.20. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO.

Es la medida de resistencia de concreto por momentos de una viga por carga en los tercios o medios de acuerdo a los momentos que desee calcular, representado un espécimen de viga dando resultados en kg/cm^2 con un símbolo " M_r " siendo denominado este ensayo como módulo de rotura.

2.3.21. MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO.

Determina la capacidad del concreto en deformarse elásticamente de una probeta cilíndrica sometiéndose a una compresión creciente hasta que esta llega a fallar, siendo registrado la deformación unitaria con el dial en cada nivel de esfuerzo pudiendo graficar la relación de los parámetros de esfuerzo y deformación.

CAPITULO III

PROPUESTA TECNICA DE LA INVESTIGACION

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN:

3.1.1. AGREGADO UTILIZADO EN LA INVESTIGACIÓN.

Los agregados utilizados para este diseño de mezcla de concreto con la influencia del vidrio reciclado provenientes de residuos de construcción son extraídos del rio Unocolla, salida a Lampa de la ciudad de Juliaca.

Una vez secado a la intemperie el hormigón, se ha tamizado por la malla N° 4 para separar el agregado fino del agregado grueso, como se muestra en la fotografía N° 10, para realizar posteriormente sus características físicas de ambos agregados para el diseño de mezcla del concreto.

Figura III.1.

Separación finos y gruesos por la malla N°4



FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.1.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO:

3.1.1.1.1. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

El peso específico conocido como gravedad específica relativa, se relaciona entre el peso de la muestra saturada seca y el peso de volumen del agregado completamente saturado.

La absorción se vincula con la porosidad del material y está se relaciona directamente con la adherencia y la resistencia, así como su comportamiento frente a problemas de congelamiento, deshielo e intemperismo.

La absorción es el porcentaje entre el agua y la muestra seca al horno multiplicado por 100, asociada a la capacidad de absorción de agua.

$$P\% \text{ absorción} = \frac{(P. \text{ muestra seca saturada} - P. \text{ muestra seca al horno}) * 100}{\text{Peso muestra seca al horno}}$$

El peso específico y la absorción se determinan mediante la norma ASTM C-128 por el método del Picnómetro o el método gravimétrico mostrando los resultados en la tabla N° 16.

Tabla III.1.
Peso específico y % de Absorción del agregado fino

AGREGADO FINO	
Peso específico	Absorción
gr/cm ³	%
2,55	3,20

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.1.1.1.2. PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO.

Es la relación que existe entre el peso del agregado en un estado natural y el volumen que ocupa en el molde de finos siendo el peso unitario suelto y varillado.

Los resultados se aprecian en la tabla N° 17 y se muestra el procedimiento del varillado en la fotografía N° 11.

Tabla III.2.
Pesos unitarios del agregado fino (suelto y varillados)

AGREGADO FINO	
Peso U. SUELTO	Peso U. VARILLADO
kg/m ³	kg/m ³
1608	1718

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.1.1.1.3. PORCENTAJE DE HUMEDAD.

Peso específico y % de Absorción del agregado fino

Es la relación que existe del total de agua dispuesto en un material natural, entre el peso seco de la misma muestra. Los resultados del porcentaje de humedad se presentan en la tabla N° 18.

Tabla III.3.

Porcentaje de humedad del agregado fino

AGREGADO FINO
CONTENIDO DE HUMEDAD
%
2.6

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.1.1.1.4. GRANULOMETRÍA DE FINOS.

Tiene una buena granulometría, de forma y textura de las partículas del agregado fino, pueden favorecer a una mejor cohesión y a la producción de un concreto de una buena calidad de acuerdo a su módulo de fineza. Como se indica en el capítulo II del análisis granulométrico para cada tipo de agregado. Desarrollándose con la siguiente normativa ASTM D442.

Los resultados obtenidos se aprecian en la tabla N°19, donde se tiene un **módulo de fineza de 2.99%** que es el porcentaje de la sumatoria del retenido y acumulado desde la malla N° 8 hasta la malla n° 100.

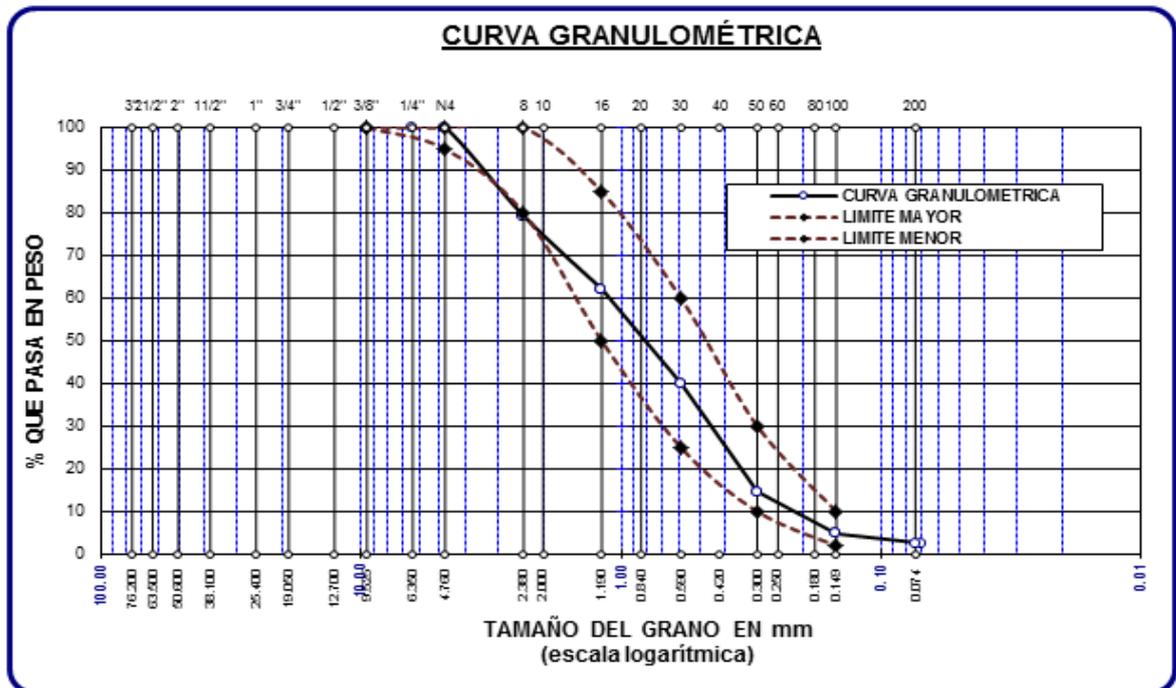
Tabla III.4.
Granulometría del agregado fino.

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Especificaciones granulometricas de finos
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100%
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	95-100%
N° 8	103.15	20.63	20.63	79.37	80-100%
N° 16	85.96	17.19	37.82	62.18	50-85%
N° 30	110.55	22.11	59.93	40.07	25-60%
N° 50	126.90	25.38	85.31	14.69	10-30%
N° 100	49.33	9.87	95.18	4.82	2-10%
N° 200	11.02	2.20	97.38	2.62	
FONDO	13.09	2.62	100.00	0.00	
SUMA	500.00	100.00			

FUENTE: Elaboración propia - 2017

Figura III.2.

Curva granulométrica de finos dentro de los parámetros



FUENTE: Certificado del agregado fino. UANCV. Juliaca.

3.1.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO:

3.1.1.2.1. PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO:

Tabla III.5.

Pesos unitarios del agregado grueso (suelto y varillados)

AGREGADO GRUESO	
Peso U. SUELTO	Peso U. VARILLADO
kg/m ³	kg/m ³
1539	1610

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.1.1.2.2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

Tabla III.6.

Peso específico y % de Absorción del agregado Grueso

AGREGADO GRUESO	
Peso específico	Absorción
kg/m ³	%
2,53	2,02

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.1.1.2.3. PORCENTAJE DE HUMEDAD.

Tabla III.7.

Porcentaje de humedad del agregado fino

AGREGADO GRUESO
CONTENIDO DE HUMEDAD
%
2,13

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.1.1.2.4. GRANULOMETRÍA DE GRUESOS:

Tabla III.8.

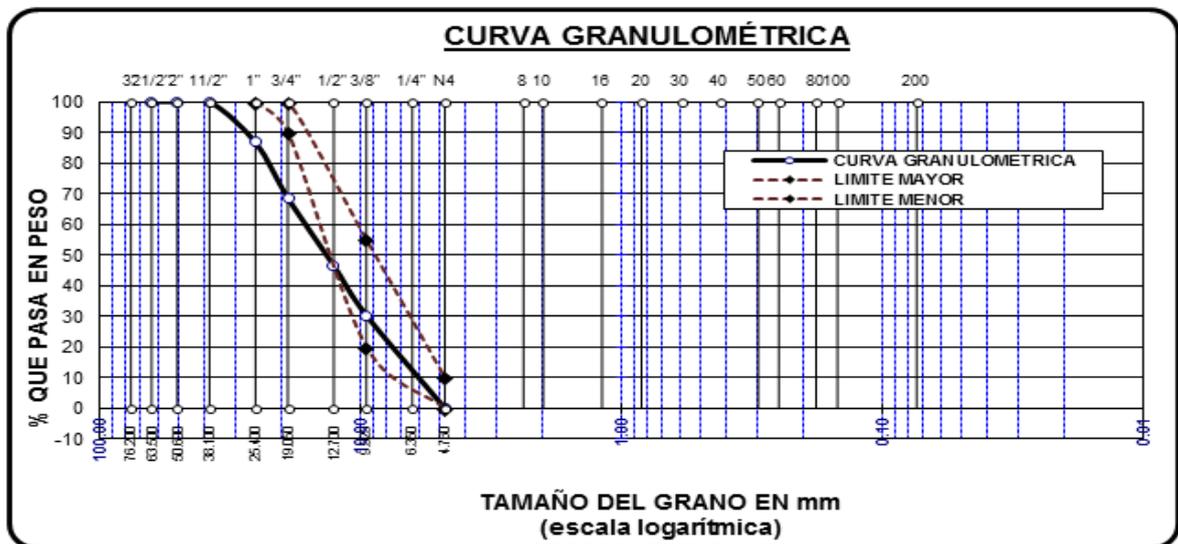
Granulometría del agregado Grueso

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Especificaciones granulométricas de gruesos
2"	0	0.00	0.00	100	100%
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	100%
1"	463	13.23	13.23	86.77	100%
3/4"	634	18.23	31.46	68.54	90-100%
1/2"	773	22.09	53.54	46.46	
3/8"	567	16.20	69.74	30.26	20-55%
1/4"					
N° 4	1059	30.26	100.00	0.00	0-10%
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	
SUMA	3500.00	100.00			

FUENTE: Elaboración propia - 2017

Figura III.3.

Curva granulométrica de finos dentro de los parámetros



FUENTE: Certificado del agregado fino. UANCV. Juliaca

3.1.2. CEMENTO UTILIZADO EN LA INVESTIGACIÓN:

Se utilizó el cemento portland tipo 1P de marca RUMI de acuerdo a la norma NTP 334.090 y es adquirido en bolsas de 42.5kg, equivalente a 1 pie³.

3.1.3. VIDRIO RECICLADO UTILIZADO EN LA INVESTIGACIÓN:

3.1.3.1. RECICLADO DE VIDRIO.

El vidrio se ha reciclado de construcciones demolidas y construcciones en refacción donde ya no es útil el vidrio que acaparan las ventanas, puertas y todo aquel objeto que le den uso al vidrio. Por lo que para la presente investigación el vidrio se acopio de diferentes puntos de construcciones en demolición y construcciones en refacción de la ciudad de Juliaca,

3.1.3.2. MOLIDO DEL RECICLADO DE VIDRIO.

El reciclado de vidrio se muele de diferentes maneras y solo se utiliza lo que pasa el tamiz N°4 (4.76mm), como sustituto e incorporado del agregado fino.

El reciclado de vidrio se muele tal como está provienen de las diferentes partes de la ciudad de Juliaca, se muele sin ser lavados, sin limpiarlos, solamente tendría que tener una buena trabajabilidad, siendo el molidos en una base de pavimento rígido consistente a la acción de chancar el vidrio reciclado.

Se dio en tres métodos para el molido del reciclado de vidrio.

- **PRIMER MÉTODO:** El reciclado del vidrio se ha molido y tamizado manualmente usando un piedra (batan), chancando en un pavimento rígido y posteriormente es tamizado por la malla N°4 para la utilización como sustitución al agregado fino, como se puede apreciar en la fotografía N° 18.
- **SEGUNDO MÉTODO:** El reciclado de vidrio se ha molido en la máquina de abrasión de los ángeles durante 15 minutos en varias ocasiones como se muestra en la fotografía N° 19 y de igual manera es tamizado por la malla n°4 (manualmente), para la incorporación agregado fino, porque moler manualmente no

dio avance, careciendo del material de vidrio molido para los ensayos del concreto modificado.

Figura III.4.

Proceso del vidrio molido



Fuente: Elaboración propia - 2017

- **TERCER MÉTODO:** El reciclado de vidrio se ha molido con el rodillo vibratorio durante 1 a 4 minutos, en varias ocasiones como se muestra en la fotografía N° 20 y de igual manera es tamizado por la malla N° 4 (manualmente), para la incorporación al agregado fino, porque se ha necesitado en grandes cantidades el vidrio molido para las propiedades físico-mecánicas del concreto modificado.

3.1.3.3. TAMIZADO DEL RECICLADO DE VIDRIO MOLIDO.

El vidrio una vez molido y tamizado por la malla N°4, pasa por un segundo proceso y ultimo para que esta pueda ser utilizado en la incorporación del agregado fino, siendo tamizado por las mallas, N° 8, N° 16, N° 30 y fondo manualmente,

Figura III.5.

Proceso del tamizado del vidrio molido por las mallas N° 8, N° 16, N° 30 y fondo



FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.1.3.4. RESULTADO DEL TAMIZADO DEL VIDRIO MOLIDO.

El vidrio reciclado pasa por diferentes etapas para que esta pueda incorporarse al agregado fino en el proceso de la mezcla del concreto haciendo una equivalencia de las mallas retenidas que son la N° 8, N° 16, N° 30 y fondo, como se puede apreciar en la imagen N° 23.

Figura III.6.

Resultado del vidrio retenidas por las mallas N° 8, N° 16, N° 30 y fondo



FUENTE: Elaboración propia - 2017

3.1.3.5. IMPORTANCIA DEL VIDRIO TAMIZADO POR LAS MALLAS.

El tamizado del vidrio molido por las mallas, N°8, N°16, N°30 y fondo es muy importante para que esta llegue a una resistencia moderada de la resistencia de diseño cumpliendo con los porcentajes mínimos y máximos de los parámetros granulométricos del agregado fino en el rango de la curva granulométrica de finos, como se aprecia anteriormente en el punto 3.1.1.2.1 del grafico N° 10.

3.1.3.6. OBSERVACIONES DEL PROCESO DEL VIDRIO MOLIDO.

- El tipo de vidrio reciclado son aquellos vidrios que fueron componentes de una construcción en un estado de descomposición siendo sus puertas, ventanas, todo aquello que está hecho de vidrio.
- El vidrio se muele sin exponerse al lavado ni secado, se muele tal como se ha reciclado solamente, teniendo una buena trabajabilidad.
- El vidrio molido se tamiza por las mallas N° 8, N° 16, N° 30 y fondo, sin utilizar las mallas N°50, N°100, N°200 por que esta representa el 14% del 100 % retenido en los parámetros del diseño granulométrico de finos que en conclusión esta no influiría mucho en lo que es la mezcla del diseño del concreto modificado.
- Por otro lado los tamices N° 50 N° 100 Y N° 200 no fueron utilizados por que el vidrio molido puede producir cortes en la malla porque son ligeras, delgadas, finas y muy delicadas y su precio económico no sería de mi interés al malograrse dicho tamiz.

3.1.3.7. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL VIDRIO RECICLADO PROVENIENTE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL AGREGADO FINO

3.1.3.7.1. EL VIDRIO RECICLADO PROVENIENTES DE RESIDUO DE CONSTRUCCIÓN EN LA ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

A) DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DEL PIGNOMETRO DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACION DEL VIDRIO RECLADO

- **PREPARACIÓN DEL MATERIAL.**
El agregado fino es saturado 24 horas al igual que el vidrio reciclado como se muestra en la fotografía N° 24.

Figura III.7.

El agregado fino y vidrio saturado 24 horas



FUENTE: Elaboración propia - 2017

- **ENSAYO DE HUMEDAD SUPERFICIAL.**
Utilizar el agregado fino y vidrio reciclado en el ensayo de humedad superficial cumpliendo con la norma ASTM C-128, para que el agregado este en un estado seco saturado haciendo la prueba del mini cónico con 25 golpes en tres capas como se muestra los resultados en la fotografía N° 25.

- **PESO DE LA MUESTRA SECA SATURADA.**
Una vez cumpliendo con el ensayo de humedad superficial esta tiende a pesarse en contenidos apartes del agregado fino y vidrio reciclado en un estado seco saturado como se muestra en la tabla N° 24.

Tabla III.9.

Porcentaje de la muestra seca saturada del agregado fino con la incorporación del vidrio reciclado

MUESTRA SECA SATURADA 500gr		
	Ag. Fino	Vidrio reciclado
0%vidrio	500	0
30% vidrio	350	150
60% vidrio	200	300
100% vidrio	0	500

FUENTE: Elaboración propia - 2017

- **ENSAYO DEL PICNÓMETRO.**
Teniendo el peso definido del agregado fino y el vidrio reciclado en un estado seco saturado esta procede a juntarse en el ensayo del picnómetro para sacar todas las burbujas de aire que contiene el agregado fino con la incorporación del vidrio reciclado como se muestra en la fotografía N ° 26

Figura III.8.

Mezcla del agregado fino y vidrio reciclado en el picnómetro



FUENTE: Elaboración propia - 2017

- **MUESTRA SECA AL HORNO.**
Una vez que el agregado fino con la incorporación del vidrio reciclado se haya sacado todas las burbujas de aire atrapado este material tiene a ponerse en un recipiente al horno 24 horas a una temperatura de 105 C° para hallar el peso de la muestra seca al horno como se puede apreciar en la fotografía N°27.

Figura III.9.

Muestra del peso seco al horno del agregado fino con la incorporación del vidrio reciclado



FUENTE: Elaboración propia – 2017

B) RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACIÓN DEL VIDRIO RECICLADO:

El proceso del ensayo de absorción se ha realizado al agregado fino con la incorporación del 30%, 60% y 100% del vidrio reciclado mediante el ensayo del picnómetro, trabajando con un total de 500gr de peso saturado seco.

- **PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACION DEL VIDRIO RECICLADO EN UN 0%.**

Los resultados se obtienen en la tabla N°16 siendo la absorción 3.20%.

- **PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACION DEL VIDRIO RECICLADO EN UN 30%.**

Tabla III.10.

De absorción del agregado fino con la incorporación del 30% de vidrio reciclado

A	peso de muestra secada al horno	488,32
B	Peso de Ag. Fino saturado seco (70%)	350
C	Peso de vidrio saturado seco (30%)	150
	peso tarro	52,16
Wc	peso del picnometro con agua	1311,36
W	peso de Pic + muestra + agua	1524,17
A-(B+C)	agua	11,68
%	ABSORCION	2,39

FUENTE: Elaboración propia - 2017

- PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACION DEL VIDRIO RECICLADO EN UN 60%.

Tabla III.11.

De absorción del agregado fino con la incorporación del 60% de vidrio reciclado

A	peso de muestra secada al horno	491,74
B	peso de Ag. Fino saturado seco (40%)	200
C	peso de vidrio saturado seco (60%)	300
	peso tarro	50,14
Wc	peso del picnometro con agua	1311,36
W	peso de Pic + muestra + agua	1434,46
A-(B+C)	agua	8,26
%	ABSORCION	1,68

FUENTE: Elaboración propia – 2017

- PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACION DEL VIDRIO RECICLADO EN UN 60%.

Tabla III.12.

De absorción del agregado fino con la incorporación al 100% de vidrio reciclado

A	peso de muestra secada al horno	499,21
B	peso de Ag. Fino saturado seco (0%)	0
C	peso de vidrio saturado seco (100%)	500
	peso tarro	53,45
Wc	peso del picnometro con agua	1311,36
W	peso de Pic + muestra + agua	1434,46
A-(B+C)	agua	0,79
%	ABSORCION	0,16

FUENTE: Elaboración propia - 2017

3.1.3.7.2. EL VIDRIO RECICLADO PROVENIENTES DE RESIDUO DE CONSTRUCCIÓN EN EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO:

A) DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACION DEL VIDRIO RECLADO:

El peso unitario se obtiene del peso de la muestra entre el volumen definido del molde de la muestra, a este se le incluye lo espacios vacíos inter granulares siendo que difiere en el peso.

Figura III.10.

Peso del molde con el vidrio al 30%,60% y 100% incorporado al agregado fino



FUENTE: Elaboración propia - 2017

Hallando los valores del peso unitario del agregado fino con la incorporación del 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en un estado seco con un peso total de 10kg como se muestra en la tabla N° 28.

Tabla III.13.

Porcentaje del peso unitario del agregado fino con la incorporación del vidrio reciclado

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO en kg		
	Ag. Fino	Vidrio reciclado
0%vidrio	10	0
30% vidrio	7	3
60% vidrio	4	6
100% vidrio	0	10

FUENTE: Elaboración propia - 2017

B) RESULTADO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACIÓN DEL VIDRIO RECICLADO.

- PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACIÓN DEL VIDRIO RECICLADO EN UN 0%.

Los resultados se obtienen anteriormente en la tabla N°16 siendo el peso unitario suelto 1608 kg/m³ y varillado 1718 kg/m³.

- PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACIÓN DEL VIDRIO RECICLADO EN UN 30%.

Tabla III.14.

Peso unitario suelto y varillado con el 30% de vidrio

P. U. CON EL 30% VIDRIO	
SUELTO	VALLIRADO
1557	1687

FUENTE: Elaboración propia – 2017

- PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACIÓN DEL VIDRIO RECICLADO EN UN 60%.

Tabla III.15.

Peso unitario suelto y varillado con el 60% de vidrio

P. U. CON EL 60% VIDRIO	
SUELTO	VALLIRADO
1529	1673

FUENTE: Elaboración propia - 2017

- PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACIÓN DEL VIDRIO RECICLADO EN UN 100%.

Tabla III.16.

Peso unitario suelto y varillado con el 60% de vidrio

P. U. CON EL 100% VIDRIO	
SUELTO	VALLIRADO
1043	1204

FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.2. DISEÑO DE LA MEZCLA PARA EL CONCRETO CON LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO:

Para este diseño de mezcla se utilizara las normas ACI 211.1.74 y ACI 211.1.81, para una de resistencia de 210kg/cm² o 21MPa a los 28 días calendarios.

De acuerdo con la resistencia requerida se calcula en función del agregado grueso y módulo de fineza del agregado fino siendo esta la elección de relación de agua/cemento (a/c) por resistencia.

Para el diseño de mezcla necesitamos recopilar las características de los agregados que ya se habló en los anteriores puntos 2.3.1.1. Y 2.3.1.2. El cual se constituye en la tabla N° 32.

Tabla III.17.

Características de los agregados

CARACTERISTICAS FISICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.Especifico	2.53	2.55
P.U.Vallirado	1610	1718
P.U.Suelto	1539	1608
% de Absorción	2.02	3.20
% de humedad Natural	2.13	2.60
Módulo de Fineza	...	2.99

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.2.1. RESISTENCIA PROMEDIO:

Las características y propiedades del agregado grueso y el agregado fino se inician en el proceso del diseño y cálculo del diseño de mezcla.

El promedio de resistencia a la compresión F'_{cr} de acuerdo con la tabla N° 33 de resistencia a compresión promedio que corresponde a la formula siguiente:

Tabla III.18.

Resistencia a compresión promedio

$f''c$	$f''cr$
Menor de 210	$f''c + 70$
210 a 250	$f''c + 84$
sobre 350	$f''c + 98$

FUENTE: diseño de mezclas UNA/FICA/EPIC.

La resistencia promedio $F'cr = 294\text{kg/cm}^2$

3.2.2. ELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (SLUMP):

De acuerdo a la consistencia de los agregados y comparado con la tabla N° 34 se ha elegido el tipo de asentamiento para el diseño de mezcla que es:

Tabla III.19.

Consistencia del asentamiento

Consistencia	Asentamiento
seca	0"(0mm) a2" (50mm)
plastica	3"(75mm) a4" (100mm)
fluida	5" (125mm)

FUENTE: diseño de mezclas UNA/FICA/EPIC.

La consistencia del diseño de mezcla se ha considerado plástica que es de 3" - 4" (76.2 mm A 101.6 mm).

3.2.3. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO:

Dando las características del uso del agregado grueso en el punto 2.3.1.2. Se ha utilizado de acuerdo con las satisfacciones y cumpliendo con las especificaciones, cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de $\frac{3}{4}$ " (19.05mm).

3.2.4. ESTIMACIÓN DEL AGUA DE MEZCLADO:

No se utilizara el incorporador de aire, pero la estructura del espécimen estará expuesta al intemperismo severo. La cantidad aproximada del agua en el mezclado se empleara de acuerdo con el asentamiento indicado, será de 205 Lt/m³ en relación a la tabla N° 35.

3.2.5. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO:

El concreto será sometido al interperismo severo, considerando un contenido de aire atrapado de 2.0% en relación a la tabla N° 35.

Tabla III.20.

Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaño máximo de agregados.

ASENTAMIENTO O SLUMP(mm)	Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños maximos de agregados gruesos y consistencia indicados.							
	10mm (3/8") 12.5mm(1/2") 20mm(3/4") 25mm(1") 40mm(1 1/2") 50mm(2") 70mm(3") 150mm(6")							
CONCRETOOS SIN AIRE INCORPORADO								
30 a 50 (1" a 2")	205	200	185	160	160	155	145	125
80 a 100 (3" a 4")	225	215	205	175	175	170	160	140
150 a 180 (6" a 7")	240	230	210	205	185	180	170	...
Cantidad roximada de aire atrapado (%).	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

FUENTE: diseño de mezclas UNA/FICA/EPIC.

3.2.6. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO (A/C):

Según el diseño de mezcla en el laboratorio la elección de las relaciones a/c es 0.55.

3.2.7. CALCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO:

El contenido de cemento para 1m³ corresponde a la siguiente formula.

$$\text{Contenido de Cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts/m}^3\text{)}}{\text{Relacion a/c (para } F'cr\text{)}}$$

De acuerdo con la información el requerimiento del cemento será de 373 kg/m³.

3.2.8. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DEL PESO SECO AGREGADO GRUESO PARA 1 KG/M³:

Según el método del comité 211 del ACI, se determina el contenido de agregado grueso de acuerdo al módulo de fineza del agregado fino (2.99) y la relación tamaño máximo del agregado grueso ¾" (19.05), haciendo una interpolación en la tabla N° 36.

Tabla III.21.

Agregado grueso por unidad de volumen.

TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO	Volumen agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de fineza de agregado fino.						
	MODULO DE FINAZA DEL AGREGADO FINO						
	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4
3/8"	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40
1/2"	0.61	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49
3/4"	0.68	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58	0.56
1"	0.73	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61
1 1/2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66
2"	0.8	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68
3"	0.83	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71
6"	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77

FUENTE: comité 211 DEL AC.

La interpolación es 0.60113 m³.

De acuerdo al volumen de interpolación, y el peso específico varillado compactado que es (1610kg/m³). El peso seco del agregado grueso se define con la sig. Formula.

$$\text{Peso seco (kg/m}^3\text{)} = \text{Volumen agregado} \times \text{Peso E. unitario varillado compact.}$$

Teniendo un valor final del peso seco del agregado grueso de 968 kg/m³.

3.2.9. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DEL PESO SECO DEL AGREGADO FINO PARA 1KG/M3:

La cantidad requerida de agregado fino consiste en el material resultante para completar en un m³ de concreto, como se aprecia en la tabla N° 37.

Tabla III.22.

Volumen de los materiales de la mezcla

Volumen de agua	250 / 1000	0.205
Volumen de cemento	373 / (2.88*1000)	0.129
Volumen absoluto de agregado grueso	968 / (2.53* 1000)	0.383
Volumen de aire atrapado	2.0 / 100	0.020
Volumen sud total		0.737

Fuente: Elaboración propia - 2017

Se determina el volumen absoluto de la arena mediante la diferencia del volumen unitario y el volumen subtotaes hallados de las cantidades.

$$\text{Volumen de A. fino} = \text{Volumen untario (1 m}^3\text{)} - \text{Volumen subtotal m}^3$$

El volumen absoluto del agregado fino es 0.263m³.

El peso seco corresponde a:

$$\text{Peso seco de A.fino} = \text{Volum.A,fino} \times \text{Peso E.del A. fino} \times 1000$$

Teniendo un valor final del peso seco del agregado fino de 671 kg/m³.

3.2.10. AJUSTES POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

Los agregados tienes un % de humedad, por lo tanto se tiene que tomar en cuenta el peso de su habitad natural, y el promedio de pesos corregidos:

$$\text{Peso corregido} = \frac{\text{Peso seco del Agreg.} \times (1 + \% \text{de humedad} \times 100)}{100}$$

$$\text{Peso corregido Agregado grueso} = 968 \times 1.021293$$

$$\text{Peso corregido Agregado fino} = 671 \times 1.0260$$

Peso corregido de Agregado grueso húmedo: 989kg/m³.

Peso corregido de Agregado fino húmedo: 688kg/m³.

3.2.11. AGUA EFECTIVA:

El agua que se pierde por la absorción de los agregados se determina mediante.

$$\text{Agua en A. grueso} = (\text{Peso seco A. Gr.}) \times \left(\frac{\% \text{Hume.} - \% \text{Absor.}}{100} \right) = A$$

$$\text{Agua en A. fino} = (\text{Peso seco A. fino.}) \times \left(\frac{\% \text{Hume.} - \% \text{Absor.}}{100} \right) = B$$

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} - A - B$$

El agua efectiva es de 209 kg/m³.

3.2.12. ESTIMACIÓN DEL PESO SECO DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACIÓN DE UN 30% POR EL VIDRIO RECICLADO:

Teniendo un valor final del peso seco del agregado fino que es 671 kg/m³ siendo el 30%, que vendría a ser 201.3 kg/cm² del vidrio reciclado (molido), como incorporado de una parte al agregado fino, teniendo en cuenta que:

70% del total del peso seco del agregado fino 469.7kg/cm³.

30% del total del peso seco como sustituto vidrio reciclado molido 201.3kg/cm³.

Cumpliendo con las especificaciones de la curva granulométrica del agregado fino, que se encuentra dentro de los parámetros, se ha ajustado al mismo el análisis granulométrico del 30 % vidrio molido se muestra en la tabla N° 38.

Tabla III.23.
Ajuste granulométrico del 30% de vidrio reciclado dentro de los
parámetros granulométricos de finos

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumunlado	% Pasa	Especificaciones granulometricas de finos
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100%
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	95-100%
N° 8	40.00	19.87	19.87	80.13	80-100%
N° 16	52.00	25.83	45.70	54.3	50-85%
N° 30	45.00	22.35	68.06	31.94	25-60%
N° 50	/	/	/	/	10-30%
N° 100	/	/	/	/	2-10%
N° 200	/	/	/	/	
FONDO	64.30	31.94	100.00	0.00	
SUMA	201.30	100.00			

Fuente: Elaboración propia – 2017

3.2.13. ESTIMACIÓN DEL PESO SECO DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACION DE UN 60% POR EL VIDRIO MOLIDO:

Teniendo un valor final del peso seco del agregado fino que es 671 kg/m³ siendo el 60%, que vendría a ser 402.6 kg/cm² del vidrio reciclado (molido), como sustituto de una parte al agregado fino.

40% del total del peso seco del agregado fino 268.4kg/cm³.

60% del total del peso seco como sustituto vidrio reciclado molido 402.6kg/cm³.

Cumpliendo con las especificaciones de la curva granulométrica del agregado fino, que se encuentra dentro de los parámetros, se ha ajustado al mismo el análisis granulométrico del 60% vidrio molido.

Tabla III.24.
Ajuste granulométrico del 60% de vidrio molido dentro de los parámetros
granulométricos de finos

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Especificaciones granulometricas de finos
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100%
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	95-100%
N° 8	70.00	17.39	17.39	82.61	80-100%
N° 16	120.00	29.81	47.19	52.81	50-85%
N° 30	90.00	22.35	69.55	30.45	25-60%
N° 50	/	/	/	/	10-30%
N° 100	/	/	/	/	2-10%
N° 200	/	/	/	/	
FONDO	122.60	30.45	100.00	0.00	
SUMA	402.60	100.00			

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.2.14. ESTIMACIÓN DEL PESO SECO DEL AGREGADO FINO CON LA INCORPORACIÓN AL 100% POR EL VIDRIO RECICLADO:

Teniendo un valor final del peso seco del agregado fino que es 671 kg/m³, esta se sustituirá por completo con el vidrio reciclado (molido) en vez del agregado fino. Que se ha ajustado al mismo el análisis granulométrico del vidrio, como se muestra en la tabla N° 40.

Tabla III.25.
Ajuste granulométrico del 100% de vidrio molido dentro de las de los
parámetros granulométricos de finos

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Especificaciones granulometricas de finos
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100%
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	95-100%
N° 8	125.00	18.63	18.63	81.37	80-100%
N° 16	180.00	26.83	45.45	54.55	50-85%
N° 30	180.00	26.83	72.28	27.72	25-60%
N° 50	/	/	/	/	10-30%
N° 100	/	/	/	/	2-10%
N° 200	/	/	/	/	
FONDO	186.00	27.72	100.00	0.00	
SUMA	671.00	166.67			

FUENTE: Elaboración propia - 2017

3.2.15. RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA CON EL 0 % DE VIDRIO RECICLADO (MOLIDO):

Se aprecia en la siguiente tabla N° 41.

Tabla III.26.

Resumen de dosificación de los materiales en volumen

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO
	(Kg/m3)	(Kg/m3)
CEMENTO	373	373
AGUA	205	209
AGREG.GRUESO	968	989
AGREG. FINO	671	688
AIRE	0,02	0,02

FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.2.16. RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA CON EL 30% DE VIDRIO RECICLADO (MOLIDO):

Se aprecia en la siguiente tabla N°42.

Tabla III.27.

Resumen de dosificación del 30% de vidrio

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO
	(Kg/m3)	(Kg/m3)
CEMENTO	373	373
AGUA	205	209
AGREG.GRUESO	968	989
AGREG. FINO 70%	469,7	486,7
VIDRIO RECICLADO(MOLIDO)30%	201,3	201,3
AIRE	0,02	0,02

FUENTE: Elaboración propia - 2017

3.2.17. RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA CON EL 60% DE VIDRIO RECICLADO (MOLIDO):

Se aprecia en la siguiente tabla N°43.

Tabla III.28.

Resumen de dosificación del 60% de vidrio

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO
	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
CEMENTO	373	373
AGUA	205	209
AGREG.GRUESO	968	989
AGREG. FINO 40%	268,4	285,5
VIDRIO RECICLADO(MOLIDO)60%	402,6	402,6
AIRE	0,02	0,02

FUENTE: Elaboración propia - 2017

3.2.18. RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA EN UN 100 % DE VIDRIO RECICLADO (MOLIDO)

Se aprecia en la siguiente tabla N°44.

Tabla III.29.

Resumen de dosificación del 100% de vidrio

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO
	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
CEMENTO	373	373
AGUA	205	209
AGREG.GRUESO	968	989
RECICLADO(MOLIDO)100%	671	671
AIRE	0,02	0,02

Fuente: Elaboración propia – 2017

3.3. DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS ESTÁNDAR

3.3.1. PREPARACIÓN DE LOS MOLDES CILÍNDRICOS

Para la elaboración de las probetas cilíndricas de concreto se utilizaron moldes cilíndricos de lámina rígida, con dimensiones de 15cm de diámetro

y 30 cm de altura como ya se especificó en el capítulo II, en el punto 2.2.8.1. Estas se han lavado, cepillado y limpiado de tal forma que se les quitaron los residuos anteriores para evitar la contaminación del concreto, como se aprecia en la fotografía N° 29.

Figura III.11.

Probeta cilíndrica de 15x30cm y herramientas para la utilización del vaciado del concreto



FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.3.2. DOSIFICACION DEL ESPÉCIMEN PARA UNA PROBETA CILÍNDRICA ESTANDAR:

3.3.2.1. DOSIFICACIÓN CON EL 0% DE VIDRIO RECICLADO INCORPORADO AL AGREGADO FINO PARA UNA PROBETA CILÍNDRICA:

Para la dosificación de una probeta cilíndrica con un 0% de vidrio, se usa el resumen del resultado de la tabla N° 19 para calcular el peso requerido de una probeta cilíndrica, aumentando un desperdicio del 7%. Se realiza de la siguiente manera.

- ÁREA DE LA PROBETA CILÍNDRICA.

$$\text{Área de una probeta cilíndrica} = H. \times \frac{(\pi * D^2)}{4}$$

$$\text{Área de una probeta cilíndrica} = 5301.44 \text{cm}^3$$

Área de una probeta cilíndrica = 0.00530144m³

- DOSIFICACIÓN DEL CEMENTO MÁS EL 7% DEL DESPERDICIO.

373 —————> 1m³

X —————> 0.00530144m³

Dosificación del cemento de briqueta= 1.98 kg

Dosificación del cemento más el 7%= 1.98 + 7%

La dosificación del cemento para una probeta cilíndrica es
2.12kg

- DOSIFICACIÓN DEL AGUA MÁS EL 7% DEL DESPERDICIO.

205 —————> 1m³

X —————> 0.00530144m³

Dosificación del agua= 1.09 kg

Dosificación del más el 7% = 1.09 + 7%

La dosificación del agua para una probeta cilíndrica es 1.17
kg

- DOSIFICACIÓN DEL AGREGADO GRUESO MÁS EL 7% DEL DESPERDICIO.

968 —————> 1m³

X —————> 0.00530144m³

Dosificación del agregado Grueso= 5.13 kg

Dosificación del agregado Grueso más el 7%= 5.13 + 7%

La dosificación del agregado grueso para una probeta
cilíndrica es 5.49kg.

- DOSIFICACIÓN DEL AGREGADO FINO MÁS EL 7% DEL DESPERDICIO.

$$671 \longrightarrow 1\text{m}^3$$

$$X \longrightarrow 0.00530144\text{m}^3$$

Dosificación del Agregado fino= 3.56 kg

Dosificación del agregado fino más el 7% = 3.56 + 7%

La dosificación del agregado fino para una probeta cilíndrica es 3.81kg.

- RESUMEN DE LA DOSIFICACIÓN DE LOS MATERIALES MAS EL DESPERDICIO DEL 7% PARA UNA PROBETA CILÍNDRICA.

El resumen de la dosificación para una probeta cilíndrica estándar, se muestra en la tabla N° 45.

Tabla III.30.

Resumen de la dosificación con el 0% de vidrio para una probeta cilíndrica con un desperdicio del 7%

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO
	(kg)
CEMENTO	2,12
AGUA	1,17
AGREG. GRUESO	5,49
AGREG. FINO	3,81

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.3.2.2. DOSIFICACIÓN CON EL 30% DE VIDRIO RECICLADO INCORPORADO AL AGREGADO FINO PARA UNA PROBETA CILÍNDRICA:

Para tener la dosificación del vidrio reciclado incorporado en un 30 % al agregado fino, se utilizó la tabla N° 45, siendo el resumen de la

dosificación estándar con un desperdicio del 7%, donde se calcula de la siguiente manera.

$$3.81\text{kg} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longrightarrow 30\%$$

Peso del vidrio molido al 30% = 1.14 kg

Peso del agregado fino al 70%= 2.67kg

Las especificaciones corregidas con el 30% de vidrio reciclado en los parámetros granulométricos del agregado fino, se muestran en la tabla N°46.

Tabla III.31.
Corrección del análisis granulométrico con el 30% de vidrio reciclado dentro de los parámetros de finos

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Especificaciones granulométricas de finos
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100%
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	95-100%
N° 8	0.21	18.42	18.42	81.58	80-100%
N° 16	0.35	30.7	49.12	50.88	50-85%
N° 30	0.29	25.44	74.56	25.44	25-60%
N° 50	/	/	/	/	10-30%
N° 100	/	/	/	/	2-10%
N° 200	/	/	/	/	
FONDO	0.29	25.44	100.00	0.00	
SUMA	1.14	0.57			

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

Resumen de la dosificación de los materiales con el 30% de vidrio granulado en los tamices N°8, N°16, N°30, y Fondo, incorporándose al agregado fino para una probeta cilíndrica, considerando el 7% de desperdicio, como se muestra en la tabla N° 47.

Tabla III.32.
Resumen de la dosificación con el 30% de vidrio reciclado incorporado en el agregado fino para una probeta cilíndrica

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO
	(kg)
cemento	2,12
agua	1,17
agreg. Grueso	5,49
agreg. Fino 70%	2,67
VIDRIO RECICLADO(MOLIDO)30%	1,14
N° 8	0,21
N° 16	0,35
N° 30	0,29
FONDO	0,29

FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.3.2.3. DOSIFICACIÓN CON EL 60 % DE VIDRIO RECICLADO INCORPORADO AL AGREGADO FINO PARA UNA PROBETA CILÍNDRICA:

Para tener la dosificación del vidrio reciclado incorporado en un 60 % al agregado fino, se utilizó la tabla N° 45, siendo el resumen de la dosificación estándar con un desperdicio del 7%, donde se calcula de la siguiente manera.

$$3.81\text{kg} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longrightarrow 60\%$$

Peso del vidrio molido al 60% = 2.29kg

Peso del agregado fino al 40%= 1.52kg

Las especificaciones corregidas con el 60% de vidrio reciclado en los parámetros granulométricos del agregado fino, se muestran en la tabla N°48.

Tabla III.33.
Corrección del análisis granulométrico con el 60% de vidrio reciclado dentro de los parámetros de finos

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumunlado	% Pasa	Especificaciones granulometricas de finos
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100%
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	95-100%
N° 8	0.42	18.34	18.34	81.66	80-100%
N° 16	0.69	30.13	48.47	51.53	50-85%
N° 30	0.57	24.89	73.36	26.64	25-60%
N° 50	/	/	/	/	10-30%
N° 100	/	/	/	/	2-10%
N° 200	/	/	/	/	
FONDO	0.61	26.64	100.00	0.00	
SUMA	2.29	1.14			

FUENTE: Elaboración propia – 2017

Resumen de la dosificación de los materiales con el 60% de vidrio granulado en los tamices N°8, N°16, N°30, y Fondo, incorporándose al agregado fino para una probeta cilíndrica, considerando el 7% de desperdicio, como se muestra en la tabla N° 49.

Tabla III.34.
Resumen de la dosificación con el 60% de vidrio reciclado incorporado en el agregado fino para una probeta cilíndrica

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO
	(kg)
cemento	2,12
agua	1,17
agreg. Grueso	5,49
agreg. Fino 40%	1,52
VIDRIO RECICLADO(MOLIDO)60%	2,29
N° 8	0,42
N° 16	0,69
N° 30	0,57
FONDO	0,61

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.3.2.4. DOSIFICACIÓN CON EL 100 % DE VIDRIO RECICLADO INCORPORADO COMPLETAMENTE AL AGREGADO FINO PARA UNA PROBETA CILÍNDRICA:

Para el 100 % de vidrio reciclado incorporado al agregado fino se utiliza la tabla N° 45 teniendo un peso total de agregado fino 3.81kg.

Se muestra las especificaciones corregidas con el 100% de vidrio reciclado en los parámetros granulométricos del agregado fino, en la tabla N°50.

Tabla III.35.
Corrección del análisis granulométrico con el 100% de vidrio reciclado dentro de los parámetros de finos

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Especificaciones granulometricas de finos
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100%
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	95-100%
N° 8	0.70	18.37	18.37	81.63	80-100%
N° 16	1.15	30.18	48.56	51.44	50-85%
N° 30	0.95	24.93	73.49	26.51	25-60%
N° 50	/	/	/	/	10-30%
N° 100	/	/	/	/	2-10%
N° 200	/	/	/	/	
FONDO	1.01	26.51	100.00	0.00	
SUMA	3.81	1.89			

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

Resumen de la dosificación de los materiales con el 100% de vidrio granulado en los tamices N°8, N°16, N°30, y Fondo, incorporándose al agregado fino para una probeta cilíndrica, considerando el 7% de desperdicio, como se muestra en la tabla N° 51.

Tabla III.36.
Resumen de la dosificación con un 100% de vidrio para una probeta
cilíndrica

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO
	(kg)
cemento	2,12
agua	1,17
agreg. Grueso	5,49
VIDRIO RECICLADO(MOLIDO)100%	3,81
N° 8	0,70
N° 16	1,15
N° 30	0,95
FONDO	1,01

FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.3.3. ELABORACIÓN DE LA MEZCLA Y COLOCADO DE PROBETAS CILINDRICAS ESTANDAR:

3.3.3.1. ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DEL CONCRETO:

Teniendo una vez ya las dosificaciones de los diseños de mezcla para una resistencia de 210 kg/cm² o 21mpa, con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado incorporado al agregado fino, primeramente; se pesa y luego se realiza el proceso de la elaboración de la mezcla, La elaboración de la mezcla de concreto se realizó manualmente, en una carretilla como recipiente móvil donde se realizó la mezcla con la pala.

La preparación por cada carretilla vendría a ser para 3 briquetas, como se muestra en la fotografía N°31.

Figura III.12.

Elaboración del mezclado



FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.3.3.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

3.3.3.1.2.

- Carretilla.
- Pala.
- Bandejas Metálicas.
- Balanza electrónica.
- Ag. Fino.
- Ag. Grueso.
- Cemento.
- Agua.
- Vidrio molido Granulado.
- Herramientas manuales.

**3.3.3.1.3. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MEZCLADO DEL
CONCRETO CON EL 0% DE VIDRIO RECICLADO:**

- PRIMERO: Se mezcla los áridos con el cemento hasta que esta mezcla esté bien combinada durante 1 minutos sin usar el agua, como se muestra en la fotografía N° 32.

- **SEGUNDO:** Después del primera parte se accede a echar el agua en 3 tiempos del mezclado, en cada tiempo de mezcla durante 3 a 4 minutos, que vendría a ser un tiempo 10 minutos por la elaboración del mezclado manualmente, como se muestra en la fotografía N°33.
- **TERCERO:** Una vez ya mezclado completamente durante un tiempo total de 10 a 11 minutos manualmente, esta mezcla está dispuesto para el colocado en las probetas cilíndricas.

3.3.3.1.4. PROCESO DE ELABORACIÓN CON EL 30% y 60% DEL VIDRIO RECICLADO INCORPORADO AL AGREGADO FINO:

- **PRIMERO:** Se mezcla los % granulométricos de vidrios molido con un % de cemento manualmente en una bandeja durante 1 minutos sin usar el agua.
- **SEGUNDO:** Se mezcla los áridos granulares con el cemento en la carretilla hasta que esté bien combinado durante 1 minutos, sin usar el agua.
- **TERCERO:** Se mezcla el contenido de la bandeja en la carretilla durante 2 a 3 minutos con la pala, cuidando el granulado de los finos del vidrio (molido).
- **CUARTO:** Una vez mezclado en un estado seco y combinado por completo con el vidrio granulado se accede a echar el agua en 3 partes en la mezcla, que cada parte dura 3 a 4 minutos del mezclado a pala que vendría a ser un tiempo de 11 minutos la elaboración de la mezcla manualmente.
- **QUINTO:** Una vez mezclado completamente durante un tiempo total de 15 a 16 minutos manualmente, esta mezcla está dispuesto para el colocado en las probetas cilíndricas.

Figura III.13.

Mezcla del concreto



FUENTE: Elaboración propia – 2017

**3.3.3.1.5. PROCESO DE ELABORACIÓN CON EL 100% DEL
VIDRIO RECICLADO INCORPORADO AL AGREGADO
FINO:**

- PRIMERO: Se mezcla los porcentajes granulométricos del vidrio molido con un porcentaje de cemento manualmente en una bandeja durante 1 a 2 minutos sin usar el agua, como se muestra en la fotografía N° 35.
- SEGUNDO: Se mezcla el agregado grueso con un % de cemento. En la carretilla usando, hasta que esta mezcla este bien combinado durante 1 minutos.
- TERCERO: Se junta el material mezclado de la bandeja en la carretilla cuidadosamente conservando la granulometría del vidrio reciclado molido durante 2 a 3.

- CUARTO: Se le influye el agua en la mezcla seca en 3 tiempos siendo un promedio de 4 a 5 min por cada tiempo, siendo el proceso del mezclado durante 13 minutos.
- QUINTO: Una vez mezclado durante un tiempo total de 18 a 19 min. manualmente, esta mezcla está dispuesto para ser colocado en las probetas cilíndricas.

3.3.3.2. COLOCADO DEL ESPÉCIMEN EN LAS PROBETAS CILÍNDRICAS:

3.3.3.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Moldes Cilíndricos para Probetas de Hormigón de 15 x 30 cm.
- Varilla de Compactación.
- Mazo de Goma.
- Cucharón.
- Mescla del concreto.
- Pala.
- Plancha.
- Frotacho.
- Petróleo.
- Alicata.

3.3.3.2.2. PROCEDIMIENTO DE LA COLOCACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO:

- PRIMERO: ajustar con el alicata los pernos de la probeta cilíndrica.
- SEGUNDO: pasar con un trapo húmedo de petróleo en la probeta cilíndrica estándar.
- TERCERO: Tomar la mezcla del concreto y llenar en los moldes en tres capas.

- CUARTO: compactar la mezcla con 25 golpes con una varilla metálica y posteriormente se golpeará el cilindro con un mazo de goma de 10 a 15 veces, realizar este proceso por cada capa para asegurar su compactación.
- Quinto: Retirar el exceso de la mezcla del cilindro y dejar la muestra al mismo nivel del tope del cilindro, y asegurar que la superficie quede completamente llana con la plancha.

3.3.4. DESENCOFRADO Y CURADO DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS ESTANDAR:

3.3.4.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Piscina de Curado.
- Herramientas manuales.

3.3.4.2. PROCEDIMIENTO DEL DESENCOFRADO Y CURADO DE LA PROBETA CILÍNDRICA DE CONCRETO:

- PRIMERO: Desencofrar los cilindros una vez transcurrido las siguientes 24 horas, como se muestra en la fotografía N° 42.
- SEGUNDO: Marcar las probetas, como se muestra en la fotografía N° 24.
- TERCERO: Trasladar las briquetas a la piscina de curado con agua a una temperatura de 21° a 23°C y se sumerge completamente la briqueta dentro del agua. como se muestra en la fotografía.

Figura III.14.
Piscina de Curado



FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.4. DISEÑO Y ELABORACIÓN DE VIGAS DE 15X15X51CM:

3.4.1. PREPARACIÓN DE LOS MOLDES DE VIGAS DE 15X15X51CM:

Para la elaboración de las vigas rectangulares de concreto se utilizaron moldes rectangulares de lámina rígida, con sus dimensiones de 15 x 15 x 51 cm, especificándose las características en el capítulo II, en el punto 2.2.8.3. Estas se han lavado, cepillado y limpiado de tal forma que se les quitaron los residuos de anteriores moldeos para evitar la contaminación del concreto, como se muestra en la fotografía N° 44.

Figura III.15.

Moldes de vigas rectangulares de 15x15x51cm



FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.4.2. DOSIFICACIÓN DEL ESPÉCIMEN PARA UNA VIGA RECTANGULAR DE (15X15x51cm):

3.4.2.1. DOSIFICACIÓN CON EL 0% DE VIDRIO RECICLADO INCORPORADO AL AGREGADO FINO PARA UNA VIGA 15X15X51CM:

Para la dosificación de una viga rectangular con un 0% de vidrio molido, se usa el resumen del resultado de la tabla N°19, para calcular el peso requerido, aumentando un desperdicio del 7%. Se realiza de la siguiente manera.

- ÁREA DEL MOLDE RECTANGULAR.

Área de una molde rectangular = $L \times A \times H$

Área de una molde rectangular = 11475cm^3

Área de una molde rectangular = 0.011475m^3

- DOSIFICACIÓN DEL CEMENTO MÁS EL 7% DEL DESPERDICIO.

373 \longrightarrow 1m³

X \longrightarrow 0.011475m³

Dosificación del cemento = 4.28kg

Dosificación del cemento más el 7% = $4.28 + 7\%$

La dosificación del cemento para una viga rectangular de 15x15x51 es 4.58kg

- DOSIFICACIÓN DEL AGUA MÁS EL 7% DEL DESPERDICIO.

205 \longrightarrow 1m³

X \longrightarrow 0.011475m³

Dosificación del agua = 2.35kg

Dosificación del agua más el 7% = 2.35 + 7%

La dosificación del agua para una viga rectangular de 15x15x51 es 2.51 kg

- DOSIFICACIÓN DEL AGREGADO GRUESO MÁS EL 7% DEL DESPERDICIO.

968 \longrightarrow 1m³

X \longrightarrow 0.011475m³

Dosificación del agregado grueso = 11.10 kg

Dosificación del agregado grueso más el 7% = 11.10 + 7%

La dosificación del agregado grueso para una viga rectangular de 15x15x51 es 11.88 kg.

- DOSIFICACIÓN DEL AGREGADO FINO MÁS EL 7% DEL DESPERDICIO.

671 \longrightarrow 1m³

X \longrightarrow 0.011475m³

Dosificación del agregado fino= 7.70 kg

Dosificación del agregado fino más el 7%= 7.70 *+7%

La dosificación del agregado fino para una viga rectangular de 15x15x51 es 8.24kg.

- RESUMEN DE LA DOSIFICACIÓN DE LOS MATERIALES PARA UNA VIGA DE 15X15X51CM.

El resumen de la dosificación para una viga rectangular de concreto, se muestra en la tabla N° 52.

Tabla III.37.

Resumen de la dosificación del diseño de mezcla con el 0% de vidrio para una viga rectangular de 15x15x51CM

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO
	(Kg)
CEMENTO	4,58
AGUA	2,51
AGREG.GRUESO	11,88
AGREG.FINO	8,24

FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.4.2.2. DOSIFICACIÓN CON EL 30% DE VIDRIO RECICLADO INCORPORADO AL AGREGADO FINO PARA UNA VIGA RECTANGULAR DE 15X15X51CM:

Para el 30% de vidrio reciclado incorporado al agregado fino se usa la tabla N° 52 siendo el resumen de la dosificación estándar para una viga rectangular de 15 x 15 x 51cm, considerando el 7% de desperdicio. Se calcula de la siguiente manera.

$$8.24\text{kg} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longrightarrow 30\%$$

$$\text{Peso del vidrio molido al } 30\% = 2.47 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del agregado fino al } 70\% = 5.77\text{kg}$$

Las especificaciones corregidas con el 30% de vidrio reciclado en los parámetros granulométricos del agregado fino se muestran en la tabla N° 53.

Tabla III.38.
Corrección del análisis granulométrico del 30% de vidrio reciclado dentro
de los parámetros de finos

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumunlado	% Pasa	Especificaciones granulometricas de finos
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100%
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	95-100%
N° 8	0.45	18.22	18.22	81.78	80-100%
N° 16	0.75	30.36	48.58	51.42	50-85%
N° 30	0.63	25.51	74.09	25.91	25-60%
N° 50	/	/	/	/	10-30%
N° 100	/	/	/	/	2-10%
N° 200	/	/	/	/	
FONDO	0.64	25.91	100.00	0.00	
SUMA	2.47	1.23			

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

Resumen de la dosificación de los materiales con el 30% de vidrio reciclado incorporado al agregado fino para una viga de 15x15x51cm considerando el 7% de desperdicio, como se muestra en la tabla N° 46.

Tabla III.39.
Resumen de la dosificación con el 30% de vidrio reciclado incorporado en el
agregado fino para una probeta rectangular de 15x15x51cm.

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO
	(Kg)
CEMENTO	4,58
AGUA	2,51
AGREG.GRUESO	11,88
AGREG.FINO 70%	5,77
VIDRIO RECICLADO(MOLIDO)30%	2,47
N° 8	0,45
N° 16	0,75
N° 30	0,63
FONDO	0,64

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.4.2.3. DOSIFICACIÓN CON EL 60% DE VIDRIO RECICLADO INCORPORADO AL AGREGADO FINO PARA UNA VIGA RECTANGULAR DE 15X15X51CM:

Para el 60% de vidrio reciclado incorporado al agregado fino se usa la tabla N° 52 siendo el resumen de la dosificación estándar para una viga rectangular de 15 x 15 x51cm, considerando el 7% de desperdicio. Se calcula de la siguiente manera.

8.24kg —————> 100%

X —————> 60%

Peso del vidrio molido al 60% = 4.94kg

Peso del agregado fino al 40%= 3.30kg

Las especificaciones corregidas con el 60% de vidrio reciclado en los parámetros granulométricos del agregado fino se muestran en la tabla N° 55.

Tabla III.40.
Corrección del análisis granulométrico del 60% de vidrio reciclado dentro de los parámetros de finos

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Especificaciones granulometricas de finos
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100%
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	95-100%
N° 8	0.90	18.22	18.22	81.78	80-100%
N° 16	1.50	30.36	48.58	51.42	50-85%
N° 30	1.26	25.51	74.09	25.91	25-60%
N° 50	/	/	/	/	10-30%
N° 100	/	/	/	/	2-10%
N° 200	/	/	/	/	
FONDO	1.28	25.91	100.00	0.00	
SUMA	4.94	2.45			

FUENTE: Elaboración propia – 2017

Resumen de la dosificación de los materiales con el 30% de vidrio reciclado incorporado al agregado fino para una viga de 15x15x51cm considerando el 7% de desperdicio, como se muestra en la tabla N° 56.

Tabla III.41.

Resumen de la dosificación con el 60% de vidrio reciclado incorporado en el agregado fino para una probeta rectangular de 15x15x51cm

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO
	(Kg)
CEMENTO	4,58
AGUA	2,51
AGREG.GRUESO	11,88
AGREG.FINO 40%	3,30
VIDRIO RECICLADO(MOLIDO)60%	4,94
N° 8	0,90
N° 16	1,50
N° 30	1,26
FONDO	1,28

FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.4.2.4. DOSIFICACIÓN CON EL 100% DE VIDRIO RECICLADO (MOLIDO) PARA UNA VIGA RECTANGULAR DE 15X15X51CM:

Para el 100 % de vidrio reciclado incorporado al agregado fino se utiliza la tabla N° 44 siendo este 8.24kg.

Las especificaciones corregidas con el 60% de vidrio reciclado en los parámetros granulométricos del agregado fino se muestran en la tabla N° 57.

Tabla III.42.

Corrección del análisis granulométrico del 100% de vidrio reciclado dentro de los parámetros de finos.

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumunlado	% Pasa	Especificaciones granulometricas de finos
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100%
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	95-100%
N° 8	0.70	18.37	18.37	81.63	80-100%
N° 16	1.15	30.18	48.56	51.44	50-85%
N° 30	0.95	24.93	73.49	26.51	25-60%
N° 50	/	/	/	/	10-30%
N° 100	/	/	/	/	2-10%
N° 200	/	/	/	/	
FONDO	1.01	26.51	100.00	0.00	
SUMA	3.81	1.89			

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

Resumen de la dosificación de los materiales con el 30% de vidrio reciclado incorporado al agregado fino para una viga de 15x15x51cm considerando el 7% de desperdicio, como se muestra en la tabla N° 58.

Tabla III.43.

Resumen de la dosificación con un 100% de vidrio para una probeta cilíndrica

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO
	(Kg)
CEMENTO	4,58
AGUA	2,51
AGREG.GRUESO	11,88
VIDRIO RECICLADO(MOLIDO)100%	8,24
N° 8	1,50
N° 16	2,50
N° 30	2,10
FONDO	2,14

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.4.3. ELABORACIÓN DE LA MEZCLA Y COLOCADO DE VIGAS RECTANGULARES DE 15X15X51CM:

3.4.3.1. ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DEL CONCRETO:

Teniendo las dosificaciones de los diseños de mezcla para una viga rectangular de 15x15x51cm para una resistencia de 210 kg/cm² o 21mpa, con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado incorporado al agregado fino, primeramente se pesa y luego se realiza el proceso de la elaboración de la mezcla, como se muestra en la fotografía N° 45.

La elaboración de la mezcla del concreto para una viga rectangular se ha realizado de igual manera como el diseño de las probetas cilíndricas es decir manualmente.

La preparación de la mezcla se ha realizado en la carretilla como recipiente móvil donde por cada preparada se vaciaba dos especímenes de vigas rectangulares como máximo, realizando este proceso de preparación en varias ocasiones.

3.4.3.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Carretilla.
- Pala.
- Bandejas Metálicas.
- Balanza electrónica.
- Ag. Fino.
- Ag. Grueso.
- Cemento.
- Agua.
- Vidrio molido Granulado.
- Herramientas manuales.

3.4.3.2.2. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MEZCLADO DEL CONCRETO CON EL 0% DE VIDRIO INCORPORADO AL AGREGADO FINO:

- PRIMERO: Se mezcla los áridos granulares con el cemento hasta que esta mezcla esté bien combinada durante 1 minutos sin usar el agua.
- SEGUNDO: Después del primero punto se accede a echar el agua en 3 tiempos del mezclado cada tiempo de mezcla dura de 3 a 4 minutos a pala, que vendría a ser los 3 tiempos una sumatoria de 10 a 11 minutos por la elaboración del mezclado manualmente.
- TERCERO: Una vez mezclado completamente durante un tiempo total de 12 a 13 minutos manualmente, esta mezcla está dispuesto para el colocado en las probetas rectangulares de 15x15x51cm.

3.4.3.2.3. PROCESO DE ELABORACIÓN CON EL 30% Y 60% DEL VIDRIO RECICLADO INCORPORADO AL AGREGADO FINO:

- PRIMERO: Se mezcla los % granulométricos de vidrios molido con un % de cemento manualmente en una bandeja durante 1 a 2 minutos sin usar el agua.
- SEGUNDO: Se mezcla los áridos granulares con el cemento en la carretilla hasta que esté bien combinado durante 1 minutos, sin usar el agua.
- TERCERO: Se mezcla el contenido de la bandeja en la carretilla durante 2 a 3 minutos con la pala, cuidando el granulado de los finos del vidrio (molido).
- CUARTO: Una vez mesclado en un estado seco, se accede a echar el agua en 3 partes en la mezcla, cada parte durante 3 a

4 minutos del mezclado a pala que vendría a ser una sumatoria de 14 a 15 minutos la elaboración de la mezcla a pala.

- QUINTO: Una vez mezclado completamente durante un tiempo total de 18 a 19 minutos manualmente, esta mezcla está dispuesto para el colocado en las probetas rectangulares de 15x15x51cm.

3.4.3.2.4. PROCESO DE ELABORACIÓN CON EL 100% DEL VIDRIO RECICLADO (MOLIDO) SUSTITUIDO POR EL AGREGADO FINO:

- PRIMERO: Se mezcla los % granulométricos del vidrios molido con un % de cemento manualmente en una bandeja durante 2 a 3 minutos sin usar el agua.
- SEGUNDO: Se mezcla el agregado grueso con un % de cemento. Usando la pala en la carretilla, hasta que esta mezcla este bien combinado durante 1 minutos.
- TERCERO: Se junta el material mezclado de la bandeja en la carretilla cuidadosamente para conservar los % granulométricos del vidrio molido durante 2 a 3 minutos.
- CUARTO: Se le influye el agua en la mezcla seca en 3 tiempos siendo un promedio de 4 a 5 min por cada tiempo, el proceso de mezcla dura un promedio de 14 a 15 minutos.
- QUINTO: Una vez mezclado completamente durante un tiempo total de 22 a 23 minutos manualmente, esta mezcla está dispuesto para el colocado en las probetas rectangulares de 15x15x51cm.

3.4.3.3. COLOCADO DEL ESPÉCIMEN DE LOS MOLDES RECTANGULARES DE 15X15X51CM:

3.4.3.3.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Moldes Rectangular para viga de 15x15x51cm.

- Varilla de Compactación.
- Mazo de Goma.
- Cucharón.
- Mezcla del concreto.
- Pala.
- Plancha.
- Frotacho.
- Petróleo.
- Alicata.

3.4.3.3.2. PROCEDIMIENTO DE LA COLOCACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO:

- PRIMERO: Ajustar con el alicata los pernos de los moldes 15x15x51cm.
- SEGUNDO: Pasar con un trapo de petróleo húmedo el molde de 15x15x51cm.
- TERCERO: Tomar la mezcla del concreto y llenar en los moldes en dos capas.
- CUARTO: Compactar la mezcla con 45 golpes con una varilla metálica y posteriormente se golpeará el cilindro con un mazo de goma de 15 a 20

Veces, realizar este proceso por cada capa para asegurar su compactación como se muestra en la figura N° 46.

Figura III.16.

Vaciado y compactado la mezcla en el molde



FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.4.4. DESENCOFRADO Y CURADO DE LAS VIGAS RECTANGULARES DE 15X15X51CM:

3.4.4.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Piscina de Curado.
- Herramientas manuales.

3.4.4.2. PROCEDIMIENTO DEL DESENCOFRADO Y CURADO DE LA VIGAS RECTANGULARES DE CONCRETO:

- PRIMERO: Desencofrar los moldes rectangulares una vez transcurrido las siguientes 24 horas, como se muestra en la fotografía N° 47.
- SEGUNDO: Marcar las vigas para identificar la descripción y elaboración del espécimen, como se muestra en la fotografía N° 48.

- TERCERO: Trasladar las briquetas a la piscina de curado con agua a una temperatura de 21° a 23°C y se sumerge completamente la briqueta dentro del agua, como se aprecia en la fotografía N°49.

Figura III.17.

Marcado con plumón en el borde de las vigas rectangulares



FUENTE: Elaboración propia – 2017

Figura III.18.

Curado de las vigas rectangulares



FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

El ensayo de resistencia a la compresión se basa de acuerdo con la norma NTP 339.034 ya mencionado en el capítulo anterior en el punto N° 2.2.8.1, describiendo el ensayo de resistencia a la compresión siendo la

medida de resistencia más preferencial y común para el ingeniero para diseñar cualquier estructura.

Esta prueba determina la resistencia haciendo uso de las probetas cilíndricas estándar de concreto ya mencionados en el punto 3.4.2. Aplicando una carga axial a una velocidad que está dentro de un rango determinado hasta que la muestra falle, usando el equipo de la prensa.

Para determinar la resistencia a la compresión de los especímenes de hormigón se realizó el procedimiento que se detalla a continuación.

3.5.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN:

3.5.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Vernier.
- Libreta de apuntes.

3.5.1.2. PROCEDIMIENTO:

- PRIMERO: Retirar el número de probetas destinadas para el ensayo de compresión según la fecha requerida siendo a los 7, 14 y 28 días. Por cada fecha requerida se ensayaron 3 briquetas.
- SEGUNDO: Se mide el diámetro en las caras centradas de la probeta haciendo el uso del vernier midiendo dos veces de diferentes lados sacando un promedio total. Es muy importante el diámetro para la resistencia como se puede apreciar en la fotografía N° 50.

Figura III.19.

Midiendo con el vernier el diámetro de las probetas cilíndricas



FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.5.2. ENSAYO DE COMPRESIÓN:

3.5.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Prensa hidráulica.
- Especímenes.

3.5.2.2. PROCEDIMIENTO:

- PRIMERO: Ingresar las probetas a la máquina de compresión. Centrar dichas muestras en las circunferencias concéntricas como se muestra en la fotografía N° 51.
- SEGUNDO: Comprimir la máquina de compresión aplicando una velocidad constante de 0.25 MPa/s.
- TERCERO: Una vez ya indicando la rotura rápidamente poner en descender la velocidad o ponerlo en neutro.
- CUARTO: Registrar la carga máxima y el tipo de falla obtenida en la prensa de compresión como se muestra en la fotografía N° 52.

3.6. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

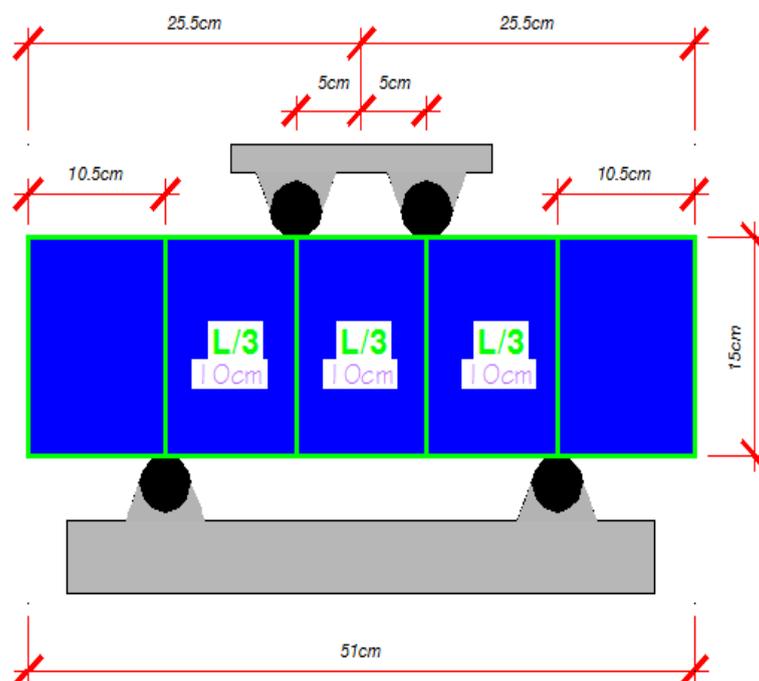
El ensayo de módulo de rotura se basa de acuerdo a la norma ASTM C – 78 y NTP 339.078, ya mencionado en el capítulo anterior en el punto N°2.2.8.2. Aplicándose la carga en los puntos tercios de la longitud de la viga, considerando su resistencia a la flexión siendo usadas y aceptadas para los diseños de pavimentos hidráulicos.

Para esta prueba de resistencia a la flexión se hace el uso de los especímenes rectangulares 15X15X51cm ya mencionados en el punto 3.4. Aplicandose una carga axial en los puntos tercios de la longitud a una velocidad que está dentro de un rango determinado hasta que la muestra falla, usando el equipo de la prensa y los equipos metálicos para la compostura de la viga.

Para determinar la resistencia a la flexión de los especímenes de hormigón se realizó el procedimiento que se muestra en el grafico N° 12.

Figura III.20.

Modelo de espécimen de viga para el ensayo de Mr



FUENTE: Elaboración propia – 2017

3.6.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS DE HORMIGÓN

3.6.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Fluxómetro.
- Vernier.
- Libreta de apuntes.

3.6.1.2. PROCEDIMIENTO

- PRIMERO: Retirar el número de probetas destinadas para el ensayo de flexión según la fecha requerida siendo a los 7, 14,28 días. Por cada fecha requerida se ensayaron 4 probetas de viga.
- SEGUNDO: Se mide el ancho, alto y el largo, haciendo el uso del vernier y el Flexómetro, midiendo dos veces en cada lado de diferentes extremos sacando un promedio total. Es muy importante el diámetro para la resistencia a la flexión.

Figura III.21.

Midiendo con el vernier la altura de la viga



FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.6.2. ENSAYO DE MODULO DE ROTURA

3.6.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES

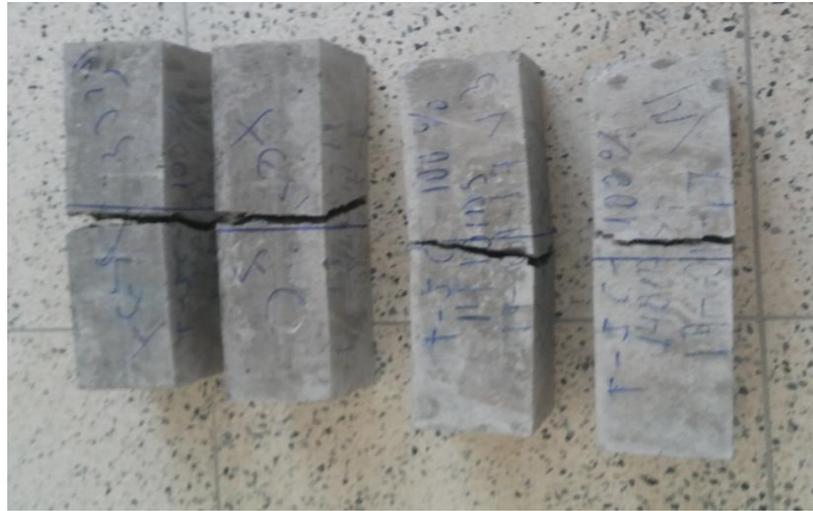
- Prensa hidráulica.
- Equipo de Rotula de acero para la estabilidad de la viga en los puntos tercios.
- Especímenes de viga.

3.6.2.2. PROCEDIMIENTO

- PRIMERO: Armar el equipo de rotula de acero en la prensa de resistencia.
- SEGUNDO: Ingresar la viga a la máquina de compresión, centrar en los rodillos y rotula de hacer.
- TERCERO: Usar la prensa hidráulica para romper la viga aplicando una velocidad constante de 0.86 MPa/s.
- CUARTO: Una vez indicando la rotura rápidamente poner en descender la velocidad de la prensa haciendo esta que la viga falle en la parte tercia media obteniendo dos pedazos que posteriormente se extrae cuidadosamente de la prensa para que esta no se dañe.
- QUINTO: Registrar la carga máxima y el tipo de falla obtenida con la prensa.
- SEXTO: Obtener los resultados de la viga 15x15x51cm después de pasar su resistencia máxima, como se muestra en la fotografía N° 61.

Figura III.22.

Resultado de las fallas en el punto tercio de la viga



FUENTE: Elaboración propia – 2017.

3.7. ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD

El ensayo del módulo de elasticidad se basa de acuerdo con la norma ASTM C-469 ya mencionado en el capítulo anterior en el punto N° 2.2.8.3, describiendo que el concreto es elástico por no tener un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama.

Esta prueba determina la deformación elástica entre el esfuerzo vs deformación de los cilindros del concreto ya mencionados en el punto 3.4.2. Usando el equipo del compresometro para verificar la deformación con una fuerza longitudinal progresiva hasta que la muestra falle, usando el equipo de la prensa.

Para determinar la resistencia a la compresión de los especímenes de hormigón se realizó el procedimiento que se detalla a continuación.

3.7.1. ENSAYO DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN

3.7.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Prensa hidráulica.
- Compresómetro.

- Nivel.
- Probetas cilíndricas de hormigón.
- Vernier.
- Libreta de apuntes.

3.7.1.2. PROCEDIMIENTO

- PRIMERO: Retirar las probetas cilíndricas del tanque de curado 1 hora antes de su ensayo como mínimo.
- SEGUNDO: Se mide el diámetro en las caras centradas de la probeta haciendo el uso del vernier midiendo dos veces de diferentes lados sacando un promedio total.
- TERCERO: Colocar el compresómetro en las probetas cilíndricas de hormigón, nivelar y centrar el compresómetro como se muestra en la fotografía N° 62.
- CUARTO: Colocar las probetas cilíndricas en la prensa hidráulica y centrarlo, verificar nuevamente con el nivel y ajustar cuidadosamente los ejes del compresómetro sin registrar la primera deformación, como se muestra en la siguiente fotografía N° 63.
- QUINTO: Aplicar una carga continúa con una velocidad constante en un rango de rango de 0.241 ± 0.034 Mpa/seg.
- SEXTO: Registrando sin interrupción las lecturas de las cargas aplicadas a cada 1000kg juntamente con la lectura de la deformación longitudinal.
- SEPTIMO las probetas cilíndricas no deben tener un punto de ruptura simplemente es necesario que llegue a una resistencia adecuada de su diseño requerido para no dañar ni malograr el compresometro como la prensa hidráulica.

Figura III.23.

Uso del nivel en el compresómetro juntamente con la probeta cilíndrica



FUENTE: Elaboración propia – 2017.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADO DE LAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS DEL VIDRIO RECICLADO PROVENIENTE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL AGREGADO FINO

Los resultados de las características físicas del vidrio reciclado provenientes de residuos de construcción en el agregado fino se han obtenido mediante los ensayos de absorción y el peso unitario, mostrando la influencia del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino .

4.1.1. EL VIDRIO RECICLADO PROVENIENTES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Los resultados de la absorción se realizaron bajo el procedimiento de la norma ASTM C-128 mediante el ensayo del picnómetro, con la influencia del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino, como se muestra en la tabla N°59.

Tabla IV.1.

% de absorción con el 0%, 30%, 60% y 100 % de vidrio incorporado al agregado fino

VIDRIO	AG FINO	%
0%	100%	3,20
30%	30%	2,39
60%	60%	1,68
100%	0%	0,16

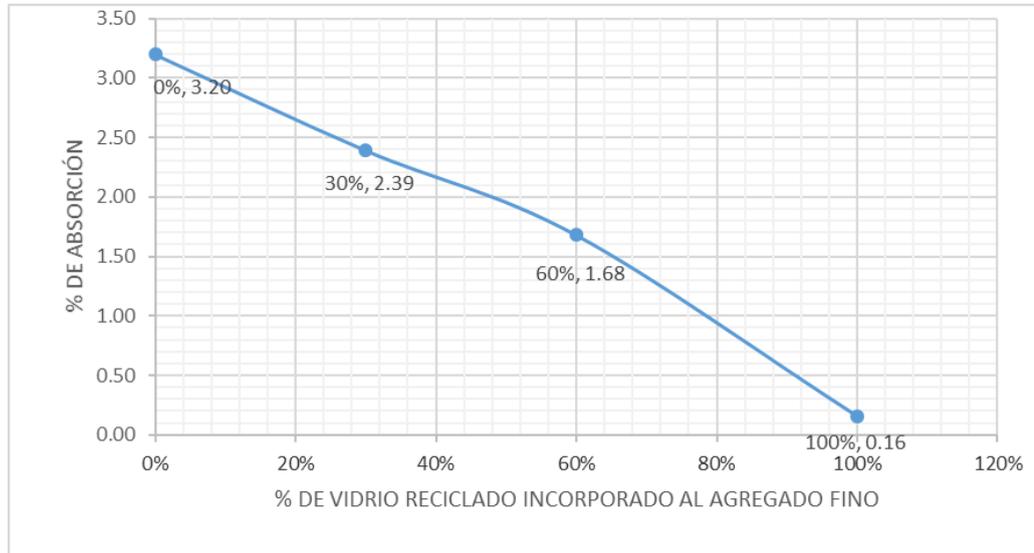
FUENTE: Elaboración propia – 2017

En el gráfico N°13 se muestra la influencia del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino en la absorción. Mostrando como

reduce los porcentajes de absorción cuando se le incorpora los porcentajes de vidrio al agregado fino en cada ensayo.

Figura IV.1.

% de absorción del agregado fino incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio



FUENTE: Elaboración propia – 2017

- El % de absorción con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino es 3.20%
- El % de absorción con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino es 2.39%
- El % de absorción con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino es 1.68%
- El % de absorción con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino es 0.16%.

4.1.2. EL VIDRIO RECICLADO PROVENIENTES DE RESIDUO DE CONSTRUCCIÓN EN EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Los resultados del peso unitario se realizaron bajo el procedimiento de la norma ASTM C-29 mediante el ensayo de máximos y mínimos del agregado fino, incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio, hallando los valores del peso unitario suelto y peso unitario varillado.

A. RESULTADOS DEL PESO UNITARIO SUELTO:

Los resultados del peso unitario suelto del agregado fino incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio, se muestran en la tabla N° 60.

Tabla IV.2.

Peso unitario suelto con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

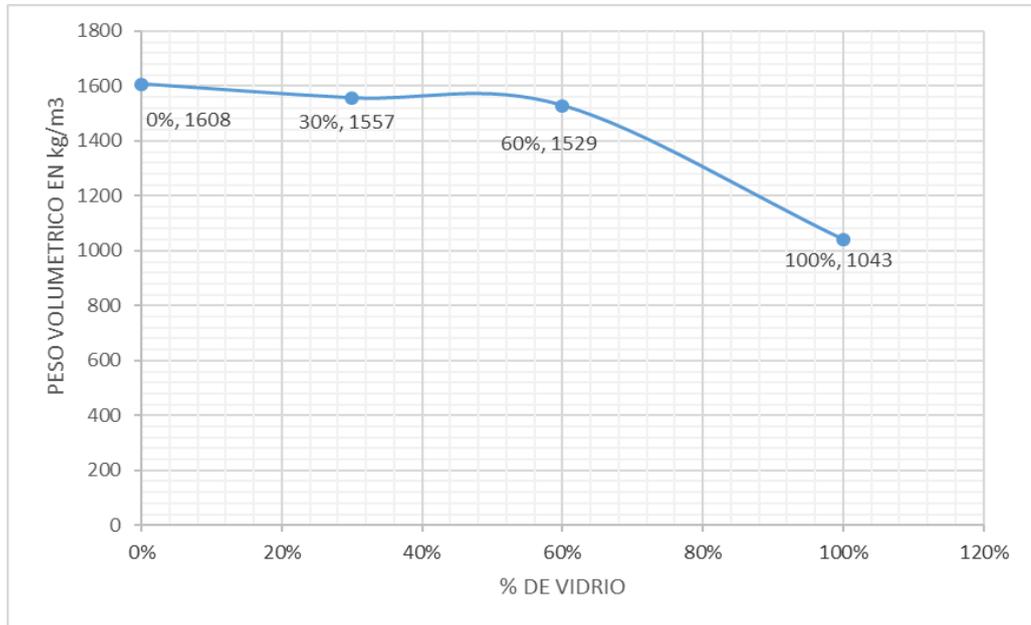
VIDRIO	AG FINO	P. U. SUELTO
0%	100%	1607,56
30%	70%	1556,63
60%	40%	1529,32
100%	0%	1042,69

FUENTE: Elaboración propia – 2017

En el gráfico N°14 se muestra la influencia del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino en el peso unitario suelto. Mostrando como reduce el peso de una manera considerable, cuando se le incorpora los porcentajes de vidrio al agregado fino en cada ensayo.

Figura IV.2.

Peso unitario suelto del agregado fino incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio



FUENTE: Elaboración propia – 2017

- El Peso unitario suelto con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino es 1608 kg/m³.
- El Peso unitario suelto con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino es 1557 kg/m³.
- El Peso unitario suelto con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino es 1529 kg/m³.
- El Peso unitario suelto con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino es 1043 kg/m³.

B. RESULTADO DEL PESO UNITARIO VARILLADO:

Los resultados del peso unitario varillado del agregado fino incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio, se muestran en la tabla N° 61.

Tabla IV.3.

Peso unitario varillado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

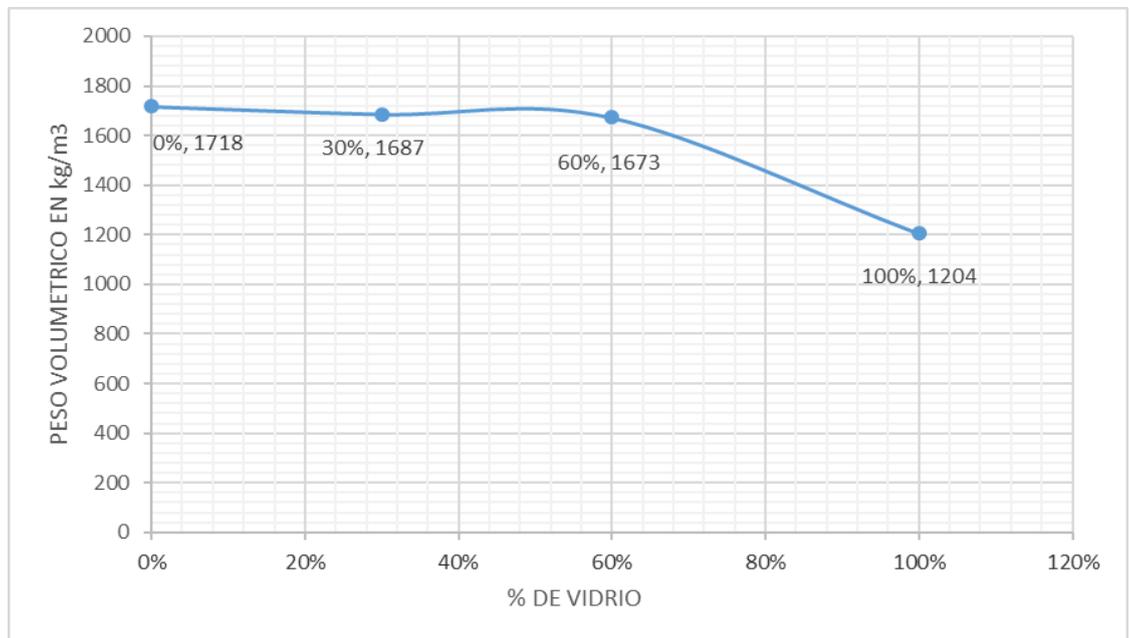
VIDRIO	AG FINO	P. U. VARILLADO
0%	100%	1717,77
30%	70%	1686,69
60%	40%	1672,70
100%	0%	1204,24

FUENTE: Elaboración propia – 2017

En el gráfico N°15 se muestra la influencia del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino en el peso unitario varillado. Mostrando como reduce los pesos de una manera considerable, cuando se le incorpora los porcentajes de vidrio al agregado fino en cada ensayo.

Figura IV.3.

Peso unitario varillado del agregado fino incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio.



FUENTE: Elaboración propia – 2017

- El Peso unitario varillado con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino es 1718 kg/m³.

- El Peso unitario varillado con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino es 1687 kg/m³.
- El Peso unitario varillado con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino es 1673 kg/m³.
- El Peso unitario varillado con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino es 1204 kg/m³.

4.2. RESULTADO DE ENSAYOS MECANICOS

Los resultados se obtienen mediante los ensayos mecánicos F'_c , M_r , E_c , realizados en el laboratorio de suelos de la UANCV, mostrando las variaciones del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino, para la dosificación de cada ensayo mecánico, según al diseño de mezcla del concreto.

4.2.1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Los resultados de la resistencia a la compresión se realizaron bajo el procedimiento de la norma técnica peruana 339.034.

Mostrando las diferencias entre los resultados de resistencia a la compresión, cuando el agregado fino tiene contenido remplazado del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso.

Haciendo la comparación de f'_c de 210kg/cm² del diseño de mezcla, con el f'_c cuando el agregado fino está incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio en peso, en las edades de 7, 14, 28 días calendarios.

A. RESULTADO DE F'_c A LOS 7 DIAS DE EDAD:

En la tabla N°62 se muestra los resultados promedios de f'_c a los 7 días cuando el agregado fino es incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso, haciendo las diferencias y comparaciones correspondientes.

Tabla IV.4.

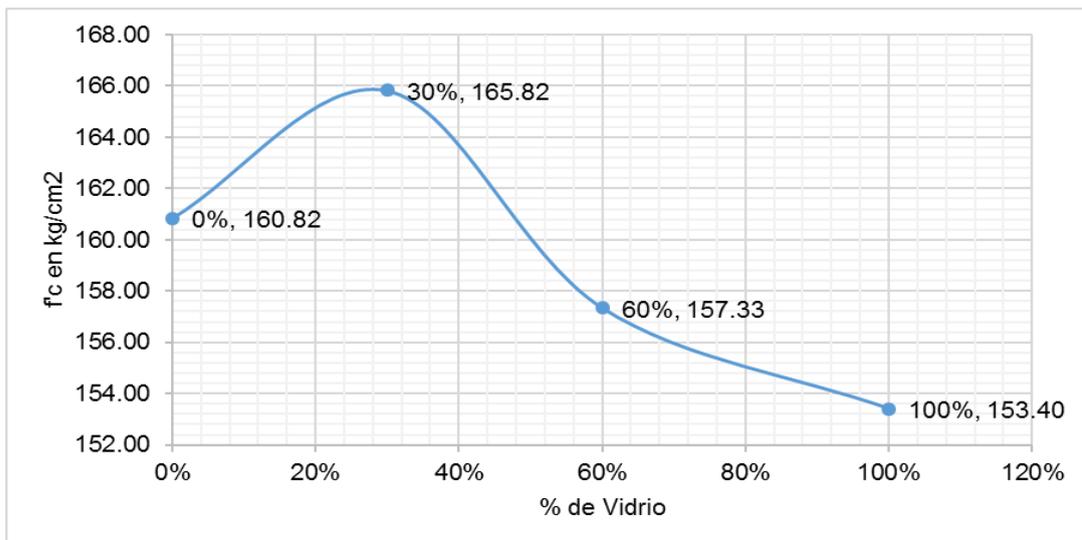
Resumen de f_c a los 7 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	7 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm ²	Promedio de Esf. Rotura	f_c kg/cm ²	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	162,83	160,82	210	76,58
	2	155,24			
	3	158,81			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	158,41	165,82	210	78,96
	2	164,56			
	3	167,07			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	165,01	157,33	210	74,92
	2	157,76			
	3	156,90			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	156,23	153,40	210	73,05
	2	150,56			
	3	148,51			

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

Figura IV.4.

Influencia del vidrio incorporado al agregado fino en la f_c a los 7 días de edad



FUENTE: Elaboración propia – 2017

- La resistencia a la compresión a los 7 días con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 160.82kg/cm².

- La resistencia a la compresión a los 7 días con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 165.82kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 7 días con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 157.33kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 7 días con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 153.40kg/cm².

B. RESULTADO DE F'c A LOS 14 DIAS DE EDAD:

En la tabla N°63 se muestra los resultados promedios de f'c a los 14 días cuando el agregado fino es incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso, haciendo las diferencias y comparaciones correspondientes.

Tabla IV.5.

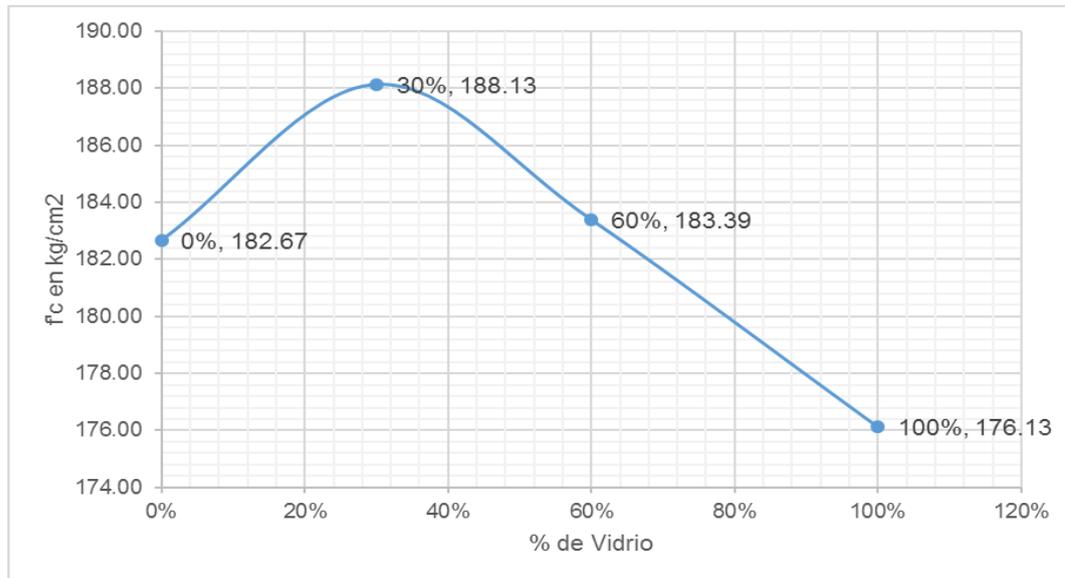
Resumen de f'c a los 14 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	14 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm ²	Promedio de Esf. Rotura	f'c kg/cm ²	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	179,10	182,67	210	86,99
	2	174,40			
	3	186,23			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	174,41	188,13	210	89,59
	2	186,13			
	3	190,13			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	190,99	183,39	210	87,33
	2	180,73			
	3	186,05			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	178,60	176,13	210	83,87
	2	173,20			
	3	173,66			

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

Figura IV.5.

Influencia del vidrio incorporado al agregado fino en la f'c a los 14 días de edad



FUENTE: Elaboración propia – 2017.

- La resistencia a la compresión a los 14 días con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 182.67kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 14 días con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 188.13kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 14 días con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 183.39kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 14 días con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 176.13/cm².

C. RESULTADO DE F'c A LOS 28 DIAS DE EDAD:

En la tabla N°64 se muestra los resultados promedios de f'c a los 28 días cuando el agregado fino es incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso, haciendo las diferencias y comparaciones correspondientes.

Tabla IV.6.

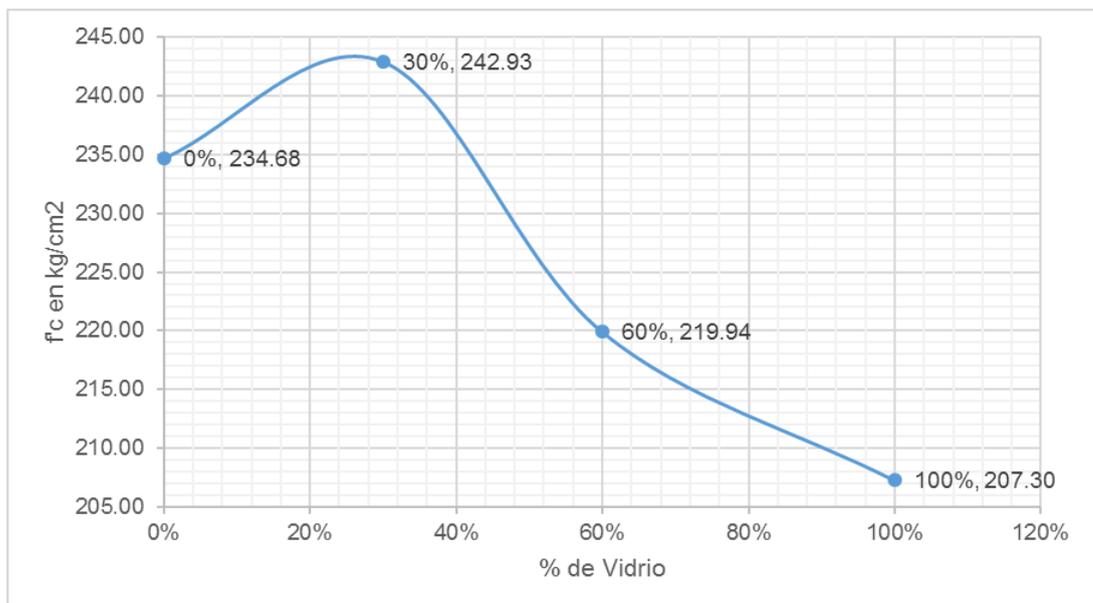
Resumen de f_c a los 28 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	28 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm ²	Promedio de Esf. Rotura	f_c kg/cm ²	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	237,71	234,68	210	111,75
	2	225,40			
	3	231,64			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	241,98	242,93	210	115,68
	2	236,47			
	3	250,35			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	220,66	219,94	210	104,73
	2	218,98			
	3	220,17			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	203,52	207,30	210	98,71
	2	203,61			
	3	214,77			

FUENTE: Elaboración propia – 2017

Figura IV.6.

Influencia del vidrio incorporado al agregado fino en la f_c a los 28 días de edad



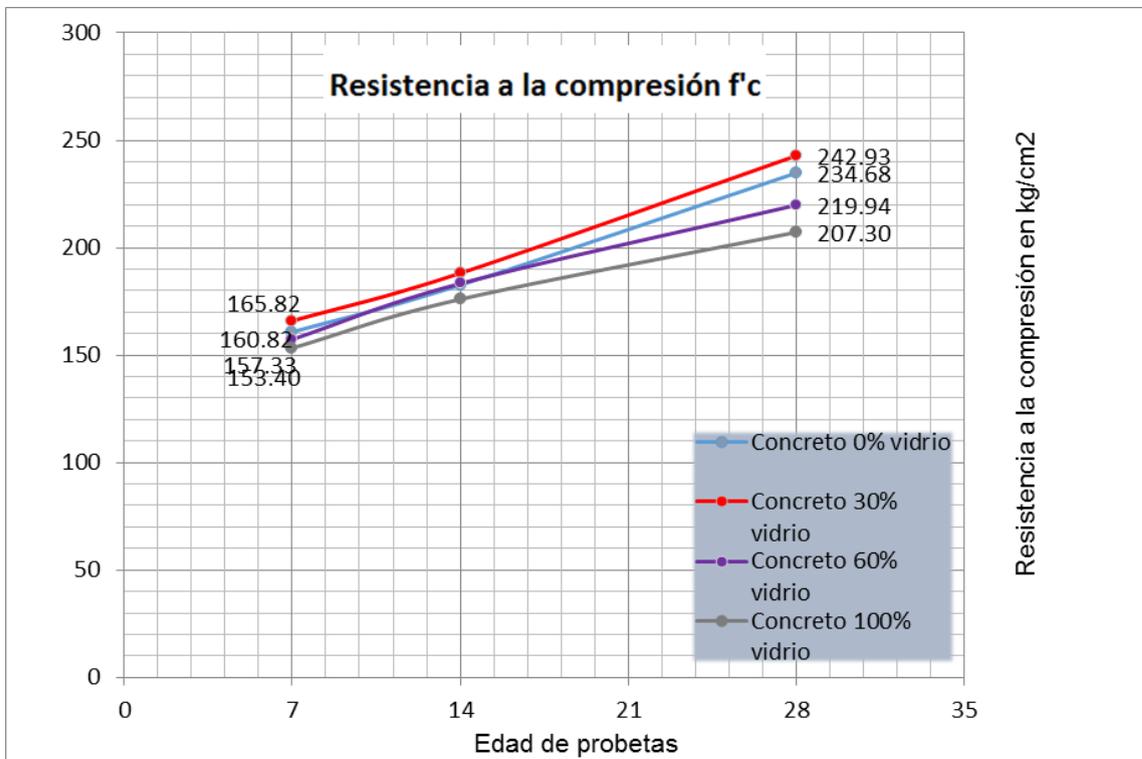
FUENTE: Elaboración propia – 2017

- La resistencia a la compresión a los 28 días con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 234.68kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 28 días con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 242.93kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 28 días con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 219.94kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 28 días con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 207.30kg/cm².

En la gráfica N°19 se muestra el comportamiento de f'c a los 7, 14 y 28 días de edad, con la influencia del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino.

Figura IV.7.

Resumen de f'c en las edades 7, 14 y 28 días con el 0%, ,30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino



FUENTE: Elaboración propia – 2017

- La resistencia a la compresión a los 7 y 28 días con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 160.82 y 234.68kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 7 y 28 días con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 165.82 y 242.93kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 7 y 28 días con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 157.33 y 219.94kg/cm².
- La resistencia a la compresión a los 7 y 28 días con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 153.40 y 207.30kg/cm².

4.2.2. RESISTENCIA A FLEXIÓN

El ensayo a flexión se realizó bajo al procedimiento de la norma técnica Peruana 339.078. Conocida más como la norma ASTM – 078, cargada en el punto tercios de la viga.

Se muestra las diferencias entre los resultados de resistencia a la flexión, cuando el agregado fino tiene contenido remplazado del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso.

Haciendo la comparación de la f_c de 210kg/cm² del diseño de mezcla con el M_r cuando el agregado fino está incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio en peso, en las edades de 7, 14, 28 días calendarios.

A. RESULTADO DE M_r A LOS 7 DIAS DE EDAD:

En la tabla N°65 se muestra los resultados promedios de M_r a los 7 días cuando el agregado fino es incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso haciendo las diferencias y comparaciones correspondientes.

Tabla IV.7.

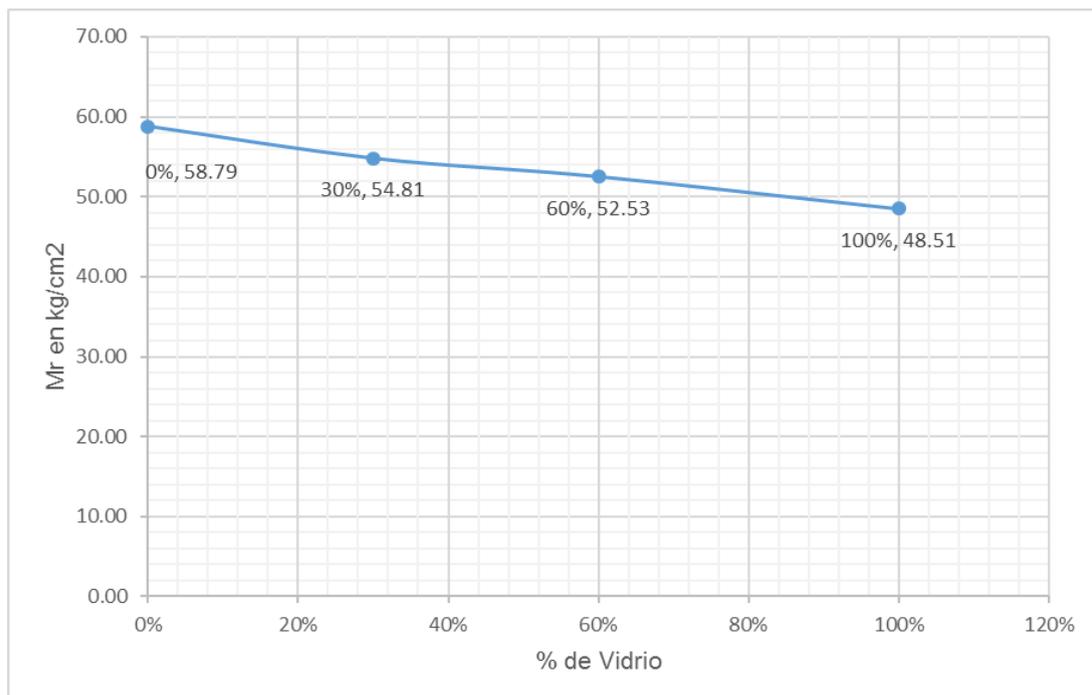
Resumen de Mr a los 7 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino.

Mezcla de concreto	N° Probeta	7 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm2	Promedio de Esf. Rotura	f'c kg/cm2	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	59,41	58,79	210	27,99
	2	60,75			
	3	54,90			
	4	60,08			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	57,30	54,81	210	26,10
	2	57,96			
	3	58,46			
	4	45,51			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	57,31	52,53	210	25,01
	2	41,36			
	3	54,56			
	4	56,88			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	48,15	48,51	210	23,10
	2	45,74			
	3	49,52			
	4	50,64			

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

Figura IV.9.

Influencia del vidrio incorporado al agregado fino en el Mr a los 7 días de edad



FUENTE: Elaboración propia – 2017

- El módulo de rotura a los 7 días, con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 58.79kg/cm².
- El módulo de rotura a los 7 días, con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 54.81kg/cm².
- El módulo de rotura a los 7 días, con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 52.53kg/cm².
- El módulo de rotura a los 7 días, con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 48.51kg/cm².

B. RESULTADO DE Mr A LOS 14 DIAS DE EDAD: En la tabla N°66 se muestra los resultados promedios de Mr a los 14 días cuando el agregado fino es incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso, haciendo las diferencias y comparaciones correspondientes.

Tabla IV.8.

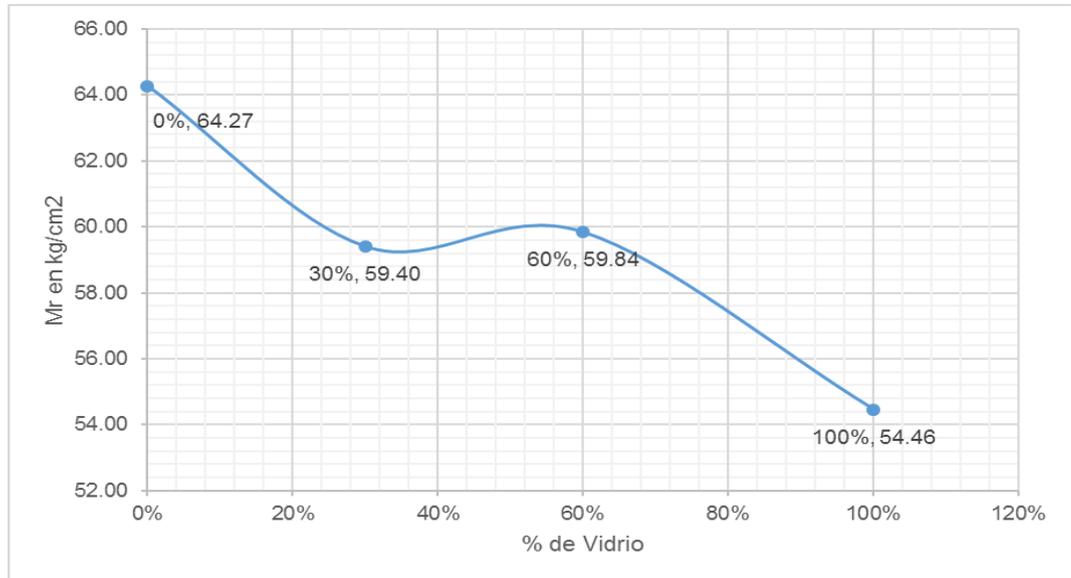
Resumen de Mr a los 14 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	14 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm ²	Promedio de Esf. Rotura	f'c kg/cm ²	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	63,51	64,27	210	30,60
	2	66,00			
	3	63,53			
	4	64,04			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	49,07	59,40	210	28,28
	2	63,41			
	3	62,91			
	4	62,20			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	60,52	59,84	210	28,49
	2	61,30			
	3	58,19			
	4	59,33			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	55,42	54,46	210	25,93
	2	57,52			
	3	54,72			
	4	50,17			

FUENTE: Elaboración propia – 2017

Figura IV.9.

Influencia del vidrio incorporado al agregado fino en el Mr a los 14 días de edad



FUENTE: Elaboración propia – 2017

- El módulo de rotura a los 14 días, con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 64.27kg/cm².
- El módulo de rotura a los 14 días, con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 59.40kg/cm².
- El módulo de rotura a los 14 días, con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 59.84kg/cm².
- El módulo de rotura a los 14 días, con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 54.46kg/cm².

C. RESULTADO DE Mr A LOS 28 DIAS DE EDAD: En la tabla N°66 se muestra los resultados promedios de Mr a los 28 días cuando el agregado fino es incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso, haciendo las diferencias y comparaciones correspondientes.

Tabla IV.9.

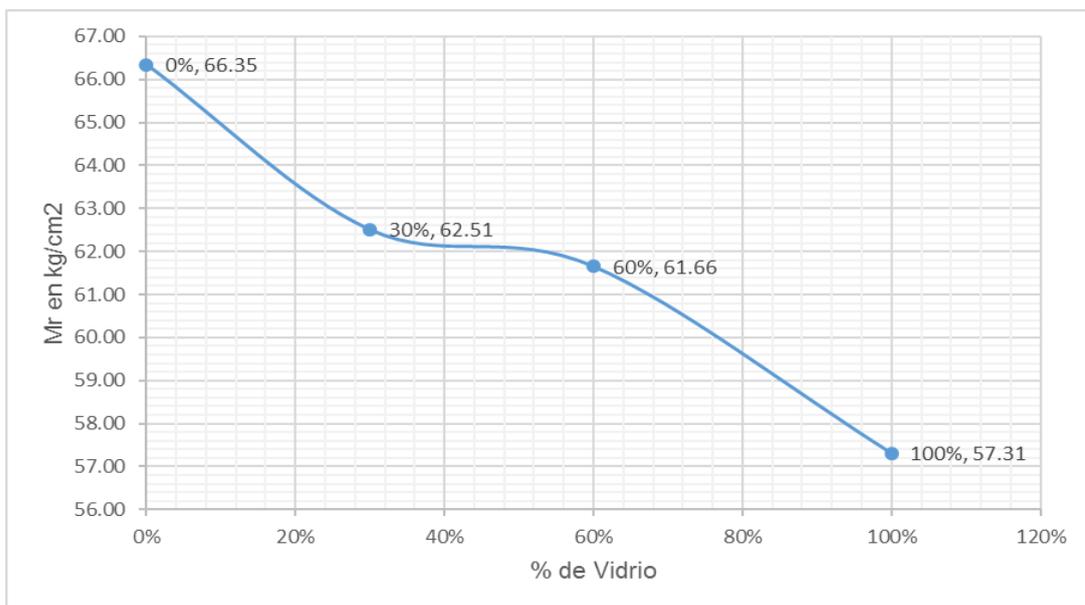
Resumen de Mr a los 28 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	28 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm2	Promedio de Esf. Rotura	f'c kg/cm2	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	67,99	66,35	210	31,60
	2	61,78			
	3	68,23			
	4	67,40			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	66,05	62,51	210	29,77
	2	67,03			
	3	66,95			
	4	50,01			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	64,61	61,66	210	29,36
	2	64,10			
	3	53,14			
	4	64,77			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	62,34	57,31	210	27,29
	2	64,88			
	3	40,47			
	4	61,56			

FUENTE: Elaboración propia – 2017

Figura IV.10.

Influencia del vidrio incorporado al agregado fino en el Mr a los 28 días de edad



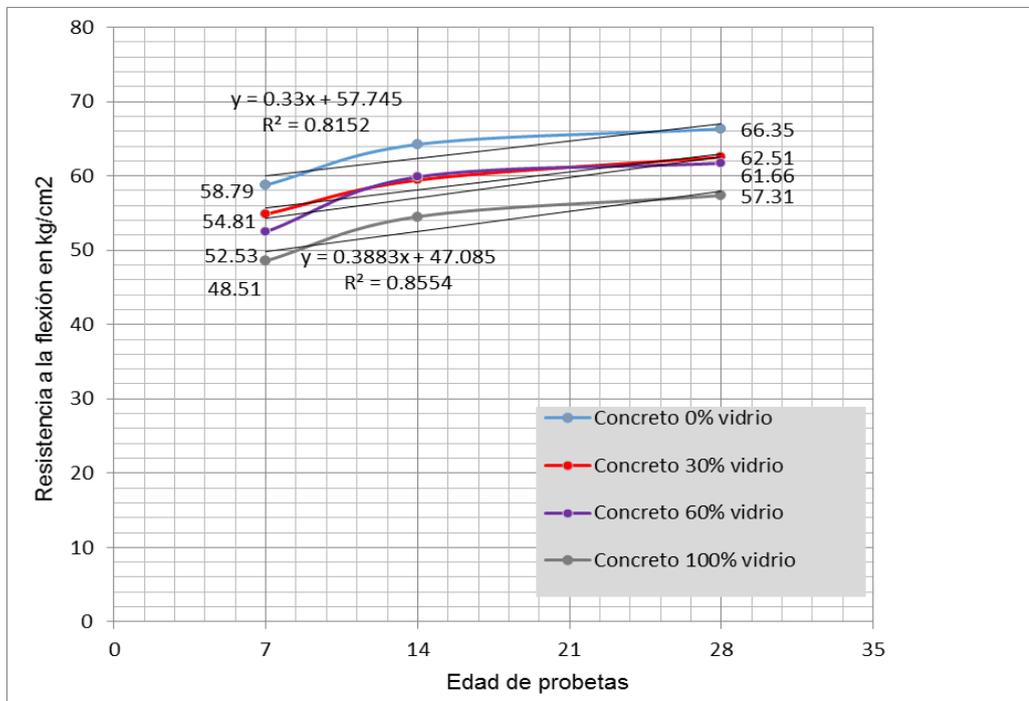
FUENTE: Elaboración propia – 2017

- El módulo de rotura a los 28 días, con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 66.35kg/cm2.
- El módulo de rotura a los 28 días, con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 62.51kg/cm2.
- El módulo de rotura a los 28 días, con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 61.66kg/cm2.
- El módulo de rotura a los 28 días, con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 57.31kg/cm2.

En la gráfica N°24 se muestra el comportamiento del Mr a los 7, 14 y 28 días de edad con la influencia del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino.

FiguraIV.11.

Influencia del vidrio incorporado al agregado fino en el Mr a los 28 días de edad



FUENTE: Elaboración propia – 2017

- El módulo de rotura a los 7 y 28 días, con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 58.79 y 66.35kg/cm².
- El módulo de rotura a los 7 y 28 días, con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 54.81 y 62.51kg/cm².
- El módulo de rotura a los 7 y 28 días, con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 52.53 y 61.66kg/cm².
- El módulo de rotura a los 7 y 28 días, con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 48.51 y 57.31kg/cm².

4.2.3. MÓDULO DE ELASTICIDAD

El ensayo de módulo de elasticidad se realizó bajo al procedimiento de la norma ASTM C-469, aplicando una fuerza de compresión constante haciendo que esta produzca deformaciones unitarias en la parte transversal de la zona media de la probeta cilíndrica.

Se muestra las diferencias entre los promedios de los resultados de E_c , cuando el agregado fino tiene contenido remplazado del 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso.

A. RESULTADO DE E_c A LOS 7 DIAS DE EDAD:

En la tabla N°68 se muestra los resultados promedios de E_c a los 7 días, cuando el agregado fino es incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso.

Tabla IV.10.

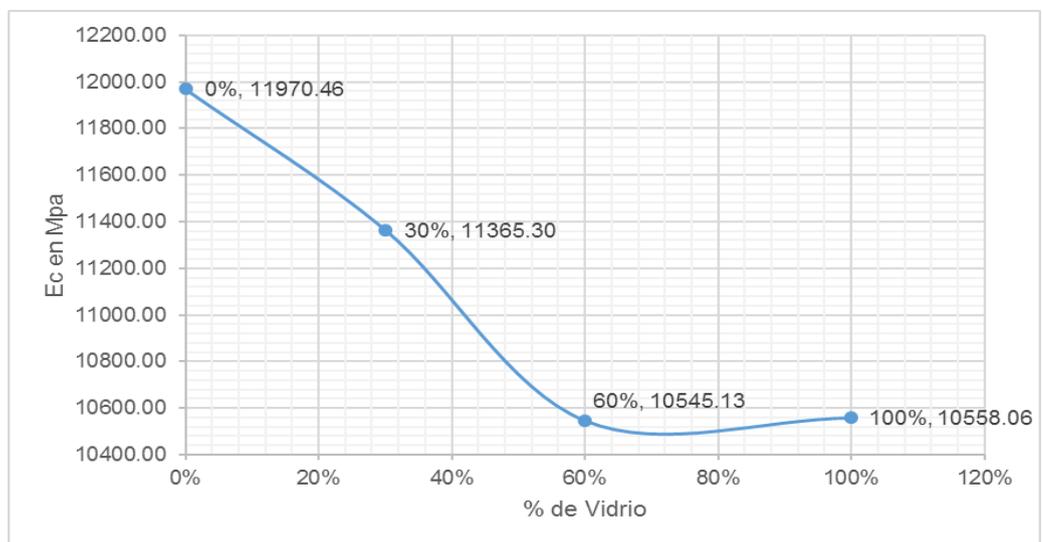
Resumen de Ec a los 7 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	f'c	PROMEDIO	Ec	PROMEDIO
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0% Vidrio Mezcla estándar	1	15,05	15,14	11827,56	11970,46
	2	15,02		13374,28	
	3	15,34		11970,46	
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	15,23	15,10	12696,75	11365,30
	2	15,21		11365,30	
	3	14,85		11521,52	
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	14,66	14,75	11223,69	10545,13
	2	14,87		10657,95	
	3	14,71		10545,13	
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	13,79	13,68	10702,18	10558,06
	2	13,41		10558,06	
	3	13,85		11296,11	

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

Figura IV.12.

Influencia del vidrio incorporado al agregado fino en el Ec a los 7 días de edad



FUENTE: Elaboración propia – 2017

- El módulo de elasticidad a los 7 días, con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 11970.46MPA.
- El módulo de elasticidad a los 7 días, con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 11365.30MPA.

- El módulo de elasticidad a los 7 días, con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 10545.13MPA.
- El módulo de elasticidad a los 7 días, con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 10558.06MPA.

B. RESULTADO DE E_c A LOS 14 DIAS DE EDAD:

En la tabla N°69 se muestra los resultados promedios de E_c a los 14 días, cuando el agregado fino es incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso.

Tabla IV.11.

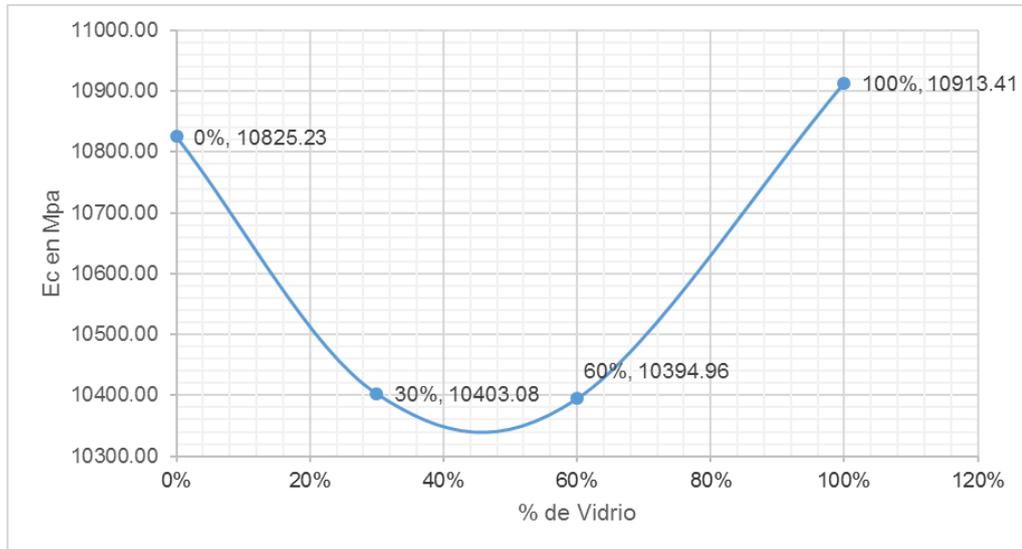
Resumen de E_c a los 14 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	f"c	PROMEDIO	Ec	PROMEDIO
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0% Vidrio Mezcla estándar	1	17,16	17,01	10018,87	10825,23
	2	16,59		10048,28	
	3	17,28		10828,23	
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	17,05	17,21	10347,94	10403,08
	2	16,87		11135,22	
	3	17,71		10403,08	
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	17,09	17,00	10394,96	10394,96
	2	16,9		10107,03	
	3	17		10997,12	
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	15	14,90	12930,63	10913,41
	2	14,94		11305,94	
	3	14,77		10913,41	

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

Figura IV.13.

Influencia del vidrio incorporado al agregado fino en el Ec a los 14 días de edad.



FUENTE: Elaboración propia – 2017

- El módulo de elasticidad a los 14 días, con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 10825.23MPA.
- El módulo de elasticidad a los 14 días, con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 10403.08MPA.
- El módulo de elasticidad a los 14 días, con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 10394.96MPA.
- El módulo de elasticidad a los 14 días, con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 10913.41MPA.

C. RESULTADO DE Ec A LOS 28 DIAS DE EDAD:

En la tabla N°70 se muestra los resultados promedios de Ec a los 28 días, cuando el agregado fino es incorporado con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso.

Tabla IV.12.

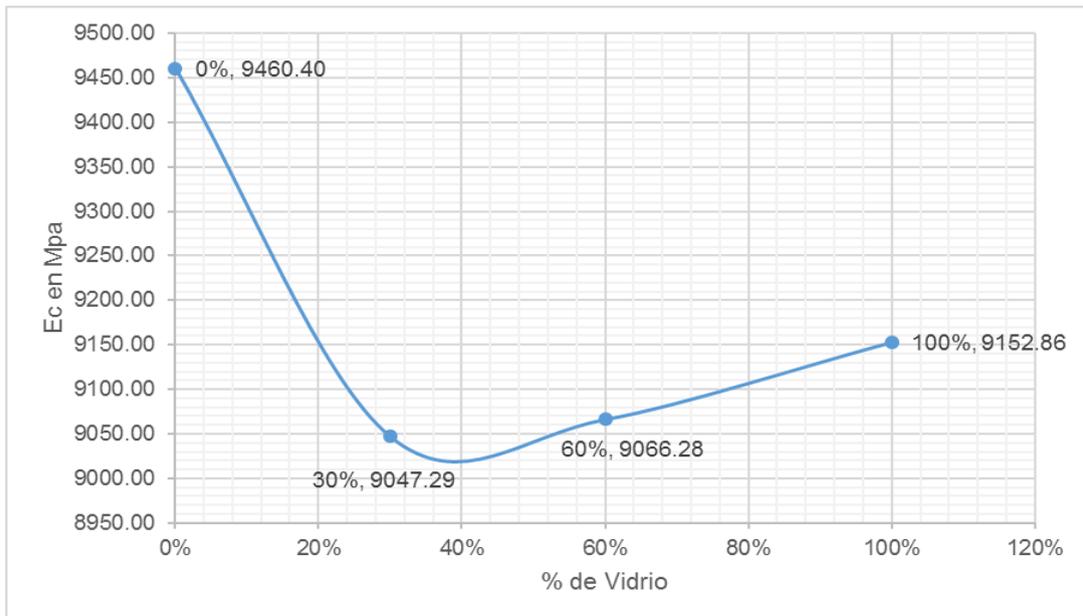
Resumen de Ec a los 28 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	f'c	PROMEDIO	Ec	PROMEDIO
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0% Vidrio Mezcla estándar	1	22,07	22,03	9385,07	9460,40
	2	21,86		9460,40	
	3	22,17		9085,44	
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	21,6	21,93	9568,94	9047,29
	2	22,11		9047,29	
	3	22,09		9736,64	
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	19,84	19,92	9066,28	9066,28
	2	19,79		10007,12	
	3	20,13		10684,60	
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	17,56	18,20	9152,86	9152,86
	2	18,21		9421,56	
	3	18,83		10364,91	

FUENTE: Elaboración propia – 2017.

Figura IV.14.

Influencia del vidrio incorporado al agregado fino en el Ec a los 28 días de edad



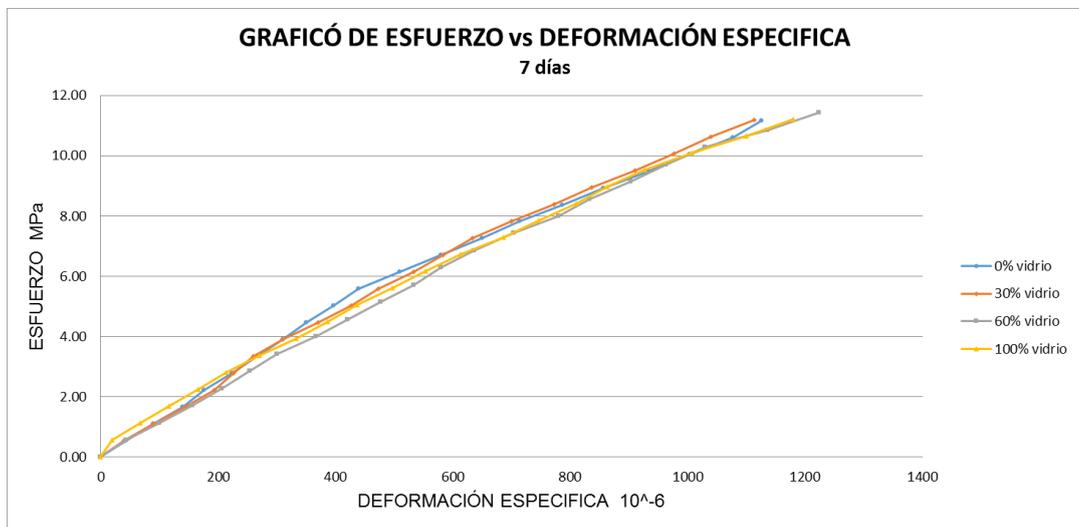
FUENTE: Elaboración propia – 2017

- El módulo de elasticidad a los 28 días, con el 0% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 9460.40MPa.
- El módulo de elasticidad a los 28 días, con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 9047.29MPa.
- El módulo de elasticidad a los 28 días, con el 60% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 9066.28MPa.
- El módulo de elasticidad a los 28 días, con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino llega a un promedio de 9152.86MPa.

Combinación a los 7 días de edad del módulo de elasticidad con el 0% 30% 60% de vidrio.

Figura IV.15.

Combinación de E_c , a los 7 días con el 0% ,30% 60%, 100% de vidrio

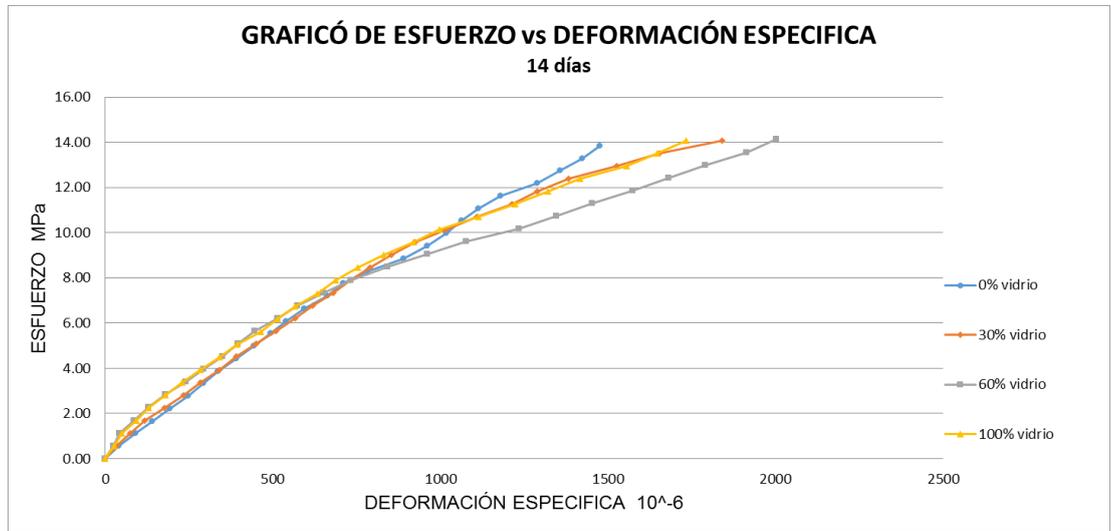


FUENTE: Elaboración propia – JCLJ.

Combinación a los 14 días de edad del módulo de elasticidad con el 0% 30% 60% de vidrio.

Figura IV.16.

Combinación de E_c , a los 14 días con el 0% ,30% 60%, 100% de vidrio

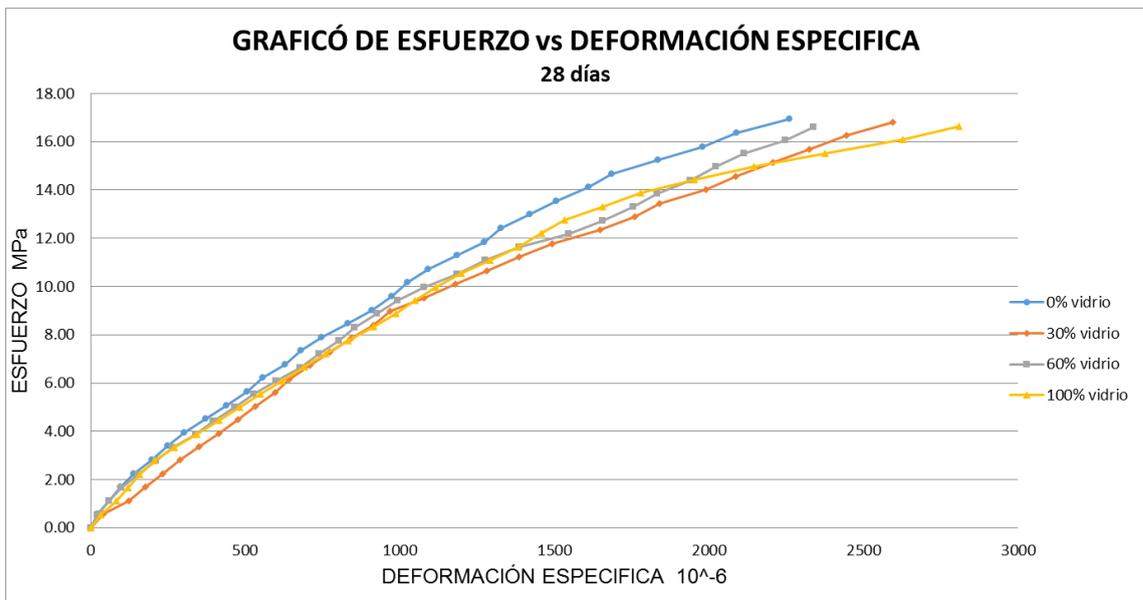


FUENTE: Elaboración propia – JCLJ.

Combinación a los 28 días de edad del módulo de elasticidad con el 0% 30% 60% de vidrio.

Figura IV.17.

Combinación de E_c , a los 28 días con el 0% ,30% 60%, 100% de vidrio



FUENTE: Elaboración propia – JCLJ.

CONCLUSIONES

PRIMERA CONCLUSIÓN (A)

El % de absorción obtenido del agregado fino incorporado con el 0%, 30%, 60%, y 100% de vidrio reciclado en peso disminuye considerablemente reteniendo poca agua cuando se utiliza más cantidad de vidrio reciclado.

Obteniendo 3.20% de absorción sin la utilización del vidrio reciclado y obteniendo un 0.16% de absorción con el 100% de vidrio incorporado por completo al agregado fino de manera que cuando el vidrio es incorporado al 100% del agregado fino la absorción disminuye en 3.04%. Por lo que se concluye que el vidrio reciclado tiene una absorción mínima en cuanto al agregado fino.

SEGUNDA CONCLUSION (B)

El Peso unitario suelto y varillado obtenido del agregado fino incorporado con el 0%,30%, 60% y 100% de vidrio reciclado en peso, disminuye considerablemente, obteniendo pesos más livianos cuando se utiliza más cantidad de vidrio reciclado.

Obteniendo 1607.56kg/m³ de P.U. Suelto y 1717.77kg/m³ de P.U. Varillado del agregado fino estándar sin la incorporación del vidrio y con la incorporación del vidrio al agregado fino en un 100% es 1042.69kg/m³ de P.U. Suelto y 1204.14kg/m³ de P.U. Varillado. Concluyendo que el P.U. Suelto y Varillado del agregado fino incorporado al 100% del vidrio reciclado es menor que el P.U. Suelto y Varillado del agregado fino estándar.

TERCERA CONCLUSIÓN (C)

La resistencia a la compresión obtenida del diseño de mezcla con la influencia del vidrio incorporado al agregado fino es próxima a la resistencia especificada del diseño de mezcla de 210kg/cm²

Obteniendo una f_c de 243.93kg/cm³ a los 28 días de edad con el 30% de vidrio reciclado incorporado al agregado fino en el diseño de mezcla aumentando considerablemente más que el diseño de mezcla que es 210kg/cm².

La resistencia a la compresión se consiguió próximas de la resistencia especificada.

Se determinó la resistencia a la compresión (f_c) de las probetas cilíndricas estándar para determinar su resistencia ultima elaborándose 3 briquetas estándar con el 0%, 30%, 60% y el 100% de vidrio incorporado al agregado fino en las edades de 7.14 y 28 días.

La resistencia promedio se obtuvo de acuerdo a la NTP 339.034, obteniendo los resultados a los 7 días; 160.82kg/cm², 165.82kg/cm², 157.33kg/cm², 153.40kg/cm², a los 14 días; 182.67kg/cm², 188.13kg/cm², 183.39kg/cm², 176.13kg/cm², a los 28 días; 234.68kg/cm², 242.93kg/cm², 219.94kg/cm², 207.30kg/cm².

Obtenido un resultado óptimo con el 30% de vidrio incorporado al agregado fino, alcanzando 115.68% de f_c y 3.93% más que la resistencia estándar a los 28 días.

CUARTA CONCLUSIÓN

Se determinó la resistencia a la flexión (M_r) de vigas, para determinar el módulo de rotura del concreto elaborándose 4 vigas de 15x15x51cm, con el 0%, 30% 60/% y el 100% de vidrio incorporado al agregado fino en las edades de 7, 14 y 28 días.

La resistencia promedio del módulo rotura se obtiene de acuerdo a la norma NTP ASTM C-78, obteniendo los resultados; A los 7 días 58.79kg/cm², 54.81kg/cm², 52.53kg/cm², 48.51kg/cm², a los 14 días 64.27kg/cm²,

59.40kg/cm², 59.84, 54.46kg/cm², a los 28 días 66.35kg/cm², 62.51kg/cm², 61.66kg/cm², 57.31kg/cm².

Los resultados de la resistencia a la flexión fueron bajas y en escala descendiente del concreto estándar, llegando con el 30% de vidrio al 29.77%, con el 60% al 29.36% y con el 100% de vidrio incorporado al agregado fino al 27.29% a los 28 días, teniendo una mínima diferencia con el concreto estándar de 1.83%, 2.24% y 4.31%.siendo estos resultados eficientes y aceptables de acuerdo a la norma ASTM C-78.

QUINTA CONCLUSIÓN

Se determinó el módulo de elasticidad (E_c) según la norma ASTM C-469 del concreto, con la influencia del vidrio molido granulado en porcentajes del 0% 30% 60% y 100%, incorporado al agregado fino para la elaboración de probetas cilíndricas estándar.

Se estableció la relación entre el esfuerzo y deformación del concreto para una resistencia de 210 kg/cm² en las edades 7,14 y 28 días permitiendo obtener los resultados, gráficos y ecuaciones planteadas.

El concreto se hace más elástico al incorporar el 30%, 60%, y 100% de vidrio molido granulado, sustituyendo al agregado fino, siendo los resultados a los 7 días 11.970.46, 11365.30, 10545.13, 10558.06 Mpa, a los 14 días 10825.23, 10403.08, 10394.96, 10913.41 Mpa, a los 28 días 9460.40, 9047.29, 9066.28, 9152.86 Mpa.

Los resultados de E_c experimental no alcanzo al E_c teórico, pudiendo a ver habido fallas con el compresometro al no ser fijados bien en la probeta cilíndrica estándar, siendo este el motivo por el cual no son considerados los datos de E_c experimental.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a utilizar los materiales provenientes de la cantera Unocolla, teniendo un proceso adecuado para cumplir con las normas de calidad, así mismo pueden ser utilizados para la elaboración de construcciones importantes u hormigones e alta resistencia.

Se recomienda realizar las pruebas acústicas, térmicas y ensayos dinámicos, para conocer a fondo este tipo de concreto y llegar a inferir sobre las aplicaciones que podrían llegar a tener el nivel de productividad.

Se recomienda a realizar estudios con el porcentaje de sustitución del 30% de vidrio para una resistencia a compresión, variando la relación a/c, para lograr concretos con similares características, buscando disminuir el impacto negativo de los resultados de los ensayos.

Se podría realizar nuevos ensayos utilizando aditivos que permitan mayor cohesión entre las partículas del vidrio molido.

Se recomienda a utilizar las ecuaciones y graficas planteadas de esta investigación para el cálculo del Módulo de elasticidad estático experimental del concreto, siempre y cuando se le influya el vidrio reciclado de procedencias de residuos de construcción.

Se recomienda a los Ingenieros tomar en consideración la importancia que tiene el vidrio reciclado en el concreto con los cuales pueden realizar de la misma manera sus diseños estructurales, ya que estos valores varían de acuerdo a las características de la influencia del vidrio reciclado y del cemento que se utilice.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre Adco, J. (2011). Análisis y evaluación de diseño de mezclas adicionando fibras de vidrio. En la Velásquez: Tesis de Investigación. UANCV. Juliaca, Puno, Perú.
- Poma Ramos F. (2010). Estudio para el reciclaje de los materiales de construcción en la ciudad de Juliaca.: Tesis de Investigación. UANCV. Juliaca Puno, Perú.
- Loayza Seminario, J. M. (2008). Reparación de un Muro de Albañilería Confinada mediante varillas de Fibra de Vidrio: Tesis para optar el Título Profesional. PUCP. Lima - Perú.
- Quispe Quispe, M. (2010). Influencia del uso del vidrio molido como sustituyente parcial del cemento en la durabilidad del concreto endurecido. Tesis de Investigación. UC. Huancayo – Perú.
- Campodonico Bustios, J. (2002). Análisis del reciclaje de papel y cartón para el concreto en la ciudad de Chiclayo. Piura: Tesis de Investigación. UEP. Chiclayo - Perú.
- Aguille Villacis, D. (2008). Estudio y ensayos de laboratorio del plástico como elemento constructor: Tesis de diseño de construcción de una vivienda FAUC. Trujillo - Perú.
- Harmsen T. (2005). Diseño de Estructuras de Concreto Armado: 4a edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú.
- Espinoza Carvajal M.J. (2015). Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar: Maestría en construcciones. UC. Cuenca – Perú.
- Montoya, J. (1998). Hormigón Armado, tomo II. España.

- García Mesenguer, A. (2001). Hormigón Armado: Editorial Gustavo Gili. Tomo I. 14 edición. Barcelona España.
- Medina, S.W. (2006). Manual de Ensayo de Materiales II. Colombia.
- Manuel Ramírez, C. (1990). Módulo de elasticidad estático del concreto: UNI-IT-CO-31. Colombia.
- Alcaide, J. (1999). Residuos de construcción y demolición: Globo-España.
- Enrique Rivva, L. (2004). "Naturaleza y materiales del concreto": II Congreso internacional del a construcción y expocon.
- Norma E.060 (2015) Concreto Armado, RNE. Perú.
- Morales Morales R. (2014). Diseño del concreto armado. Perú. ICG.
- ASTM (American Society Testing of Materials) C – 29, 40, 78, 127, 128, 131, 136, 150, 187, 188, 566, 469-94.
- NTP. Norma Técnica Peruana 339.034, 339.078.
- Asociem las normas técnicas de cemento y concreto en el Perú.
- Samuel, L. (2016). Diseño de mezclas. UNA/FICA/EPIC. Perú.
- PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. México.
- Parviz Soroushian, (2012). Tipo de concreto con vidrio molido y menos cemento: Estudios realizados en la Universidad de Michigan (MSU). USA.
- De La Sotta P. (2009). El vidrio como material estructurate del mobiliario en Chile. Santiago: Seminario de procesos de producción y materiales industriales. Universidad de Chile. Chile.

- Enfedaque Diaz, A. (2008). Resistencia a impacto de mortero de cemento reforzado con fibras de vidrio (GRC): Tesis doctoral. UPM. Madrid-España.
- Aguilar, C. Muñoz, M. P. y Loyola O, (2005). Uso de hormigones reciclados para la fabricación de hormigones, Revista Ingeniería de construcción.
- Amet Azan, G. K. (1997). Propuesta de equipamiento para el reciclaje de los desechos de construcción: Trabajo de diploma UCLV. Cuba.
- Amores J.C. (1999). Procedimiento y reciclaje de productos y materiales de la construcción: Trabajo de diploma. UCLV. Cuba.
- Bedoya, C. M. (1998). Confección del concreto reciclado mediante el aprovechamiento de residuos de la construcción: Trabajo de grado. Escuela de construcción. UNC. Colombia.
- Levy, S. M. (1997). Reciclaje de residuos de construcción civil, para la utilización como agregado de mezclas y concretos: Tesis de maestría USP. Brasil.
- Malhado J. R. (1998). Influencia de los agregados gruesos provenientes del reciclaje de desechos de la construcción y demolición: Congreso brasilero de concreto. Ibracon. Sao Paulo - Brasil.
- NEVILLE A.M. (1977). Tecnología del concreto. Editorial Pitman publishing. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Tomo I. 1977. México.
- Rafael Aldana O. (2008). Estudio experimental de resistencias a compresión del hormigón: correlación entre resultados de probetas cúbicas y probetas cilíndricas. Universidad de Chile.

- Lucia, G. (2012). Influencia del curado en la resistencia a compresión del hormigón: estudio experimental. Universidad de Chile.
- Villegas, F. (2008). Módulos de elasticidad y curvas de esfuerzo deformación, en base a la compresión del hormigón a 21, 28, 35 Mpa: Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí-Ecuador.
- Morales E. Morocho J. Porrás E. (2012). Determinación del módulo de rotura y deflexiones en vigas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de las canteras de Pifo, San Antonio de Pichincha y Guayllabamba. Tesis UCE. Quito – Ecuador.
- Rosales Gusman L. R. (2008). Análisis del comportamiento de una viga de concreto armado, ensayada a flexión, reforzada con barras de fibra de carbono: Tesis de investigación FI-USCG. GUATEMALA.

WEBROGRAFIAS:

- disensa.com/main/images/pdf/agregados.pdf
- <http://www.unalmed.edu.co/hormigon/archivos/laboratorio/agregados.pdf>
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3334/13/34065-13.pdf>
- <http://es.scribd.com/doc/63890994/Propiedades-Fisicas-de-los-Agregados>
- [http:// http://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados2.shtml](http://http://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados2.shtml)
- <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/6653/Capitulo2.pdf>
- http://laultimaresistencia.weebly.com/uploads/6/8/2/7/6827657/guia_lab_materiales.pdf
- <http://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados2.shtm8ml>
- <http://www.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion6.PropiedadesCEMENTOS.pdf>
- http://www.uclm.es/area/ing_rural/trans_const/tema10_ehe08.pdf
- <http://www.construaprende.com/docs/tesis/293-concreto-resforzado?start=6>
- <http://es.scribd.com/doc/168869163/OTTAZZI-PASINO-GIANFRANCO-MATERIAL-ENSENANZA-CONCRETO-ARMADO>
- <http://masconstruccion.com/relacion-agua-cemento.html>
- <http://www.slideshare.net/.../diseo-de-mezclas-20724554>
- <http://www.lafarge.com.ec/guiahormigon.pdf>
- <http://www.lafarge.com.ec/Curado%20Del%20Hormigon.pdf>
- <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/gearnilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%202%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20%20%20PDF%20ver.%20%202009/Cap.%2004%20-%20Manejabilidad.pdf>
- <http://www.buenastareas.com/ensayos/Cuarteo-De-Agregados/6639229.html>
- <http://www.imcyc.com/revistacyt/pdfs/problemas35.pdf>

- <http://lh4.ggpht.com/-7KYMFMANptM/T7MIEGy8vpl/AAAAAAAAA08/toWFd>
- <http://www.buenastareas.com/ensayos/CalidadDeLosAgregados/1224851>.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo_de_materiales
- <http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi200/ensayodemateriales/Ensayos/Ind>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Mec%C3%A1nica_de_suelos
- <http://www.ingenierocivilinfo.com/modulo-de-elasticidad-del-hormigon.html>
- <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/246>
- [http:// www.imcyc.com/revistacyt/pdfs/problemas35.pdf](http://www.imcyc.com/revistacyt/pdfs/problemas35.pdf)
- <http://www.construaprende.com/docs/lab/330-practica-resistencia-abrasion-agregados>
- <ftp.unicauca.edu.co/.../Cap.%2002%20-%20Agregados%20para%20m>
- <http://www.construaprende.com/docs/lab/335-practica-densidad-absorcion-agregados>
- <http://es.scribd.com/doc/49092071/capacidad-de-absorcion>
- http://www.fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRETO.pdf
- <http://laboratoriosdehormigones.blogspot.com/2010/06/granulometria-de-los-agregados-y.html>
- <http://www.unalmed.edu.co/hormigon/archivos/laboratorio/agregados.pdf>
- http://www.andece.org/adheridos/images/stories/pdf/jornadas_tecnicas/Seleccion_tipo_cemento_cemex.pdf
- <http://ingevil.blogspot.com/2008/10/mtodo-de-ensayo-para-determinarla.html>
- <http://blogs.utpl.edu.ec/mfvalarezo/files/2010/12/tca-clase-8.pdf>
- <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/caractT6.htm>

ANEXOS

Anexo 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	Problema general: ¿Cómo será la producción del concreto estructural con la reutilización de agregados para la construcción de edificaciones en la ciudad de Juliaca – 2017?.	Problema específico: ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados, para su reutilización en la producción de concreto estructural de la ciudad de Juliaca?.	¿Cuáles serán los criterios de diseño de mezclas con la adición de agregados reciclados, para su reutilización en la producción de concretos estructurales en la ciudad de Juliaca?.	¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con el uso de agregados reciclados para ser considerados en la producción de concretos estructurales en la ciudad de Juliaca?.
OBJETIVOS	Objetivo general: Analizar la producción del concreto estructural con la reutilización de agregados para la construcción de edificaciones en la ciudad de Juliaca – 2017.	Objetivo específico: Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados, para su reutilización en la producción de concreto estructural de la ciudad de Juliaca.	Establecer los criterios de diseño de mezclas con la adición de agregados reciclados, para reutilización en la producción de concretos estructurales en la ciudad de Juliaca.	Determinar la resistencia a la compresión del concreto con el uso de agregados reciclados para ser considerados en la producción de concretos estructurales en la ciudad de Juliaca.
HIPOTESIS	Hipótesis general: La producción del concreto estructural con la reutilización de agregados es óptima para la construcción de edificaciones en la ciudad de Juliaca – 2017.	Hipótesis específica: Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados, son adecuadas para su reutilización en la producción de concreto estructural de la ciudad de Juliaca.	Los criterios de diseño de mezclas con la adición de agregados reciclados, son óptimos para su reutilización en la producción de concretos.	
VARIABLES	Variable Independiente (y) Reutilización de Agregado	Variable Dependiente (x) Concreto estructural		
DIMENSIONES	Mecanismos de tratamiento.	Propiedades físico mecánicas.	Diseño de mezclas.	Resistencia a la compresión.
INDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> Granulometría Peso específico Peso Unitario 	<ul style="list-style-type: none"> Granulometría Contenido de humedad Porcentaje de Absorción Peso específico Peso Unitario 	<ul style="list-style-type: none"> cantidad de agregados cantidad de agua cantidad de cemento 	<ul style="list-style-type: none"> resistencia kg/cm² resistencia de las muestras
METODOLOGIA	TIPO: Cuantitativa, aplicado. NIVEL: analítico DISEÑO: Cuasi experimental.	MÉTODO: Deductivo-inductivo POBLACIÓN: Concretos estructural Agregados reciclados.	MUESTRA: Probetas o especímenes de concreto TÉCNICAS: Ensayos	INSTRUMENTOS: Certificaciones Ensayos de laboratorio PROCEDIMIENTOS: ANOVA procedimiento.

Anexo 2

ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : "VIDRIO RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION, Y SU CONTRIBUCION EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE: BACHILLER HUMBERTO SULLCA GOMEZ

CANTERA : RIO UNOCOLLA

LUGAR : JULIACA

FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2017

Mezcla de concreto	N° Probeta	7 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm ²	Promedio de Esf. Rotura	f'c kg/cm ²	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	162,83	160,82	210	76,58
	2	155,24			
	3	158,81			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	158,41	165,82	210	78,96
	2	164,56			
	3	167,07			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	165,01	157,33	210	74,92
	2	157,76			
	3	156,90			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	156,23	153,40	210	73,05
	2	150,56			
	3	148,51			
Mezcla de concreto	N° Probeta	14 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm ²	Promedio de Esf. Rotura	f'c kg/cm ²	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	179,10	182,67	210	86,99
	2	174,40			
	3	186,23			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	174,41	188,13	210	89,59
	2	186,13			
	3	190,13			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	190,99	183,39	210	87,33
	2	180,73			
	3	186,05			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	178,60	176,13	210	83,87
	2	173,20			
	3	173,66			



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NTP 339.034

TEMA : "VIDRIO RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION, Y SU CONTRIBUCION EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE: BACHILLER HUMBERTO SULLCA GOMEZ

CANTERA : RIO UNOCOLLA

LUGAR : JULIACA

FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2017

Mezcla de concreto	N° Probeta	28 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm ²	Promedio de Esf. Rotura	f'c kg/cm ²	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	237,71	234,68	210	111,75
	2	225,40			
	3	231,64			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	241,98	242,93	210	115,68
	2	236,47			
	3	250,35			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	220,66	219,94	210	104,73
	2	218,98			
	3	220,17			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	203,52	207,30	210	98,71
	2	203,61			
	3	214,77			



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUJAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C-78

TEMA : "VIDRIO RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION, Y SU CONTRIBUCION EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE: BACHILLER HUMBERTO SULLCA GOMEZ

CANTERA : RIO UNOCOLLA

LUGAR : JULIACA

FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2017

Mezcla de concreto	N° Probeta	7 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm ²	Promedio de Esf. Rotura	f'c kg/cm ²	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	59,41	58,79	210	27,99
	2	60,75			
	3	54,90			
	4	60,08			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	57,30	54,81	210	26,10
	2	57,96			
	3	58,46			
	4	45,51			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	57,31	52,53	210	25,01
	2	41,36			
	3	54,56			
	4	56,88			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	48,15	48,51	210	23,10
	2	45,74			
	3	49,52			
	4	50,64			



Humberto Sullca Gomez



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUNAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C-78

TEMA : "VIDRIO RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION, Y SU CONTRIBUCION EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE: BACHILLER HUMBERTO SULLCA GOMEZ

CANTERA : RIO UNOCOLLA

LUGAR : JULIACA

FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2017

Mezcla de concreto	N° Probeta	14 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm ²	Promedio de Esf. Rotura	f'c kg/cm ²	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	63,51	64,27	210	30,60
	2	66,00			
	3	63,53			
	4	64,04			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	49,07	59,40	210	28,28
	2	63,41			
	3	62,91			
	4	62,20			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	60,52	59,84	210	28,49
	2	61,30			
	3	58,19			
	4	59,33			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	55,42	54,46	210	25,93
	2	57,52			
	3	54,72			
	4	50,17			





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C-78

TEMA : "VIDRIO RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION, Y SU CONTRIBUCION EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE: BACHILLER HUMBERTO SULLCA GOMEZ

CANTERA : RIO UNOCOLLA

LUGAR : JULIACA

FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2017

Mezcla de concreto	N° Probeta	28 días de edad			
		Esf. Rotura kg/cm ²	Promedio de Esf. Rotura	f'c kg/cm ²	%
0% Vidrio Mezcla estándar	1	67,99	66,35	210	31,60
	2	61,78			
	3	68,23			
	4	67,40			
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	66,05	62,51	210	29,77
	2	67,03			
	3	66,95			
	4	50,01			
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	64,61	61,66	210	29,36
	2	64,10			
	3	53,14			
	4	64,77			
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	62,34	57,31	210	27,29
	2	64,88			
	3	40,47			
	4	61,56			



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



MODULO DE ELASTICIDAD

ASTM C-469

TEMA : "VIDRIO RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION, Y SU CONTRIBUCION EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE: BACHILLER HUMBERTO SULLCA GOMEZ

CANTERA : RIO UNOCOLLA

LUGAR : JULIACA

FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2017

Resumen de E_c a los 7 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	f ^{"c}	PROMEDIO	Ec	PROMEDIO
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0% Vidrio Mezcla estándar	1	15,05	15,14	11827,56	11970,46
	2	15,02		13374,28	
	3	15,34		11970,46	
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	15,23	15,10	12696,75	11365,30
	2	15,21		11365,30	
	3	14,85		11521,52	
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	14,66	14,75	11223,69	10545,13
	2	14,87		10657,95	
	3	14,71		10545,13	
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	13,79	13,68	10702,18	10558,06
	2	13,41		10558,06	
	3	13,85		11296,11	





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUNAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



MODULO DE ELASTICIDAD

ASTM C-469

TEMA : "VIDRIO RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION, Y SU CONTRIBUCION EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE: BACHILLER HUMBERTO SULLCA GOMEZ

CANTERA : RIO UNOCOLLA

LUGAR : JULIACA

FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2017

Resumen de Ec a los 14 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	f ^{"c}	PROMEDIO	Ec	PROMEDIO
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0% Vidrio Mezcla estándar	1	17,16	17,01	10018,87	10825,23
	2	16,59		10048,28	
	3	17,28		10828,23	
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	17,05	17,21	10347,94	10403,08
	2	16,87		11135,22	
	3	17,71		10403,08	
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	17,09	17,00	10394,96	10394,96
	2	16,9		10107,03	
	3	17		10997,12	
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	15	14,90	12930,63	10913,41
	2	14,94		11305,94	
	3	14,77		10913,41	





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



MODULO DE ELASTICIDAD

ASTM C-469

TEMA : "VIDRIO RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION, Y SU CONTRIBUCION EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE: BACHILLER HUMBERTO SULLCA GOMEZ

CANTERA : RIO UNOCOLLA

LUGAR : JULIACA

FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2017

Resumen de Ec a los 28 días con el 0%, 30%, 60% y 100% de vidrio incorporado al agregado fino

Mezcla de concreto	N° Probeta	f ^{tc}	PROMEDIO	Ec	PROMEDIO
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0% Vidrio Mezcla estándar	1	22,07	22,03	9385,07	9460,40
	2	21,86		9460,40	
	3	22,17		9085,44	
30% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	21,6	21,93	9568,94	9047,29
	2	22,11		9047,29	
	3	22,09		9736,64	
60% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	19,84	19,92	9066,28	9066,28
	2	19,79		10007,12	
	3	20,13		10684,60	
100% Vidrio Incorporado al Ag. Fino	1	17,56	18,20	9152,86	9152,86
	2	18,21		9421,56	
	3	18,83		10364,91	

