



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO PROFESIONAL
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² TARAPOTO – PERÚ,
2021”**

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

AUTORES: BACH. REÁTEGUI REÁTEGUI OSMAR JESÚS
BACH. SOLSOL PINEDO CARITO PAOLA

ASESOR : M.SC. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ulises Irigoín', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

SAN MARTÍN – PERÚ
2021



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

DEDICATORIA

Agradecemos a quienes estuvieron apoyándonos sin condiciones en el trayecto de nuestra educación profesional, a Dios que fue mi guía y luz en medio de camino sin desmayar frente a las condiciones inhóspitas.

La razón fundamental de nuestro crecimiento y desarrollo, nuestros padres quienes se merecen todos nuestros éxitos, pero al final todo eso nos motivaron constantemente para lograr alcanzar nuestras metas en nuestra vida.



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

AGRADECIMIENTO

A todos los catedráticos de la universidad Científica del Perú en especial a los ingenieros de la facultad de ingeniería civil quienes nos brindaron las enseñanzas y conocimientos para fortalecer nuestra formación académica durante nuestra formación profesional.

A nuestra familia, amigos y personajes especiales en nuestra vida, a quienes nos brindaron sus muestras de afecto y aprecio incondicional durante nuestros estudios profesionales.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:


El Trabajo de Investigación titulado:

**“INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
DEL CONCRETO F’C 210 KG/CM2 TARAPOTO – PERÚ, 2021”**

De los alumnos: **OSMAR JESUS REÁTEGUI REÁTEGUI Y CARITO PAOLA SOLSOL PINEDO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **12% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 20 de julio del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_ciencias e ingeniería_2021_TSP_CaritoSolsol_OsmarReátegui_V1.pdf (D110457573)

Submitted: 7/14/2021 5:42:00 PM

Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe

Significance: 12 %

Sources included in the report:

UCP_IngenieríaCivil_2021_TSP_ChristianCoriat_StefanyÁlvares_V1.pdf (D110020978)

UNU_INGENIERIA CIVIL_2021_T_ELI-BUSTAMANTE_V1.pdf (D107241413)

1488-Castro Tomas, Fidel Matias_.pdf (D108968860)

Flores_Campos_Angel_Remi_Titulo_Profesional_2017.pdf (D29123342)

UCP_ING.CIV_2020_T_CECILIAMEGOYMAUROSALDA♦♦A_V1.pdf (D76953468)

UCP_INGENIERIA_2019_TESIS_MAUROSALDAÑA_VF.pdf.pdf (D57006899)

UCP_INGENIERÍA_2019_TSP_KIARATUANAMA_VF.pdf (D56628668)

VILLALOBOS-PASAPERA-ICIVIL-INVESTIGACIONII-2018I.pdf (D40497869)

TESIS DISEÑO DE MEZCLAS ESTRUCTURAL.pdf (D47456578)

TESIS DISEÑO DE MEZCLAS ESTRUCTURAL.docx (D47455854)

<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3339/CIVIL%20-%20Alexis%20Paredes%20Bendez%20C3%BA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3415/Tesis%20de%20M%20C3%B3nica%20Isabel%20Burgos%20Rosado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3740/CIVIL%20-%20Andy%20Fabi%20C3%A1n%20Ar%20C3%A9valo%20Torres%20%26%20Luis%20L%20C3%B3pez%20del%20Aguila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3458/ING.%20CIVIL%20-%20Jean%20Richard%20Pinedo%20P%20C3%A9rez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://docplayer.es/amp/209946162-Facultad-de-ingenieria.html>

Instances where selected sources appear:

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N° 445 -2021- UCP - FCEI del 26 de julio de 2021, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- | | |
|-------------------------------------------|------------|
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc. | Presidente |
| • Ing. Caleb Rios Vargas, M. Sc. | Miembro |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M. Sc. | Miembro |

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 10:00 horas, del día viernes 30 de julio de 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la secretaria Académica de la Facultad y el director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional:

**“INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F´C=210 KG/CM2 TARAPOTO – PERÚ, 2021”**

Presentado por las sustentantes:

OSMAR JESUS REÁTEGUI REÁTEGUI y CARITO PAOLA SOLSOL PINEDO

Asesorado por: **Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M.Sc.**

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil.**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Por lo que la Sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA (CON LA NOTA DE CATORCE)**

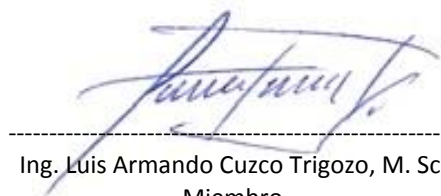
En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.



Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc.
Presidente



Ing. Caleb Rios Vargas, M. Sc.
Miembro



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M. Sc.
Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 – 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 – 15
	Desaprobado (a)	: 00 – 12



Universidad Científica del Perú - UCP
Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 30 de julio a las 10:00 am del 2021.

Ing. JOEL PADILLA MALDONADO, M.Sc.
PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. CALEB RÍOS VARGAS, M.Sc.
MIEMBRO DEL JURADO

Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO, Mag
MIEMBRO DEL JURADO

Ing. ULISES OCTAVIO IRIGOÍN CABRERA, M.Sc.
ASESOR



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
HOJA DE APROBACIÓN.....	4
INDICE DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS.....	9
INDICE DE GRÁFICOS O FIGURAS	10
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	11
ABSTRACT	12
I. MARCO TEÓRICO	13
1.1. Antecedentes del estudio.....	13
1.1.1. A nivel internacional.....	13
1.1.2. A nivel nacional	14
1.1.3. A nivel regional o local.....	15
1.2. Bases teóricas	16
1.2.1. Concreto.....	16
1.2.2. Componentes y complementos del concreto	16
1.2.2.1. Cemento.	16
1.2.2.2. Agregado	17
1.2.2.3. Agregado fino.....	18
1.2.2.4. Agregado Grueso.....	19
1.2.2.5. Agua.....	20
1.2.2.6. Vidrio.....	21
1.2.3. Fases de la producción del concreto	21
1.2.3.1. Dosificación	21
1.2.3.2. Mezclado.....	21
1.2.3.3. Transporte y colocación del concreto	22
1.2.3.4. Compactación	22
1.2.3.5. Curado del concreto	22
1.2.4. Características de los materiales	23
1.2.4.1. Cemento Portland Tipo I	23



1.2.4.2. Agregado fino	23
1.2.4.3. Agregado grueso	29
1.2.4.4. Agregado global	36
1.2.4.5. Agua	38
1.2.5. Diseño de mezcla de concreto.....	39
1.2.6. Ensayos al concreto fresco	42
1.2.6.1. Asentamiento: (NTP 339.035), (ASTM C – 143).	42
1.2.7. Ensayos al concreto endurecido	42
1.2.7.1. Resistencia a la compresión: (NTP 339.034).....	42
1.3. Definición de Términos Básicos	43
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	44
2.1. Descripción del problema.....	46
2.2. Formulación del problema.....	46
2.2.1. Problema General.....	46
2.2.2. Problemas específicos.....	46
2.3. Objetivos.....	46
2.3.1. Objetivo General	46
2.3.2. Objetivos Específicos.....	46
2.4. Hipótesis.....	46
2.4.1. Hipótesis General.....	46
2.4.2. Hipótesis Específicas	46
2.5. Variables	48
2.5.1. Identificación de las variables	48
2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.....	48
2.5.3. Operacionalización de las variables.....	49
III. METODOLOGÍA	50
3.1. Aspecto metodológico	50
3.1.1. Tipo y diseño de investigación	50
3.2. Población y muestra.....	50
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.	51
3.3.1. Procesamiento y análisis de datos	51



IV. RESULTADOS	52
4.1. Resultados de ensayos	52
4.1.1. Ensayos preliminares	52
4.1.1.1. Contenido de Humedad agregado grueso.....	52
4.1.1.2. Contenido de humedad agregado fino	52
4.1.1.3. Absorción agregado grueso.....	53
4.1.1.4. Absorción agregado fino	53
4.1.1.5. Peso unitario agregado grueso.....	53
4.1.1.6. Peso unitario agregado fino	54
4.1.1.7. Granulometría agregado grueso	54
4.1.1.8. Granulometría agregado fino	54
4.1.2. Concreto patrón	54
4.1.2.1. Especificaciones	54
4.1.2.2. Materiales	55
4.1.2.3. Determinación de la resistencia promedio.....	56
4.1.2.4. Selección del tamaño máximo nominal del agregado	56
4.1.2.5. Selección del asentamiento	56
4.1.2.6. Volumen unitario del agua.....	57
4.1.2.7. Contenido de aire.....	57
4.1.2.8. Relación agua – cemento	57
4.1.2.9. Factor del cemento	57
4.1.2.10. Contenido de agregado grueso.....	57
4.1.2.11. Cálculos de volúmenes absolutas	58
4.1.2.12. Contenido de agregado fino	58
4.1.2.13. Valores de diseño	58
4.1.2.14. Corrección por humedad.....	58
4.1.2.15. Proporción en peso.....	59
4.1.2.16. Pesos por tanda de una bolsa.....	59
4.1.2.17. Concreto con 2.00% de vidrio molido	60
4.1.2.18. Concreto con 5.00% de vidrio molido	60
4.1.2.19. Concreto con 7.00% de vidrio molido	60



4.1.3. Registro de probetas.....	60
4.2. Resultados de ensayos	64
4.3. Costos.....	65
V. DISCUSIÓN.....	68
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
6.1. Conclusiones.....	70
6.2. Recomendaciones	71
VII. BIBLIOGRAFÍA CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
ANEXOS	73



ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS.

Tabla 1: Requisitos de granulometría.....	18
Tabla 2: Porcentaje que pasa por los tamices normalizados.....	19
Tabla 3: Límites granulométricos según normas NTP 400.037	27
Tabla 4: Tamaño máximo del agregado grueso	30
Tabla 5: Cantidad mínima de la muestra del agregado grueso o global	34
Tabla 6: Huso DIM 1045 – Agregado Global.....	36
Tabla 7: Porcentajes de agregados fino y grueso para agregado global sugerido	37
Tabla 8: Peso unitario compactado de agregado global según % de arena	37
Tabla 9: Límite permisible del agua.....	39
Tabla 10: Operacionalización de variables.....	49
Tabla 11: Instrumentos de recolección de datos	51
Tabla 12: Contenido de humedad agregado grueso.....	52
Tabla 13: Contenido de humedad agregado fino.....	52
Tabla 14: Absorción agregado grueso	53
Tabla 15: Absorción agregado fino.....	53
Tabla 16: Peso unitario agregado grueso.....	53
Tabla 17: Peso unitario agregado fino.....	54
Tabla 18: Granulometría agregado grueso.....	54
Tabla 19: Granulometría agregado fino.....	55
Tabla 20: Lista probetas diseño patrón	60
Tabla 21: Lista de probetas diseño 2.00% Vidrio molido	61
Tabla 22: Lista de probetas diseño 5.00% Vidrio molido	62
Tabla 23: Lista de probetas diseño 7.00% Vidrio molido	63
Tabla 24: Resistencias en el tiempo.....	65
Tabla 25: Concreto patrón	65
Tabla 26: Concreto con 2.00% vidrio molido	66
Tabla 27: Concreto con 5.00% vidrio molido	66
Tabla 28: Concreto con 7.00% vidrio molido	66



INDICE DE GRÁFICOS O FIGURAS

Figura 1: Diseño patrón	61
Figura 2: Diseño con 2.00 Vidrio molido.....	62
Figura 3: Diseño con 5.00 Vidrio molido.....	63
Figura 4: Diseño con 7.00 Vidrio molido.....	64
Figura 5: Diferencia de la resistencia en el tiempo	65
Figura 6: Comparación de precios	67



RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El objetivo general de la investigación fue determinar la influencia del vidrio molido en el concreto f_c 210 kg/cm² buscando mejorar sus propiedades en el estado fresco y endurecido.

En la investigación se realizó cuatro diseños de mezclas, el primero se realizó un diseño de mezcla patrón sin contenido de vidrio molido, esto nos sirvió para realizar el comparativo entre los tres diseños que se adicione porcentajes de vidrio molido al 2.00%, 5% y 7.00% del peso total del cemento, el concreto patrón se diseñó para alcanzar una resistencia de 210 kg/cm² a los 28 días.

Al haber adicionado vidrio molido al concreto, se evaluó que en su estado fresco no causa alteraciones en la trabajabilidad que esto será una buena alternativa para el avance tecnológico del concreto.

Se obtuvo resultado que el vidrio molido aumenta la durabilidad del concreto con respecto al concreto patrón, mediante se va aumentando de porcentaje de vidrio molido mejora la resistencia.

Con respecto a los resultados también se determinó la evolución del efecto de resistencia se da en el menor tiempo posible acelerando el fraguado a su temprana edad.

Palabras clave: Concreto, vidrio.



ABSTRACT

The general objective of the research was to determine the influence of ground glass on concrete f'c 210 kg/cm² seeking to improve its properties in the fresh and hardened state.

In the research four designs of mixtures were made, the first was made a design of standard mixture without ground glass content, this served us to make the comparison between the three designs that was added percentages of ground glass to 2.00%, 5% and 7.00% of the total weight of the cement, the standard concrete was designed to reach a resistance of 210 kg / cm² at 28 days.

Having added ground glass to the concrete, it was evaluated that in its fresh state it does not cause alterations in the workability that this will be a good alternative for the technological advancement of the concrete.

It was obtained result that the ground glass increases the durability of the concrete with respect to the standard concrete, by increasing the percentage of ground glass improves the resistance.

With respect to the results we also determined the evolution of the resistance effect occurs in the shortest possible time accelerating the setting at its early age.

Keywords: Concrete, glass.



I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del estudio.

1.1.1 A nivel internacional

- Daniela Alejandra Peñafiel Carrillo (2016), el “Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino” (p.96), de la universidad técnica de Ambato – Ecuador Concluyó que:
 - Al procesar el vidrio reciclado de botellas previamente desinfectadas, mediante una máquina trituradora de mandíbula, se obtuvo un material cuya curva granulométrica permitió aceptarlo como material adecuado para la elaboración de hormigón en reemplazo parcial de la arena, debido a que la curva se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma Inen 872, ajustándose a los límites mejor que la arena proveniente de la Mina Maricela en el Cantón Mera, esto se debe a que el vidrio al ser procesado de acuerdo a ciertos requerimientos permite obtener una adecuada distribución granulométrica.
 - Se obtuvo un Módulo de Finura (MF) del vidrio molido de 3.226 correspondiente al límite inferior de arenas gruesas, mientras que en la arena se determinó un Módulo de 2.226 tendiendo al límite superior de arenas finas. Con esto el vidrio molido y la arena de la Mina en cuestión se complementaron adecuadamente para conformar el agregado fino en el hormigón.
- Karlenn Nicol Freire Alvear (2018), el “Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación” (p.56) de la Universidad Pontificia Universidad Católica del Ecuador Concluyó que:
 - Al momento de realizar la determinación del porcentaje óptimo de asfalto se obtuvo el 6%, sin embargo al realizar las mezclas con vidrio molido, por la característica de permeabilidad de este material se puede lograr reducir el % de asfalto que se requiere utilizar, teniendo en cuenta que se deberán realizar diferentes ensayos para determinar hasta qué porcentaje de asfalto se puede reducir.



- Al aumentar el vidrio molido se observan variaciones significativas en la estabilidad, y flujo, como podemos observar en la tabla siguiente de resultados donde se ve que con vidrio la estabilidad promedio con cada porcentaje va entre 5300-6000 lbf, que es significativamente mayor que con la mezcla original, sin embargo en el flujo también aumenta pero de manera paulatina llegando al límite permitido de 14, con lo que se concluye que si se aumenta el % de vidrio, el flujo aumentaría volviendo a la mezcla rígida y al aplicarla en una capa asfáltica va a provocar fisuramientos temprano, por la presencia de demasiado material fino.

1.1.2 A nivel nacional

- Guerson Misael, Walhoff Tello (2017), la “Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca” (P.95) de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Concluyó que:
 - Existe influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto a los 21 días, empleando vidrio molido, con proporción del 5% como reemplazo del cemento.
 - Existe influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto a los 21 días, empleando vidrio molido, con proporción del 10% como reemplazo del cemento.
- Jesús Martín Camacho Ramos (2018), la “Influencia al incorporar vidrio de sosa, cal y sílice en la resistencia del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ” (p.84), de la Universidad Peruana los Andes de Huancayo - Perú. Concluyó que:
 - Al someter las probetas a los ensayos de resistencia de concreto endurecido y al ensayo de asentamiento SLUMP, para evaluar el comportamiento del concreto con la incorporación de diferentes dosificaciones de vidrio de sosa, cal y sílice, se llegó a la conclusión que las dosificaciones del 2% 5% 7% y 10% se encuentran



en el rango de aceptación de la norma técnica peruana (NTP 339.034, La NTP 339.084) las cuales son referidas a la resistencia del concreto y a la norma americana ASTM C 143, la cual está referida al asentamiento del concreto, siendo la dosificación del 7% de la que mejor resultado se obtuvo.

- Al comparar los ensayos de resistencia de una probeta de concreto convencional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con otras probetas cilíndricas, en la cual se incorporó vidrio de sosa, cal y sílice al 2%, 5%, 7%, 10%, 15%, 25%, 50% y viendo la trabajabilidad que tuvo la mezcla con estos porcentajes de dosificación, se llegó a la conclusión de que los porcentajes al 2%, 5%, 7% son favorables y están dentro de los parámetros de diseño; mientras que el 10%, 15%, 25% y 50%, no llegan a ser favorables, por ende, no llegan a estar dentro de los parámetros aceptables de diseño; incumpliendo de esta manera a la norma técnica peruana (NTP 339.034, La NTP 339.084) las cuales refieren a la resistencia del concreto y la norma americana ASTM C 143 al asentamiento del concreto).

1.1.3 A nivel regional o local

- Alexis Paredes Bendezú (2019), el “Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de vidrio reciclado molido” (p.130) de la Universidad Nacional de San Martín. Concluyó:
 - El diseño de mezcla de los concretos con adición del 15, 20 y 25% de vidrio reciclado molido fue desarrollado en base al diseño de mezcla del concreto patrón, adicionando el porcentaje de vidrio reciclado seleccionado en reemplazo del mismo porcentaje, en peso, del agregado fino.
 - A los 28 días de curado el concreto de control (patrón) obtuvo en promedio 213.34 kg/cm^2 , el concreto con 15% de adición de VRM 252.42 kg/cm^2 (18.32% superior), con 20% de adición de VRM, 228.20 kg/cm^2 (6.97% superior) y con 25% de adición de VRM, 217.60 kg/cm^2 (2.00% superior).



1.2. Bases teóricas.

1.2.1. Concreto.

Se encuentra formado mediante la composición de agregado grueso o piedra, agregado fino o arena, agua, cemento y algún aire.

Con el mortero que está compuesto por agua y arena, y su función primordial es unir diversas partículas de agregado grueso llenado de esta forma los espacios vacíos que puede haber en la mezcla. El mortero debe cubrir la brecha o espacios del volumen entre las partículas.

Si se quiere obtener un adecuado concreto no solo se considera insumos de calidad que este mezclado en proporciones exactas y correctas. Es de mucha importancia considerar las condiciones en que estos interactúan, la mezcla, transporte a obra y su colocación o también vaciado y curado.

1.2.2. Componentes y complementos del concreto

1.2.2.1. Cemento

La obtención del cemento es cuando se ejecuta la pulverización del Clinker el cual se realiza tras la calcinación la fusión derivación de materiales arcillosos y calcáreos. El cemento considerado como adicionado según la norma ASTM C595 como el cemento Extra fuerte tipo Ico es el cemento que se utilizará para la investigación de la marca Pacasmayo fabricado por la empresa Cementos Selva S.A., este está ubicado en la carretera Fernando Belaunde Terry Km. 468 en el distrito de Elías Soplin Vargas - Rioja departamento de San Martín, el cemento que se utilizara es de uso general recomendado para columnas vigas y cimentaciones en suelos



no salitrosos y tiene propiedades altamente resistente que le brindan cuyas características de describirá a continuación.

1.2.2.2. Agregado

Se puede definir al agregado como un conjunto de partículas las cuales son orgánicas y su origen puede ser natural como artificial sus límites y dimensiones están fijados en la **NTP 400.011**.

El agregado viene hacer una etapa disgregada del concreto, los agregados adheridos en la mezcla y ocupan un 75% del volumen de la unidad cubica del concreto.

- **Tamaño Máximo**

Se refiere a uno de los tamices que se usa en la granulometría por el cual pasa la muestra del mezclado.

- **Tamaño Nominal Máximo**

Se refiere al tamiz menor por el cual la muestra colocada queda retenida.

- **Módulo de Fineza**

Esta pauta se establece halla por los años 1925 por Duff Abrams, realizando

la granulometría del material, podemos obtener una fineza promedio utilizando la siguiente formula:

$$M_F = \frac{\sum \% \text{retenido en tamices}}{\text{granulometría}}$$

$$M_F = \frac{\sum \%^{1/2^{3/43/8}}}{\text{granulometría}}$$

$$M_F = \frac{\sum \%^{(2^4, 2^8, 2^{16}, 2^{30}, 2^{50}, 2^{100})}}{100}$$

Fuente: Ricardo Palma 2009.p 80.

1.2.2.3. Agregado fino

Se puede decir que el agregado fino y el grueso, forman elementos eficaces del concreto, debido a que estas no intervienen en las relaciones químicas entre agua y cemento. El agregado fino además tiene que ser durable, limpio y libre de materiales que contengan impurezas tales como: polvo, materia orgánica, limo pizarras, álcalis, entre otros. No debe poseer más del 5% de limo y arcilla ni más del 1.5 % de materia orgánica. La partícula tiene que tener un tamaño la cual no debería ser menor a la de $\frac{1}{4}$ " y su sucesión debe satisfacer lo referente y establecido en la norma. ASTM-C-33-99^a, esto se puede observar en el cuadro de requisitos de granulometría del agregado fino.

Tabla 1. Requisitos de granulometría

Requisitos granulométricos que deben ser satisfechos por el agregado fino	
Tamiz estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
3/8"	100
#4	95 a 100
#8	80 a 100
#16	50 a 85
#30	25 a 60
#50	10 a 30
#100	2 a 10

Fuente: TEODORO E. Harmsen – 2005.



1.2.2.4. Agregado Grueso

El agregado grueso tiene una composición las cuales son: las rocas sintéticas, dioríticas y graníticas. Puede hacer uso debido la piedra la cual es triturada en la chancadora y grava zarandeada de las orillas de los ríos y los yacimientos naturales. El agregado fino no posee más del 1.5 % de materias orgánicas, carbón entre otros, también ni más del 5% de finos y arcilla.

Se puede usar tamaños de mayor envergadura según el juicio del ingeniero experto en el área, de modo que no se encontrara de vacíos o cangrejeras. Lo mismo pasa con la arena, la norma La norma ASTM-C-33-99 a también establece una serie de condiciones para su gradación. Se puede observar en el siguiente cuadro que la piedra tiene una clasificación por el tamaño máximo del agregado.

Tabla 2. Porcentaje que pasa por los tamices normalizados

Tamaño Nominal (mm)	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados												
	100 Mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm
90.0 a 37.5 (3 ½" a 1 ½")	100	90-100		25-60		0-15		0-5					
63.0 a 37.5 (2 ½" a 1 ½")			100	90-100	35-75	0-15		0-5					
50.0 a 25.0 (2" a 1")				100	90-100	35-70	0-15		0-5				
50.0 a 4.75 (2" a #4")				100	95-100		35-70		10-30		0-5		
37.5 a 19.0 (2½" a 3/4")					100	90-100	20-55	0-15		0-5			
37.5 a 4.75 (1 ½" a #4")					100	90-100		35-70		10-30	0-5		



25.0 a 12.5 (1" a 1 1/2")					100	90-100	20-55	0-10	0-5				
25.0 a 9.50 (1" a 3/8")						100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5		
25.0 a 4.75 (1" a #4")						100	95-100		25-60		0-10	0-5	
19.0 a 9.50 (3/4" a 3/8")							100	90-100	20-55	0-15	0-5		
19.0 a 4.75 (1/4" a #4")							100	90-100		20-55	0-10	0-5	
12.5 a 4.75 (1/2" a #4")								100	90-100	40-70	0-15	0-5	
9.50 a 2.36 (3/8" a #8")									100	85-100	10-30	0-10	0-5

Fuente: TEODORO E. Harmsen – 2005.

1.2.2.5. Agua

Es un elemento necesario para la vida cotidiana y en diferentes actividades realizadas por las personas uno de ellos viene a ser en el proceso constructivo donde debe ser usada de una forma adecuada estar limpia, libre de aceites, álcalis, ácidos y materia orgánica, para su respectivo uso en la mezcla. En general y primordialmente el agua tiene las condiciones favorables para el concreto. La función principal es la de hidratar el cemento, gracias a ella también podemos darle una mejor trabajabilidad a la mezcla. Se podría usar agua sin tratar en la elaboración y ejecución del concreto, siempre que se demuestre su idoneidad.

En el uso se realiza la fabricación de cubos de mortero elaborados con ella y su ensayo será según la norma ASTM-C-1091109M-99. Si se obtiene una resistencia entre los 7 y 28 días por lo menos de 90% de lo esperado en morteros que fueron elaborados con agua potable el líquido es aceptable (ACI-3.4.3).

Es necesario realizar una verificación y ver que no contengas agentes que reaccionen negativamente con el esfuerzo.



1.2.2.6. Vidrio

El vidrio es un material duro, normalmente frágil y transparente, común en nuestra vida diaria. Está compuesto principalmente de arena (silicatos, SiO_2) y un álcali.

Estos materiales se fusionan a altas temperaturas (estado viscoso fundido); entonces son enfriados rápidamente para formar una estructura rígida. Sin embargo, no tienen suficiente tiempo para formar una estructura cristalina regular.

Dependiendo del uso final y la aplicación, la composición del vidrio y la velocidad de enfriamiento variará para lograr las propiedades adecuadas para la aplicación específica. Los siguientes son ingredientes comunes para obtener vidrio:

- ✓ Arena (SiO_2 silice) En su forma pura existe como un polímero, $(\text{SiO}_2)_n$
- ✓ Ceniza de soda (carbonato de sodio Na_2CO_3) Normalmente el SiO_2 se ablanda hasta $2000\text{ }^\circ\text{C}$, donde empieza a degradarse (a $1713\text{ }^\circ\text{C}$ la mayoría de las moléculas ya pueden moverse libremente). Adhiriendo soda bajará el punto de fusión hasta $1000\text{ }^\circ\text{C}$ haciéndolo más manejable.
- ✓ Piedra caliza (carbonato de calcio o CaCO_3) o dolomita (MgCO_3) También conocido como cal, el carbonato de calcio se encuentra naturalmente como piedra caliza, mármol o tiza. La soda hace que el vidrio sea soluble en agua, suave y no muy duradero. Así que la cal es adherida aumentando la dureza y la resistencia química, y proporcionando insolubilidad de los materiales.

1.2.3. Fases de la producción del concreto

1.2.3.1. Dosificación

La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o adherencia correctos. Generalmente expresado en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3). (WIKIPEDIA, 2018).

1.2.3.2. Mezclado

La operación de mezclado consiste básicamente en la rotación o batido, con el propósito de cubrir la superficie de todas las partículas del agregado con la pasta de cemento y



mezclar todos los ingredientes del concreto en una masa uniforme; esta uniformidad no debe afectarse durante el proceso de descarga de la mezcladora.

El tiempo mínimo de mezclado del concreto es función de la cantidad de mezcla a preparar y del número de revoluciones de la mezcladora. Se mide a partir del instante en que todos los ingredientes están en la máquina. Una especificación usual es la de un minuto por 0.75m³ adicionales. Sin embargo, el código ACI requiere de un tiempo mínimo de un minuto y medio (ACI-5.8.3) (HARMSEN, 2005).

1.2.3.3. Transporte y colocación del concreto

Hay muchos métodos para transportar el concreto de la mezcladora a la obra. La elección dependerá, desde luego, de consideraciones económicas y de la calidad del concreto a transportar. Se puede utilizar, desde carretillas, cubetas, saltadoras y transportadores de banda, hasta camiones especiales y de bombeo.

Lo importante es que la mezcla mantenga su cohesividad y no se segregue.

La colocación del concreto se refiere a su vaciado dentro del encofrado.

1.2.3.4. Compactación

Consiste en eliminar el exceso de aire atrapado en la mezcla, logrando una masa uniforme, que se distribuya adecuadamente en el encofrado y alrededor del refuerzo. Es muy importante para conseguir un buen concreto. La compactación puede hacerse manualmente mediante el chuceo o haciendo uso de vibradores. (HARMSEN, 2005).

1.2.3.5. Curado del concreto

Proceso mediante el cual se busca tener saturado el concreto en el agua, hasta que los espacios ocupados por agua inicialmente sean ocupados por el gel producto de la hidratación del cemento. La falta de curado acarrea la reducción de la resistencia. Existen alternativamente otros tipos de curado.



1.2.4 Características de los materiales

1.2.4.1 Cemento Portland Tipo I

El cemento es una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio. Se obtiene a partir de la fusión parcial y combinación en proporciones convenientes de materias primas que sean ricas de cal, sílice y alúmina. Estos materiales se encuentran, en su estado natural, bajo la forma de calizas y arcillas que se explotan de canteras.

1.2.4.2 Agregado fino

Material, proveniente de la desintegración natural (arena natural) o artificial (manufacturada) de las rocas, que pasa al Tamiz 3/8" (9.51 mm) y es retenido en el tamiz N° 200 (74µm), como se indica en la Norma Técnica Peruana 400.011. El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma Técnica NTP 400.037, en concordancia con la Norma ASTM C-33, que recomiendan que la granulometría se encuentre dentro de los límites que se indican en la tabla de límites granulométricos correspondiente.

1.2.4.2.1 Peso unitario: (NTP 400.017), (ASTM C – 29)

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³. Su valor depende de condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría y contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación aplicado, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc.

El peso unitario puede expresarse en dos condiciones:

•Peso Unitario Suelto:

Cuando el agregado se acomoda en forma natural en el recipiente.

$$PUS = W_s * f$$

donde:

PUS = Peso unitario suelto (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

Ws = Peso de la muestra suelta (kg)



• **Peso Unitario Compactado:**

Es el peso por unidad de volumen después de un procedimiento de apisonado.

$$PUC = W_c * f$$

donde:

PUC = Peso unitario compactado (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

W_c = Peso de la muestra compactada (kg)

1.2.4.2.2 Peso específico y absorción: (NTP 400.022), (ASTM C-128)

El peso específico, gravedad específica o densidad real es la relación entre el peso del material y su volumen. Su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. El peso específico de las arenas varía entre 2.5 y 2.7 g/cm³; las arenas húmedas con igual volumen aparente, pesan menos que las secas debido a que recubren de una película de agua que la hace ocupar mayor volumen. El volumen de huecos de una arena natural oscila entre un mínimo de 26% para las arenas de granos uniformes y hasta de 55% para las de granos finos (BENITES ESPINOZA, 2011).

- **Peso específico:** Puesto que el agregado, tanto permeable como impermeable, suele contener poros es necesario definir con mucho cuidado el significado del término peso específico. Existen varios tipos de peso específico.
- **Peso específico de masa seca:** Se define como la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) respecto de la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases.

$$A = \frac{W}{V - V_w}$$

donde:

A = Peso de la arena seca (g)



V = Volumen de la fiola (cm3)

W = Peso del agua (g)

- **Peso específico de masa saturado superficialmente seco:** Se define como la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables saturados con agua e impermeables naturales del material) respecto de la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases.

$$\rho_{\text{masa saturado superficialmente seco}} = \frac{500}{(V - W)}$$

donde:

V = Volumen de la fiola (cm3)

W = Peso del agua (g)

- **Peso específico aparente:** Se define como la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material respecto de la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases, si el material es un sólido el volumen es aquel de la porción impermeable.

donde:

$$\rho_{\text{peso específico aparente}} = \frac{W}{(V - W) - (500 - W)}$$

Donde:

A = Peso de la arena seca (g)

V = Volumen de la fiola (cm3)

W = Peso del agua (g)

Porcentaje de absorción:

Es la cantidad de agua total que el agregado puede absorber de la condición seca a la condición saturado superficialmente seco en relación al peso de la muestra seca y es expresado en porcentaje. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de



mezcla, por lo que es necesario tenerlo siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

$$\text{Corrección} = \frac{(500 - A)}{A} * 100$$

donde:

A = Peso de la arena seca (g)

1.2.4.2.3 Contenido de humedad: (NTP 339.185), (ASTM C- 566)

Diferencia entre el peso del agregado fino natural y el peso del agregado secado en horno a 100 - 110 °C por un periodo de 24 horas, multiplicado por 100. Físicamente es la cantidad de agua que contiene el agregado fino.

$$H = \frac{A - B}{A} * 100$$

donde:

H = Contenido de humedad (%)

A = Peso de la muestra húmeda (g)

B = Peso de la muestra seca (g)

1.2.4.2.4 Granulometría del agregado Fino: (NTP 400.012)

Ésta se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de granos de arena del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200 de la serie Tyler; correspondiendo a la fracción que pasa la N° 200 la que tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, por afectar a la resistencia. La granulometría deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas entre la N° 4 y la 100 de la serie Tyler; y, no debiéndose retener más del 45 % en dos tamices consecutivos cualesquiera.

La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, especialmente de la granulometría y otras características de la arena; y, como no se puede modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado grueso, que se puede cribar y almacenar separadamente sin dificultad, la atención principal,

entonces, se dirige al control de su homogeneidad (ARI, 2002). El ensayo de granulometría del agregado fino se efectuará bajo la Norma Técnica NTP 400.012.

Los límites de distribución granulométrica según la Norma Técnica NTP 400.037 y la Norma ASTM C – 33, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3. Límites granulométricos según normas NTP 400.037

Malla	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 - in)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 mm (N° 30)	25 a 60
300 mm (N° 50)	5 a 30
150 mm (N° 100)	0 a 10

Fuente: Norma NTP-2014

1.2.4.2.5 Módulo de finura: (Norma NTP. 400.011)

Índice aproximado que representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena; se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Según la Norma Técnica NTP.400.011 se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100.

En la interpretación del módulo de finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia; además, la norma establece que la arena debe tener un Módulo de Finura no menor de 2.35 ni mayor que 3.15 (Ari, 2002). Según la Norma Técnica NTP 400.011, se considera que el módulo de finura de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa. De acuerdo a la ASOCEM, en la apreciación



del módulo de finura, se estiman que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia (BENITES ESPINOZA, 2011).

1.2.4.2.6 Superficie específica

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado fino por unidad de peso; en su determinación se consideran dos supuestos: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

$$S_e = \frac{0.06}{P} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}$$

donde:

Se = Superficie específica (cm² / g)

Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i

di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i
(cm)

P = Peso específico del agregado

1.2.4.2.7 Material que pasa la malla N° 200: (NTP 400.018)

Material constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con la arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla; en consecuencia, el ensayo permite determinar, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado pétreo.

La ASTM C-117 establece límites para las sustancias perjudiciales; así, por ejemplo, con relación al material más fino que pasa la malla N° 200 indica que éste tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia; por otro lado, las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se acostumbra limitarlos entre el 3% al 5%, aunque valores superiores hasta del orden del 7% no necesariamente causarán un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse mejorando el diseño de mezclas,



bajando la relación agua/cemento y/o optimizando la granulometría (BENITES ESPINOZA, 2011).

La Norma Técnica NTP 400.018 establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa por el tamiz normalizado de 75 μm (N° 200), en el agregado emplearse en la elaboración de concretos y morteros. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que son dispersadas por el agua, así como los materiales solubles en agua, serán removidas del agregado durante el ensayo.

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

donde:

A = % que pasa el tamiz N.º 200

P1 = Peso de la muestra (g)

P2 = Peso de la muestra lavada y secada (g)

1.2.4.3 Agregado Grueso

El agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) y proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la N.T.P. 400.037. El agregado grueso se puede clasificar en piedra chancada o triturada (agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas, canto rodado o gravas) y grava (proviene de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándose en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural). Para obtener la piedra chancada, las gravas naturales deben estar limpias y libre de polvo superficial y debe cumplir con los requisitos especificados en la Norma ASTM C33, excepto en cuanto a la granulometría.

Deben cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

- Deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- Teniendo en cuenta que el concreto es una piedra artificial, el agregado grueso es la materia prima para fabricar el concreto. En consecuencia, se debe usar la mayor cantidad



posible y del tamaño mayor, teniendo en cuenta los requisitos de colocación y resistencia.

- Hasta para la resistencia de 250kg/cm² se debe usar el mayor tamaño posible del agregado grueso; para resistencias mayores investigaciones recientes han demostrado que el menor consumo de concreto para mayor resistencia dada (eficiencia), se obtiene con agregados de menor tamaño.

1.2.4.3.1 Peso unitario: (NTP 400.017), (ASTM C-29)

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³. Su valor depende de condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría y contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación aplicado, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc. Los valores para agregados normales varían entre 1500 y 1700 kg/m³. Este valor este requerido cuando se dosifica el concreto por volumen y más aún si se está trabajando con agregados ligeros o pesados en el extremo.

Se determinan dos (2) pesos aparentes o unitarios: Peso Unitario Compactado o varillado (PUC) y el Peso Unitario Suelto (PUS).

Tabla 4. Tamaño máximo del agregado grueso

Tamaño máximo del agregado		Capacidad	
pulg	mm	ft ³	m ³
½	12.5	1/10	3
1	25.4	1/3	10
1 ½	38.1	½	15
2	50.8	1	30

Fuente: Norma NTP 400.017

- **Peso Unitario Suelto:**

Cuando el agregado se acomoda en forma natural en el recipiente.

$$ft^3 = m^3 * 35.3$$



donde:

PUS = Peso unitario suelto (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

Ws = Peso de la muestra suelta (kg)

- **Peso Unitario Compactado:**

Es el peso por unidad de volumen después de un procedimiento de apisonado.

$$PUC = PUS * f$$

donde:

PUC = Peso unitario compactado (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

Wc = Peso de la muestra compactada (kg)

1.2.4.3.2 Peso específico y absorción: (NTP 400.021)

Es la relación a una temperatura estable de la masa de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua destilada, libre de gas. El peso específico de los agregados queda definido como, la relación entre el peso del material y su volumen. Su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Su valor se toma en cuenta para realizar la dosificación de la mezcla, así como para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

- **Peso específico:**

Puesto que el agregado, tanto permeable como impermeable, suele contener poros será necesario definir con mucho cuidado el significado del término peso específico, existen varios tipos de peso específico.

- **Peso específico de masa seca:**

Se define como la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) respecto de la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases.



$$\rho_{\text{ap}} = \frac{A}{(B - C)}$$

donde:

A = Peso de la muestra seca (g)

B = Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)

C = Peso de la muestra saturada dentro del agua (g)

• **Peso específico de masa saturado superficialmente seco:**

Se define como la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables saturados con agua e impermeables naturales del material) respecto de la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases.

$$\rho_{\text{es}} = \frac{B}{(B - C)}$$

donde:

B = Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)

C = Peso de la muestra saturada dentro del agua (g)

• **Peso específico aparente:**

Se define como la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material respecto de la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases, si el material es un sólido el volumen es aquel de la porción impermeable.

$$\rho_{\text{ap}} = \frac{A}{(B - C)}$$

donde:

A = Peso de la muestra seca (g)

C = Peso de la muestra saturada dentro del agua (g)

• **Porcentaje de absorción:**

Es la cantidad de agua total que el agregado puede absorber de la condición seca a la condición saturado superficialmente seco en relación al peso de la muestra seca y es expresado en porcentaje. Tiene importancia pues



se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, por lo que es necesario tenerlo siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

donde:

A = Peso de la muestra seca (g)

B = Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)

1.2.4.3.3 Contenido de humedad: (NTP 339.185), (ASTM C-566)

Diferencia entre el peso del agregado natural y el peso del agregado secado en horno a 100 - 110 °C por un periodo de 24 horas, multiplicado por 100. Físicamente es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso. De acuerdo a su valor (en %) variará la cantidad de agua en la preparación del concreto.

$$H = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

donde:

H = Contenido de humedad (%)

A = Peso de la muestra húmeda (g)

B = Peso de la muestra seca (g)

1.2.4.3.4 Granulometría del agregado grueso: (NTP 400.012), (ASTM C136)

Se refiere a la distribución de las partículas. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de agregado grueso del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. Los tamices a utilizar tienen mallas con aberturas cuadradas: 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4" y la N° 4.

La Norma Técnica NTP 400.037 en concordancia con la Norma ASTM C33, establece que la granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla 1/4". El ensayo de granulometría de acuerdo con la Norma Técnica NTP 400.012, concordante con la Norma ASTM C-136, señala que el peso de la muestra

debe ser el que corresponda al tamaño máximo de las partículas, según se establece en la Tabla de cantidad mínima de la muestra del agregado grueso o global (BENITES ESPINOZA, 2011).

Tabla 5. Cantidad mínima de la muestra del agregado grueso o global

Tamaño Máximo Nominal Abertura cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la muestra de Ensayo Mínimo
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.9 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: (BENITES ESPINOZA, 2011). Tesis para optar el Título de Ing. Civil. Universidad Ricardo Palma)

• **Tamaño Máximo**

El tamaño máximo se toma en cuenta para seleccionar el tamaño del agregado según las condiciones de geometría del encofrado y el diámetro del refuerzo de acero y la separación de varillas; y, corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso.

• **Tamaño Nominal Máximo del agregado**

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada, que produce el primer retenido. Así si $TM = 1''$ entonces el $TMN = 3/4''$. En el presente trabajo de investigación se empleará un tamaño máximo $TM = 1''$ entonces el tamaño nominal máximo será $TMN = 3/4''$

1.2.4.3.5 Módulo de finura: (NTP 400.011)

Índice aproximado que representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de agregado grueso; se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Se calcula como la



suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividido entre 100.

1.2.4.3.6 Superficie específica

Suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado grueso por unidad de peso; en su determinación se consideran dos supuestos: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas. Se expresa en cm² /gr.

$$S_e = \frac{0.06}{P} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}$$

donde:

Se = Superficie específica (cm² / g)

Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i

di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i
(cm)

P = Peso específico del agregado

1.2.4.3.7 Material que pasa la malla N° 200: (NTP 400.018)

Puede estar presente en el agregado en forma de recubrimiento superficial que interfiere en la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento, afectando la resistencia y la durabilidad del concreto. Por otro lado, las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se le limita a 1 %.

La norma ASTM C117 prescribe tamizar el material húmedo en un tamiz N° 200. En el tamizado en húmedo el agregado se coloca en agua y se agita de modo vigoroso para que los finos se desprendan y queden en suspensión. Por medio de la decantación y el tamizado se puede eliminar todo el material cuyo tamaño sea menor que el del tamiz de muestreo N° 200.

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

donde:

A = % que pasa el tamiz N.º 200

P1 = Peso de la muestra (g)

P2 = Peso de la muestra lavada y secada (g)

1.2.4.4 Agregado Global

Viene a ser el material compuesto de la mezcla en proporciones determinadas del agregado grueso y agregado fino, que cumplan las especificaciones técnicas (ARI QUEQUE, 2002).

1.2.4.4.1 Granulometría

En cuanto a la granulometría, es la gradación total del agregado participante en la mezcla lo más importante porque es de lo más común que al evaluarse esta propiedad individualmente en la piedra y la arena no entren en los Husos granulométricos propuestos por las Normas ASTM C-33, y sin embargo mezclándolos en proporciones adecuadas suministren una distribución de partículas que entre en el Huso requerido. La misma norma ASTM C-33 admite esto, pues indica que se podrán emplear agregados que no cumplan los requisitos, si se demuestra que con ellos se obtienen concretos que satisfacen las especificaciones técnicas del proyecto que se trate (ARI QUEQUE, 2002)

ARI, QUEQUE (2002) indica que para evaluar las granulometrías totales se hace uso de las curvas teóricas y Husos totales, probando proporciones de mezcla de agregados que se acerquen lo más posible a ellas. Nos sugiere remitirnos a los Husos DIM 1045 para el agregado global. En dicho Huso en el área comprendida entre el Huso "A" y "B" nos proporciona un concreto de mejor trabajabilidad; cuando está entre el Huso "B" y "C" se obtendría un concreto de trabajabilidad aceptable (ARI QUEQUE, 2002)

Tabla 6. Huso DIM 1045 – Agregado Global

Tamiz	Abertura (mm)	Agregado Global		
		A	B	C
1 1/2"	32.0	100	100	100
3/4"	16.0	62.0	80.0	89.0
1/2"	8.0	38.0	62.0	77.0
N° 4	4.0	23.0	47.0	65.0
N° 8	2.0	14.0	37.0	53.0
N° 16	1.0	8.0	28.0	42.0
N° 50	0.25	2.0	8.0	15.0

Fuente (ARI QUEQUE, 2002)

1.2.4.4.2 Peso Unitario Compactado del Agregado Global

Para la determinación de la óptima relación entre el agregado fino y agregado grueso uno de los métodos a usar constituye el método de la “compacidad”, que consiste en la mezcla de diferentes proporciones de los agregados, buscándose el mejor acomodo de las partículas. Esta combinación, de máxima densidad, generará un volumen mínimo de vacíos, necesitando menos cantidad de pasta de cemento cuando los agregados formen parte de la mezcla de concreto.

Para determinar la máxima compacidad o el mejor acomodo de los agregados en la mezcla de concreto, se determina el máximo peso unitario compactado del agregado global; para cuyo caso, según refiere ARI QUEQUE (2002), se prueban diferentes mezclas en peso de agregado fino y agregado grueso, por ejemplo, en el caso específico señalado de ARI QUEQUE (2002), la proporción ideal se encontró probando en los siguientes porcentajes:

Tabla 7. *Porcentajes de agregados fino y grueso para agregado global sugerido*

% Arena	44	46	48	50	52	54	58	62
% Piedra	56	54	52	50	48	46	42	38

Fuente: (ARI QUEQUE, 2002)

Para los porcentajes mencionados. Finalmente se grafica el Peso Unitario Compactado del Agregado Global a partir del % de arena interviniente (% Arena interviniente en el Agregado Global vs PUC). Para los agregados trabajados en la investigación de ARI QUEQUE (YAGUAL VERA, DIANA GABRIELA. VILLACÍS APOLINARIO, DANIEL WILFRIDO., 2015) (2002), se observa que para el 52% de arena y 48% de piedra se obtiene el mayor Peso Unitario Compactado de la combinación de agregados; resultados que, solo como ejemplo, se muestran a continuación:

Tabla 8. *Peso unitario compactado de agregado global según % de arena*

% Arena interviniente en agregado global	Peso Unitario compactado (kg/m ³)
44	2027.06



46	2048.25
48	2069.44
50	2102.40
52	2118.88
54	2100.05
58	2069.44
62	20.47.07

Fuente: (ARI QUEQUE, 2002)

1.2.4.5 Agua

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto.

El agua de mezcla en el concreto tiene como funciones principales: reaccionar con el cemento para hidratarlo, actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto y procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

Los efectos más perniciosos que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos, etc.

Existe evidencia experimental que el empleo de aguas con contenidos individuales de cloruros, sulfatos y carbonatos sobre las 5000 p.p.m. ocasiona reducción de resistencias hasta del orden del 30% con relación a concretos con agua pura.

Los carbonatos y bicarbonatos de Sodio y Potasio pueden acelerar o retardar el fraguado cuando la suma de sales disueltas tiene concentraciones sobre 1000 p.p.m., por lo que es recomendable en estos casos hacer pruebas de tiempo de fraguado. Hay evidencias que en estas condiciones pueden incrementarse las reacciones álcali-sílice en los agregados.

Tabla 9. Límite permisible del agua

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión	5000 p.p.m. máximo
Materia orgánica	3 p.p.m. máximo
Alcalinidad (CO_3^{2-} , HCO_3^-)	1000 p.p.m. máximo
Sulfato (Ión SO_4^{2-})	600 p.p.m. máximo
Cloruros (Ión Cl)	1000 p.p.m. máximo
pH	5 a 8

Fuente: NTP 339.088

Los carbonatos de Calcio y Magnesio no son muy solubles en el agua y en concentraciones hasta de 400 p.p.m. no tienen efectos perceptibles en el concreto.

El Sulfato de Magnesio y el Cloruro de Magnesio en contenidos hasta de 25000 p.p.m. no han ocasionado efectos negativos en investigaciones llevadas a cabo en USA, pero sales de Zinc, Cobre y Plomo como las que pueden tener las aguas contaminadas con relaves mineros, en cantidades superiores a 500 p.p.m. tienen efectos muy negativos tanto en el fraguado como en las resistencias. La materia orgánica por encima de las 1000 p.p.m. reduce resistencia e incorpora aire.

1.2.5 Diseños de mezcla de concreto

Proceso de selección más adecuado, conveniente y económico de sus componentes como son: agua, cemento, agregados (fino y grueso) y aditivos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado fresco tenga trabajabilidad y consistencia adecuada, además en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicado en los requerimientos del proyecto y especificaciones técnicas.

El diseño de mezclas incluye, entre otras, la determinación del peso unitario (densidad), rendimiento de materiales y



contenido de aire. Se basa en ciertos criterios en los que intervienen la relación arena / piedra y las relaciones agua/cemento; siendo necesario contar con información de las propiedades de los agregados fino y gruesos siguientes: granulometría, peso específico, contenido de humedad, porcentaje de absorción, peso unitario suelto, peso unitario compactado, módulo de finura, tamaño nominal máximo (del agregado grueso).

(NIÑO HERNANDEZ, 2010), señala que, el conocimiento de las propiedades del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido tiene como finalidad primordial la de determinar el diseño de la mezcla. Una mezcla debe diseñarse tanto para estado fresco como estado endurecido. Las principales exigencias que se debe cumplir para lograr una dosificación apropiada en estado fresco son las de manejabilidad y economía y para concreto endurecido son las de resistencia, durabilidad y en algunos casos el peso volumétrico.

Para proporcionar los ingredientes en una mezcla de concreto se debe seguir un procedimiento, para lo cual se han sugerido muchos métodos dentro de los cuales se encuentran los analíticos, experimentales, semi analíticos y empíricos.

El método empleado para el diseño de las mezclas de concreto para el presente proyecto es el método americano ACI (American Concrete Institute) – Volúmenes absolutos, el que se fundamenta en el principio básico de la relación agua / cemento desarrollado por Abraham, que consiste en seguir una serie de pasos para determinar la cantidad de cada material en peso y volumen, para 1m³ de concreto.

Según el método ACI, el proporcionamiento de los agregados se hace teniendo en cuenta que éstos cumplen las especificaciones granulométricas, tamaño máximo y calidad de los agregados finos y gruesos, excepto los agregados livianos y pesados, y otros requisitos de la Norma ASTM C – 33.

Los criterios de dosificación de mezclas de concreto incluyen los siguientes pasos:

- Elección del asentamiento.
- Elegir el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Estimar el contenido de aire.



- Estimar la cantidad de agua de mezclado.
- Estimar la cantidad de agua / cemento (a/c).
- Calcular la cantidad de cemento.
- Verificar si los agregados cumplen las recomendaciones granulométricas.
- Estimación del contenido de grava.
- Estimar el contenido de agregado fino.
- Ajustar la cantidad de agua por el contenido de humedad del agregado.
- Ajustar las mezclas de prueba.

En el presente trabajo de investigación, para el caso de la mezcla experimental en la que se le sustituirá la piedra chancada por perlas de poliestireno se prestó especial atención al diseño, ya que se esperaba la necesidad de añadirle algún aditivo para garantizar la cohesión entre el EPS y la pasta de concreto, de lo contrario se podría presentar la segregación.

Procedimiento de mezclado

El proceso de mezclado de los diseños de mezcla será el siguiente:

- Se humedecerá la mezcladora, de capacidad de 40 litros.
- El agua de mezclado se dividirá en dos partes: la primera parte, en un litro y la segunda parte, el agua restante que será añadida al inicio de la mezcla.
- Luego, se incorporará la piedra y en seguida se le dará un número de cinco revoluciones a la mezcladora.
- Seguidamente se añadirá la arena con el cemento, tapando la boca de la mezcladora para evitar pérdida de material, se dejará mezclando los materiales durante un minuto.
- Después del periodo de mezcla de los materiales, se observará la condición de la mezcla resultante, como ésta se encuentra en una condición seca y se le irá añadiendo el agua restante del litro de agua separada inicialmente, incorporándola poco a poco durante el periodo de mezclado.
- El periodo de mezclado comprenderá 5 minutos para todos los diseños de mezcla.



1.2.6 Ensayos al concreto fresco

1.2.6.1 Asentamiento: (NTP 339.035), (ASTM C – 143)

La consistencia del concreto fresco es la capacidad de la masa de concreto para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por la variación del contenido de agua en la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores; se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. El ensayo para medir la consistencia del concreto se denomina ensayo slump y consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado (ARI, 2002).

1.2.7 Ensayos del concreto endurecido

1.2.7.1 Resistencia a la compresión: (NTP 339.034)

La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. La resistencia a la compresión es una de las más importantes propiedades, del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo.

Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto. Objeto: La presente Norma establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de probetas 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.

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos o corazones en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra. El esfuerzo a la compresión de la muestra está



calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

donde:

Rc = Es la resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos Por centímetro cuadrado.

G = Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.

d = Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

1.3. Definición de Términos Básicos

- **Mezclas de Prueba:** Las mezclas de prueba o diseño de mezclas son el desarrollo de los conocimientos técnicos y prácticos de las propiedades de los componentes del concreto y su combinación para obtener resultados que satisfagan lo mínimo requerido. (Intor 2015, pp. 45).
- **Vidrio molido:** Elemento que será obtenido mediante la ruptura de botellas y demás elementos que contengan vidrio. Lo cual servirá para mejorar las propiedades mecánicas del diseño de mezcla. (Tello 2017, pp. 27).
- **Dosificación:** Son proporciones de los componentes del concreto que se dan dependiendo del tipo de método aplicado y las propiedades físicas de cada uno de sus elementos, dando como resultado las cantidades necesarias para obtener un concreto con las características mínimas requeridas. (Atoche 2017, pp. 26)



- **Resistencias Mecánicas:**

- **Resistencia a la Compresión:** Es el máximo esfuerzo que puede soportar un material bajo fuerzas aplicadas transversalmente. Dicha resistencia se determina con los ensayos de compresión realizados a las probetas obtenidas con el diseño de mezcla del concreto.

- **Resistencia a la Flexión:** Es el máximo esfuerzo que puede soportar un material bajo fuerzas aplicadas en tres puntos generando una carga de arqueamiento. Dicha resistencia se determina con los ensayos de la prueba de flexión para especímenes de sección circular o rectangular

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

La problemática en la cual se enmarca esta investigación tiene relación con aspectos primordialmente relacionados con la ingeniería y el desarrollo tecnológico en general para reducción del impacto ambiental, debido a la reutilización del material de los desechos para este caso es el vidrio reciclado que para fines experimentales será molido y agregado en porcentajes como remplazo del cemento para verificar cuál es su influencia en la resistencia a la compresión y en costos de fabricación comparado con el concreto convencional sin modificar, siendo esta una alternativa que podría reducir el impacto ambiental y a la vez socioeconómica por la reutilización de material reciclado como es el vidrio molido en porcentajes como remplazo del cemento para la producción de concreto; lo cual si en esta investigación sus resultados serían óptimos esto llevaría a que se



podría dar una reducción del cemento utilizando dicho material reciclado en la fabricación del concreto como una alternativa y a la vez una disminución en su costo. Siendo esta la meta de esta investigación.

La manufactura encargada de la construcción, hoy en día, es una actividad de suma importancia para la economía en nuestra ciudad. A diferencia de otras industrias, la construcción es parte fundamental para el crecimiento social, demográfico y económico en nuestra ciudad.

Asimismo, también va generado la necesidad de aumentar el índice de edificación de viviendas, y diferentes tipos de construcciones modernas y especiales, ya sea para entidades privadas o públicas que generaran una mejor calidad y seguridad para los usuarios.

El concreto en gran parte es un material con alto índice de uso empleado por el hombre en el mundo de la construcción.

En la cual sustenta su utilidad por su gran facilidad en la trabajabilidad en su estado fresco, durabilidad y resistencia que demuestra en sus diferentes estados físicos y mecánicos.

En este caso el concreto es utilizado en diferentes campos de aplicación, entre los cuales están edificios, puentes, obras de arte, obras hidráulicas, etc.

Las grandes cantidades volumétricas de concreto se desarrollan en el rubro de la construcción civil, esto hace que se realicen.

Existen en muchos países métodos para la mejora del concreto común, pero en nuestra ciudad no se aplica a gran escala. Existen diferentes investigaciones relacionadas a la aplicación de concreto reforzados con fibras de acero para losas o piso y a su vez optimizaciones en los diseños de dichas estructuras.

En la actualidad se ha realizado muchas investigaciones sobre cómo aumentar la resistencia y el acelerado de fraguado en el concreto por lo cual se incorporó los aditivos al concreto para así tener un



mejor resultado.

Esto constituye un foco importante de investigación, la comprensión de esta característica permite el control de sus propiedades macroscópicas.

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema General

¿Cómo influye el vidrio molido en la resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en Tarapoto – Perú, 2021?

2.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210$ kg/cm² utilizando agregados pétreos comercializados en la ciudad de Tarapoto y cemento portland tipo I, sin adición del vidrio molido?

¿Cómo influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm², la adición en proporciones al 2%, 5% y 7% de vidrio molido en sustitución semejante de cemento portland tipo I?

¿Cuáles son los valores de resistencia a la compresión alcanzada a los 7 y 14 días en el concreto patrón y en el concreto con cemento adicionado con vidrio molido, en proporciones al 2%, 5% y 7 en sustitución semejante de cemento portland tipo I?

¿En qué porcentajes varían los valores de resistencia a la compresión alcanzada a los 7 y 14 días en el concreto patrón y en el concreto con cemento adicionado con vidrio molido, en proporciones al 2%, 5% y 7% en sustitución semejante de cemento portland tipo I?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia del vidrio molido en el comportamiento la resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en Tarapoto – 2021.

2.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210$ kg/cm² utilizando agregados pétreos comercializados en la ciudad de Tarapoto y cemento portland tipo I, sin adición de vidrio molido.
- Determinar cómo influye en la resistencia a la



compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la adición en proporciones al 2%, 5% y 7% de partículas de vidrio molido en sustitución semejante de cemento portland tipo I.

- Determinar los valores de resistencia a la compresión alcanzada a los 7 y 14 días en el concreto patrón y en el concreto con cemento adicionado con vidrio molido, en proporciones al 2%, 5% y 7% en sustitución semejante de cemento portland tipo I.
- Comparar los valores de resistencia a la compresión alcanzada a los 7 y 14 días en el concreto patrón y en el concreto con cemento adicionado con vidrio molido, en proporciones al 2%, 5% y 7% en sustitución semejante de cemento portland tipo I

2.4. Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

La adición en la mezcla para concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de proporciones al 2%, 5% y 7% de partículas de vidrio molido en sustitución semejante de cemento portland tipo I, influye significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión a los 7 y 28 días.

2.4.2 Hipótesis específicas

- La adición en la mezcla para concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de proporciones al 2%, 5% Y 7% de partículas de vidrio molido en sustitución semejante de cemento portland tipo I, influye significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión a los 7 días de curación.
- La adición en la mezcla para concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de proporciones al 2%, 5% y 7% de partículas de vidrio molido en sustitución semejante de cemento portland tipo I, influye significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión a los 28 días de curación.



2.5. Variables:

25.1. Identificación de las variables.

- Variable Independiente:

Adición de proporciones de partículas de vidrio molido en mezclas de concreto.

Variable dependiente:

Resistencia a compresión del concreto.

252. Definición conceptual y operacional de las variables.

Evaluación de la influencia del vidrio molido

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

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

El concreto es una mezcla homogénea de piedras, arena, agua cemento y aire que al solidificarse en conjunto de los materiales alcanza su máxima resistencia para trabajos estructurales en las edificaciones.

253. Operacionalización de las variables.
Tabla 10. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN
Adición de partículas Vidrio molido	El vidrio es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, también puede ser producido por el ser humano. El vidrio artificial se usa para hacer ventanas, lentes, botellas y una gran variedad de productos, es un tipo de material cerámico amorfo	<ul style="list-style-type: none"> Se adicionará vidrio molido en proporciones al 2%,5% y 7% del cemento portland, en las mezclas de concreto de diseño $f'c= 210$ kg/cm² para su estudio de resistencia a la compresión en estado endurecido. 	Densidad	Kg/m ³
			superficie	cm ²
			Resistencia a la compresión	Kg/cm ²
			Cemento Portland (100%, 97%, 95%, 93%, y 91%)	%
			Cemento Portland (100%, 97%, 95%, 93%, y 91%)	%
Resistencia a la compresión del concreto	<ul style="list-style-type: none"> En este ensayo se determinará la resistencia a la compresión del concreto a partir de la rotura de testigos cilíndricos de 150 x 300 mm, elaborados en laboratorio. 	Se elaborarán un total de 36 probetas. El primer grupo tendrá una adición del 0.0% de vidrio molido, el segundo grupo tendrá una adición del 2.0% de vidrio molido, el tercer tendrá una adición del 5.0%, el cuarto grupo tendrá una adición del 7%.	Agua (100%)	%
			Partículas de vidrio molido (0%,2%, 5% y 7%).	%
			Aire: 0%	%
			Contenido de humedad	%
			Granulometría	%
			Peso específico	Kg/cm ³
			Peso unitario	N/m ³
			Absorción.	%
			Resistencia a la compresión de probetas a los 7, días, con curado en agua.	Kg/cm ²
Resistencia a la compresión de probetas a los 28, días, con curado en agua	Kg/cm ²			

Fuente: Elaboración propia



III. METODOLOGÍA

3.1. Aspecto metodológico

3.1.1. Tipo y diseño de investigación.

El diseño de investigación a elaborar es experimental, debido a que se elabora un diseño de mezcla para obtener resultados; de tipo aplicada.

$$V1 \text{_____} r \text{_____} V2$$

V1= Variable independiente

V2=Variable dependiente

r= Coeficiente de relación

3.2. Población y muestra

Población

Se hizo el estudio con una población finita, consta con número que determinó, susceptible para contabilizarlo. En este caso, se elaborará 36 probetas.

Muestra

Por las características del estudio, es un tipo de muestra probabilístico aleatorio ya que todos los individuos de la población pueden formar parte de la muestra, también por el tamaño de la población, la muestra de estudio estará integrada por el 100% de la población de estudio.



3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.

Tabla 11. *Instrumentos de recolección de datos*

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES
Análisis físico y mecánico de los agregados	Formato de análisis granulométrico, mecánica de suelos	Norma Técnica Peruana, ASTM
Diseño de mezcla	Formatos de diseño de mezcla,	Norma Técnica Peruana, ASTM

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Procesamiento y análisis de datos.

El procesamiento de los datos se realizará en forma manual y automatizada sobre el plan de tabulación, con las aplicaciones de los ensayos se obtendrá datos en bruto que serán trabajados en gabinete para obtener el porcentaje adecuado de vidrio molido que se aplicara en el concreto $f'c$ 210 kg/cm².



IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de ensayos

4.1.1. Ensayos preliminares

4.1.1.1. Contenido de Humedad agregado grueso

Tabla 12. *Contenido de humedad agregado grueso*

DESCRIPCION	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO grs	87.70	82.50	85.90	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	648.20	652.10	652.10	grs.
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	646.60	647.50	647.70	grs.
PESO DEL AGUA grs	1.60	4.60	4.40	grs.
PESO DEL SUELO SECO grs	558.90	565.00	561.80	grs.
% DE HUMEDAD	0.29	0.81	0.78	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.63			%

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Contenido de humedad agregado fino

Tabla 13. *Contenido de humedad agregado fino*

DESCRIPCION	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO grs	87.20	95.10	86.30	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	305.30	304.10	305.60	grs.
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	300.50	299.80	301.10	grs.
PESO DEL AGUA grs	4.80	4.30	4.50	grs.
PESO DEL SUELO SECO grs	213.30	204.70	214.80	grs.
% DE HUMEDAD	2.25	2.10	2.09	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.15			

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3. Absorción agregado grueso

Tabla 14. Absorción agregado grueso

PROCEDIMIENTO			
1. Peso de muestra secada al horno		[gr]	1485.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca		[gr]	1492.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua		[gr]	918.7
4. Peso específico de masa		[gr/cc]	2.59
5. Peso específico de masa superficialmente seco		[gr/cc]	2.60
6. Peso específico aparente		[gr/cc]	2.62
7. Porcentaje de absorción		[%]	0.47

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Absorción agregado fino

Tabla 15. Absorción agregado fino

PROCEDIMIENTO			
1. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola + peso del agua		[gr]	979.32
2. Peso de arena s.s.s. + peso de la fiola		[gr]	658.80
3. Peso Agua		[gr]	320.52
4. Peso de arena secada al horno + peso de la fiola		[gr]	650.38
5. Peso de la fiola		[gr]	158.80
6. Peso de arena secada al horno		[gr]	491.58
7. Peso de arena s. s. s.		[gr]	500.00
8. Volumen del balón		[cc]	500.00
9. Peso específico de masa		[gr/cc]	2.74
10. Peso específico de masa superficialmente seco		[gr/cc]	2.79
11. Peso específico aparente		[gr/cc]	2.87
12. Porcentaje de absorción		[%]	1.71

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5. Peso unitario agregado grueso

Tabla 16. Peso unitario agregado grueso

PROCEDIMIENTO		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	19.718	19.038	20.724	20.587
2. Peso molde	[Kg]	4.903	4.903	4.903	4.903
3. Peso del material	[Kg]	14.815	14.135	15.821	15.684
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	1593.00	1520.00	1701.00	1686.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]	1557.00		1694.00	

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.6. Peso unitario agregado fino

Tabla 17. Peso unitario agregado fino

PROCEDIMIENTO		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso del molde + material	[Kg]	5.526	5.620	6.230	6.158
2. Peso del molde	[Kg]	1.612	1.652	1.598	1.631
3. Peso del material	[Kg]	3.914	3.968	4.632	4.527
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	350.00	355.00	415.00	405.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]	353.00		410.00	

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.7. Granulometría agregado grueso

Tabla 18. Granulometría agregado grueso

Peso Inicial Seco, [gr]	5000.00
-------------------------	---------

4995.70

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800						Diámetro nominal máximo.	3/4"
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00			Módulo de finura.	-
1"	25.400	0.00	0.00	100.00				
3/4"	19.050	3505.80	70.10	29.90	100	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.59
1/2"	12.700	1467.90	99.50	0.50	90	100		
3/8"	9.525	18.60	99.90	0.10	35	70	Absorción (%)	0.47
N° 4	4.760	0.70	99.90	0.10	0	15		
< N° 4	0.000	2.70	100.00	0.00			Humedad (%)	2.00
			4977.10				Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1557.0
							Peso unitario compact. (Kg/m ³)	1694.0

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.8. Granulometría agregado fino

Tabla 19. Granulometría agregado fino

Peso Lavado y Seco, [gr]		800.00								
Peso Inicial [gr]		760.00	698.10							
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33		Características físicas		
3/8"	9.525	0			100.00	100	100	Diámetro nominal máximo.		
N° 4	4.760	50.50	6.30	6.30	93.70	95	100			
N° 8	2.360	62.60	7.80	14.10	85.90	80	100	Módulo de finura.	2.40	
N° 16	1.180	78.60	9.80	23.90	76.10	50	85			
N° 30	0.600	163.40	20.40	44.30	55.70	25	60	Peso específico seco (gr/cc)	2.74	
N° 50	0.300	192.10	24.00	68.30	31.70	5	30			
N° 100	0.150	150.90	18.90	87.20	12.80	0	10	Absorción (%)	1.71	
<N° 100	0.000	61.30	7.70	94.90	5.10					
								Humedad (%)	3.80	
								Peso unitario suelto (Kg/m3)	353.0	
								Peso unitario compact. (Kg/m3)	410.0	

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Concreto patrón

Diseño de concreto patrón con la que se trabajara los porcentajes de vidrio molido.

4.1.2.1. Especificaciones

- Para el diseño de mezcla se empleó el método ACI.
- F_c 28 días = 210 kg/cm².
- Condiciones Normales.

4.1.2.2. Materiales

Agua

- Potable de la red pública de la ciudad de Tarapoto

Cemento

- Cemento portland Tipo Ico (Extra forte)
- Peso específico 3.11



Agregados

Agregado fino

- Peso específico : 2.74
- Porcentaje de absorción (%) : 1.71%
- Contenido de humedad (%) : 3.80%
- Peso unitario suelto : 353.00 Kg/m³
- Peso unitario compactado : 410.00 Kg/m³
- Módulo de fineza : 2.40

Agregado grueso

- Peso específico : 2.60
- Perfil : Angular
- Porcentaje de absorción (%) : 0.61%
- Contenido de humedad (%) : 2.01%
- Peso unitario suelto seco : 1557.00 Kg/m³
- Peso unitario comp. Seco : 1694.00 Kg/m³
- T.M.N. (NTP) : 3/4"

4.1.2.3. Determinación de la resistencia promedio

La resistencia en cuanto a la compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², tomando el segundo caso de la tabla 8 según método ACI tenemos:

Datos:

Calculando el f'_{cr} tenemos : 210 kg/cm²

$$f'_{cr} = 210 + 84 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2.$$

4.1.2.4. Selección del tamaño máximo nominal del agregado

Según el método ACI se tomará el agregado grueso de 3/4"

4.1.2.5. Selección del asentamiento

Se trabajará con la condición plástica correspondiente a un asentamiento de 3 a 4" según tabla 9 del método ACI.



4.1.2.6. Volumen unitario del agua

Se utilizará según la tabla 10 del método ACI, cuyo asentamiento es de 3 a 4" en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado tiene tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " es de 205 litros/m³.

4.1.2.7. Contenido de aire

Se determina según la tabla 11 según método ACI, el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " es de 2 %.

4.1.2.8. Relación agua – cemento

No presentándose en la zona problemas de intemperismo ni de ataques de sulfato, u otro tipo de acciones que pudieran dañar el concreto, se opta la relación agua/cemento únicamente por resistencia según tabla 12 del método ACI.

$$250 = 0.62$$

$$294 = x$$

$$300 = 0.55$$

$$X = \text{La relación de agua/cemento} = 0.56$$

4.1.2.9. Factor del cemento

El factor de cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua/cemento:

$$\text{Factor del cemento} = 205/0.56 = 366 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cantidad en bolsas de cemento} = 366/42.5 = 8.61 \text{ bol/m}^3$$

4.1.2.10. Contenido de agregado grueso

Se determina el contenido de agregado grueso según tabla 13 empleando el método ACI con un módulo de finura de 2.40 y un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " encontrándose un valor = 0.66 m³ de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto.

$$\text{Peso de agregado grueso} = 0.66 \times 1694 = 1118.04 \text{ kg/cm}^2$$



4.1.2.11. Cálculos de volúmenes absolutas

Conocidos el peso del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen del aire, se calculará la suma de los volúmenes absolutos.

Volumen absoluto de:

- Cemento $366 / (3.11 \times 1000) = 0.118 \text{ m}^3$
- Agua $205 / (1 \times 1000) = 0.205 \text{ m}^3$
- Aire $2.0\% = 0.020 \text{ m}^3$
- Agregado Grueso $1118 / (2.60 \times 1000) = 0.430 \text{ m}^3$
 - Suma de Volúmenes conocidos $= 0.773 \text{ m}^3$

4.1.2.12. Contenido de agregado fino

El volumen absoluto de agregados fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por el peso específico.

Volumen absoluto de agregado fino $= 1 - 0.773 = 0.227 \text{ m}^3$

Peso del agregado fino seco $= 0.227 \times 2.74 \times 1000 = 622 \text{ kg/m}^3$

4.1.2.13. Valores de diseño

Cantidad de material a emplear en el diseño:

- Cemento 366 kg/m^3
- Agua de diseño 205 l/m^3
- Agregado fino 622 kg/m^3
- Agregado Grueso 1118 kg/m^3

4.1.2.14. Corrección por humedad

Peso húmedo del material

- Agregado fino $622 \times 1.0372 = 646 \text{ kg/m}^3$
- Agregado grueso $1118 \times 1.0201 = 1141 \text{ kg/m}^3$

Determinando la humedad superficial del agregado:

- Agregado fino $3.72 - 1.71 = +2.01 \text{ kg/m}^3$
- Agregado grueso $2.01 - 0.61 = +1.40 \text{ kg/m}^3$

Los aportes de los agregados serán:



- Agregado Fino 622 x (0.0201) = 13 l/m³
- Agregado grueso 1118 x (0.0140) = 16 l/m³
- Aportes de humedad de los agregados = 29 l/m³
- Agua efectiva 205-30 = 176l/m³

Los pesos de los materiales corregidos por humedad.

- Cemento =366 kg/m³
- Agua afectiva = 176 l/m³
- Agregado fino = 646 kg/m³
- Agregado Grueso = 1141 kg/m³

4.1.2.15. Proporción en peso

Proporciones en peso de los materiales sin corregir y corregidos.

$$\frac{366}{366} : \frac{622}{366} : \frac{1118}{366} = 1 : 1.70 : 3.05/23.8 \text{ l/bolsas}$$

$$\frac{366}{366} : \frac{646}{366} : \frac{1141}{366} = 1 : 1.77 : 3.12/20.4 \text{ l/bolsas}$$

$$\text{Relación agua/cemento de diseño} = 205/366 = 0.56$$

$$\text{Relación agua/cemento efectiva} = 176/366 = 0.48$$

4.1.2.16. Pesos por tanda de una bolsa

La cantidad de materiales que se necesita por tanda de una bolsa.

- Cemento 1 x 42.5 = 42.5 kg/bolsa
- Agua afectiva = 20.4 l/bolsa
- Agregado fino 1.77 x 42.5 = 75.2 kg/bolsa
- Agregado Grueso 3.12 x 42.5 = 132.6 kg/bolsa

4.1.2.17. Concreto con 2.00% de vidrio molido

La cantidad de materiales que se necesita por tanda de una bolsa.

- Cemento 1 x 42.5 = 42.5 kg/bolsa
- Agua afectiva = 20.4 l/bolsa
- Agregado fino 1.77 x 42.5 = 75.2 kg/bolsa
- Agregado Grueso 3.12 x 42.5 = 132.6 kg/bolsa



- Aire 2.00% = 0.85 kg/bolsa

4.1.2.18. Concreto con 5.00% de vidrio molido

- Cemento1 x 42.5 = 42.5 kg/bolsa
- Agua afectiva = 20.4 l/bolsa
- Agregado fino 1.84 x 42.5 = 75.2 kg/bolsa
- Agregado Grueso3.04 x 42.5 = 132.6 kg/bolsa
- Aire 5.00% = 2.13 kg/bolsa

4.1.2.19. Concreto con 7.00% de vidrio molido

- Cemento1 x 42.5 = 42.5 kg/bolsa
- Agua afectiva = 20.4 l/bolsa
- Agregado fino 1.84 x 42.5 = 75.2 kg/bolsa
- Agregado grueso 3.04 x 42.5 = 132.6 kg/bolsa
- Aire 7.00% = 2.98 kg/bolsa

4.1.3. Registro de probetas

Tabla 20. Lista probetas diseño patrón

N°	Edad (días)	Lectura (Kg)	Área (cm ²)	Resistencia fc=Kg/cm ²	Diseño fc=Kg/cm ²	% Resistencia
1	7	29641	176.71	167.73	210	79.87%
2	7	28650	176.71	162.13	210	77.20%
3	7	29440	176.71	166.60	210	79.33%
				165.49		78.80%
4	14	36050	176.71	204.00	210	97.14%
5	14	36267	176.71	205.23	210	97.73%
6	14	32858	176.71	185.94	210	88.54%
				198.39		94.47%
7	28	38023	176.71	215.17	210	102.46%
8	28	38061	176.71	215.38	210	102.56%
9	28	37821	176.71	214.02	210	101.92%
				214.86		102.31%

Fuente : elaboración propia

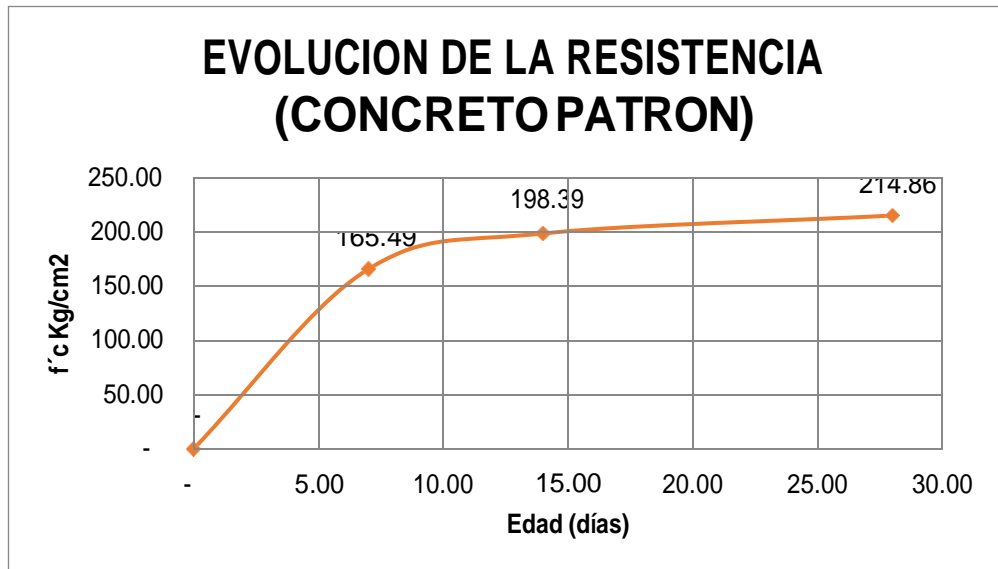


Figura 1: Diseño patrón

Tabla 21. Lista de probetas diseño 2.00% Vidrio molido

N°	Edad (días)	Lectura (Kg)	Área (cm ²)	Resistencia fc=Kg/cm ²	Diseño fc=Kg/cm ²	% Resistencia
1	7	30533	176.71	172.78	210	82.28%
2	7	29512	176.71	167.00	210	79.53%
3	7	30325	176.71	171.60	210	81.72%
				170.46		81.17%
4	14	37535	176.71	212.40	210	101.15%
5	14	37746	176.71	213.60	210	101.71%
6	14	37843	176.71	214.15	210	101.98%
				213.38		101.61%
7	28	38538	176.71	218.08	210	103.85%
8	28	38574	176.71	218.28	210	103.94%
9	28	38327	176.71	216.89	210	103.28%
				217.75		103.69%

Fuente : Elaboración propia

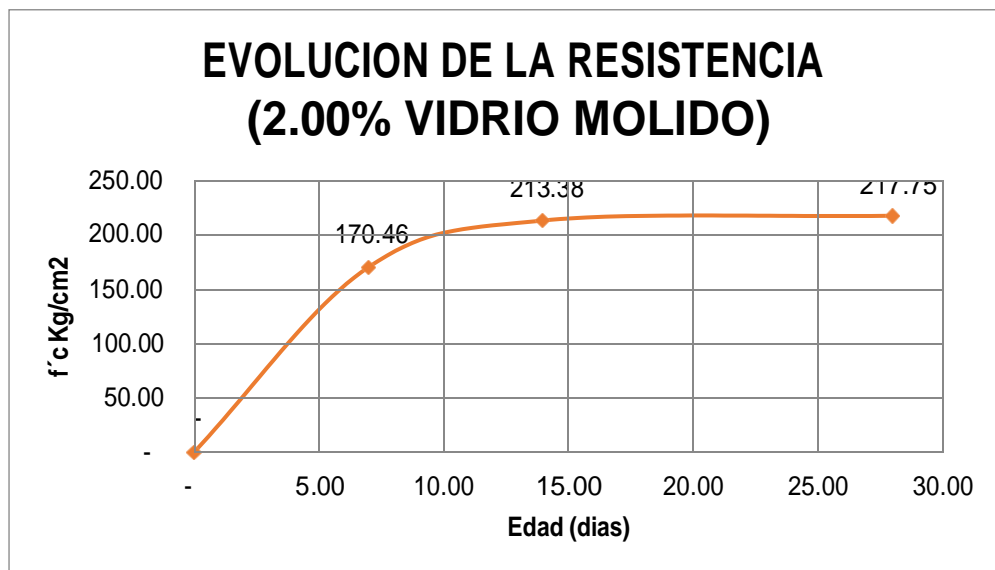


Figura 2: Diseño con 2.00 Vidrio molido

Tabla 22. Lista de probetas diseño 5.00% Vidrio molido

N°	Edad (días)	Lectura (Kg)	Área (cm ²)	Resistencia f_c =Kg/cm ²	Diseño f_c =Kg/cm ²	% Resistencia
1	7	30691	176.71	173.68	210	82.70%
2	7	29622	176.71	167.63	210	79.82%
3	7	30483	176.71	172.50	210	82.14%
				171.27		81.56%
4	14	38334	176.71	216.93	210	103.30%
5	14	38568	176.71	218.25	210	103.93%
6	14	38661	176.71	218.78	210	104.18%
				217.98		103.80%
7	28	39384	176.71	222.87	210	106.13%
8	28	39426	176.71	223.11	210	106.24%
9	28	39167	176.71	221.64	210	105.54%
				222.54		105.97%

Fuente : Elaboración propia

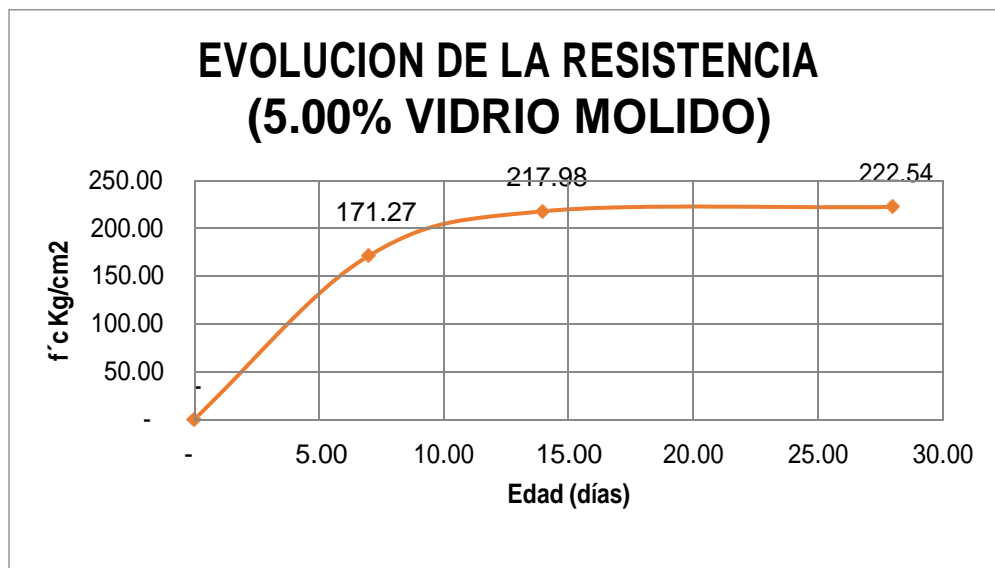


Figura 3: Diseño con 5.00 Vidrio molido

Tabla 23. Lista de probetas diseño 7.00% Vidrio molido

N°	Edad (días)	Lectura (Kg)	Área (cm ²)	Resistencia fc=Kg/cm ²	Diseño fc=Kg/cm ²	% Resistencia
1	7	31350	176.71	177.40	210	84.48%
2	7	30232	176.71	171.08	210	81.47%
3	7	31119	176.71	176.10	210	83.86%
				174.86		83.27%
4	14	39136	176.71	221.46	210	105.46%
5	14	39381	176.71	222.85	210	106.12%
6	14	39484	176.71	223.43	210	106.40%
				222.58		105.99%
7	28	40233	176.71	227.67	210	108.42%
8	28	40279	176.71	227.93	210	108.54%
9	28	40006	176.71	226.39	210	107.80%
				227.33		108.25%

Fuente : Elaboración propia

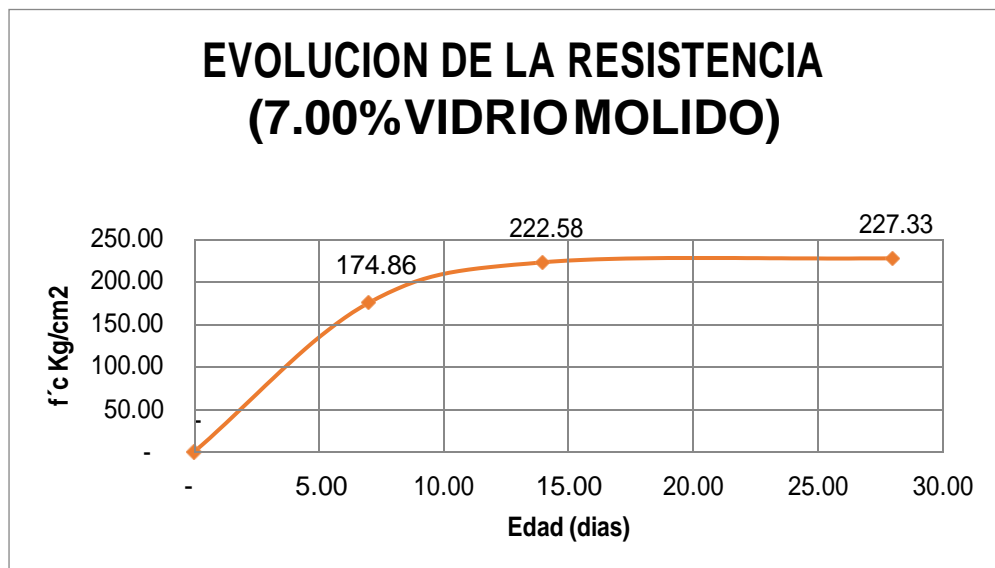


Figura 4: Diseño con 7.00 Vidrio molido

4.2. Resultados de ensayos

El resultado del análisis de los ensayos experimentados en el laboratorio de mecánica de suelos donde se realizó la investigación de “Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² Tarapoto – Perú, 2021”, donde se empleó los siguientes materiales.

- ✓ Agregado grueso (piedra chancada del Huallaga)
- ✓ Agregado fino (arena gruesa del Cumbaza)
- ✓ Cemento Pacasmayo Extrafuerte Tipo Ico
- ✓ Vidrio Molido
- ✓ Agua potable de la ciudad de Tarapoto.

Para iniciar el procedimiento de los ensayos de hizo cálculos preliminares de los agregados encontrando sus propiedades físicas, donde se encontró que llegan a cumplir con la Norma NTP 400.012.

Tabla 24. Resistencias en el tiempo

Diseño	Resistencia en 0 Días	Resistencia en 7 Días	Resistencia en 14 Días	Resistencia en 28 Días
Patrón	-	165.49	198.39	214.86
2.00%	-	170.46	213.38	217.75
5.00%	-	171.27	217.98	222.54
7.00%	-	174.86	222.58	227.33

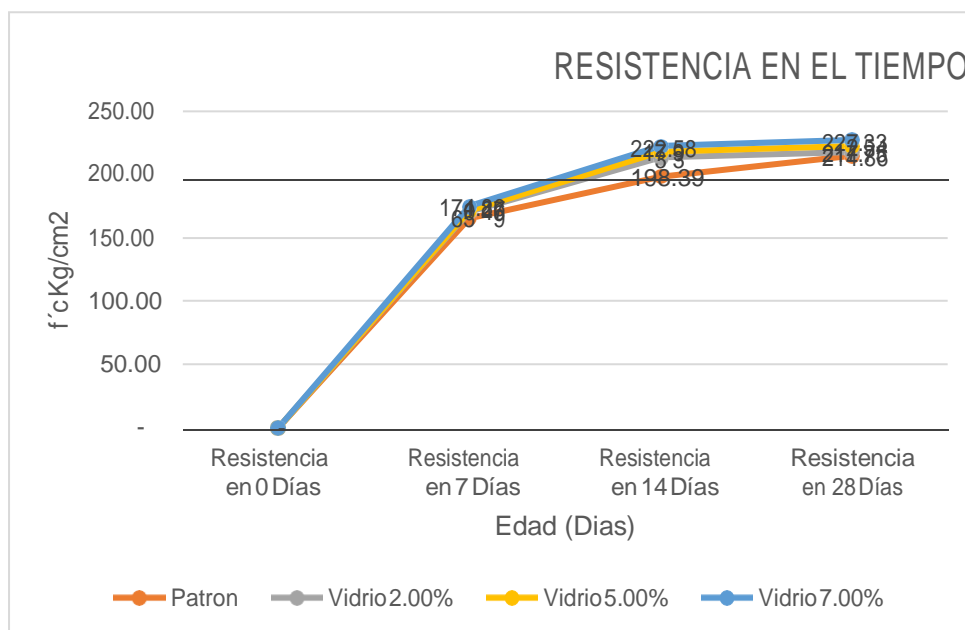


Figura 5: Diferencia de la resistencia en el tiempo

4.3. Costos

Tabla 25. Concreto patrón

ID	DESCRIPCION	UNIDAD	KG/M3	CANT./M3	PRECIO	TOTAL
001	Agregado Grueso	Kg	1,141.00	0.64	75.00	47.89
002	Agregado Fino	Kg	646.00	0.36	50.00	18.07
003	Cemento	Kg	366.00	8.61	25.70	221.28
004	Agua	Lt	176.00	0.18	10.00	1.75
TOTAL DE CONCRETO PATRON						288.99

Fuente : Elaboración propia



Tabla 26. Concreto con 2.00% vidrio molido

ID	DESCRIPCION	UNIDAD	KG/M3	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
001	Agregado Grueso	Kg	1,141.00	0.64	75.00	47.89
002	Agregado Fino	Kg	646.00	0.36	50.00	18.07
003	Cemento	Kg	366.00	8.61	25.70	221.28
004	Agua	Lt	176.00	0.18	10.00	1.75
005	Vidrio 2.00%	kg		7.32	0.50	3.66
TOTAL DE CONCRETO CON 2.00% VIDRIO MOLIDO						292.65

Fuente : Elaboración propia

Tabla 27. Concreto con 5.00% vidrio molido

ID	DESCRIPCION	UNIDAD	KG/M3	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
001	Agregado Grueso	Kg	1,141.00	0.64	75.00	47.89
002	Agregado Fino	Kg	646.00	0.36	50.00	18.07
003	Cemento	Kg	366.00	8.61	25.70	221.28
004	Agua	Lt	176.00	0.18	10.00	1.75
005	Vidrio 5.00%	kg		18.30	0.50	9.15
TOTAL DE CONCRETO CON 5.00% VIDRIO MOLIDO						298.14

Fuente : Elaboración propia

Tabla 28. Concreto con 7.00% vidrio molido

ID	DESCRIPCION	UNIDAD	KG/M3	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
001	Agregado Grueso	Kg	1,141.00	0.64	75.00	47.89
002	Agregado Fino	Kg	646.00	0.36	50.00	18.07
003	Cemento	Kg	366.00	8.61	25.70	221.28
004	Agua	Lt	176.00	0.18	10.00	1.75
005	Vidrio 7.00%	kg		25.62	0.50	12.81
TOTAL DE CONCRETO CON 7.00% VIDRIO MOLIDO						301.80

Fuente : Elaboración propia

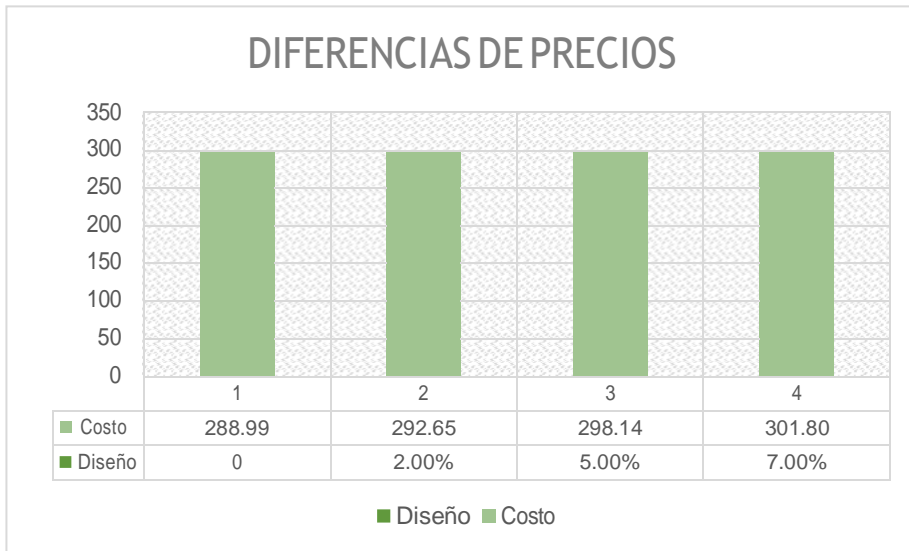


Figura 6: Comparación de precios



V. DISCUSIÓN.

Para la siguiente investigación se realizó un diseño de mezcla patrón en la cual nos sirvió como el diseño maestro con un asentamiento de 3.7" consistencia adecuada para el tipo de concreto.

Luego de haber realizado el diseño se obtuvieron los ensayos a compresión, elaborados a un diseño de resistencia 210 kg/cm², la resistencia aumento de acuerdo a los porcentajes del peso del cemento, evaluados en proporciones de 2.00%, 5.00% y 7.00%.

A diferencia de Guerson en su investigación uso los rangos de 5% y 10 obteniendo óptimos resultados a los 21 días.

Por otro lado Jesús Martin en su investigación realizo los ensayos en un rango de proporción de 2%, 5%,7% y 10% rangos que se encuentran establecidos dentro de la NTP 339.034)

Con respecto a la resistencia de concreto adicionado el 2.00% de vidrio molido llego a una resistencia de 81.17% a los 7 días, 101.61% a los 14 días y 103.69% a los 28 días alcanzando su mayor resistencia de diseño. Con respecto a la resistencia de concreto adicionado el 5.00% de vidrio molido llego a una resistencia de 81.56% a los 7 días, 103.80% a los 14 días y 105.97% a los 28 días alcanzando su mayore resistencia de diseño. Con respecto a la resistencia de concreto adicionado el 7.00% de vidrio molido llego a una resistencia de 83.27% a los 7 días, 105.99% a los 14 días y 108.25% a los 28 días alcanzando su mayore resistencia de diseño.

A diferencia de Jesús en su investigación Al comparar los ensayos de resistencia de una probeta de concreto convencional $F'c = 210$ kg/cm², con otras probetas cilíndricas, en la cual se incorporó vidrio de sosa, cal y sílice al 2%, 5%, 7%, 10%, 15%, 25%, 50% viendo la trabajabilidad que tuvo la mezcla con estos porcentajes de



dosificación, se llegó a la conclusión de que los porcentajes al 2%, 5%, 7% son favorables y están dentro de los parámetros de diseño; mientras que el 10%, 15%, 25% y 50%, no llegan a ser favorables, por ende, no llegan a estar dentro de los parámetros aceptables de diseño; incumpliendo de esta manera a la norma técnica peruana (NTP 339.034, La NTP 339.084) las cuales refieren a la resistencia del concreto y la norma americana ASTM C 143 al asentamiento del concreto).

Por otro lado Alexis en su investigación a los 28 días de curado el concreto de control (patrón) obtuvo en promedio 213.34 kg/cm², el concreto con 15% de adición de VRM 252.42 kg/cm² (18.32% superior), con 20% de adición de VRM, 228.20 kg/cm² (6.97% superior) y con 25% de adición de VRM, 217.60 kg/cm² (2.00% superior)



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.

- El vidrio molido mejora ligeramente las propiedades físicas del concreto tanto en el estado fresco y seco.
- La influencia de vidrio molido con el porcentaje del 2% en relación a la mezcla de concreto de calidad $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se puede observar que la influencia es positiva en merito a los resultados obtenidos en el laboratorio, donde se llegó a alcanzar 217.75 kg/cm^2 de resistencia a la compresión a los 28 días y para el concreto patrón se ha alcanzado 214.86 kg/cm^2 de resistencia a la compresión a los 28 días.
- La influencia de vidrio molido para un porcentaje del 5%, en donde se puede observar que la influencia es positiva en merito a los resultados del laboratorio, en donde se ha alcanzado una resistencia a la compresión de 222.54 kg/cm^2 a los 28 días de curado y para el concreto patrón se ha alcanzado una resistencia a la compresión de 214.86 kg/cm^2 a los 28 días de curado.
-
- La influencia de vidrio molido para un porcentaje del 7%, en donde se observar que la influencia es positiva, dado que los resultados del laboratorio evidencian que se alcanzó una resistencia a la compresión de 227.33 kg/cm^2 a los 28 días de curado y para el concreto patrón se ha alcanzado una resistencia a la compresión de 214.86 kg/cm^2 a los 28 días de curado.
- La trabajabilidad sube un 2.2% con respecto al estado plástico.
- El costo del concreto con vidrio molido incrementa en un 2.87% en un porcentaje promedio del peso del cemento.
- El porcentaje más óptimo para utilizar el vidrio molido en el concreto es de 5%.



6.2. RECOMENDACIONES

- Realizar un buen procedimiento de acuerdo a norma, ya que la calidad del diseño de mezcla dependerá de eso.

- Realizar siempre las correcciones por humedad natural ya que esto te proporcionara resultados más exactos.

- Tener bastante cuidado al adicionar el vidrio molido ya que este es un producto en polvo y podría causar problema en los pulmones.

- Realizar con mucho cuidado los ensayos de peso específico del agregado grueso y fino ya que este proporcionara la absorción y aporte de agua en el diseño de mezcál.

- Utilizar los implementos de seguridad para realizar investigaciones con productos en polvo.

- Realizar un buen ensayo de granulometría de los agregados ya que este nos brindara el módulo de fineza del material.



VII. BIBLIOGRAFÍA

- GARCIA Cordova, Roger. [En línea]. *Diseño de mezcla de concreto de $f_c = 280 \text{ kg./cm}^2$ utilizando aditivos*. (Tesis Pregrado), Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2011 p. 64-65 [Fecha de consulta 28 de mayo del 2021].
Disponible en:
<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/300>.
- CEMENTOS PACASMAYO. [En línea][Fecha de consulta 28 de mayo del 2021].
Disponibile en: <https://www.pacasmayoprofesional.com/soluciones?category=7&prod=1>
- TEODORO E. Harmsen. *Diseño de Estructuras de Concreto Armado 4 Edición* [En línea]. Lima: Fondo Editorial, 2005. [Fecha de consulta: 28 de mayo del 2021]. Capítulo 2. Materiales.
Disponibile en:
<https://books.google.com.pe/books?id=Gr3Ga9NB4C&pg=PA11&lpg=PA11&dq#v=onepage&q&f=false>.
ISBN: 9972-42-730-7.
- RIVVA López. Enrique. *Diseño de mezclas*. Lima: Fondo Editorial ICG, 2014 2da edición. Capítulo 18. Selección de las proporciones del concreto Método del comité 211 del ACI.
- BENITES Espinoza, C. M. (2011). Concreto (hormigón) con cemento Pórtland Puzolánico tipo IP Atlas de resistencias tempranas con la tecnología SIKA Viscocrete 20HE. Lima- Perú: Tesis Pregrado.
- KASMATKA, S. H., KERKHOFF, B., PARANACE, C. W., & TANESI, J. (2012). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. México: EB201.



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Anexo 2. Ensayos de laboratorio

Anexo 3. Panel fotográfico



MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLIGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACIÓN
¿Cómo influye el vidrio molido en la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm ² en Tarapoto – Perú, 2021?	Determinar la influencia del vidrio molido en la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm ² en Tarapoto - 2021	La adición en la mezcla para concreto f'c = 210 kg/cm ² de proporciones al 2%, 5% y 7% de partículas de vidrio molido en sustitución semejante de cemento portland tipo I, influye significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión a los 7 y 28 días.	Adición de vidrio molido	Investigación es experimental.
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		VARIABLE INDEPENDIENTE	POBLACIÓN Y MUESTRA
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	Determinar el diseño de mezcla de concreto f'c = 210 kg/cm ² utilizando agregados pétreos comercializados en la ciudad de Tarapoto y cemento portland tipo I, sin adición de vidrio molido.		Resistencia a compresión del concreto.	POBLACIÓN: Se hizo el estudio con una población finita, consta con número que determinó, susceptible para contabilizarlo. En este caso, se elaborará 36 probetas.
¿Cuál es el diseño de mezcla de concreto f'c = 210 kg/cm ² utilizando agregados pétreos comercializados en la ciudad de Tarapoto y cemento portland tipo I, sin adición del vidrio molido?	Determinar cómo influye en la resistencia a la compresión del concreto f'c = 210 kg/cm ² , la adición en proporciones al 2%, 5% y 7% de partículas de vidrio molido en sustitución semejante de cemento portland tipo I.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		MUESTRA: Por las características del estudio, es un tipo de muestra probabilístico aleatorio ya que todos los individuos de la población pueden formar parte de la muestra, también por el tamaño de la población, la muestra de estudio estará integrada por el 100% de la población de estudio.
¿Cómo influye en la resistencia a la compresión del concreto f'c = 210 kg/cm ² , la adición en proporciones al 2%, 5% y 7% de vidrio molido en sustitución semejante de cemento portland tipo I?	Determinar los valores de resistencia a la compresión alcanzada a los 7 y 14 días en el concreto patrón y en el concreto con cemento adicionado con vidrio molido, en proporciones al 2%, 5% y 7% en sustitución semejante de cemento portland tipo I.	La adición en la mezcla para concreto f'c = 210 kg/cm ² de proporciones al 2%, 5% Y 7% de partículas de vidrio molido en sustitución semejante de cemento portland tipo I, influye significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión a los 7 días de curación.		
¿Cuáles son los valores de resistencia a la compresión alcanzada a los 7 y 14 días en el concreto patrón y en el concreto con cemento adicionado con vidrio molido, en proporciones al 2%, 5% y 7 en sustitución semejante de cemento portland tipo I?	Comparar los valores de resistencia a la compresión alcanzada a los 7 y 14 días en el concreto patrón y en el concreto con cemento adicionado con vidrio molido, en proporciones al 2%, 5% y 7% en sustitución semejante de cemento portland tipo I.	La adición en la mezcla para concreto f'c = 210 kg/cm ² de proporciones al 2%, 5% y 7% de partículas de vidrio molido en sustitución semejante de cemento portland tipo I, influye significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión a los 28 días de curación		
¿En qué porcentajes varían los valores de resistencia a la compresión alcanzada a los 7 y 14 días en el concreto patrón y en el concreto con cemento adicionado con vidrio molido, en proporciones al 2%, 5% y 7% en sustitución semejante de cemento portland tipo I?				



ENSAYOS DE LABORATORIO



GRUPO 4D
INGENIERIA S.A.C.
APORTANDO SOLUCIONES

GRUPO 4D INGENIERIA SAC

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

grupo4dingeneria@hotmail.com



TARAPOTO - PERU

PROYECTO : "Evaluación de la influencia del vidrio molido como aditivo para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm² Tarapoto, 2021"

UBICACIÓN : Distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín

SOLICITANTE : Osmar Jesus Reategui Reategui
Carito Paola Solsol Pinedo

CANTERAS : Arena de Cantera - Juan Guerra

FECHA : FEBRERO - 2021

1. DETERMINACIÓN DE % DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D - 2216 - N.T.P. 339.127)

DESCRIPCIÓN	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO grs	86.70	93.50	81.40	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	306.30	305.10	307.60	grs.
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	298.50	297.80	299.10	grs.
PESO DEL AGUA grs	7.80	7.30	8.50	grs.
PESO DEL SUELO SECO grs	211.80	204.30	217.70	grs.
% DE HUMEDAD	3.68	3.57	3.90	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	3.72			



PROYECTO "Evaluación de la influencia del vidrio molido como aditivo para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm2 Tarapoto, 2021"

UBICACIÓN Distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín

SOLICITANTE Osmar Jesus Reategui Reategui
Carito Paola Solsol Pinedo

CANTERAS Arena de Cantera - Juan Guerra

FECHA FEBRERO - 2021

1.

DETERMINACIÓN DE % DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D - 2216 - N.T.P. 339.127)

DESCRIPCION	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO grs	86.60	79.80	84.40	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	656.20	650.80	662.70	grs.
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	644.60	645.50	645.70	grs.
PESO DEL AGUA grs	11.60	5.30	17.00	grs.
PESO DEL SUELO SECO grs	558.00	565.70	561.30	grs.
% DE HUMEDAD	2.08	0.94	3.03	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.01			%

PROYECTO : "Evaluación de la influencia del vidrio molido como aditivo para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm2 Tarapoto, 2021

UBICACIÓN : Tarapoto - San Martin - San Martin

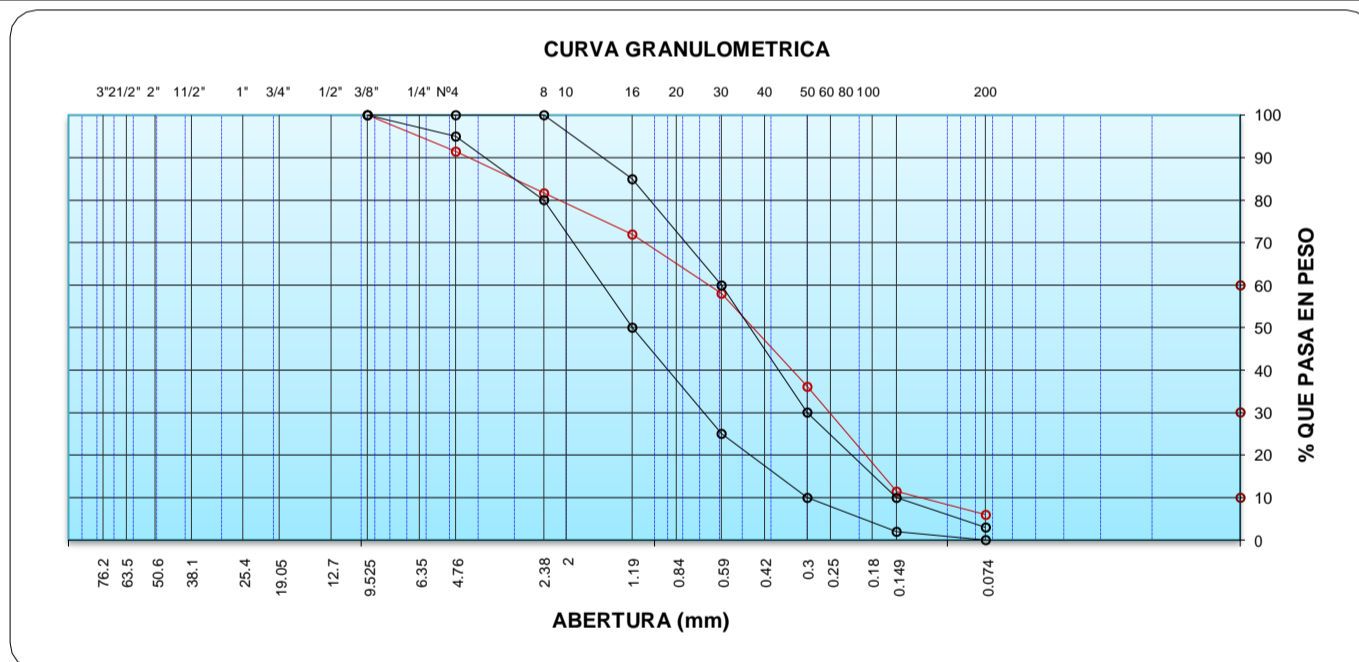
SOLICITANTE : Osmar Jesus Reategui Reategui
Carito Paola Solsol Pinedo

CANTERAS : Arena de Cantera (Juan Guerra)

FECHA : Febrero - 2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Lavado y Seco, [gr]	800.00								
Peso Inicial [gr]	760.00	698.10							
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33		Características físicas	
3/8"	9.525	0			100.00		100	Diámetro nominal máximo.	
N° 4	4.760	50.50	6.30	6.30	93.70	95	100	Módulo de finura.	2.40
N° 8	2.360	62.60	7.80	14.10	85.90	80	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.74
N° 16	1.180	78.60	9.80	23.90	76.10	50	85	Absorción (%)	1.71
N° 30	0.600	163.40	20.40	44.30	55.70	25	60	Humedad (%)	3.72
N° 50	0.300	192.10	24.00	68.30	31.70	5	30	Peso unitario suelto (Kg/m3)	353.0
N° 100	0.150	150.90	18.90	87.20	12.80	0	10	Peso unitario compact. (Kg/m3)	410.0
<N° 100	0.000	61.30	7.70	94.90	5.10				



2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)

Procedimiento		
1. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola + peso del agua	[gr]	979.32
2. Peso de arena s.s.s. + peso de la fiola	[gr]	658.80
3. Peso Agua	[gr]	320.52
4. Peso de arena secada al horno + peso de la fiola	[gr]	650.38
5. Peso de la fiola	[gr]	158.80
6. Peso de arena secada al horno	[gr]	491.58
7. Peso de arena s. s. s.	[gr]	500.00
8. Volumen del balón	[cc]	500.00
9. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.74
10. Peso específico de masa superficialmente seco	[gr/cc]	2.79
11. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.87
12. Porcentaje de absorción	[%]	1.71

3. PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso del molde + material	[Kg]	5.526	5.620	6.230	6.158
2. Peso del molde	[Kg]	1.612	1.652	1.598	1.631
3. Peso del material	[Kg]	3.914	3.968	4.632	4.527
4. Volumen del molde	[m³]	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112
5. Peso Unitario	[Kg/m³]	350.00	355.00	415.00	405.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m³]	353.00		410.00	

Observaciones: Agregado marginal material de grano grueso a medio con un M.F. = 2.50 y con % de material fino de 6.0%



PROYECTO : "Evaluación de la influencia del vidrio molido como aditivo para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm² Tarapoto, 2021"

UBICACIÓN : Tarapoto - San Martín - San Martín

SOLICITANTE : Osmar Jesus Reategui Reategui
Carito Paola Solsol Pinedo

CANTERAS : Piedra Chancada de 3/4" (Rio Huallaga)

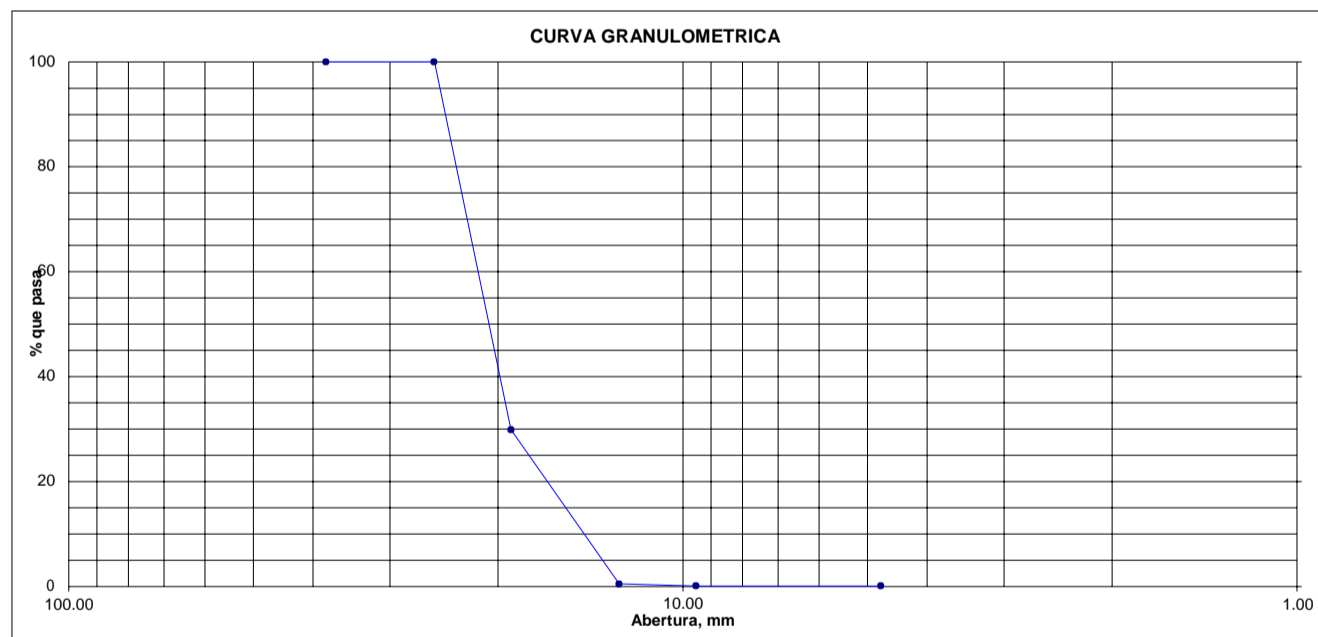
FECHA : Febrero - 2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr] 5000.00

4995.70

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800						Diámetro nominal máximo.	3/4"
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00			Módulo de finura.	-
1"	25.400	0.00	0.00	100.00			Peso específico seco (gr/cc)	2.60
3/4"	19.050	3505.80	70.10	29.90	100	100	Absorción (%)	0.61
1/2"	12.700	1467.90	99.50	0.50	90	100	Humedad (%)	2.01
3/8"	9.525	18.60	99.90	0.10	35	70	Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1557.0
N° 4	4.760	0.70	99.90	0.10	0	15	Peso unitario compact. (Kg/m ³)	1694.0
< N° 4	0.000	2.70	100.00	0.00				
			4977.10					



2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento		
1. Peso de muestra secada al horno	[gr]	1485.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca	[gr]	1494.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua	[gr]	922.5
4. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.60
5. Peso específico de masa superficialmente seco	[gr/cc]	2.61
6. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.64
7. Porcentaje de absorción	[%]	0.61

3. PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	19.718	19.038	20.724	20.587
2. Peso molde	[Kg]	4.903	4.903	4.903	4.903
3. Peso del material	[Kg]	14.815	14.135	15.821	15.684
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	1593.00	1520.00	1701.00	1686.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]	1557.00		1694.00	

PANEL FOTOGRAFÍCO



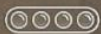
Fotografía 01: Rotura de probetas

Fotografía 02: Colocación de probetas para su rotura



Fotografía 03: compactando el agregado grueso para el ensayo de Peso unitario Compactado

Fotografía 04: Pesado del agregado grueso



Samsung Quad Camera

Fotografía 05: Ensayo de granulometría del agregado fino



Samsung Quad Camera

Fotografía 06: Ensayo de peso unitario Suelto del agregado grueso



Fotografía 07: Fraguado de las probetas



Fotografía 08: Retiro de probetas de sus respectivos moldes



Fotografía 09: Pruebas a la compresión de las probetas



Fotografía 10: Etiquetado de las probetas